



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA
FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA ELABORACIÓN DE
UN HELADO DESLACTOSADO COMO ESTABILIZANTE Y
FUENTE DE FIBRA**

AUTOR

ARGUDO MURILLO PEDRO ALEJANDRO

TUTOR

ING. LUIS ZÚÑIGA MORENO

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA ELABORACIÓN DE UN HELADO DESLACTOSADO COMO ESTABILIZANTE Y FUENTE DE FIBRA, realizado por el estudiante ARGUDO MURILLO PEDRO ALEJANDRO; con cédula de identidad N° 0926972845 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Luis Zúñiga Moreno, MS.c.

Guayaquil, 07 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA ELABORACIÓN DE UN HELADO DESLACTOSADO COMO ESTABILIZANTE Y FUENTE DE FIBRA”, realizado por el estudiante ARGUDO MURILLO PEDRO ALEJANDRO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. MIGUEL MORENO PAREDES, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. JULIO PALMAY PAREDES, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. YOANSY GARCÍA, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. LUIS ZÚÑIGA MORENO, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 07 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

A mamá, papá y a mí.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento eterno para mi madre y mi padre, por ser una fuente inagotable de amor, inspiración y sacrificio. Todo lo que soy y seré se lo debo a ustedes. A mis queridos hermanos, por su constante apoyo, comprensión y compartir conmigo este camino lleno de aprendizaje y crecimiento, espero que este gran paso que doy los llene de inspiración y motivación para que culminen sus estudios académicos. A mis estimados tíos y primos, por su aliento, sus sabios consejos y cariño incondicional a lo largo de esta travesía académica. A mi amada Priscilla, tu amor fue mi mayor impulso en cada paso hacia este logro, gracias por ser mi inspiración constante. Al Sr. y Sra. Quishpe, por ser un faro de positividad en cada paso de mi camino académico y personal. Al Ing. Luis Zúñiga, por su dedicación, paciencia y sabiduría, gracias por ser mi guía en este proyecto. A todos los profesores que tuve durante mi época en la universidad, por compartir su conocimiento y experiencia, y por desafiarme a alcanzar mis metas más altas. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal. Finalmente, a Industrial Molinera C.A., por brindarme las herramientas, equipos y conocimiento para completar mis objetivos de investigación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo ARGUDO MURILLO PEDRO ALEJANDRO, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA ELABORACIÓN DE UN HELADO DESLACTOSADO COMO ESTABILIZANTE Y FUENTE DE FIBRA” para optar el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 06 de noviembre del 2024

ARGUDO MURILLO PEDRO ALEJANDRO
C.I. 0926972845

RESUMEN

Este estudio evaluó las propiedades tecnológicas de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) como estabilizante y fuente de fibra en helado deslactosado. Se realizaron cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de fibra (0 %, 5 %, 10 % y 15 %) para analizar su impacto en las características del producto. Se midieron la gelificación (63 °C), absorción de agua (53,69 %), solubilidad (37,89 %) y capacidad de hinchamiento (45,11 %). Los resultados indicaron una reducción del contenido de grasa, de 17.53 % en el tratamiento testigo (T0) a 6.09 % en T3, y un aumento del contenido de fibra, de 0 % en T0 a 23.05 % en T3. T1 no mostró diferencias significativas con T0 ($p < 0.005$, prueba de Tukey) en cuanto a propiedades tecnológicas y estabilizantes. En cuanto a las propiedades sensoriales, un panel semi-entrenado evaluó los tratamientos mediante una prueba dúo-trío. Las comparaciones múltiples con ajuste de Bonferroni mostraron que T1 es el más similar a T0 en textura. En la prueba afectiva, T1 obtuvo una media de 4.60, siendo el segundo más aceptado ($p < 0.05$, pruebas de Bonferroni y Kruskal-Wallis). Se concluye que la fibra de coco es un estabilizante eficaz, sin comprometer las propiedades sensoriales, sugiriendo su potencial en productos lácteos deslactosados.

Palabras claves: *coco, discriminatorio, estabilizante, fibra, helado, pulverizado, textura.*

ABSTRACT

This study evaluated the technological properties of coconut fiber (*Cocos nucifera*) as a stabilizer and fiber source in lactose-free ice cream. Four treatments with different fiber concentrations (0 %, 5 %, 10 %, and 15 %) were conducted to analyze their impact on the product's characteristics. Gelation (63 °C), water absorption (53.69 %), solubility (37.89 %), and swelling capacity (45.11 %) were measured. Results showed a reduction in fat content from 17.53% in the control (T0) to 6.09 % in T3, and an increase in fiber content from 0 % in T0 to 23.05 % in T3. T1 showed no significant differences with T0 ($p < 0.005$, Tukey's test) regarding technological and stabilizing properties. A semi-trained panel assessed the sensory properties using a duo-trio test. Multiple comparisons with Bonferroni adjustment revealed that T1 was the most similar to T0 in texture. In the affective acceptability test, T1 achieved a mean score of 4.60, ranking second in preference ($p < 0.05$, Bonferroni and Kruskal-Wallis tests). It is concluded that coconut fiber is an effective stabilizer without compromising sensory properties, suggesting its potential in lactose-free dairy products.

Keywords: *coconut, discriminatory, stabilizer, fiber, powdered, texture.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.4. Delimitación de la investigación.....	5
1.5. Objetivo general.....	6
1.6. Objetivos específicos.....	6
1.7. Hipótesis.....	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Estado del arte.....	7
2.2. Bases teóricas.....	9
2.3. Marco legal.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Enfoque de la investigación.....	24
3.2. Metodología.....	25
4. RESULTADOS	39
4.1. Caracterizar las propiedades funcionales como la gelificación, índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad (ISA) y poder de hinchamiento (PH) del pulverizado de la fibra de coco.....	39
4.2. Evaluar el contenido de fibra, grasa y las propiedades tecnológicas (overrun, tasa velocidad de derretimiento, caída de la primera gota, punto de congelamiento y viscosidad).....	40
4.3. Determinar el impacto sensorial de la textura en un helado deslactosado con distintas concentraciones de fibra de coco mediante 30 panelistas semi-entrenados.....	45
5. DISCUSIÓN	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
6.1. Conclusiones.....	53
6.2. Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA	55

ANEXOS 59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato para panel sensorial discriminatorio dúo-trío	59
Anexo 2. Extracción de la fibra de coco mecánicamente	60
Anexo 3. Proceso de deshidratación de la fibra de coco	60
Anexo 4. Fibra de coco deshidratada	61
Anexo 5. Pulverizador RIRIHONG 500-B.....	61
Anexo 6. Tamizaje del pulverizado de fibra de coco en mallas estandarizadas <250 micras	62
Anexo 7. Resultado final del proceso de tamizaje < 250 micras.....	62
Anexo 8. Preparación de materiales de laboratorio para análisis de características físico química del pulverizado de fibra de coco.....	63
Anexo 9. Preparación de la muestra para pruebas funcionales en el pulverizado de fibra de coco.....	63
Anexo 10. Resultados de la prueba de absorción de agua (IAA) en el pulverizado de fibra de coco.....	64
Anexo 11. Resultados de la prueba de gelificación en el pulverizado de fibra de coco	65
Anexo 12. Pesaje de las materias primas sólidas para cada tratamiento de helado deslactosado.....	65
Anexo 13. Maduración en refrigeración de cada tratamiento de helado deslactosado	66
Anexo 14. Secado de las muestras de helado deslactosado en horno MEMMERT	66
Anexo 15. Preparación de reactivos para determinación de grasa.....	66

Anexo 16. Preparación del extractor Soxhlet para determinar grasa por método Randall modificado en los distintos tratamientos.....	67
Anexo 17. Preparación del extractor Soxhlet para determinar fibra en los distintos tratamientos.....	67
Anexo 18. Recolección de fibra obtenida mediante un crisol filtrante de alumen	68
Anexo 19. Prueba de índice de derretimiento (g/min) de cada tratamiento ...	68
Anexo 20. Prueba sensorial discriminatoria de los distintos tratamientos con panelistas semi-entrenados	70
Anexo 21. Prueba sensorial afectiva de los distintos tratamientos de helado deslactosado	70
Anexo 22. ANOVA del contenido de grasa en tratamientos experimentales de helado deslactosado.....	71
Anexo 23. ANOVA del contenido de fibra en tratamientos experimentales de helado deslactosado.....	71
Anexo 24. Prueba de Tukey en el parámetro de grasa de los tratamientos experimentales de helado deslactosado	72
Anexo 25. Prueba de Tukey en el parámetro de fibra de los tratamientos experimentales de helado deslactosado	72
Anexo 26. Prueba de comparación múltiple de Dunn en la prueba discriminatoria dúo-trío	73
Anexo 27. Promedios de los tratamientos experimentales de la prueba discriminatoria tipo dúo-trío	74

Anexo 28. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro color en la prueba afectiva de aceptabilidad.....	74
Anexo 29. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro olor en la prueba afectiva de aceptabilidad.....	75
Anexo 30. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro sabor en la prueba afectiva de aceptabilidad.....	75
Anexo 31. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro textura en la prueba afectiva de aceptabilidad.....	75
Anexo 32. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro apariencia en la prueba afectiva de aceptabilidad.....	76
Anexo 33. Norma INEN 706:2013. Helados. Requisitos.	76

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

Las empresas agroindustriales enfrentan diversos retos en la actualidad, y uno de los enfoques prometedores para abordarlos es el aprovechamiento de residuos agroindustriales. La generación de estos residuos es una realidad en muchas actividades agrícolas y alimentarias, pero también representan una valiosa oportunidad la cual, mediante procesos adecuados, pueden transformarse en componentes innovadores debido a que contienen propiedades funcionales para la industria alimentaria.

La búsqueda de productos más naturales y saludables ha llevado a las empresas a explorar la adición de estos componentes funcionales en alimentos, otorgándoles así un valor agregado a cierto material que antes era considerado un desecho. La incorporación de extractos y componentes derivados de residuos agroindustriales en productos alimentarios no solo contribuye a reducir el desperdicio, sino que también ofrece beneficios nutricionales y funcionales, actualmente existe la tendencia de desarrollar alimentos que no solo cumplan con expectativas organolépticas, sino que también aporten propiedades saludables y naturales, respondiendo a la creciente demanda del consumidor moderno por opciones más conscientes y sostenibles (Soukoulis et al., 2009). Este enfoque innovador busca no solo mejorar la calidad de vida del consumidor, sino también fortalecer la posición competitiva de las empresas en un mercado que valora cada vez más la sostenibilidad y la innovación en el sector alimentario.

Sin embargo, el actual y elevado consumo de grasas en la alimentación diaria ha emergido como un desafío significativo para la salud pública, contribuyendo a un aumento alarmante de enfermedades crónicas como la obesidad, enfermedades cardíacas y trastornos metabólicos. En respuesta a esta preocupación, los consumidores actuales están orientando sus preferencias hacia productos que no solo satisfagan sus necesidades nutricionales, sino que también contribuyan a mantener un equilibrio en su dieta diaria.

En este contexto, se vislumbra una oportunidad valiosa al explorar ciertos residuos agroindustriales que, a través de procesos agroindustriales, ofrecen la posibilidad de desarrollar alimentos que no solo sean nutritivos sino también bajos en grasas no saludables (Villanueva, 2019). Este enfoque no solo responde a las demandas de consumidores conscientes de su salud, sino que también aborda la problemática del desperdicio de recursos alimentarios. La investigación y aplicación de componentes funcionales provenientes de residuos agroindustriales en la creación de alimentos saludables se presenta como una estrategia prometedora para mejorar la calidad de la dieta actual, alineándose con las tendencias emergentes de consumidores que buscan opciones más equilibradas y beneficiosas para su bienestar.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Actualmente existe un creciente consumo de alimentos y bebidas con un contenido significativo de sal, azúcar y grasas. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) explica que, el excesivo consumo de grasas en alimentos se ha convertido en un problema de salud pública, y está fuertemente ligado con factores de riesgo relacionados con la dieta diaria, como el sobrepeso y obesidad. A su vez, se describen diversas enfermedades cardiovasculares que se desarrollan por el alto consumo de grasas, así como también distintos tipos de cánceres, como cáncer de colon y de recto (OMS, 2017)

En Ecuador, las enfermedades no transmisibles han mostrado un incremento considerable. Según un estudio del Ministerio de Salud Pública (MSP) realizado en 2018, más del 66% de la población adulta padece de sobrepeso u obesidad. Además, el 7.8% de las personas presenta niveles altos de glucosa en sangre, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar diabetes mellitus. Asimismo, más del 33% de los adultos entre los 18 y 69 años tiene colesterol elevado, lo cual eleva el riesgo de sufrir afecciones cardiovasculares como hipertensión, hiperlipidemia, entre otras.

Por otro lado, situaciones como la lactointolerancia son cada vez más frecuentes afectando alrededor del 1/3 de la población adulta mundial. Según

estudios previos alrededor del 70% de la población mestiza del Ecuador es, en cierto grado, intolerante a la lactosa (Dominguez et al., 2023). Sin embargo, la mayoría de los casos no presentan síntomas relacionados a la misma, lo que lo hace más peligroso aún.

Hoy en día, existe un crecimiento significativo de productos que atienden esta intolerancia y, por otro lado, existen otros que contribuyen a la prevención de enfermedades no transmisibles de alto riesgo como la diabetes y enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, en Ecuador, el crecimiento es más lento. Aunque la población está cada vez interesada en mejorar su salud, persiste una tendencia hacia el consumo de productos con alto contenido de azúcares y grasa.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (MAG) explica que, la industria del coco en Ecuador ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. El país cuenta con condiciones climáticas favorables para el cultivo del coco, lo que ha impulsado su producción y procesamiento. Las principales regiones productoras de coco en Ecuador incluyen la costa, especialmente las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas (MAG, 2021).

A pesar del crecimiento constante de la industria del coco en Ecuador y las condiciones climáticas favorables que impulsan su producción, la gestión de los subproductos, especialmente la cáscara de coco o mesocarpio representa un desafío. A menudo considerada un residuo, la falta de valorización de la cáscara limita el potencial de aprovechar sus componentes nutritivos, como la fibra y azúcares naturales, para la elaboración de productos alimentarios funcionales. Esta situación plantea interrogantes sobre la eficiencia y sostenibilidad en el manejo de los recursos de la industria del coco, destacando la necesidad de estrategias que maximicen el aprovechamiento de la materia prima en su totalidad.

1.2.2 Formulación del problema

¿La adición de fibra de coco influirá en las propiedades estabilizantes y será fuente de fibra significativa en un helado deslactosado?

1.3 Justificación de la investigación

Es crucial explorar vías sustentables para abordar este desafío de salud y medio ambiente. Una de las estrategias innovadoras hoy en día es el aprovechamiento de residuos agroindustriales, práctica esencial en la búsqueda de una economía más sostenible y amigable con el medio ambiente. Estos residuos, que suelen generarse en la cadena productiva de alimentos y otras actividades agroindustriales, esencialmente contienen una variedad de compuestos valiosos que pueden ser revalorizados y convertidos en productos útiles, dando lugar a la creación de nuevos productos, subproductos e incluso fuentes de energía renovable (Islas y Tzec, 2021).

En Ecuador la agroindustria crece lentamente, y a pesar de las pocas innovaciones que ésta pueda lograr genera consigo residuos de alto impacto ambiental. La industria ecuatoriana del coco genera alrededor 5 millones de dólares, tanto en elaboración de jugos, pulpas y helados a partir del endospermo y el agua de esta apreciada materia prima (MAG, 2019), pero existe un residuo que la agroindustria deja a un lado de la cadena productiva, la cáscara o mesocarpio del coco, al que se le puede dar un valor agregado incorporándolo en un alimento funcional.

A nivel global, se sigue avanzando en el descubrimiento de nuevos compuestos que puedan reemplazar, total o parcialmente, ingredientes esenciales en la formulación de alimentos. Un ejemplo es la reducción del contenido graso en productos finales, ya que el consumidor actual es cada vez más exigente, buscando alimentos seguros, de alta calidad y que superen sus expectativas. En respuesta a esto, la industria alimentaria está en constante búsqueda de ingredientes que ofrezcan un alto valor nutricional, para ser incorporados en dietas balanceadas como alimentos funcionales, una demanda urgente para la agroindustria.

Por lo tanto, la agroindustria se ha enfocado en enfrentar este reto, prestando especial atención a los compuestos naturales presentes en diversas materias primas y a sus propiedades. Esto ha generado la necesidad de identificar nuevos ingredientes y aditivos alimentarios bioactivos, que puedan ser utilizados en el

desarrollo de productos funcionales innovadores, respaldados por estudios científicos previos.

Existen diversos componentes en la fibra del mesocarpio del coco, como la celulosa y lignina que le otorgan estructura y soporte durante la etapa de desarrollo, lo que es fundamental para la integridad y estabilidad del coco. Por otro lado, posee hemicelulosa, que es una mezcla de polisacáridos a cargo del transporte de agua y nutrientes desde las raíces hasta los cocos en crecimiento ayudando a la retención de agua en las paredes celulares del mismo.

En este orden de ideas, la fibra de coco podría ser una opción adecuada para agregarla a la formulación de un helado deslactosado y que actúe como agente estabilizante en el producto final debido a sus características físicas como la retención de agua, propiedad que incide en la formación de cristales de hielo permitiendo que el helado se presente una textura suave y agradable al consumidor. Además, estudios previos explican que, la fibra vegetal es usada como matriz para atrapar partículas de grasa y agua ayudando a estabilizar una emulsión, evitando así que la grasa se separe y se forme un sobrenadado en la superficie del helado (Santana et al., 2011).

