UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustria

Tema:

DESARROLLO DE UN HELADO NUTRACEÚTICO TIPO SÁNDUCHE CON BASE A MORA (*Rubus glaucus*), GUAYABA (*Psidium*) Y FRÉJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris*)

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

Autoras:

Deisy Leonela Puchaicela Quishpe

Jenifer Guadalupe Vistin Yepez

Tutor:

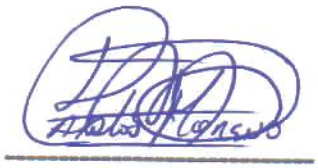
Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD

Guaranda – Ecuador

2026

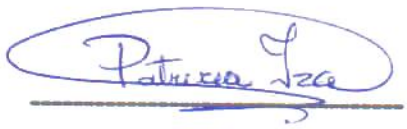
DESARROLLO DE UN HELADO NUTRACEÚTICO TIPO SÁNDUCHE CON BASE A MORA (*Rubus glaucus*), GUAYABA (*Psidium*) Y FRÉJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris*)

REVISADO Y APROBADO POR:



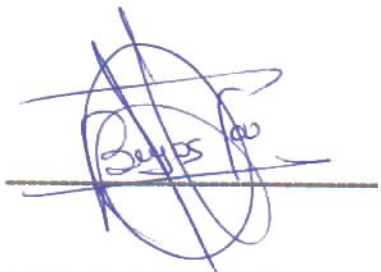
Ing. Carlos Moreno Mejía, Ph.D.

TUTOR(A)



Ing. Patricia Iza, Ph.D.

PAR LECTORA



Ing. Favian Bayas Morejón, Ph.D.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Nosotras, Puchaicela Quishpe Deisy Leonela con CI: 1724982135 y Vistin Yepez Jenifer Guadalupe, CI: 0202172458 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

Puchaicela Quishpe Deisy Leonela

CI: 1724982135

AUTORA

Vistin Yepez Jenifer Guadalupe

CI: 0202172458

AUTORA

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD

CI: 1802080026

TUTOR

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
GUARANDA - ECUADOR

....rio
Nº ESCRITURA: 20260201003P00796
DECLARACION JURAMENTADA
OTORGADA POR: PUCHAICELA QUISHPE DEISY LEONELA Y VISTIN YEPEZ JENIFER GUADALUPE
CUANTIA: INDETERMINADA
DI: 2 COPIAS
Factura: 001-005-000004463

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy veinticinco de marzo del dos mil veintiséis, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen: **PUCHAICELA QUISHPE DEISY LEONELA,** soltera, celular 0992305889, domiciliada en este cantón y, **VISTIN YEPEZ JENIFER GUADALUPE**, soltera, celular 0969719579, domiciliada en el Cantón Guaranda, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; Los compareciente autorizan el tratamiento de sus datos personales en este instrumento público, bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes el presente trabajo de investigación titulado: **"DESARROLLO DE UN HELADO NUTRACEÚTICO TIPO SÁNDUCHE CON BASE A MORA *(Rubus glaucus)*, GUAYABA *(Psidium)* Y FRÈJOL NEGRO *(Phaseolus vulgaris)*"**. Es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención de título de Ingenieras Agroindustriales en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, en la Universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, queda incomparada al protocolo de esta notaria aquellos se ratifican y firman conmigo de todo lo cual doy Fe.

PUCHAICELA QUISHPE DEISY LEONELA
C.C. 1724982135

VISTIN YEPEZ JENIFER GUADALUPE
C.C. 0202172458

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

NOTARÍA TERCERA
GUARANDA - ECUADOR

EL NOTA....

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

TESIS HELADO DE FREJOL

ID : 713da8dd5053158778f360f9302d865cee623988

8%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS HELADO DE FREJOL.txt
Tamaño del archivo original : 8,76 MB
Número de palabras : 15.920
Número de caracteres : 112155

Depositante : DEYSI MARGOTH GUANGA CHUNATA
Fecha de depósito : 25 de marzo de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 25 de marzo de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes 8%

Sintáctica 8% Semántica *No medido*

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA 9%

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



Idiomas no reconocidos 4%

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



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas <1%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por haberme regalado la vida, por acompañarme en cada paso de este camino y por darme la fortaleza necesaria para no rendirme en los momentos de dificultad. Gracias por ser mi guía silenciosa, por darme sabiduría cuando más la necesité y por permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi vida.

A mi mamá Blanca, por ser el pilar fundamental de mi existencia y el motor que impulsa cada uno de mis sueños. Este logro es tan suyo como mío, porque detrás de cada página escrita, de cada esfuerzo realizado y de cada meta alcanzada, están sus sacrificios, su amor infinito y su fe en mí. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia, por apoyarme incluso en los momentos más difíciles y por nunca soltar mi mano cuando más lo necesité.

A mis hermanas Mónica y Damaris por su cariño, comprensión y apoyo constante. Por cada palabra de aliento, por cada gesto de motivación y por estar presentes en cada etapa de este proceso, recordándome siempre que no estaba sola. Su presencia ha sido un refugio en los momentos de cansancio y una fuente de alegría en los momentos de logro. A aquellas personas especiales que han formado parte de mi vida y de este proceso, quienes con sus palabras, consejos y compañía hicieron que este camino fuera más llevadero. Gracias por creer en mí, por motivarme a seguir adelante y por recordarme que cada esfuerzo vale la pena.

Dedico también este trabajo a mí misma, por no rendirme, por levantarme en los momentos de debilidad, por confiar en mis capacidades y por luchar día a día para alcanzar este sueño. Este logro representa no solo el resultado de un proceso académico, sino también una historia de esfuerzo, sacrificio, crecimiento personal y superación. Este trabajo es el reflejo de todo lo vivido, de cada obstáculo superado y de cada meta alcanzada. Es, sin duda, una muestra