Por esta razón, el desarrollo de la presente investigación sobre la revalorización de la fibra de coco no solo tiene un impacto significativo en la agroindustria ecuatoriana, sino que también aborda una necesidad creciente en el mercado de alimentos a nivel mundial. De modo que, no sólo contribuirá al desarrollo de productos innovadores y sostenibles, sino que también puede potenciar la competitividad de las empresas locales en el mercado global de alimentos.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La presente investigación se realizó en el Laboratorio de cárnicos y en el laboratorio de suelos de la Universidad Agraria del Ecuador, campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz.
- **Tiempo:** La investigación tuvo una duración de 6 meses.
- **Población:** Estuvo dirigida para el público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar las propiedades tecnológicas de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la elaboración de un helado deslactosado como estabilizante y fuente de fibra.

1.6 Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades funcionales como la gelificación, índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento de la fibra de coco.
- Evaluar el contenido de fibra, grasa y las propiedades tecnológicas (overrun, tasa velocidad de derretimiento, caída de la primera gota, punto de congelamiento y viscosidad) en los diferentes tratamientos de helado deslactosado
- Determinar el impacto de la textura en un helado deslactosado con distintas concentraciones de fibra de coco a través de una prueba dúo-trío mediante 30 panelistas semi-entrenados.

1.7 Hipótesis

“Una de las concentraciones de pulverizado de fibra de coco agregadas al helado deslactosado presentará actividad estabilizante y diferencias significativas en cuanto su contenido de fibra y grasa”.

“Uno de los tratamientos experimentales presentará similitud en parámetros de textura con respecto al tratamiento testigo”.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

La investigación de Arrieta y Reyes (2023) se centró en caracterizar las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de la fibra del mesocarpio del coco (*Cocos nucifera*) con el objetivo de explorar su potencial como refuerzo en la fabricación de materiales compuestos con matriz polimérica. Dichas fibras se obtienen a partir de la capa intermedia o mesocarpio del coco. Tras su extracción, las fibras fueron sometidas a secados a 40 °C y 90 °C para evaluar la influencia de estas temperaturas en su comportamiento. Se determinó que las fibras de coco son lignocelulósicas y que las temperaturas afectaron su morfología. En cuanto a las propiedades mecánicas, se concluyó que las fibras presentan un comportamiento frágil y, sin importar la temperatura de secado, no son demasiado rígidas, con un módulo de Young que varía entre 1,66 y 6,98 GPa, y un esfuerzo último de entre 67,09 y 84,58 MPa.

Por su parte, Llivicura (2020) tuvo como objetivo extraer fibra dietética total (FDT) del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para la elaboración de hojuelas. Se utilizó un método químico ácido/base para la extracción de la FDT, que implicó alterar la composición química del material con equipos y reactivos, produciendo una reacción que convierte el material en sustancias reutilizables y no dañinas para el medio ambiente. García-García et al. (2017) destacan que este método químico es el más utilizado y efectivo para esta materia prima. El proceso consiste en sumergir la muestra en una solución ácida/alcalina con concentraciones del 1 % y 2 %, a temperaturas entre 50 y 70 °C durante 15 minutos.

En la investigación de Yapias y León (2023), se realizó una exploración experimental y documental sobre la extracción de fibra vegetal utilizando técnicas de ultrasonido y microondas, evaluando el impacto de estos métodos en la extracción de fibra dietética. El estudio se enfocó en la revalorización de residuos agrícolas para aplicaciones alimentarias, biotecnológicas y farmacéuticas, subrayando la necesidad de comprender la fenología y estructura del producto para optimizar la extracción de fibra. Aunque ambos métodos tienen efectos variables en

el rendimiento y las características del subproducto, se sugiere el uso de técnicas verdes e hidroquímicas. Se concluyó que el ultrasonido es más eficaz que la tecnología de microondas para extraer fibra de vegetales, cereales y frutas.

Jerónimo et. al. (2020) exploraron nuevas tecnologías para la producción de mezclas asfálticas, centrándose en la utilización de materiales sostenibles como la cáscara y la fibra de coco. En Perú, estos recursos son abundantes y se ha comprobado que aportan mejoras significativas a las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente. La cáscara de coco incrementa la resistencia a la tracción indirecta y mejora el comportamiento de fluencia del asfalto, mientras que la fibra de coco contribuye a una mayor estabilidad, resistencia al deslizamiento y aumento del módulo de elasticidad. El estudio analizó cómo estos materiales, en porcentajes específicos, afectan las mezclas asfálticas, concluyendo que su inclusión optimiza las características de las mezclas y abre nuevas posibilidades para su aplicación en diferentes contextos.

Según Zúñiga et al. (2023), se evaluaron las propiedades químicas, microbiológicas y sensoriales de un helado formulado con adición de bagazo de caña de azúcar, con el objetivo de revalorizar su fibra como compuesto bioactivo. Se desarrollaron tres formulaciones con diferentes concentraciones de fibra de caña de azúcar (15 %, 20 % y 25 %) más un tratamiento control. Los resultados mostraron una reducción significativa en el contenido de grasa, siendo el tratamiento con 25% de fibra el que alcanzó una disminución del 81,99%. Asimismo, el contenido de fibra dietética aumentó a 24,3 %. Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo con la normativa NTE INEN 706:2013 y el Código Alimentario Argentino. Se concluyó que la fibra de bagazo de caña de azúcar es un ingrediente prometedor para reducir la grasa y aumentar el contenido de fibra en productos alimentarios.

En el estudio realizado por Villanueva (2019), se desarrolló un helado sin lactosa, bajo en grasas y azúcares, y enriquecido con fibra dietética. Se aplicó la metodología de Superficie de Respuesta (SR), utilizando 14 tratamientos y un nivel de significancia del 10 %. Se analizaron los efectos combinados de distintas proporciones de grasa, azúcar y pulpa de mango. Los dos tratamientos optimizados se compararon con un helado estándar, mostrando una disminución en el

sobreaumento y un incremento en la tasa de derretimiento al reducir el contenido de grasa. El tratamiento con la mezcla de Zamorano obtuvo la mejor valoración sensorial, seguido del que contenía un 10 % de grasa y azúcar.

Finalmente, Hidalgo (2023) investigó la extracción de goma de guarango y su aplicación en helados como agente espesante, estabilizante y gelificante. La caracterización de la goma mostró que cumple con los estándares alimentarios, presentando una capacidad de hinchamiento similar a la goma CMCM, aunque con diferente tiempo de solubilidad. Se determinó que la goma de guarango es parcialmente soluble en agua fría y completamente en agua caliente. En la formulación del helado, la concentración de 0,5 % fue la más adecuada, alcanzando una viscosidad de 3630.00 MPa, mayor que la del CMC.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Generalidad del coco

El coco (*Cocos nucifera*) se encuentra en todas las zonas tropicales, donde juega un papel crucial en la vida cotidiana de los habitantes locales. Es de vital importancia en las islas bajas del Pacífico, donde proporciona prácticamente todo lo necesario para la vida en ausencia de otros recursos naturales terrestres: alimentos, bebidas, aceite, medicinas, fibra, madera, combustible y utensilios domésticos (Santana et al., 2011).

De acuerdo con Islas y Tzec (2021) indican que este fruto, originario de la región Indo-Pacífico, se ha extendido hacia las áreas costeras de clima húmedo, desde donde ha avanzado hacia distintos continentes. La palma de coco se encuentra ampliamente distribuida en las regiones tropicales de Asia, África, el Caribe y América del Sur.

2.2.1.1. Clasificación taxonómica de *Cocos nucifera*.

Según Chan y Elevitch (2016), *Cocos nucifera* es una especie de palmera monóica que puede alcanzar alturas que varían entre 12 y 25 metros, perteneciente a la familia Palmae, como se detalla en la Tabla 1. Esta especie es conocida por su adaptación a climas tropicales y por su relevancia en múltiples usos, desde la obtención de alimentos hasta su valor en la producción de fibras y materiales.

Tabla 1.
Clasificación taxonómica del coco (*Cocos nucifera*).

División	Nombre
Reino	Plantae
Filio	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Areceae
Genero	<i>Cocos</i>
Especie	<i>Cocos nucifera</i>

Fuente: Islas y Tzec (2021).

2.2.1.2. Contenido nutricional.

Se ha reportado que el agua de coco posee nutrientes y propiedades funcionales, además de tener un contenido bacteriológico menor al de otras aguas derivadas de frutos de este tipo (Lizano, 2001). El contenido nutricional por cada 100 gramos se visualiza para cada de producto en la Tabla 2.

Tabla 2.
Composición nutricional del coco.

Composición	Contenido
Agua	51.9 g
Lípidos	26.1 g
Carbohidratos	15.1 g
Fibra	2,1 g
Fosforo	96,0 mg
Tiamina	0,04 mg
Riboflavina	0,03 mg

Nota: Composición nutricional del coco de copra madura por cada 100 g.
Fuente: Chan y Elevitch (2016).

El coco es un alimento bajo en hidratos de carbono y proteínas, pero destaca por su elevado contenido de fibra, la cual favorece el tránsito intestinal y contribuye a la reducción del riesgo de diversas enfermedades y trastornos. Además, el coco es una fuente rica en vitamina E, que actúa como antioxidante, y contiene vitaminas

hidrosolubles del grupo B, fundamentales para el buen funcionamiento del organismo (Chan y Elevitch, 2016).

2.2.2 Producción del cultivo de coco

Ecuador tiene una notable participación en el sector agropecuario. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2021), la Encuesta de Superficies de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) reveló que el país cuenta con 7,3 millones de hectáreas destinadas a la agricultura, concentrándose principalmente en las provincias de Manabí, Guayas, Loja, Los Ríos y Esmeraldas. Se estima que 10.000 hectáreas albergarán 1,8 millones de plantas de coco, lo que permitirá una producción anual de 360 millones de frutos. Esta producción abastecerá a la industria, que elaborará derivados como leche de coco, harina de coco, agua de coco, coco peat, aceite de coco (virgen y extra virgen), y azúcar de coco.

En gran parte del territorio de Ecuador, especialmente en la región de la Costa, que representa el 85% del área destinada al cultivo de coco, las provincias de Guayas, Esmeraldas, Los Ríos y El Oro son las principales productoras. Sin embargo, a pesar de contar con condiciones óptimas para el cultivo eficiente, el país no explota completamente los subproductos del coco, ya que la demanda se enfoca principalmente en el agua y la pulpa.

2.2.3 Productos derivados del coco

Dada la amplia versatilidad del fruto del cocotero, muchas industrias lo procesan para diversos fines. El agua de coco, que representa aproximadamente el 25% del peso del fruto, es una bebida refrescante rica en vitamina E (Chan y Elevitch, 2016). La albúmina o pulpa de coco, que conforma alrededor del 28% del peso del fruto, se utiliza para la producción de extractos, aceites y harinas, además de ser consumida directamente o empleada en la preparación de diversos platillos, leche de coco, crema de coco, y coco deshidratado, popular en la confitería y galletería. Por otro lado, la fibra de coco, que constituye entre el 35-40% del peso del fruto (Escudero y Aristizabal, 2017), se usa en la fabricación de textiles, como sustrato en cultivos hidropónicos por su alta capacidad de absorción de agua, y en

la industria química, donde es un componente clave en la producción de bioetanol y otros derivados.

2.2.4 Fibra dietética

Ghribi et. al., (2021) señalan que la fibra presente en vegetales y frutas no se digiere fácilmente por el sistema digestivo. Existen dos tipos de fibra: soluble e insoluble, diferenciadas según su capacidad para disolverse en agua. Dependiendo del tipo de fibra, desempeñan funciones específicas que contribuyen a retrasar la aparición de enfermedades. Desde un enfoque medioambiental, las fibras de origen vegetal son las más beneficiosas. Estas fibras naturales, que pueden considerarse como microfibrillas reforzadas de celulosa, están compuestas por microfibrillas incrustadas en una matriz de lignina y hemicelulosa.

2.2.4.1. Fibra de coco.

El coco está compuesto por aproximadamente un 35% de cáscara con fibra, un 12% de cáscara dura, un 28% de pulpa o albúmina, y un 25% de agua. Estos porcentajes pueden variar ligeramente según el tamaño y la madurez del coco (Santana et al., 2011). La fibra de coco tiene un olor característico, y tras su secado adquiere un color marrón. Además, presenta diversas longitudes, con un promedio de 15 a 25 cm (Jerónimo et al., 2020). La fibra de coco pertenece a la misma familia fibrosa que el sisal y el henequén. Está compuesta en un 50% por celulosa, un porcentaje menor en comparación con otras plantas como el sisal, que contiene un 65% de celulosa (Arrieta y Reyes, 2023). Esta fibra es conocida por su baja conductividad térmica y su resistencia al impacto, al agua y a las bacterias.

2.2.5 Métodos de extracción de las fibras vegetales

Las fibras en los frutos están firmemente unidas a otros componentes, por lo que su extracción requiere un manejo cuidadoso para evitar dañarlas. Se han desarrollado diversos métodos mecánicos, biológicos y químicos para extraer las fibras (Roy et al., 2022). El método mecánico consiste en extraer las fibras manualmente o con herramientas como molinos, pero este proceso es propenso a dañar las fibras y no siempre permite una separación óptima.

Los procesos biológicos, que utilizan enzimas producidas por organismos como bacterias, descomponen la lignina que une las fibras. Este proceso, que dura de 2 a 3 semanas, requiere grandes cantidades de agua, lo que puede generar ineficiencias y afectar la calidad de las fibras, causando la rotura de hilos o alteraciones en sus propiedades.

Por otro lado, los métodos químicos separan los tres componentes principales de los materiales vegetales: lignina, celulosa y hemicelulosa. Aunque son efectivos para eliminar la lignina, también pueden degradar la celulosa, lo que afecta la calidad de las fibras obtenidas, logrando entre un 40% y 50% del material fibroso total.

2.2.6 Alimento funcional

Según Santana et al. (2011) explica que, han sido modificados o se le ha incluido un componente en particular como sales, vitaminas, carbohidratos o fibra en su formulación normal para que el producto además de satisfacer un gusto o deseo, el alimento aporte beneficios para el organismo, beneficios los cuales nos ayuden a prevenir la aparición de enfermedades o afecciones que pongan en riesgo la salud.

Cabe recalcar que funcional no es lo mismo que nutritivo debido a que un alimento nutritivo es aquel que aporta nutrientes requeridos en algún momento o etapa de la vida, a diferencia de un alimento funcional es aquel cuyos componentes tomados de la dieta diaria brindan beneficios más allá de los nutricionales y que además se trata de un alimento y no de un medicamento, tradicional o no tradicional que a partir de ellos se elabora otros alimentos (Xu et al., 2024).

2.2.6.1. Productos alternativos enriquecidos con fibra dietética.

Son aquellos productos alimenticios que poseen características peculiares como la forma, sabor, color, textura entre otras, pero son aptas para consumirlas, sin embargo, al referirnos de la industria alimentaria y en especial de la agroindustria que es la que pretende obtener mejoramientos de productos tradicionales, crear productos diferentes llenando todas las expectativas de los consumidores.

De acuerdo con Hidalgo (2023), explica que la alimentación es parte de las necesidades fisiológica del ser humano, debido a que es considerado como el factor principal del estado de salud del consumidor, ya que a una buena alimentación una buena salud y a una mala alimentación una mala salud, como puede ser resultado de una mala salud es la obesidad que se ha encontrado hoy en día.

Por tal motivo se establecen productos alternativos enriquecidos en fibra dietética en países como EEUU, donde se recomienda el consumo diario de cinco porciones entre frutas y verduras que contengan fibra dietética, sin embargo son pocas las personas que ingieren la porción recomendada, es por ello que los diferentes mercados se están direccionando en la elaboración de productos alimenticios el cual permitan cumplir con la ingesta sugerida por su contenido considerable de fibra dietética (Soukoulis et al., 2009).

Las fibras dietéticas pueden proporcionar una multitud de propiedades funcionales cuando son incorporadas a sistemas alimentarios. Por lo que la adición de fibras vegetales contribuye a la modificación y mejora de la textura, características sensoriales, vida útil de los alimentos debido a su capacidad de retención de agua, capacidad de formación de gel, es un mimético de grasas, antiadherente, posee efectos antiaglomerantes, texturizantes y espesantes (Soukoulis et al., 2009). El tipo, así como la magnitud de los efectos funcionales proporcionados, están sin duda relacionados con el origen vegetal de las fibras, la proporción de fibras insolubles a solubles, la sinergia de fibras y las interacciones con otros componentes alimentarios.

Hoy en día la tendencia de los alimentos enriquecidos en fibra dietética están en auge dado que ofrecen al consumidor beneficios fisiológicos que pretende una alimentación rica con este componente. Las aplicaciones tecnológicas de la fibra dietética no son limitadas porque se emplean en otras formulaciones simplemente como enriquecedores, espesantes, entre otras funciones. Es así que la forma o manera más novedosa de presentar un producto y que sea aceptado es mediante un producto de alto consumo, como los helados, consumido por un amplio espectro de personas en general.

2.2.6.2. Ingesta recomendada de fibra.

La ingesta recomendada de fibra es esencial para mantener una dieta equilibrada y promover la salud digestiva. La fibra, que se encuentra en alimentos como frutas, verduras, granos enteros y legumbres, desempeña un papel clave en la regulación del sistema digestivo, la prevención de enfermedades y la promoción de la saciedad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos como INEN sugieren que la ingesta diaria de fibra debe ser de al menos 25-40 gramos para adultos. Este valor se basa en estudios que han demostrado los beneficios para la salud asociados con una dieta rica en fibra, como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, la mejora del control de la glucosa en sangre y la prevención del estreñimiento.

2.2.7 Generalidades del helado

El helado es un alimento que se elabora a partir de una emulsión de grasas y proteínas, a la que se añaden ingredientes y aditivos autorizados, o en algunos casos se omiten. Este producto se somete a un proceso de congelación, con o sin batido, asegurando que el producto se conserve en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento y transporte (INEN, 2013).

Aunque los ingredientes son relativamente pocos, las interacciones entre ellos son complejas, ya que el helado es simultáneamente una emulsión, una espuma y una dispersión. En su estructura, los glóbulos de grasa, burbujas de aire y cristales de hielo están distribuidos dentro de una solución concentrada de azúcares, lo que da lugar a una matriz semisólida, congelada y aireada (Hartel y Goff, 2013).

Este producto es un sistema alimentario altamente complejo, ya que su estructura depende de múltiples eventos interrelacionados que se producen durante el paso de una emulsión estable a una matriz congelada. Los tres elementos estructurales clave son las celdas de aire, los cristales de hielo y los glóbulos de grasa, todos ellos dispersos en una fase continua de solutos no congelados (Donhowe y Hartel, 1996).

2.2.7.1. Clasificación de los helados.

Según la NTE INEN 706 (2013) se clasifican los helados en:

- Helado de crema de leche: A base de leche contienen grasa butírica y proteína extraída exclusivamente de la leche.
- Helado de leche: Es un producto en función de la leche, su única fuente de grasa y proteína es la láctea.
- Helado de leche, con grasa vegetal: Las proteínas que posee este producto son exclusivas de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.
- Helado de yogur: Es a base de leche fermentada a base de microorganismos productores de ácido láctico (*Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y probióticos.
- Helado de yogur con grasa vegetal: Proviene de la leche o sus derivados y pueden contener grasa de origen vegetal.
- Helado no lácteo: No posee proteína y grasa provenientes de leche o sus derivados.
- Helado de sorbete o sherbet: A base de agua potable, puede contener o no leche o productos lácteos, frutas, productos provenientes de frutas, posee bajo contenido de grasa y proteínas, las cuales pueden ser total o en parte de origen no lácteo.

2.2.8 Propiedades físicas de la mezcla

El helado, al ser un sistema coloidal complejo, presenta una variedad de factores que afectan sus propiedades físicas, tales como la estabilidad, densidad y viscosidad (Cheng et al., 2016).

2.2.8.1. Estabilidad de la mezcla.

La estabilidad de la mezcla hace referencia a la capacidad de resistir la separación de las proteínas lácteas en suspensión coloidal y la grasa en emulsión. Cuando la mezcla no es estable, se pueden formar capas de grasa, coágulos proteicos, suero claro o helado derretido (Posada et al., 2011). La grasa, al ser menos densa que el agua, tiende a subir a la superficie y formar una capa. Según

la Ley de Stokes, la velocidad a la que esto ocurre depende de la diferencia de densidad entre la grasa y el agua, el tamaño de las gotas y la viscosidad de la fase continua (Abrate, 2017). En la mezcla de helado, la homogeneización reduce el tamaño de las gotas de grasa, lo que evita que colisionen y se separen, contribuyendo a la estabilidad. Sin embargo, una emulsión demasiado estable puede reducir la coalescencia parcial de la grasa durante el proceso de congelación.

La estabilidad ideal de la mezcla permite que este pase por las etapas de procesamiento, como la pasteurización, y que la grasa se desestabilice en la cantidad justa durante la congelación y el batido. La incorporación de emulsionantes ayuda a alcanzar esta estabilidad, reduciendo la tensión interfacial de la emulsión (Koxholt et al., 2001). Los estabilizantes en la mezcla de helado cumplen varias funciones: aumentan la viscosidad, previenen la separación de los glóbulos de grasa, limitan el crecimiento de cristales de hielo y lactosa, y ayudan a retener el aire en el producto final, especialmente en condiciones de fluctuaciones de temperatura (Hidalgo, 2023).

2.2.8.2. Densidad de la mezcla.

La densidad de la mezcla de helado varía según su composición. Niveles elevados de sólidos lácteos no grasos, azúcares y estabilizantes incrementan la densidad, mientras que un mayor contenido de grasa la disminuye, ya que la grasa tiene una densidad de aproximadamente 0,9 g/ml, en contraste con el agua pura, que es de 1,0 g/ml (Goff et al., 1989). La densidad se puede medir con un hidrómetro o calculando el peso de un volumen conocido de mezcla a una temperatura determinada. En promedio, la densidad de una mezcla con un 10% de grasa es de aproximadamente 1,1 g/ml (Hartel y Goff, 2013).

2.2.8.3. Viscosidad de la mezcla.

El helado en mezcla es esencialmente un sistema viscoso, mientras que el helado en sí tiene propiedades viscoelásticas. La viscosidad de la mezcla es crucial en el procesamiento y afecta directamente las características del producto final (Hartel y Goff, 2013). La mezcla exhibe un comportamiento tixotrópico, es decir, su

viscosidad disminuye con el tiempo bajo un esfuerzo de corte constante, debido a la ruptura de las interacciones débiles entre sus componentes.

Este comportamiento es típico en líquidos coloidales, y para obtener mediciones precisas de viscosidad, es necesario aplicar un tiempo de corte previo que libere las interacciones. Un nivel adecuado de viscosidad es fundamental para asegurar un batido eficaz, retención de aire, y una buena textura en el helado. La viscosidad aumenta con la concentración de estabilizantes, proteínas, sólidos de jarabe de maíz, grasa y sólidos totales, siendo los estabilizantes los que más contribuyen a este incremento (Campo et al., 2022).

El calor, las sales (como calcio, sodio, citratos y fosfatos) y el proceso de pasteurización también afectan la viscosidad, al igual que la presión de homogeneización y el tiempo de maduración, que puede extenderse hasta unas 4 horas. Además, la reducción de la temperatura de almacenamiento incrementa la viscosidad de la mezcla (Hidalgo, 2023).

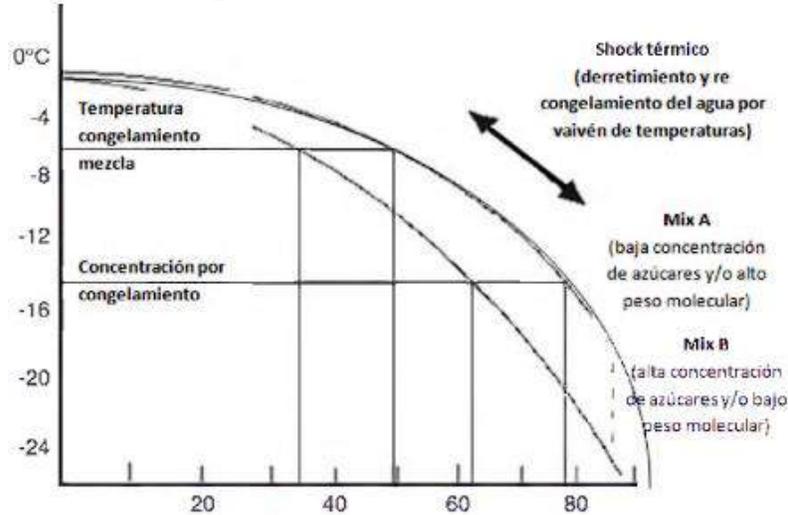
2.2.9 Métodos de evaluación en la estabilidad de un helado

La evaluación tecnológica del helado incluye diversas pruebas y procedimientos para medir su calidad y propiedades tecnológicas. Estos métodos buscan garantizar que el producto final cumpla con los estándares de textura, sabor, estabilidad y otras características importantes (Ramachandran et al., 1963).

2.2.9.1. Punto de congelamiento y cambio de estado.

El punto de congelación del helado varía según la concentración de componentes solubles y depende de su composición. Se puede calcular mediante un microscopio o un osmómetro de presión de vapor (Hartel y Goff, 2013). La Figura 1 ilustra cómo pequeñas variaciones en la temperatura, desde el punto inicial de congelación hasta aproximadamente $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, pueden generar cambios significativos en el porcentaje de agua congelada. Sin embargo, cambios similares a temperaturas por debajo de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ tienen un efecto mucho menor (Tolve et al., 2024).

Figura 1.
Curva de congelamiento del helado.



Curva de congelamiento del helado según la concentración de azúcares y el peso molecular.

Fuente: Hartel y Goff (2013).

A medida que la temperatura del helado desciende, cada vez más agua se convierte en hielo, y la fase líquida restante se va concentrando progresivamente, ya que el agua que se congela es prácticamente pura, excluyendo otras moléculas de la formación de los cristales (Neidlinger et al., 1952). Como resultado, el punto de congelación de la fase no congelada disminuye conforme se va cristalizando más hielo, debido a este proceso de concentración durante la congelación. Si se asume un equilibrio en el volumen de las fases (es decir, que el helado contiene la cantidad máxima de hielo permitida según el diagrama de fases a esa temperatura), la relación entre la temperatura y el porcentaje de agua congelada está representada por la curva de depresión del punto de congelación de la mezcla (Jaimes-Duque et al., 2017).

2.2.9.2. Overrun.

De acuerdo con Hartel y Goff (2013), el "overrun" es un parámetro industrial que mide la cantidad de aire incorporado en los productos helados. Se calcula como el porcentaje de aumento en el volumen de la mezcla debido a la adición de aire, expresado como la relación entre el volumen de aire y el volumen de la mezcla. El aire es un componente esencial en el helado, ya que influye tanto en sus

propiedades físicas como en su estabilidad. El término "overrun" o capacidad espumante se refiere al incremento en el volumen del helado respecto al volumen de la mezcla, producto de la incorporación de aire. A medida que el overrun aumenta, el tamaño de los cristales de hielo disminuye, y una mayor dispersión de las burbujas de aire reduce la probabilidad de que los cristales de hielo se unan.

La presencia de aire en el helado aporta una textura ligera y afecta la estabilidad y la dureza del producto. No obstante, no solo es importante la cantidad de aire incorporado, sino también cómo se distribuyen las burbujas en términos de tamaño, lo que impacta directamente en estos atributos (Sofjan y Hartel, 2004). Las proteínas con capacidad espumante se evalúan en función de dos características: su habilidad para formar espuma y la estabilidad de dicha espuma. La capacidad para formar espuma depende de cómo la fase líquida incorpora el aire o gas, mientras que la estabilidad de la espuma se refiere a la capacidad de mantener el gas en su interior durante un periodo determinado (Hartel y Goff, 2013).

2.2.9.3. Derretimiento.

El derretimiento del helado es importante en dos escenarios: durante su consumo, cuando se funde en la boca, y cuando se derrite debido a un almacenamiento a temperaturas más elevadas (Abrate, 2017). Durante este proceso, se presentan dos fenómenos clave: la fusión de los cristales de hielo y el colapso de la estructura espumosa, que está estabilizada por la grasa.

La fusión de los cristales de hielo depende de la temperatura y de las condiciones ambientales, siendo más rápida en ambientes cálidos o ventosos, ya que se incrementa la velocidad de transferencia de calor (Mefleh et al., 2023). Sin embargo, incluso después de que los cristales de hielo se han derretido, el helado no se funde completamente hasta que la espuma, sostenida por los glóbulos grasos, se desestabiliza (Sofjan y Hartel, 2004).

A medida que el calor penetra en el helado, derritiendo el hielo, el agua liberada se mezcla con la fase serosa concentrada, que es menos viscosa y más líquida. Esta fase fluida circula a través de las estructuras restantes del helado, drenando a través de una malla durante las pruebas de derretimiento (Koxholt et al., 2001). En algunos casos, el helado se derrite por completo, fluyendo a través de la

malla y dejando solo un residuo. En otros casos, el colapso es mínimo, manteniendo la estructura casi intacta. La capacidad de drenaje de la fase serosa está influida por el grado de interconexión entre los distintos componentes estructurales del helado (Hartel y Goff, 2013).

Es claro que las tasas de derretimiento del helado y sus características dependen de varios factores. Por ejemplo, la capacidad del helado para absorber calor (difusividad térmica) influye en la velocidad de fusión. Un mayor overrun puede disminuir la difusividad térmica, actuando como aislante y reduciendo la tasa de derretimiento, tal como lo demostraron Sofjan y Hartel (2004). No obstante, un incremento en el overrun también implica más celdas de aire por unidad de volumen, lo que, al colapsar, provoca que estas celdas caigan unas sobre otras (Soukoulis et al., 2009).

Villanueva (2019) señala que la velocidad de derretimiento tiene una relevancia considerable para los consumidores cuando se trata de helados consumidos en cono o paleta. Un derretimiento rápido es preferible, ya que permite una mejor absorción del calor. Un bajo punto de congelación es la principal causa de un derretimiento rápido en las mismas condiciones ambientales. Sin embargo, modificar la fórmula para ralentizar el derretimiento puede ralentizar también la liberación de sabores delicados. Los productos con mayor cantidad de aire o grasa suelen derretirse más lentamente.

El derretimiento de los helados puede medirse determinando la masa que se filtra a través de una malla como función del tiempo mientras el producto se derrite a una temperatura constante. El producto debe ser homogéneo y estandarizado en tamaño para todas las comparaciones (peso), en condiciones controladas de temperatura, sin variaciones de aire que puedan influir en la transferencia de calor (Abrate, 2017).

2.2.9.4. Constante de velocidad de derretimiento del helado.

La constante de velocidad de derretimiento de un helado está vinculada estrechamente con su estabilidad o tendencia a derretirse, y representa la proporcionalidad entre la cantidad de líquido drenado (en gramos) y el tiempo transcurrido (en minutos) durante el derretimiento (Abrate, 2017). Esta constante se

determina colocando una muestra de helado sobre una malla de alambre en un ambiente cálido, midiendo la cantidad de líquido que fluye a medida que el helado se derrite. El calor se transfiere desde el aire hacia el helado, fundiendo los cristales de hielo, comenzando por los de la superficie, lo que produce un efecto de enfriamiento local (Leighton et al., 1934). A medida que el hielo se derrite, el agua debe mezclarse con la fase serosa no congelada, y esta solución diluida fluye hacia abajo, atravesando las estructuras internas del helado, como glóbulos de grasa desestabilizados y celdas de aire, antes de drenar por la malla (Koxholt et al., 2001).

Inicialmente, el líquido diluido fluye desde la superficie, pero una vez que el calor penetra más profundamente, los cristales de hielo internos también comienzan a fundirse, lo que permite que la solución fluya desde el interior. La constante de velocidad de derretimiento del helado se ve influenciada por diversos factores, como la cantidad de aire incorporado, la estructura de los cristales de hielo y la red de glóbulos grasos formada durante la congelación (Abrate, 2017).

2.3 Marco legal

Según lo explica INEN (2005) dentro de los requisitos físicos químicos de helados y mezclas para helados de crema de leche y leche debe cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 3.

Tabla 3.

Requisitos fisicoquímicos para helados y mezclas para helados.

Requisito	De crema de leche	De leche
Grasa total, % m/m, mín	8	1,8
Grasa láctea, % m/m, mín	8	1,8
Grasa vegetal, % m/m, mín	-----	-----
Sólidos totales, % m/m, mín	32	27
Peso/volumen, g/l mín	475	475

Nota: Clasificación de helados según propiedades fisicoquímicas.

Fuente: INEN (2005).

Así mismo se explican requisitos microbiológicos para helados, mezclas para helados concentrada o líquida expresada en la Tabla 4.

Tabla 4.
Requisitos microbiológicos para helados y mezclas concentradas.

Requisitos	n	m	M	C
Recuento de microorganismos mesófilos, UFC/g	5	10000	100000	2
Recuento de Coliformes, UFC/g	5	100	200	2
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	Ausencia	Ausencia	0
Recuento de <i>Staphylococcus</i> , coagulasa positiva, UFC/g	5	50	100	2
Detección de <i>Salmonella</i> /25 g	5	Ausencia	Ausencia	0
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> /25g	5	Ausencia	Ausencia	0

Fuente: INEN (2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación recopiló todas las características de una investigación de tipo experimental, debido a que se manipularon diversas variables de interés durante la etapa de experimentación y laboratorio. Además, el nivel de conocimiento de este trabajo fue de tipo exploratorio, ya que se evaluaron características de la adición de fibra de coco como agente estabilizante significativo, sustituyendo parcialmente el uso de crema de leche y reduciendo, como consecuencia, el contenido graso del producto final, lo que permitiría llegar a un segmento de consumidores más amplio.

Por otro lado, la validez y robustez de esta investigación se fundamentaron en datos fidedignos obtenidos de reconocidos motores de búsqueda de carácter científico. Entre estos motores se incluyeron fuentes de alta reputación como Science Direct, Scielo, Food Chemistry y otros similares. Estos recursos proporcionaron una base sólida y actualizada para respaldar cada aspecto de la investigación, asegurando la confiabilidad de la información recopilada y la integridad de los resultados obtenidos.

3.1.2 Diseño de la investigación.

El diseño de investigación se estructuró como un diseño experimental que abarcó tanto análisis cuantitativos como cualitativos. En una primera fase, se procedió a la obtención de la fibra de coco por métodos mecánicos con el objetivo de caracterizar sus propiedades físicas y funcionales, tales como la gelificación, índice de absorción, retención, solubilidad en agua y poder de hinchamiento.

Además, se llevó a cabo análisis cuantitativos de laboratorio para determinar el contenido de fibra y grasa de los distintos tratamientos. Asimismo, se evaluaron las propiedades tecnológicas de las mezclas de helado deslactosado con distintas concentraciones de fibra de coco, incluyendo el tratamiento testigo como referencia. Posteriormente, se realizó una prueba sensorial discriminatoria de tipo dúo-trío,

centrada en evaluar el parámetro de textura, importante en la experiencia sensorial del consumidor y en la calidad final del helado.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente.

- Formulaciones con distintas concentraciones de fibra de coco y crema de leche

3.2.1.2. Variables dependientes.

- Prueba de viscosidad.
- Prueba de índice de derretimiento.
- Prueba de overrun.
- Análisis de contenido de grasa.
- Análisis de contenido de fibra.
- Análisis de panel sensorial discriminatoria del parámetro textura.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

A continuación, se describen las variables independientes y dependientes que serán evaluadas en el presente estudio, detallando los métodos de medición y las características de cada una.

Tabla 5.

Descripción de las variables independientes.

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Formulaciones con distintas concentraciones de fibra de coco y crema de leche	Cuantitativa	Discreta	Variaciones en los porcentajes de fibra de coco y crema de leche en la formulación

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 6.
Descripción de las variables dependientes.

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Prueba de viscosidad	Cuantitativa	Continuo	Medición de la viscosidad del helado utilizando un viscosímetro.
Prueba de índice de derretimiento	Cuantitativa	Continuo	Tiempo (en minutos) que tarda el helado en derretirse a temperatura ambiente.
Prueba de overrun	Cuantitativa	Continuo	Medición del aire incorporado al helado, expresado en porcentaje.
Análisis de contenido de grasa	Cuantitativa	Continuo	Cantidad de grasa presente en el helado, medida en gramos por 5 g.
Análisis de contenido de fibra	Cuantitativa	Continuo	Cantidad de fibra presente en el helado, medida en gramos por 3 g.
Análisis de panel sensorial discriminatorio del parámetro textura	Cualitativa	Nominal	Evaluación sensorial de la textura del helado por un panel de catadores, usando una prueba dúo-trío

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.3 Tratamientos

En el presente trabajo de investigación, se llevaron a cabo cuatro tratamientos: tres experimentales y uno testigo, cada uno con tres repeticiones. La información detallada de los tratamientos, incluidas las concentraciones específicas de las materias primas y los aditivos utilizados, se presenta en la Tabla 7

Tabla 7.
Formulación de tratamientos experimentales y testigo.

Ingredientes	Testigo		T1		T2		T3	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Fibra de coco	0	0	5	50	10	100	15	150
Leche deslactosada	40	400	40	400	40	400	40	400
Crema de leche	25	250	20	200	15	150	10	100
Leche descremada en polvo	13	130	13	130	13	130	13	130
Azúcar	8.6	86	8.6	86	8.6	86	8.6	86
Cacao en polvo	12.6	126	12.6	126	12.6	126	12.6	126
Goma Xanthan	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3
CMC	0.2	2	0.2	2	0.2	2	0.2	2
Lecitina de soya	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3
Total	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4 Diseño experimental

Se llevará a cabo un diseño completamente al azar (DCA) que incluirá cuatro tratamientos para evaluar el contenido de grasa y fibra de los diferentes helados deslactosados. Estos tratamientos consisten en concentraciones de pulverizado de fibra de coco del 5 %, 10 % y 15 %, junto con un tratamiento testigo sin adición de fibra. Cada tratamiento se replicará tres veces para las variables de laboratorio, lo que garantiza la validez de los resultados. Para determinar las diferencias significativas en el contenido de grasa y fibra entre los tratamientos, se empleará una prueba de Tukey, utilizando un nivel de significancia del 5 % ($< 0,005$).

Para sustentar la evaluación sensorial del presente trabajo, se empleó una prueba sensorial discriminatoria tipo dúo-trío con 30 panelistas semi-entrenados. El objetivo de esta prueba fue determinar cuál de los tratamientos se asemeja más al tratamiento testigo, centrándose en el parámetro de textura. Dado que se trata de una prueba discriminatoria, su propósito no es evaluar la aceptabilidad del producto, sino identificar diferencias perceptibles entre los tratamientos en comparación con el testigo. Para analizar las diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicaron la prueba de Chi-cuadrado ajustada y la prueba comparativa de Dunn-Bonferroni, ambas realizadas en el software R (véase Anexo 27). La prueba de Chi-

cuadrado ajustada se utilizó para evaluar la relación entre las variables categóricas de los tratamientos y las preferencias de los panelistas, mientras que la prueba de Dunn-Bonferroni, con ajuste para comparaciones múltiples, permitió identificar específicamente qué tratamientos diferían entre sí, controlando así el riesgo de errores tipo I.

3.2.5 Recolección de datos

La recolección de datos para esta investigación se llevó a cabo en varias fases, comenzando con la caracterización de la fibra de coco en el laboratorio, donde se realizaron análisis fisicoquímicos y funcionales; los datos obtenidos se representaron mediante gráficos estadísticos para facilitar su interpretación. Posteriormente, se evaluó el contenido de grasa y fibra en los diferentes tratamientos de helado deslactosado, cuyos resultados fueron tabulados en Microsoft Excel para organizar la información de manera clara y sistemática, sirviendo como base para el análisis realizado con el software Infostat.

La recolección de datos del análisis sensorial se realizó mediante una prueba discriminatoria tipo dúo-trío con 30 panelistas semi-entrenados, seleccionados de un grupo de jóvenes con un rango de edad promedio entre 19 y 24 años, con el objetivo de identificar diferencias sensoriales estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo, centrándose en el parámetro de textura. Los datos obtenidos del análisis sensorial fueron tabulados inicialmente en Microsoft Excel para facilitar su organización, y posteriormente exportados al software R, donde se aplicaron la prueba de Chi-cuadrado ajustada y la prueba comparativa de Dunn-Bonferroni para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

3.2.5.1. Recursos.

El trabajo de investigación se realizará basándose en estudios previos, artículos, motores de búsqueda académica de índole científica como Science Direct, Food Chemistry y Scielo.

3.2.5.1.1. Indumentaria.

- Cofia
- Mandil

- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla

3.2.5.1.2. Insumos.

- Leche deslactosada
- Fibra de coco
- Crema de coco
- Leche en polvo

3.2.5.1.3. Materiales y equipos de procesos.

- Olla de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Batidora eléctrica
- Termómetro
- Tamices
- Envases para helado de 200 mL
- Cronómetro
- Deshidratador
- Balanza analítica

3.2.5.1.4. Gelificación.

- Agua destilada
- Vasos de precipitación de 100 y 250 mL
- Termómetro
- Cronómetro

3.2.5.1.5. Tasa de derretimiento.

- Balanza analítica
- Malla 400 orificios/in²
- Termómetro
- Cronómetro

3.2.5.1.6. Índice de absorción de agua.

- Balanza analítica
- Espátula
- Vasos de precipitación de 100 mL
- Agua destilada

3.2.5.1.7. Índice de solubilidad de agua.

- Centrifuga
- Tubos de ensayo
- Balanza analítica
- Vaso de precipitación de 100 mL

3.2.5.1.8. Determinación de grasa.

- Extractor de grasa
- Balanza analítica
- Desecador
- Estufa
- Probeta de 1000 mL
- Éter de petróleo
- Espátula
- Vasos receptores de extracción
- Capuchones de plástico (dedales de extracción)
- Cronómetro

3.2.5.1.9. Determinación de fibra.

- Solución de H_2SO_4 0,255 N
- Solución de $NaOH$ 0,313 N
- Balanza analítica
- Determinador de fibra
- Bomba de vacío
- Estufa
- Mufla

- Desecador
- Perlas de vidrio
- Crisol Filtrante de alúmen.

3.2.5.1.10. Overrun.

- Congelador
- Balanza analítica

3.2.6 Métodos y técnicas

La caracterización de la fibra de coco, así como los análisis de propiedades tecnológicas y sensoriales, se realizaron en los laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador. Por otro lado, los análisis de fibra y grasa se llevaron a cabo en un laboratorio acreditado en la ciudad de Guayaquil, perteneciente a una empresa procesadora de alimentos. Se utilizó el método estadístico del análisis de varianza (ANOVA) para tabular y analizar los datos resultantes.

3.2.6.1. Extracción de fibra del coco para la caracterización en laboratorio de sus propiedades funcionales.

En la Figura 2 se observa el diagrama de flujo que describe detalladamente las etapas para evaluar las características funcionales de la fibra de coco. Estas características incluyen propiedades como la capacidad de gelificación, el índice de absorción de agua, la solubilidad y la capacidad de retención de agua. Cada una de estas propiedades es fundamental para determinar la funcionalidad de la fibra de coco para su aplicación en diversas aplicaciones alimentarias.

Figura 2.
Diagrama de flujo del procedimiento general para la extracción de fibra de coco.



Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.6.2. Descripción del diagrama de flujo del procedimiento general para la extracción de fibra del coco y la caracterización de sus propiedades funcionales.

- **Recepción de la materia prima:** Se recibió la materia prima en bruto y se realizó una inspección inicial para asegurar la calidad de los cocos antes de proceder con el proceso de extracción de fibra.

- **Pesado:** Los cocos se pesaron para tener un registro preciso de la cantidad de materia prima que se está procesando. El pesado fue crucial para controlar las proporciones y garantizar el rendimiento de fibra de coco.
- **Lavado y desinfección:** Los cocos se sometieron a un proceso de lavado con el objetivo de eliminar posibles impurezas y residuos. Posteriormente, se llevó a cabo una desinfección para garantizar la higiene y reducir la presencia de microorganismos no deseados.
- **Extracción mecánica de la fibra:** En esta fase, se realizó manualmente con uso de materiales de acero inoxidable previamente esterilizados para extraer la fibra de coco de la cáscara. Este proceso mecánico se separó el mesocarpio de la pulpa, obteniendo así la parte deseada de la materia prima.
- **Deshidratación:** La fibra de coco se sometió a un proceso de secado a 71 °C por 4 horas con el objetivo eliminar la mayor cantidad de agua.
- **Molienda:** La fibra de coco se pulverizó mecánicamente para obtener partículas más pequeñas y uniformes. Este paso facilitó la manipulación y el uso posterior de la fibra en el helado deslactosado.
- **Tamizado:** Después de la molienda, el pulverizada de fibra se sometió un proceso de tamizaje en un tamiz estandarizado < 250 micras con una luz de 0,250mm.
- **Esterilización:** El pulverizado de fibra de coco que pasó por el tamiz fue esterilizado en una autoclave a 121 °C por 30 minutos para asegurar inocuidad en el helado
- **Almacenamiento:** Finalmente, la fibra de coco procesada se almacenó en condiciones controladas a 4 °C.

3.2.6.2.1. Determinación del índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento.

La determinación de estos índices se mide aprovechando la capacidad de absorción del agua de la fibra a medida que se incrementa la temperatura de las suspensiones de base seca (Huamaní, 2018).

- Se pesó 4 tubos de centrifuga secos a 60 °C.

- Se pesó en los tubos 1.25 g de almidón y agregar exactamente 30 mL de agua destilada precalentada a 60 °C y agitar.
- Se centrifugó a temperatura ambiente a 4900 RPM durante 30 min.
- Luego de decantar el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto) después medir el volumen.
- Se tomó 10 mL del sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C.
- Se pesó el tubo de centrifuga con el gel y luego el vaso de precipitado con los insolubles.

3.2.6.3. Diagrama de flujo de la elaboración del helado deslactosado con fibra de coco.

Figura 3.

Diagrama de flujo de la elaboración del helado deslactosado con adición de fibra de coco.



Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.6.3.1. Descripción del diagrama de flujo de la elaboración del helado deslactosado con fibra de coco.

- **Recepción de materia prima e ingredientes:** En esta fase, los ingredientes necesarios para la producción de helado deslactosado, como la leche deslactosada, azúcar, emulsionantes y estabilizantes, junto con la fibra de coco, son recibidos y verificados para garantizar la calidad.
- **Pesado:** Los ingredientes, aditivos y materia prima fueron pesados cuidadosamente para asegurar las proporciones exactas requeridas en la formulación del helado deslactosado.
- **Mezclado:** Los ingredientes, aditivos y materia prima se mezclaron para crear una base homogénea para el helado. Durante esta etapa, se incorporó parcialmente aire y se logra una consistencia suave y cremosa.
- **Homogenización:** La mezcla fue sometida a un proceso de batido controlado para asegurar una distribución uniforme de todos los ingredientes, logrando una textura homogénea y suave en el helado. Este paso facilita la incorporación de aire y mejora la consistencia de la mezcla, evitando la separación de fases.
- **Maduración:** Después de la preparación de la mezcla de helado deslactosado con adición de fibra de coco, esta se sometió a un período de maduración. Durante esta etapa, la mezcla se dejó reposar a una temperatura específica controlada, típicamente alrededor de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Batido:** La mezcla se batió a una temperatura de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 minutos. Durante esta etapa, se incorporó aire en la mezcla, lo que contribuye a la suavidad y volumen del helado.
- **Envasado:** El helado deslactosado se envasó en compartimientos de polipropileno para la conservación de la calidad del helado. El envasado se realizó de manera higiénica y eficiente para evitar la contaminación y mantener la frescura del producto.
- **Almacenamiento:** La mezcla completa se almacenó a una temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, debido a que ayuda a preservar la calidad del

helado, evitando la formación de cristales grandes de hielo y manteniendo su textura suave.

3.2.7 Determinación de grasa en el producto terminado

Para el análisis de contenido de grasa y fibra se usaron referencias de normativas nacionales e internacionales. En la Tabla 3 se expresa el contenido mínimo determinado por INEN 0706:2005 para la elaboración de mezclas de helado a base de crema de leche, siendo 8% el mínimo de grasa total en la formulación. Por lo que las concentraciones de que se sustituirán de crema de leche por fibra de coco están dentro de parámetros de normalización tal como lo expone la Tabla 8.

Tabla 8.
Requisitos fisicoquímicos para la elaboración de helados según INEN 0706:2005.

Requisito	De crema de leche
Grasa total, % m/m, mín	8

Notas: Tabla de requisitos fisicoquímicos para helados y mezclas de helados. Fuente: INEN (2005)

Por otro lado, se usará de referencia la técnica de determinación de contenido de grasa expuesto por ISO 8262-1, que analizará el contenido graso por una técnica gravimétrica la base del helado con el objetivo de cuantificar el perfil graso de cada uno de los tratamientos y así poder analizar la diferencia significativa entre tratamientos.

3.2.8 Procedimiento para análisis de panel sensorial

Para el desarrollo del panel sensorial, se llevó a cabo una prueba sensorial discriminatoria de tipo dúo-trío. Esta prueba se enfocó en el análisis del parámetro textura debido a que influye directamente en la experiencia sensorial y la calidad del producto final. Se utilizaron tratamientos experimentales y un tratamiento testigo o de referencia, designados como T0, T1, T2 y T3, con los nombres de los tratamientos: 318, 670, 505 y 712 respectivamente (véase Figura 4). Evaluar este parámetro ayudó a comprender cómo estas modificaciones afectaban la percepción

del consumidor, permitiendo realizar ajustes para lograr la textura deseada y garantizar la aceptación del producto en el mercado.

3.2.9 Análisis estadístico

En la fase de análisis estadístico, los datos obtenidos durante la determinación del contenido de grasa y fibra del helado deslactosado se organizaron y tabularon utilizando Microsoft Excel. Posteriormente, se utilizó el software Infostat para realizar el análisis de varianza (ANOVA) del contenido de grasa y fibra, tal como se detalla en la Tabla 7. El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres réplicas cada uno. Los grados de libertad fueron calculados correctamente para los tratamientos y el error experimental, con un total de 11 grados de libertad (n-1). Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$), lo que permitió realizar comparaciones múltiples entre los tratamientos.

Tabla 9.

Recolección de datos-tabla ANOVA para DCA para los análisis de laboratorio.

Fuente de variación	Grado de libertad
Error experimental (N-t)	12-4=8
Tratamientos (T-1)	4-1=3
Total (n-1)	12-1=11

Elaborado por: El Autor, 2024

H_0 = Ninguna de las combinaciones de las concentraciones de fibra de coco presenta diferencias significativas en cuanto a contenido graso y de fibra en la elaboración del helado deslactosado.

H_1 = Al menos una de las combinaciones de las concentraciones de fibra de coco presenta diferencia significativa en cuanto a contenido graso y de fibra en la elaboración del helado deslactosado.

El análisis estadístico de la prueba sensorial discriminadora dúo-trío se realizó utilizando el software R, aplicando las pruebas de Chi-cuadrado ajustada y Dunn-Bonferroni para evaluar la significancia de las diferencias en el parámetro de

textura entre las muestras. El objetivo de este análisis fue que los panelistas semi-entrenados distinguieran las diferencias sensoriales entre los tratamientos, específicamente en términos de cremosidad, viscosidad y granulosidad del producto, con el fin de determinar el impacto del pulverizado de fibra de coco en la percepción sensorial. El diseño incluyó cuatro tratamientos, y la comparación de los resultados se efectuó utilizando las pruebas mencionadas, controlando las comparaciones múltiples y minimizando el riesgo de errores tipo I. El esquema detallado del análisis sensorial se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10.

Esquema de varianza para análisis sensorial utilizando ANOVA

Fuente de variación	Grado de libertad
Error experimental (N-t)	12-4=8
Tratamientos (T-1)	4-1=3
Total (n-1)	12-1=11

Elaborado por: El Autor, 2024

H_0 = Ninguna combinación de helado deslactosado con pulverizado de fibra de coco es similar al tratamiento testigo

H_1 = Al menos una combinación de helado deslactosado con pulverizado de fibra de coco es similar al tratamiento testigo

4. RESULTADOS

4.1 Caracterizar las propiedades funcionales como la gelificación, índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad (ISA) y poder de hinchamiento (PH) del pulverizado de la fibra de coco

Para alcanzar el primer objetivo de la investigación, se receiptó 10 kg de coco y se extrajo de manera mecánica un total de 4 kg de fibra de coco en bruto con una humedad promedio de 37 % (véase Anexo 2), fue secado artificialmente por aire caliente a 71 °C por 4 horas (véase Anexo 3) y posteriormente esterilización de 121 °C por 30 minutos con el objetivo de evitar contaminación microbiológica en el producto final. Se obtuvo 2,59 kg de fibra de coco seca (véase Anexo 4), es decir, un rendimiento del 87,25 %. Luego fue pulverizada mediante un equipo triturador a 25000 rpm/min por 5 minutos (véase Anexo 5), obtenido un tamaño de partícula posteriormente fue evaluada a través de diversas pruebas funcionales para determinar sus propiedades específicas, utilizando como referencia las metodologías establecidas por Huamaní (2018).

En la fase inicial, se realizaron pruebas de caracterización fisicoquímica con el propósito de obtener información detallada sobre las propiedades físicas y químicas del pulverizado de la fibra de coco (véase Anexo 9). Los resultados obtenidos mostraron un contenido de humedad promedio del 2,8 %, un valor de pH de 6.51 y un porcentaje de cenizas de 10.26 %, que indica el contenido de materia inorgánica en la muestra.

Los resultados obtenidos explican que la fibra de coco gelifica a una temperatura promedio de 65 °C (véase Anexo 11), lo que es adecuado para su incorporación en la elaboración de un helado permitiendo una estabilización efectiva sin necesidad de altas temperaturas (Abrate, 2017). Su alto índice de absorción de agua (53.69 %) y capacidad de retención (42.05 %) sugieren que la fibra puede mejorar la textura y cremosidad del helado al mantener el agua y los glóbulos de grasa. Además, la solubilidad en agua del 37.89 % indica que parte de la fibra se integra bien en la mezcla, contribuyendo a una estructura uniforme sin afectar negativamente el producto final.

Tabla 11.
Resultados de las pruebas de funcionales sometidas a la fibra de coco en laboratorio.

Parámetros			
IAA (%)	ISA (%)	IRA (%)	PH (%)
53,69 ± 0,014	37,89 ± 0,142	42,05 ± 0,034	45,11 ± 0,121

Notas: Media de tres repeticiones ± desviación estándar. IAA: Índice de absorción de agua; ISA: Índice de solubilidad de agua; IRA: Índice de retención de agua y PH: Poder de hinchamiento.

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2 Evaluar el contenido de fibra, grasa y las propiedades tecnológicas (overrun, tasa velocidad de derretimiento, caída de la primera gota, punto de congelamiento y viscosidad)

Para la determinación del contenido de grasa y fibra en el helado deslactosado, se evaluaron los tratamientos experimentales con 5 %, 10 % y 15 % de fibra de coco además del tratamiento testigo, el cual no tiene adición de fibra de coco, además de concentraciones de grasa láctea al 20 %, 15 %, 10 % respectivamente. El contenido de grasa se determinó utilizando el método de Randall modificado, de acuerdo con lo establecido por López (2020). Posteriormente, tras desengrasar las muestras, se determinó el contenido de fibra utilizando el método AOAC 991.43 (también conocido como AACC International Method 32-07.01). Se exponen los datos obtenidos en la Tabla 12.

Tabla 12.
Resultados de análisis de grasa y fibra en tratamientos de helados deslactosado.

Tratamientos	Parámetros	
	Grasa (%)	Fibra (%)
T0	17,53 ± 0,860 ^a	–
T1	12,12 ± 0,380 ^b	7,54 ± 0,501 ^a
T2	8,42 ± 0,880 ^c	14,98 ± 0,842 ^b
T3	6,09 ± 0,700 ^d	23,05 ± 1,504 ^c

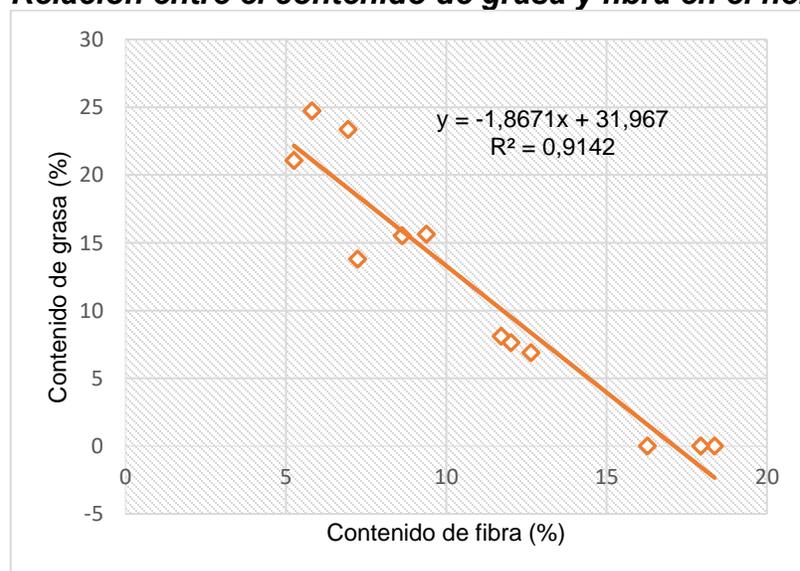
Notas: Media de tres repeticiones ± desviación estándar. Medias con una letra diferente (*a – d*) indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborado por: El Autor, 2024

Los resultados obtenidos reflejan una tendencia clara en la que la inclusión de pulverizado de fibra de coco en diferentes porcentajes impacta tanto en el contenido de grasa como en el de fibra del helado deslactosado. El tratamiento T0, que no incluye fibra de coco, muestra el mayor contenido de grasa (17.53 %) y un contenido de fibra nulo. Con la adición progresiva de fibra de coco, se observa en el tratamiento T3 una disminución en el contenido de grasa (6.09 %) y mayor contenido de fibra (23,05 %). En la prueba de Tukey realizada para comparar las medias del contenido de grasa y fibra entre los tratamientos revela diferencias significativas (véase Anexo 24 y Anexo 25). Las letras asignadas a cada tratamiento indican diferencias significativas en el contenido de grasa ($p < 0,05$), lo que sugiere que las medias de todos los tratamientos son significativamente diferentes entre sí.

El análisis de correlación que se visualiza en la Figura 4 entre el contenido de grasa y el contenido de fibra en el helado deslactosado revela una relación inversa significativa entre ambas variables. El gráfico de dispersión muestra una tendencia negativa, donde a medida que aumenta el contenido de fibra, el contenido de grasa disminuye, lo que está respaldado por un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9142$, indicando que aproximadamente el 91.42 % de la variabilidad en el contenido de grasa puede explicarse por el contenido de fibra.

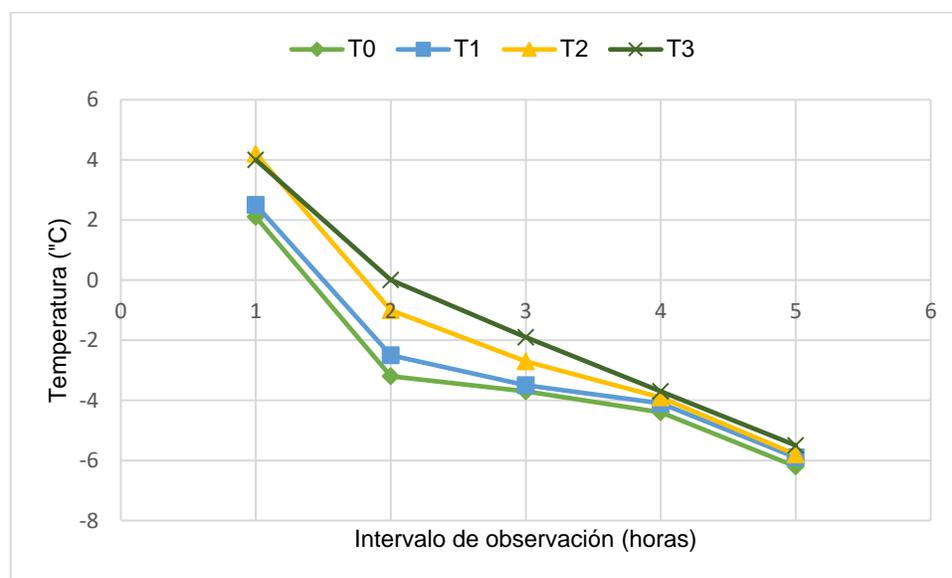
Figura 4.
Relación entre el contenido de grasa y fibra en el helado deslactosado.



Elaborado por: El Autor, 2024

Como se observa en la figura 5, luego de una hora de observación, los puntos de congelación de los helados sometidos a diferentes tratamientos muestran variaciones notables. Los tratamientos T0, T1, T2 y T3 presentaron temperaturas de congelación de $-6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Estas diferencias indican que, a menor contenido de grasa, la temperatura de congelación tiende a ser más baja. Según la formulación establecida en la Tabla 7, el contenido de azúcar es constante en todos los tratamientos (8.6 % u 86 g), lo que significa que contribuye uniformemente a la depresión del punto de congelación en cada caso. Sin embargo, las diferencias observadas en las temperaturas de congelación se deben principalmente a la variación en el contenido de grasa y la inclusión de fibra de coco en los distintos tratamientos.

Figura 5.
Variación del punto de congelación por tratamiento



Elaborado por: El Autor, 2024

En la Tabla 13 se observan los resultados del overrun, tasa de velocidad de derretimiento y viscosidad en los tratamientos de helado deslactosado. El tratamiento T3 mostró el mayor overrun ($37,07 \pm 0,252\%$), lo que indica una mayor incorporación de aire en la mezcla, mientras que T0 presentó la menor tasa de velocidad de derretimiento ($0,35 \pm 0,018\text{ g/min}$), sugiriendo una mayor estabilidad frente a la fusión. En cuanto a la viscosidad, T0 destacó con el valor más alto (92147

$\pm 6,197$ cp), lo que implica una mayor resistencia al flujo, característica que puede influir en la textura y percepción sensorial del producto.

Tabla 13.

Resultados del porcentaje de overrun, índice de derretimiento y viscosidad en los tratamientos de helado deslactosado.

Tratamientos	Parámetros		
	Overrun (%)	Tasa de velocidad de derretimiento (g/min)	Viscosidad (cp)
T0	21,30 \pm 1,609 ^a	0,35 \pm 0,018 ^a	9214,67 \pm 6,197 ^a
T1	28,47 \pm 1,922 ^b	0,40 \pm 0,009 ^a	6324,61 \pm 7,319 ^b
T2	33,20 \pm 1,609 ^c	0,54 \pm 0,024 ^b	5593,33 \pm 9,068 ^c
T3	37,07 \pm 0,252 ^c	0,66 \pm 0,035 ^c	3712,00 \pm 7,506 ^d

Notas: Media de tres repeticiones \pm desviación estándar. Medias con una letra diferente (*a – d*) indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

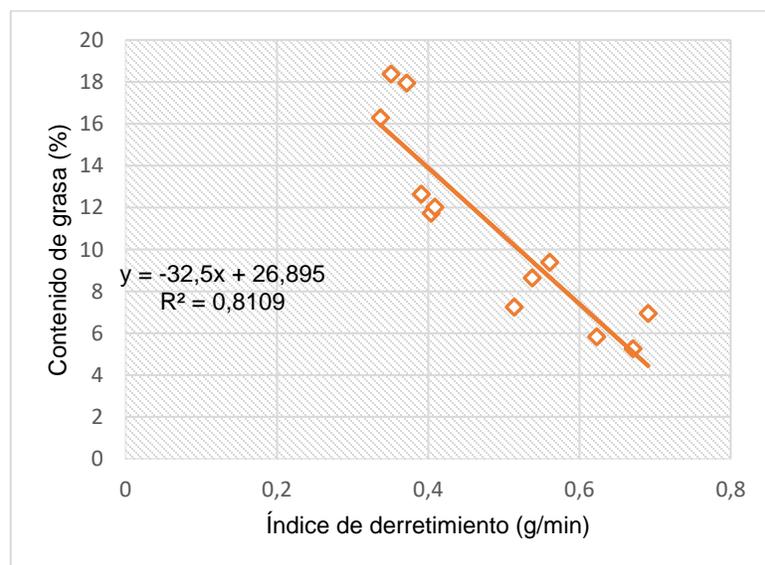
Elaborado por: El Autor, 2024

Al comparar estos resultados con los datos de la Tabla 10, se observa una relación inversa entre el contenido de grasa y el overrun. A medida que el contenido de grasa disminuye, pasando de 17,53 % en T0 a 6,09 % en T3, el overrun aumenta. Este patrón lo explica Alvarado (2022) donde explica que las mezclas con menos grasa permiten una mayor incorporación de aire, lo que da lugar a un overrun más alto. La reducción de grasa facilita la aireación del helado, mientras que un mayor contenido de grasa limita la incorporación de aire, produciendo un helado más denso y menos expandido.

Por otro lado, al analizar el índice de derretimiento en los helados deslactosado, se observa un incremento progresivo conforme se avanza en los tratamientos experimentales. El tratamiento T0 presentó el valor más bajo, con un índice de 0,35 g/min, seguido por T1 con 0,40 g/min, T2 con 0,54 g/min y T3 con el valor más alto de 0,63 g/min. Estos resultados sugieren que a medida que se incorpora más aire en la mezcla, el helado tiende a derretirse más rápidamente, lo que podría estar relacionado con la estructura interna del helado y su capacidad para retener agua y otros componentes durante el proceso de derretimiento.

Debido a estos factores en la Figura 6 se expone la relación entre el contenido de grasa y el índice de derretimiento en el helado deslactosado donde se puede observar la tendencia de cómo la variación en el contenido de grasa afecta la velocidad de derretimiento del producto. La gráfica evidencia una tendencia negativa, lo que indica que a medida que el contenido de grasa disminuye, el índice de derretimiento aumenta.

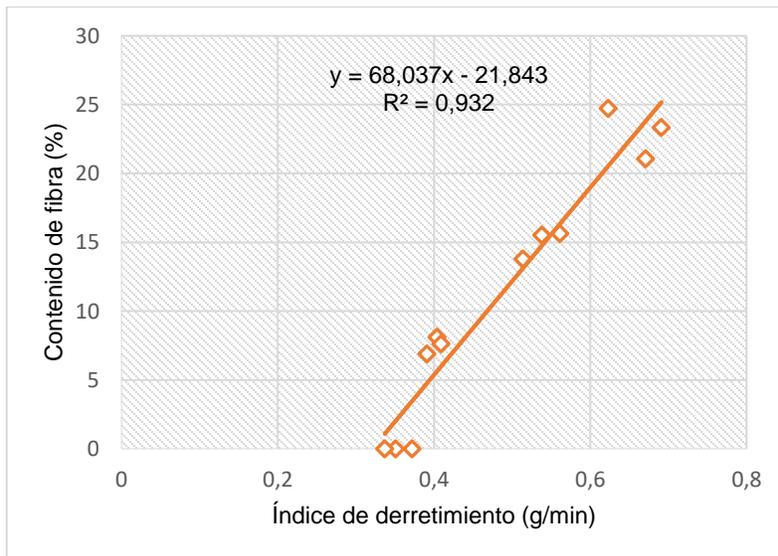
Figura 6.
Relación entre el contenido de grasa y tasa de derretimiento.



Elaborado por: El Autor, 2024

La Figura 7 muestra la relación entre el contenido de fibra en los helados deslactosados y su índice de derretimiento, destacando cómo la cantidad de fibra añadida influye en la velocidad de derretimiento del helado. La gráfica revela una tendencia positiva, lo que sugiere que, a mayor contenido de fibra, mayor es el índice de derretimiento. Esto lo explica la Tabla 11 donde se expone que el pulverizado de la fibra de coco tiene un IAA de $53,60 \% \pm 0,014$, por lo que, al absorber agua, disminuye su poder estabilizante en el helado, acelerando su derretimiento. Sin embargo, la Tabla 13 indica que no hay diferencias significativas entre el testigo (T0) y T1, lo que sugiere que ambos tratamientos presentan un comportamiento similar.

Figura 7.
Relación entre el contenido de fibra y el índice de derretimiento.



Elaborado por: El Autor, 2024

4.3 Determinar el impacto sensorial de la textura en un helado deslactosado con distintas concentraciones de fibra de coco mediante 30 panelistas semi-entrenados

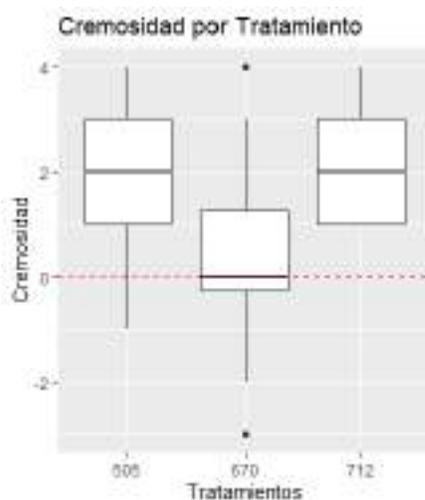
Para cumplir con el último objetivo, se llevó a cabo un panel sensorial con panelistas semi-entrenados de la Universidad Agraria del Ecuador. Estos jueces poseen la capacidad de reconocer diversos parámetros de calidad y características en alimentos. Se realizó una prueba dúo-trío con el propósito de determinar si existen diferencias significativas en el parámetro de textura entre los distintos tratamientos. Esta prueba permitió evaluar qué tan perceptible es el pulverizado de la fibra de coco en el helado deslactosado y cuál tratamiento pasaba más desapercibido para los panelistas, dependiendo del tamaño de partícula.

A los panelistas se les presentaron tres combinaciones de los tratamientos experimentales, en cada combinación, se incluían dos tratamientos diferentes, junto con el mismo testigo. Tal como explica González Rojo (2020), cada combinación debe estar compuesta por tres muestras, por lo que se plantearon de la siguiente manera: 670 (T1) y 505 (T2); 670 (T1) y 712 (T3); y finalmente 505 (T2) y 712 (T3). En cada combinación, los panelistas debían identificar cuál de los tratamientos experimentales se asemejaba más al tratamiento testigo 318 (T0). Adicionalmente,

se establecieron los parámetros de textura, descritos por Villanueva (2019) como los más relevantes en el análisis sensorial de lácteos: cremosidad, viscosidad y granulosidad.

La Figura 8 muestra la comparación de cremosidad entre los tres tratamientos y el testigo. El tratamiento 670 (T1) tiene una mediana cercana a 0, lo que lo hace el más parecido al testigo en términos de cremosidad. Tanto el tratamiento 712 (T2) como el tratamiento 505 (T3) presentan medianas por encima de 0, lo que sugiere que ambos son percibidos como menos cremosos que el testigo. Sin embargo, el tratamiento 505 muestra mayor dispersión en los resultados (véase Tabla 12), lo que indica mayor variabilidad en la percepción de los evaluadores en comparación con el tratamiento 712.

Figura 8.
Boxplot para el parámetro cremosidad por comparación múltiple en prueba discriminativa sensorial.



Elaborado por: El Autor, 2024

En la Tabla 14 se visualiza resultados del parámetro de cremosidad en la prueba de Tukey. El tratamiento T1 presentó la mayor similitud con el testigo, con una media de 0,77. El tratamiento T2 mostró una media de 1,19, siendo menos similar al testigo. Por otro lado, el tratamiento T3 obtuvo una media de 2,25, lo que indica una cremosidad significativamente diferente, alejándose más del testigo en comparación con los otros tratamientos.

Tabla 14.

Resultado de la prueba de Dunn en el parámetro de cremosidad

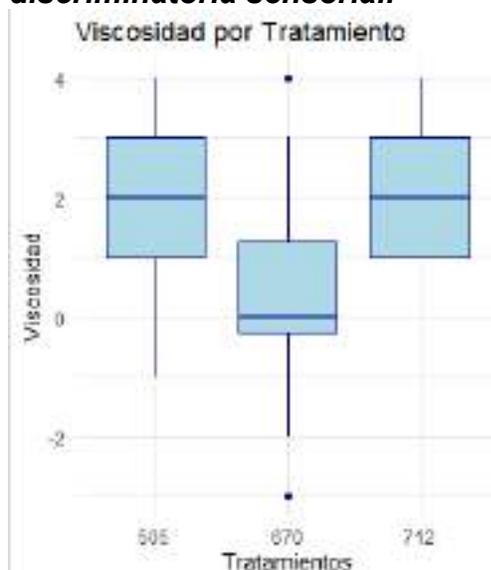
Tratamientos	Medias	E.E.
T1	0,77 ^a	0,21
T2	1,19 ^a	0,28
T3	2,25 ^b	0,31

Notas: Medias con una letra diferente ($a - b$) indican diferencia significativa según la prueba de Dunn ($p < 0,05$). E.E.: Error experimental.

Elaborado por: El Autor, 2024

El boxplot de viscosidad expuesto en la Figura 9, muestra que el tratamiento 670 (T1) es el más parecido al testigo, con una mediana cercana a 0 y una menor dispersión, lo que sugiere que la mayoría de los evaluadores lo perciben de forma similar en cuanto a viscosidad. Por otro lado, los tratamientos 712 (T2) y 505 (T3) presentan medianas más altas, alrededor de 2, lo que indica que son percibidos como más viscosos que el testigo. T3 muestra una mayor variabilidad en las percepciones, mientras que T2 tiene una distribución más homogénea.

Figura 9.

Boxplot para el parámetro viscosidad por comparación múltiple en prueba discriminativa sensorial.

Elaborado por: El Autor, 2024

Tal como lo explica la Tabla 15 se observa que, en el parámetro de viscosidad, el tratamiento T1 fue el más similar al testigo, con una media de 0,45. Por otro lado, T2 registró una media de 1,77, mientras que T3, con una media de

2,15, resultó ser significativamente diferente, mostrando la menor similitud con el testigo en cuanto a viscosidad.

Tabla 15.

Resultado de la prueba de Dunn en el parámetro de viscosidad.

Tratamientos	Medias	E.E.
T1	0,45 ^a	0,21
T2	1,77 ^b	0,27
T3	2,15 ^b	0,31

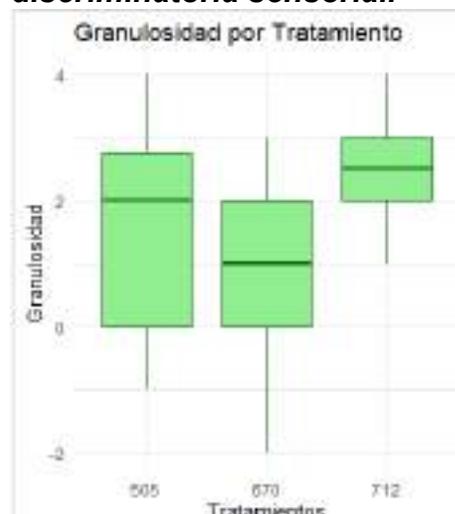
Notas: Medias con una letra diferente (*a – b*) indican diferencia significativa según la prueba de Dunn ($p < 0,05$). E.E.: Error experimental.

Elaborado por: El Autor, 2024

La Figura 10 muestra un boxplot de granulosidad indica que el tratamiento 670 (T1) es el más cercano al testigo, con una mediana cercana a 0, aunque presenta cierta dispersión hacia valores bajos, lo que sugiere que algunos evaluadores lo percibieron como menos granuloso. Los tratamientos 712 (T2) y 505 (T3) tienen medianas alrededor de 2, lo que significa que fueron percibidos como más granulosos que el testigo, con T3 mostrando una mayor dispersión, indicando una mayor variabilidad en la percepción de los evaluadores.

Figura 10.

Boxplot para el parámetro granulosidad por comparación múltiple en prueba discriminativa sensorial.



Elaborado por: El Autor, 2024

Por otro lado, en la Tabla 16 se observa el parámetro de granulosidad, el más relevante debido a que en éste se diferencia el tamaño de partícula del pulverizado.

El tratamiento T1 volvió a ser el más cercano al testigo, con una media de 0,86. El tratamiento T2 mostró una media de 1,27, siendo menos similar, y el tratamiento T3, con una media de 2,55, fue el más alejado del testigo, indicando una granulosidad significativamente diferente respecto a los otros tratamientos.

Tabla 16.

Resultado de la prueba de Dunn en el parámetro de granulosidad.

Tratamientos	Medias	E.E.
T1	0,86 ^a	0,21
T2	1,27 ^a	0,27
T3	2,55 ^b	0,31

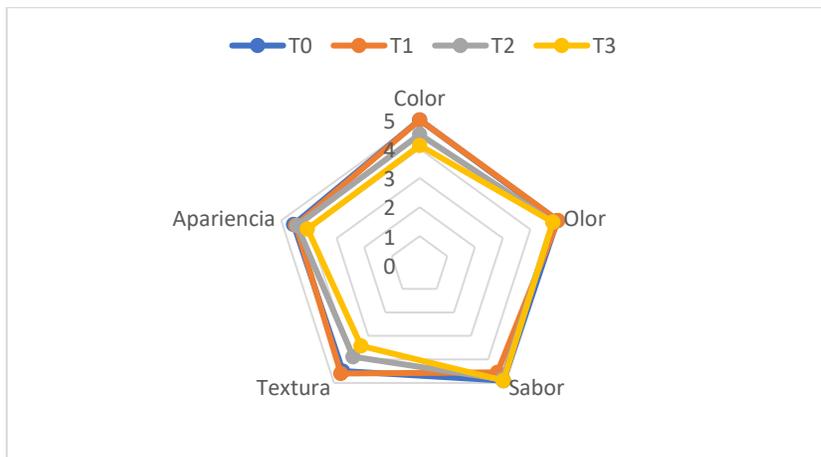
Notas: Medias con una letra diferente (a – b) indican diferencia significativa según la prueba de Dunn ($p < 0,05$). E.E.: Error experimental.

Elaborado por: El Autor, 2024

Además, se realizó una prueba afectiva utilizando una escala hedónica con calificaciones de 1 a 5, donde 1 representa la puntuación más baja y 5 la más alta. En esta prueba se evaluaron características organolépticas como el color, olor, sabor, textura y apariencia general. Los resultados, presentados en el capítulo de Anexos, revelaron diferencias significativas en todos los parámetros analizados. La evaluación de los parámetros se llevó a cabo mediante ANOVA y una prueba de Bonferroni y Kruskal-Wallis, abarcando los tres tratamientos experimentales y el testigo.

Los resultados obtenidos que se observa en la Figura 11 se expone que, en el parámetro de color, los tratamientos T0 y T1 fueron los mejor aceptados, con una puntuación significativamente superior (media de 5.00) en comparación con T2 y T3 (medias de 4.50 y 4.20, respectivamente). En el caso del olor, el tratamiento T1 también se destacó, con una media de 5.00, superando significativamente a los otros tratamientos. En cuanto al sabor, T3 y T0 obtuvieron las puntuaciones más altas (media de 4.90 para ambos), mostrando una diferencia significativa con respecto a T2 y T1. En el parámetro de textura el tratamiento T1 (media de 4.60) logró una puntuación significativamente superior en comparación con los demás tratamientos. Por último, en apariencia, el tratamiento T0 fue el mejor puntuado, con una media de 4.55.

Figura 11.
Prueba afectiva de aceptabilidad hedónica de los tratamientos experimentales y el testigo



Elaborado por: El Autor, 2024

5. DISCUSIÓN

Para determinar el contenido de grasa y fibra en el helado deslactosado, se empleó un método de Randall modificado, que incluyó un paso inicial de secado de la muestra en una estufa. Aunque López (2020) recomienda realizar el secado a 105 °C, en este estudio se optó por una temperatura de 130 °C durante 2,4 horas, aplicando técnicas de proporcionalidad. A pesar de esta modificación, se obtuvieron resultados similares en cuanto al contenido de humedad, con un valor de 80,53 ± 0,794 %.

En cuanto al contenido de fibra, Zúñiga et al. (2023) reportaron que, al adicionar fibra de caña de azúcar, el tratamiento T3 logró disminuir un 81,99% el contenido de grasa y aumentar un 24,3 % el contenido de fibra. En el presente trabajo, se utilizaron porcentajes similares de adición de fibra, específicamente 5 %, 10 % y 15 % de pulverizado de fibra de coco. Los resultados obtenidos son comparables, especialmente en el tratamiento con 15% de fibra, donde se alcanzó un 23,05 % de contenido de fibra, lo que representa una diferencia absoluta de solo 1,25 % con respecto al estudio de Zúñiga et al. (2023).

Villanueva (2019) encontró una relación directa entre el contenido de grasa y el overrun en helados: a menor grasa, menor overrun y mayor tasa de derretimiento. En este estudio, no se alcanzaron los niveles esperados de overrun debido a limitaciones tecnológicas, a pesar de aplicar la técnica de aireación sugerida por Abrate (2017). Aunque no se pudo confirmar completamente la tendencia de Villanueva en cuanto al overrun, los resultados sí coinciden en que, a menor grasa, mayor es la tasa de derretimiento. Por ejemplo, el tratamiento T0, con 17,53 % de grasa, mostró una tasa de 0,35 g/min, mientras que T3, con 6 % de grasa, alcanzó 0,66 g/min, valores similares a los reportados por Villanueva.

Según la investigación de Yan et al. (2021) ha demostrado que la adición de fibras vegetales, como la fibra de bambú o la inulina, incrementa el overrun debido a su capacidad para mejorar la retención de aire y crear una textura más estable. De manera similar a los resultados de este estudio, donde el tratamiento T3 (con 15 % de fibra de coco) mostró el mayor overrun (37,07 %). Este comportamiento podría

explicarse por la capacidad de las fibras para estabilizar las burbujas de aire durante el batido y la congelación del helado.

Según Posada et al. (2011), uno de los factores que influyen en la calidad de los helados es el tiempo de inicio del derretimiento, considerándose que este debe ser mayor a 15 minutos para cumplir con las características de calidad. Sin embargo, los únicos tratamientos que alcanzaron este parámetro fueron T0 y T1, con un tiempo promedio de caída de la primera gota de 13 minutos, lo que concuerda con sus respectivas tasas de derretimiento: $0,35 \pm 0,018$ g/min y $0,40 \pm 0,009$ g/min.

Finalmente, de acuerdo con Tolve et al. (2024) exponen que, la incorporación de fibras en helados también puede afectar la viscosidad del producto, además, se indica que estas suelen aumentar la viscosidad, contribuyendo a una textura más cremosa y estable. En el caso de este estudio, la viscosidad más alta en T0 (sin fibra) y su disminución progresiva en los tratamientos con fibra podría deberse a la naturaleza específica de la fibra de coco, que tal vez no posee el mismo efecto espesante que otras fibras hidrosolubles.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se logró caracterizar las propiedades funcionales de la fibra de coco, incluyendo su capacidad de gelificación a 65 °C, un índice de absorción de agua (IAA) de 53.69 %, un índice de solubilidad en agua (ISA) de 37.89 % y un poder de hinchamiento de 45.11 %.

Los tratamientos experimentales con diferentes concentraciones de fibra de coco (5 %, 10 %, y 15 %) demostraron una disminución significativa en el contenido de grasa, que fue de 17.53% en el tratamiento control (T0) a 6.09% en el tratamiento con mayor concentración de fibra (T3). Simultáneamente, el contenido de fibra aumentó de 0 % en T0 a 23.05 % en T3. Este cambio fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey. Además, se observó una correlación inversa significativa entre el contenido de grasa y fibra, indicando que la inclusión de fibra de coco no solo reduce el contenido de grasa, sino que también mejora las propiedades tecnológicas del helado, como el overrun, que aumentó de 21.30 % en T0 a 37.07 % en T3.

Por otro lado, el tratamiento T3, que contiene un 15% de fibra de coco, presenta un mayor tiempo para alcanzar el punto de congelación en comparación con los otros tratamientos. Esto sugiere que la adición de fibra de coco a esta concentración retrasa el proceso de congelación, posiblemente debido a su efecto en la reducción de la velocidad de cristalización del agua (Goff et al., 1989). La presencia de fibra en mayor porcentaje podría estar contribuyendo a la depresión del punto de congelación, lo cual influye directamente en las propiedades térmicas de la mezcla y su estabilidad durante el proceso de congelación (Tolve et al., 2024).

En el análisis sensorial, el tratamiento T1 fue el más similar al tratamiento testigo en términos de textura y cremosidad. T1 mostró la mayor similitud en cremosidad con una media de 0.77, mientras que, en granulosidad, T1 fue el más cercano al testigo con una media de 0.86. Además, el tratamiento T1 también obtuvo la mejor puntuación en el parámetro de textura en la prueba afectiva, con una media de 4.60, superando a los demás tratamientos. El tratamiento testigo T0 y T1 fueron los mejor aceptados en el parámetro de color, ambos con una puntuación de 5.00

6.2 Recomendaciones

Es recomendable explorar el uso de fibra de coco en otras aplicaciones alimentarias, tales como productos horneados, bebidas, y otros productos lácteos, para diversificar su uso y maximizar sus beneficios tecnológicos y nutricionales.

Se sugiere realizar estudios de vida útil para evaluar la estabilidad a largo plazo de los helados elaborados con fibra de coco, prestando especial atención a cambios en la textura, derretimiento y aceptación sensorial con el tiempo.

Considerando los resultados prometedores de la fibra de coco como aditivo, se recomienda llevar a cabo un análisis económico para determinar la viabilidad de su implementación a escala industrial y su impacto en el costo de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrate, F. (2017). *Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Córdoba]. <http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/id/eprint/1453>
- Alvarado, M. (2022). *Efecto del uso de suero dulce en la elaboración de helado de vainilla*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana]
- Campo-Vera, Y., Luna-Granados, N. Y., y Silva-Pinto, M. F. (2022). Evaluación del efecto del ultrasonido en la homogenización del helado a base de leche. *Mundo FESC*, 12(S1), Article S1. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1104>
- Chan, E., y Elevitch, C. R. (2016). *Cocos nucifera (coconut)*.
- Cheng, J., Cui, J., Ma, Y., Yan, T., Wang, L., Li, H., y Li, X. (2016). Effects of soy-to-milk protein ratio and sucrose fatty acid ester addition on the stability of ice cream emulsions. *Food Hydrocolloids*, 60, 425–436. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.04.002>
- Dominguez, E. G., Castro, L. T. O., Abad, C. B. B., Dominguez, C. G., Paladines, J. H., Espinoza, P. C., Teixeira, N., González, E., Cordero, J., y López, G. (2023). Frecuencia de la intolerancia a la lactosa y síndrome de sobrecrecimiento bacteriano en pacientes con dispepsia sin signos de alarma. *Journal of Dairy Science*, 21(12), 31–59.
- Donhowe, D. P., y Hartel, R. W. (1996). Recrystallization of ice in ice cream during controlled accelerated storage. *International Dairy Journal*, 6(11), 1191–1208. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(96\)00029-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(96)00029-5)
- Ghribi, A. M., Zouari, M., Attia, H., y Besbes, S. (2021). Study of protein / k-carrageenan mixture's effect on low-fat whipping cream formulation. *LWT*, 147, 111647. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111647>
- Goff, H. D., Kinsella, J. E., y Jordan, W. K. (1989). Influence of Various Milk Protein Isolates on Ice Cream Emulsion Stability. *Journal of Dairy Science*, 72(2), 385–397. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79120-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79120-7)
- González Rojo, M. (2020). *Diez años de pruebas discriminativas en análisis sensorial*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43701>
- Hartel, R., y Goff, D. (2013). *Ice Cream: Vol. Seventh edition*.

- Hidalgo, E. S. H. (2023). *Ingeniero en Agroindustrias*.
- Huamaní, E. (2018). Extracción y caracterización del almidón de dos variedades de pituca (*Colocasia esculenta*) de la región de Ayacucho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3331/1/TESIS%20IA278_Hua.pdf
- INEN. (2005). *Helados. Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://ia802904.us.archive.org/14/items/ec.nte.0706.2005/ec.nte.0706.2005.pdf>
- Islas, I., y Tzec, M. (2021). Research opportunities on the coconut (*Cocos nucifera* L.) using new technologies. *South African Journal of Botany*, 141, 414–420. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.05.030>
- ISO-8262-1-1987.pdf*. (2015). Recuperado el 14 de diciembre de 2023, de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/15374/8c046b758daf45d3a11bb9d91ef2dd17/ISO-8262-1-1987.pdf>
- Leighton, A., Leviton, A., y Williams, O. E. (1934). The Apparent Viscosity of Ice Cream: I. The Sagging Beam Method of Measurement. II. Factors to be Controlled. III. The Effects of Milkfat, Gelatin and Homogenization Temperature. *Journal of Dairy Science*, 17(9), 639–650. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(34\)93282-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(34)93282-3)
- MAG. (2019). *MAG incentiva producción de coco – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/mag-incentiva-produccion-de-coco/>
- MAG. (2021). *El coco, una alternativa para la reactivación de Esmeraldas – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/el-coco-una-alternativa-para-la-reactivacion-de-esmeraldas/>
- Mefleh, M., Summo, C., Faccia, M., Caponio, F., y Pasqualone, A. (2023). 2.21 - Legume-Based Dairy Substitutes: From Traditional Food to Recent Findings. En P. Ferranti (Ed.), *Sustainable Food Science—A Comprehensive Approach* (pp. 302–314). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823960-5.00061-5>

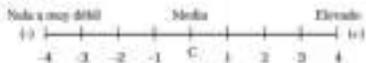
- Neidlinger, J. S., Kempf, C. A., y Stewart, A. P. (1952). Adaptation of the Barker-Summerson Lactic Acid Method to Ice Cream and Ingredients for Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 35(4), 305–313. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(52\)93706-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(52)93706-5)
- OMS. (2017). *Banco Mundial y OMS: la mitad del mundo carece de acceso a servicios de salud esenciales y los gastos en salud abocan aún hoy a la pobreza extrema a 100 millones de personas*. <https://www.who.int/es/news/item/13-12-2017-world-bank-and-who-half-the-world-lacks-access-to-essential-health-services-100-million-still-pushed-into-extreme-poverty-because-of-health-expenses>
- Posada, L., Sepulveda, J., y Restrepo, D. (2011). Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. *Journal of Dairy Science*, 6(74), 123–135. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042012000200003
- Ramachandran, K. S., Gould, I. A., y Lindamood, J. B. (1963). Materiales aromatizantes de chocolate y su uso en helados. I. Evaluaciones de sabor de productos de chocolate1. *Journal of Dairy Science*, 46(10), 1164–1169. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(63\)89233-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(63)89233-4)
- Roy, S., Hussain, S. A., Prasad, W. G., y Khetra, Y. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate. *Applied Food Research*, 2(1), 100029. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100029>
- Santana, I. A., Ribeiro, E. P., y Iguti, A. M. (2011). Evaluation of green coconut (Cocos nucifera L.) pulp for use as milk, fat and emulsifier replacer in ice cream. *Procedia Food Science*, 1, 1447–1453. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.214>
- Soukoulis, C., Lebesi, D., y Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115(2), 665–671. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.070>

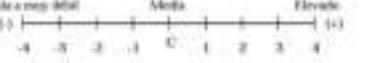
- Tolve, R., Zanoni, M., Ferrentino, G., Gonzalez-Ortega, R., Sportiello, L., Scampicchio, M., y Favati, F. (2024). Dietary fibers effects on physical, thermal, and sensory properties of low-fat ice cream. *LWT*, *199*, 116094. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116094>
- Villanueva, L. (2019). *Optimización de helado deslactosado reducido en grasa y azúcar*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana].
- Xu, M., Xu, Y., Ji, S., Amrouche, A. T., Li, Y., Zhou, Z., Shen, J., Li, K., y Lu, B. (2024). Investigation of the 3D printability of modified starch-based inks and their formation mechanism: Application in ice cream. *Food Hydrocolloids*, *154*, 110038. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110038>
- Yan, L., Yu, D., Liu, R., Jia, Y., Zhang, M., Wu, T., y Sui, W. (2021). Microstructure and meltdown properties of low-fat ice cream: Effects of microparticulated soy protein hydrolysate/xanthan gum (MSPH/XG) ratio and freezing time. *Journal of Food Engineering*, *291*, 110291. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110291>

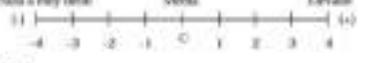
ANEXOS

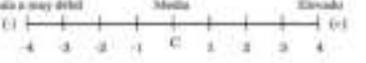
Anexo 1. Formato para panel sensorial discriminatorio dúo-trío

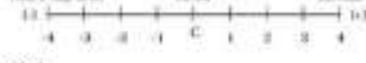
	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE AGROINDUSTRIA
Nombre del panelista	
Fecha	
PRUEBA DÚO-TRÍO	
Objetivo:	De cada par de muestras indique cual es igual al patrón previamente mostrado en cuanto al parámetro

	Prueba 1	
Códigos	670 505	Cremosidad 
Respuestas		

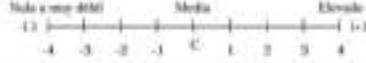
	Prueba 2	
Códigos	670 712	Cremosidad 
Respuestas		

	Prueba 3	
Códigos	505 712	Cremosidad 
Respuestas		

	Prueba 4	
Códigos	505 712	Viscosidad 
Respuestas		

	Prueba 5	
Códigos	505 712	Viscosidad 
Respuestas		

	Prueba 6	
Códigos	505 712	Granosidad 
Respuestas		

	Prueba 7	
Códigos	505 712	Granosidad 
Respuestas		

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 2. Extracción de la fibra de coco mecánicamente



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 3. Proceso de deshidratación de la fibra de coco



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 4. Fibra de coco deshidratada



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 5. Pulverizador RIRIHONG 500-B



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 6. Tamizaje del pulverizado de fibra de coco en mallas estandarizadas < 250 micras



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 7. Resultado final del proceso de tamizaje < 250 micras

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 8. Preparación de materiales de laboratorio para análisis de características físico química del pulverizado de fibra de coco

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 9. Preparación de la muestra para pruebas funcionales en el pulverizado de fibra de coco



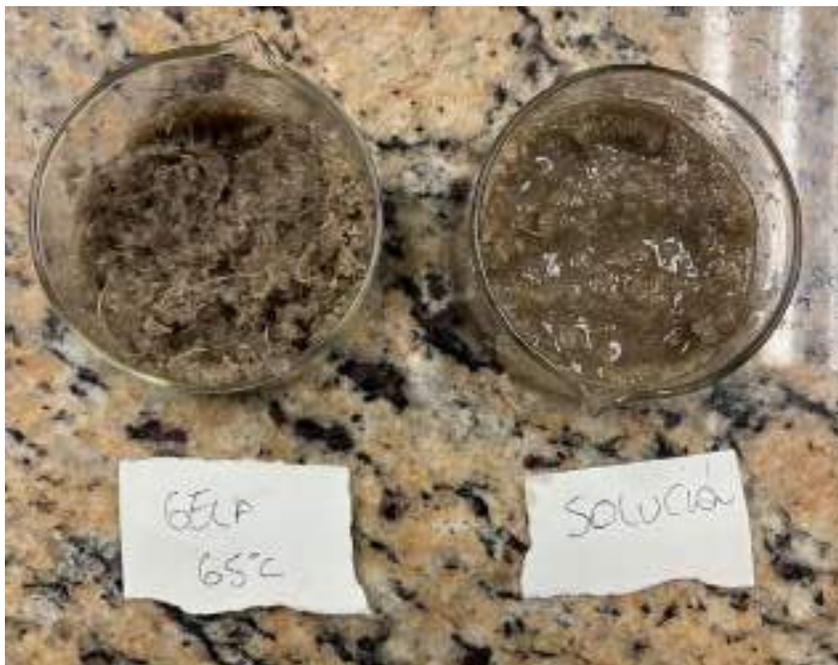
Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 10. Resultados de la prueba de absorción de agua (IAA) en el pulverizado de fibra de coco



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 11. Resultados de la prueba de gelificación en el pulverizado de fibra de coco



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 12. Pesaje de las materias primas sólidas para cada tratamiento de helado deslactosado



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 13. Maduración en refrigeración de cada tratamiento de helado deslactosado



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 14. Secado de las muestras de helado deslactosado en horno MEMMERT



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 15. Preparación de reactivos para determinación de grasa



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 16. Preparación del extractor Soxhlet para determinar grasa por método Randall modificado en los distintos tratamientos



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 17. Preparación del extractor Soxhlet para determinar fibra en los distintos tratamientos



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 18. Recolección de fibra obtenida mediante un crisol filtrante de alumen



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 19. Prueba de índice de derretimiento (g/min) de cada tratamiento

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 20. Prueba sensorial discriminatoria de los distintos tratamientos con panelistas semi-entrenados



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 21. Prueba sensorial afectiva de los distintos tratamientos de helado deslactosado



Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 22. ANOVA del contenido de grasa en tratamientos experimentales de helado deslactosado

Contenido de grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Contenido de grasa	12	0,97	0,96	8,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	226,65	3	75,55	90,03	<0,0001
Tratamiento	226,65	3	75,55	90,03	<0,0001
Error	6,71	8	0,84		
Total	233,36	11			

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 23. ANOVA del contenido de fibra en tratamientos experimentales de helado deslactosado

Contenido de fibra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Contenido de fibra	12	0,99	0,98	9,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	880,12	3	293,37	241,50	<0,0001
Tratamiento	880,12	3	293,37	241,50	<0,0001
Error	9,72	8	1,21		
Total	889,84	11			

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 24. Prueba de Tukey en el parámetro de grasa de los tratamientos experimentales de helado deslactosado

Contenido de grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Contenido de grasa	12	0,97	0,96	8,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	226,65	3	75,55	90,03	<0,0001
Tratamiento	226,65	3	75,55	90,03	<0,0001
Error	6,71	8	0,84		
Total	233,36	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,39517

Error: 0,8391 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	6,00	3	0,53	A
2	8,42	3	0,53	B
1	12,13	3	0,53	C
0	17,53	3	0,53	D

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 25. Prueba de Tukey en el parámetro de fibra de los tratamientos experimentales de helado deslactosado

Contenido de fibra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Contenido de fibra	12	0,99	0,98	9,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	880,12	3	293,37	241,50	<0,0001
Tratamiento	880,12	3	293,37	241,50	<0,0001
Error	9,72	8	1,21		
Total	889,84	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,88189

Error: 1,2148 gl: 8

Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0	0,00	3	0,64	A
1	7,54	3	0,64	B
2	14,98	3	0,64	C
3	23,05	3	0,64	D

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 26. Prueba de comparación múltiple de Dunn en la prueba discriminativa dúo-trío

```
> # test de dunn para cremosidad
> dunn.cremosidad <- dunnTest(CREMOSIDAD ~ TRATAMIENTOS, data = TABLAS_SENSORIAL_R, method="bonferroni")
> print(dunn.cremosidad)
Dunn (1964) Kruskal-Wallis multiple comparison
p-values adjusted with the Bonferroni method.

  comparison      z      P.unadj      P.adj
1  505 - 670  1.082858 0.2788714221 0.836614266
2  505 - 712 -2.151745 0.0314174204 0.094252261
3  670 - 712 -3.306369 0.0007616464 0.002284939
>
> # Test de Dunn para viscosidad
> dunn.viscosidad <- dunnTest(VISCOSIDAD ~ TRATAMIENTOS, data = TABLAS_SENSORIAL_R, method="bonferroni")
> print(dunn.viscosidad)
Dunn (1964) Kruskal-Wallis multiple comparison
p-values adjusted with the Bonferroni method.

  Comparison      z      P.unadj      P.adj
1  505 - 670  2.4264005 6.118379e-04 0.0018249127
2  505 - 712 -0.8522260 3.940882e-01 1.0000000000
3  670 - 712 -4.0827679 4.450247e-05 0.0001335074
>
> # Test de Dunn para granulosis
> dunn.granulosidad <- dunnTest(GRANULOSIDAD ~ TRATAMIENTOS, data = TABLAS_SENSORIAL_R, method="bonferroni")
> print(dunn.granulosidad)
Dunn (1964) Kruskal-Wallis multiple comparison
p-values adjusted with the Bonferroni method.

  comparison      z      P.unadj      P.adj
1  505 - 670  1.189308 2.343184e-01 7.029551e-01
2  505 - 712 -2.823159 4.755299e-03 1.426590e-02
3  670 - 712 -4.204500 2.616599e-05 7.849796e-05
```

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 27. Promedios de los tratamientos experimentales de la prueba discriminatoria tipo dúo-trío

```
# Calcular promedios
library(dplyr)

resumen <- TABLAS_SENSORIAL_R %>%
  group_by(TRATAMIENTOS) %>%
  summarise(
    Promedio_Cremosidad = mean(CREMOSIDAD),
    Promedio_Viscosidad = mean(VISCOSIDAD),
    Promedio_Granulosidad = mean(GRANULOSIDAD)
  )

print(resumen)
# A tibble: 3 x 4
#   TRATAMIENTOS Promedio_Cremosidad Promedio_Viscosidad Promedio_Granulosidad
#   <fct>          <dbl>          <dbl>          <dbl>
#1 505             1.19             1.77             1.27
#2 670             0.773            0.455            0.864
#3 712             2.25             2.13             2.55
```

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 28. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro color en la prueba afectiva de aceptabilidad

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	400	0,39	0,38	10,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,83	3	18,28	82,66	<0,0001
TRATAMIENTOS	54,83	3	18,28	82,66	<0,0001
Error	87,56	396	0,22		
Total	142,39	399			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,17633

Error: 0,2211 gl: 396

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4,12	100	0,05	A
T2	4,50	100	0,05	B
T1	5,00	100	0,05	C
T0	5,00	100	0,05	C

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 29. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro olor en la prueba afectiva de aceptabilidad

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	400	0,06	0,05	7,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,94	3	0,98	8,25	<0,0001
TRATAMIENTOS	2,94	3	0,98	8,25	<0,0001
Error	47,06	396	0,12		
Total	50,00	399			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,12927

Error: 0,1188 gl: 396

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3	4,81	100	0,03 A
T2	4,82	100	0,03 A
T0	4,97	100	0,03 B
T1	5,00	100	0,03 B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 30. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro sabor en la prueba afectiva de aceptabilidad

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	400	0,10	0,09	9,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,50	3	2,83	14,11	<0,0001
TRATAMIENTOS	8,50	3	2,83	14,11	<0,0001
Error	79,50	396	0,20		
Total	88,00	399			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,16802

Error: 0,2008 gl: 396

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	4,55	100	0,04 A
T2	4,85	100	0,04 B
T0	4,90	100	0,04 B
T3	4,90	100	0,04 B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 31. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro textura en la prueba afectiva de aceptabilidad

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	400	0,29	0,28	18,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,65	3	30,55	52,79	<0,0001
TRATAMIENTOS	91,65	3	30,55	52,79	<0,0001
Error	229,15	396	0,58		
Total	320,80	399			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,28525

Error: 0,5787 gl: 396

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	3,42	100	0,08	A
T2	3,89	100	0,08	B
T0	4,50	100	0,08	C
T1	4,60	100	0,08	C

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 32. Prueba de Dunn-Bonferroni del parámetro apariencia en la prueba afectiva de aceptabilidad

APARIENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
APARIENCIA	400	0,10	0,09	13,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,83	3	4,94	14,09	<0,0001
TRATAMIENTOS	14,83	3	4,94	14,09	<0,0001
Error	138,92	396	0,35		
Total	153,75	399			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,22210

Error: 0,3508 gl: 396

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4,05	100	0,06	A
T2	4,43	100	0,06	B
T1	4,47	100	0,06	B
T0	4,55	100	0,06	B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 33. Norma INEN 706:2013. Helados. Requisitos.

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 706:2013
Segunda revisión

HELADOS. REQUISITOS.

Primera edición

ICE CREAM. REQUIREMENTS.

First edition

DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, helados, requisitos.
AL: 03.01.430
CDE: 663.674
CIR: 3112
ICS: 67.100.40

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	HELADOS. REQUISITOS.	NTE INEN 706:2013 Segunda revisión 2013-03
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los helados y las mezclas para helados.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 La presente norma se aplica a helados listos para el consumo y a las mezclas para helados en forma líquida, concentrada o pulverizada. Esta norma también se aplica a los componentes que entran en la elaboración del helado, tales como: frutas, preparados a base de harinas y otros.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Helado. Producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes, o sin ellos, o bien a partir de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes, sometidos a congelamiento con batido o sin él, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento y transporte.</p> <p>3.1.2 Mezcla líquida para helados. Producto líquido higienizado que se destina a la preparación de helado, que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, de modo que al congelarlo, da el producto final definido en el numeral 3.1.1.</p> <p>3.1.3 Mezcla concentrada para helados. Producto líquido concentrado, higienizado que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, que después de adición prescrita de agua o leche y al congelarlo da como resultado el producto definido en el numeral 3.1.1.</p> <p>3.1.4 Mezcla en polvo para helados. Producto higienizado con un porcentaje de humedad máximo de 4% m/m, que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, que después de añadir la cantidad prescrita de agua o leche y congelarlo da como resultado el producto definido en el numeral 3.1.1.</p> <p>3.1.5 Helado de crema de leche. Producto definido en el numeral 3.1.1, preparado a base de leche y grasa procedente de la leche (grasa butírica) y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea.</p> <p>3.1.6 Helado de leche. Producto definido en el numeral 3.1.1, preparado a base de leche y cuya única fuente de grasa y proteína, es la láctea.</p> <p>3.1.7 Helado de leche con grasa vegetal. Producto definido en el numeral 3.1.1, cuyas proteínas provienen en forma exclusiva de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.</p> <p>3.1.8 Helado de yogur. Producto definido en el numeral 3.1.1, en donde todo o parte de los ingredientes lácteos son inoculados y fermentados con un cultivo característico de microorganismos productores de ácido láctico (<i>Lactobacillus Bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>) y probióticos, los cuales deben ser abundantes y viables en el producto final.</p> <p>3.1.9 Helado de yogur con grasa vegetal. Producto definido en numeral 3.1.8, cuyas proteínas provienen en forma exclusiva de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, helados, requisitos.</p>		

3.1.10 Helado no lácteo. Producto definido en el numeral 3.1.1, cuya proteína y grasa no provienen de la leche o sus derivados.

3.1.11 Helado de sorbete o sherbet. Producto definido en numeral 3.1.1, preparado con agua potable, con o sin leche o productos lácteos, frutas, productos a base de frutas u otras materias primas alimenticias; tiene un bajo contenido de grasa y proteínas las cuales pueden ser total o parcialmente de origen no lácteo.

3.1.12 Helado de fruta. Producto fabricado con agua potable o leche, adicionado con frutas o productos a base de fruta, en una cantidad mínima del 15% m/m de fruta natural, a excepción del limón cuya cantidad mínima es del 5% m/m. El helado de fruta se puede reforzar con colorantes y saborizantes permitidos.

3.1.13 Helado de agua o nieve. Producto definido en el numeral 3.1.1, preparado con agua potable, azúcar y otros aditivos permitidos. No contienen grasa, ni proteína, excepto las provenientes de los ingredientes adicionados y puede contener frutas o productos a base de frutas.

3.1.14 Helado de bajo contenido calórico. Producto definido en el numeral 3.1.1, que presenta una reducción en el contenido calórico, con respecto al producto normal correspondiente.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Clasificación de helados. De acuerdo con su composición e ingredientes básicos, el helado se clasifica en:

4.1.1 De crema de leche

4.1.2 De leche

4.1.3 De leche con grasa vegetal

4.1.4 De yogur

4.1.5 De yogur con grasa vegetal

4.1.6 No lácteo

4.1.7 Sorbete o "sherbet"

4.1.8 De fruta

4.1.9 De agua o nieve

4.1.10 De bajo contenido calórico

4.2 Clasificación de mezclas para helado

4.2.1 Líquida

4.2.2 Concentrada

4.2.3 En polvo

4.3 Designación

4.3.1 El helado debe designarse de acuerdo con la clasificación correspondiente del numeral 4.1, seguida del ingrediente que lo caracteriza y a continuación indicarse claramente si se trata de un producto con saborizante.

(Continúa)

Ejemplos:

Helado de crema de leche con mora; Helado de agua sabor a fresa; Helado de leche con grasa vegetal, sabor a vainilla.

4.3.2 En el caso de los productos de bajo contenido calórico se debe conservar el nombre del producto normal adicionado de la declaración, de acuerdo a lo establecido en los Códigos Normativos Vigentes (Código de la Salud / Normas Técnicas INEN / Codex Alimentarius / Código Federal de Regulaciones del FDA).

Ejemplo:

Mezcla líquida para helado sabor a mora, "De bajo contenido calórico" / Light / Lite / Ligero / Bajo en.....".

4.3.3 Las mezclas para helados se designan de acuerdo con la clasificación correspondiente del numeral 4.2, seguida de la indicación del producto resultante de acuerdo con la clasificación del numeral 3.1 y del ingrediente que la caracteriza indicando claramente si se trata de un producto con saborizante.

Ejemplo:

Mezcla concentrada para helado de leche, sabor a mora.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 En la fabricación de helados se permiten los siguientes ingredientes:

5.1.1 Leche, constituyentes derivados de la leche y productos lácteos frescos, concentrados, deshidratados, fermentados, reconstituidos o recombinados.

5.1.2 Grasas y aceites vegetales.

5.1.3 Grasas de origen lácteo.

5.1.4 Azúcar, edulcorantes naturales o artificiales permitidos.

5.1.5 Agua potable

5.1.6 Huevos y productos de huevo, pasteurizados o productos de huevo que hayan sido sometidos a un tratamiento térmico equivalente.

5.1.7 Frutas y productos a base de fruta.

5.1.8 Agregados alimenticios, destinados a conferir un aroma, sabor o textura; por ejemplo: café, cacao, miel, nueces, cereales, licores, sal, coberturas y otros, o designados a ser vendidos en una sola unidad con el helado, por ejemplo: bizcocho, galletas, etc.

5.2 En la fabricación de helados se permiten el uso de los aditivos alimentarios que pertenezcan a las respectivas clases y que figuren en las listas positivas de aditivos alimentarios de la NTE INEN 2074, Codex Alimentarius o Código Federal de Regulaciones del FDA.

5.3 Cuando el helado se presente en combinación con otros agregados alimenticios como los indicados en el numeral 5.1.8, el helado debe ser el componente principal en una cantidad mínima de 50% en volumen y/o peso.

5.4 Los ingredientes que se emplean en la elaboración de los helados y que se indican en el numeral 5.1 deben ser sometidos a tratamientos que garanticen su inocuidad.

(Continúa)

5.5 En los helados no se deben exceder los límites de residuos de plaguicidas, y medicamentos veterinarios establecidos en las normas nacionales de carácter oficial adoptadas del Codex Alimentarius (Ver en el numeral 8, Faostat data base), o de otras normas internacionales.

5.6 En la fabricación de helados de bajo contenido calórico el porcentaje de grasa, de azúcar, o de ambos puede ser reemplazado por sustitutos aprobados por la autoridad de salud competente. Codex Alimentarius, FDA, con el fin de mantener las características organolépticas lo más parecidas posible al helado normal correspondiente (ver numeral 3.1.1).

5.7 El producto comercializado, una vez que se descongele no debe congelarse nuevamente.

5.8 No se permite la adición de hielo a la masa de helado durante su elaboración o congelación.

5.9 Las temperaturas de almacenamiento y transporte de las mezclas para helado se deben establecer de acuerdo a parámetros que garanticen su inocuidad.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 **Requisitos fisicoquímicos.** Los helados y mezclas para helados deben cumplir los requisitos fisicoquímicos indicados en la tabla 1 (ver nota 1).

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos para helados y mezclas para helados

Clase de helado \ Requisito	De Crema de leche	De leche	De leche con grasa vegetal	De yogur	De Yogur con grasa vegetal	No lacteo	Sorbete o "Sherbet"	De fruta	De agua o nieve
Grasa total, % m/m, mín	8	1,8	0	1,5	4,5	4	0,5	—	—
Grasa láctea, % mín, máx	8	1,8	1,5	1,5	1,5	0	—	—	—
Grasa vegetal, % mín, máx	—	—	*	0	3	4	—	—	—
Sólidos totales, % mín, máx	32	27	30	25	25	26	20	20	15
Proteína láctea, % mín, máx (N x 6,25)	2,5	1,8	1,5	1,0	1,5	0	—	—	0
Ensayo de fosfatasa alcalina	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	—	Negativo	—	—
Peso/volumen, g/l mín	475	475	475	475	475	475	475	475	—
Ácidos como ácido láctico, % m/m mín	—	—	—	0,25	0,25	—	—	—	—
Colesterol** Min	0,10	0,10	—	—	—	—	—	—	—
Colorantes***									

* El fabricante establece el valor de grasa vegetal, siempre y cuando se cumple con los valores mínimos de grasa total y de grasa láctea de la tabla 1.

** Solamente si se declara huevo en su fórmula de composición.

*** Se determinará "Ausencia" o "Presencia".

NOTA 1. La mezcla en polvo para helados debe presentar un máximo de 4% de humedad, y cumplir con los requisitos microbiológicos y características fisicoquímicas equivalentes a las indicadas para el helado. Ver definiciones de 3.1.2, 3.1.3 y 3.1.4.

(Continúa)

6.1.2 Requisitos microbiológicos. Los helados y mezclas para helados concentrada o líquida deben cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para helados y mezclas para helados concentrada o líquida

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos ¹⁾ , ufc/g	5	10 000	100 000	2
Recuento de Coliformes, ufc/g	5	100	200	2
Recuento de E. Coli, NMP/g	5	<3	<10	0
Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva, ufc/g	5	<10	<10	2
Detección de Salmonella/25g	5	Ausencia	Ausencia	0
Detección de Listeria monocitogenes/25g	5	Ausencia	Ausencia	0

¹⁾ El recuento de microorganismos mesófilos no se realiza en el helado de yogur.

Donde:

- n= número de muestras por examinar
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de muestras defectuosas que se acepta

6.1.2.1 Requisitos microbiológicos de las mezclas en polvo para helados. Las mezclas en polvo para helados deben cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para mezclas en polvo para helados

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos, ufc/g	5	10 000	100 000	2
Recuento de Coliformes, ufc/g	5	10	100	2
Recuento de E. Coli, NMP/g	5	Ausencia	Ausencia	0
Recuento de mohos y levaduras, upml/g	5	200	1000	2
Detección de Salmonella/25g	5	Ausencia	Ausencia	0
Bacillus cereus ufc/g	5	100	1 000	2

Donde:

- n= número de muestras por examinar
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de muestras defectuosas que se acepta

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Higiene

6.2.1.1 Se recomienda que los productos contemplados en las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con lo establecido en la Legislación Nacional Vigente sobre Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados o en las secciones correspondientes del Código Internacional de Prácticas Recomendado de Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997), y en otros textos pertinentes del Codex Alimentarius.

6.2.1.2 Desde la producción de las materias primas hasta el punto de consumo, los productos contemplados en esta norma deben estar sujetos a una serie de medidas de control, las cuales podrán incluir, por ejemplo, la aplicación del sistema HACCP, y deberá demostrarse que estas medidas pueden lograr el grado apropiado de protección de la salud pública.

6.2.1.3 Las temperaturas de almacenamiento y transporte del helado no deben ser superiores a -18°C .

7. MUESTREO E INSPECCIÓN

7.1 Muestreo. El muestreo se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 004. Los planes de muestreo y toma de muestras diferentes a los especificados en esta norma, pueden ser acordados entre las partes, teniendo en cuenta lo establecido en la NTE INEN 2859-1.

7.2 Aceptación o rechazo. Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se rechazará el lote. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

8. MÉTODOS DE ENSAYOS

8.1 Ensayos fisicoquímicos

8.1.1 Determinación de la materia grasa. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la ISO 8262-2, o en la ISO 7328, o en la AOAC 33.8.05 (952.06) adoptado como método Codex (Tipo I) por gravimetría (Röse Gottlieb), se pesan de 4 g a 5 g y se realiza de acuerdo con el método AOAC 33.2.26 (969.05) Mojonnier modificado.

8.1.2 Determinación de los sólidos totales (extracto seco). Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 014 (ISO 3728, o en la AOAC 33.8.03 (941.08).

8.1.3 Determinación de la acidez titulable. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 013.

8.1.4 Determinación de la fosfatasa. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 019.

8.1.5 Determinación de la grasa láctea a través del índice de reichert-meissel. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 037.

8.1.6 Determinación de proteína. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 016.

8.1.7 Determinación de la relación peso/volumen. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la AOAC 33.8.01 (968.14).

8.1.8 Determinación del contenido de colesterol. Se verificará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 729.

8.2 Ensayos microbiológicos

8.2.1 Recuento de microorganismos mesófilos. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTE INEN 1529-5 (ISO 4833, o en la ISO 6610).

8.2.2 Recuento de conformes. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-7 (ISO 4832).

8.2.3 Recuento de *E. coli*. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-8 (ISO 4831).

8.2.4 Recuento de *staphylococcus aureus* coagulasa positiva. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-14.

(Continúa)

8.2.5 Detección de salmonella 25g. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 720 (ISO 6785 (ISO 6579)

8.2.6 Detección de listeria monocytogenes 25 g. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la ISO 10560 (ISO 11290-1).

8.2.7 Recuento de mohos y levaduras. Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-11 (ISO 6611).

9. ROTULADO

9.1 Rotulado

9.1.1 El rotulado debe cumplir con lo indicado en el RTE INEN 022.

9.1.2 La designación del producto se hará de acuerdo con el numeral 4.3.

9.1.3 Los productos de bajo contenido calórico deben declarar la reducción de calorías con respecto al producto normal correspondiente.

9.1.4 En el rótulo de los helados debe incluirse la frase, si se aplica, "Manténgase congelado".

9.1.5 No deben tener leyendas de significado ambiguo ni descripciones de características del producto que no puedan comprobarse debidamente.

9.1.6 La comercialización de estos productos deben cumplir con lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

9.2 Envasado. Los envases de los helados deben ser de material y forma tal que den al producto una adecuada protección durante el almacenamiento, transporte y expendio, y deben tener un cierre adecuado que impida la contaminación.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 004	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 012	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 013	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 014	<i>Leche. Determinación de sólidos totales</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 016	<i>Leche. Determinación de proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 019	<i>Leche y productos lácteos. Determinación de la actividad de fosfatasa alcalina usando el método fluorimétrico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 720	<i>Leche y productos lácteos. Determinación de bacterias patógenas (Salmonella y Shigella)</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 729	<i>Leche y productos lácteos. Determinación del colesterol.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aeróbios mesófilos REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de Recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-11	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la presencia o ausencia de mohos y levaduras (utilizando medio líquido)</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-14	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de Staphylococcus aureus.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
Norma Internacional ISO 3728	<i>Milk and Milk Products. Determinación de sólidos totales.</i>
Norma Internacional ISO 4831	<i>Microbiology General Guidance for the enumeration of Coliform – Most probable number Technical at 30° C.</i>
Norma Internacional ISO 4832	<i>Microbiology. General Guidance For The Enumeration Of Coliforms. Colony Count Technique.</i>
Norma Internacional ISO 4833	<i>Milk and Milk Products. Recuento de microorganismos mesófilos</i>
Norma Internacional ISO 6579	<i>Milk and Milk Products. Detection de salmonella</i>
Norma Internacional ISO 6610	<i>Milk and Milk Products. Enumeration of Colony-Forming Units Of Micro-Organisms Colony Count Technique at 30 degrees C.</i>
Norma Internacional ISO 6611	<i>Milk and Milk Products. Enumeration of Colony-Forming Units Of Yeasts and/or Moulds. Colony Count Technique at 25 degrees C.</i>
Norma Internacional ISO 6785	<i>Milk and Milk Products. Detection of Salmonella spp.</i>
Norma Internacional ISO 7328	<i>Milk – Based Edible Ices an Ice Mixes. Determination of fat Content. Gravimetric Method (Reference Method)</i>

Norma Internacional ISO 8262-2	<i>Milk Products and Milk Based Foods. Determination of Fat Content by the Weibull – Benitrop Gravimetric Method (Reference Method) Part 2. Edible Ice and Ice Mixes.</i>
Norma Internacional ISO 10560 /Cor, 1:1994	<i>Milk and Milk Products. Detection of Listeria monocytogenes.</i>
Norma Internacional ISO 11290-1	<i>Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs. Horizontal Method for the Detection and Enumeration of Listeria monocytogenes. Detection Method.</i>
AOAC, 2000, 17 th 33.8.03 (941.08)	<i>Total Solids in Ice Cream and Frozen Desserts.</i>
AOAC, 2000, 17 th 33.2.26 (989.05)	<i>Majonnier modificado.</i>
AOAC, 2000, 17 th 33.8.05 (952.06)	<i>Fat in Ice Cream and Frozen Desserts.</i>
AOAC, 2000, 17 th 33.8.01 (968.14)	<i>Weight per Unit Volume of Package Ice Cream.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma del Codex para Helados Comestibles y Mezclas de Helados, CODEX STAN 137-1981

Norma Técnica Colombiana ICONTEC 1239. *Helados y mezclas para helados.* Instituto Colombiano de Normas y Certificación, Santafé de Bogotá 2002

Norma Venezolana COVENIN 2392 (2 R). *Helados y mezclas para helados.* Comisión Venezolana de Normas Industriales, Caracas 1997

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1. *Helados de crema de leche o grasa vegetal. Sorbetes y bases o mezclas para helados.* Especificaciones, Bienes y Servicios, México 1995.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 706 Segunda revisión	TÍTULO: HELADOS, REQUISITOS	Código: AL 03.01-430
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo: 2005-08-25 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 05 783 de 2005-09-30 publicado en el Registro Oficial No. 127 de 2005-10-18 Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
Subcomité Técnico: HELADOS Fecha de iniciación: 2011-10-21 Integrantes del Subcomité Técnico:		Fecha de aprobación: 2011-11-10
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Carlos Santos (Presidente)	FABRILACTEOS CIA. LTDA	
Bertha Pérez	INST. NAC. HIGIENE-QUITO	
David Sigcho	HELADOS SOVRANA	
Salomón Sigcho	HELADOS SOVRANA	
René Jervis	HELADOS SOVRANA	
Erika Cueva	HELADERÍAS COFRUNAT CIA. LTDA.	
Hugo Bustos	HELADERÍAS COFRUNAT CIA. LTDA.	
Galys Estupiñán	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA	
Angélica Tatusi	MIPRO	
Dayana Domoso	MIPRO	
Fausto Lara M. (Secretario técnico)	INEN	

Otros trámites: Esta NTE INEN 706:2012 (Segunda revisión), reemplaza a la NTE INEN 706:2005 (Primera revisión)

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializado como: _____ Por Resolución No. _____ Registro Oficial No. _____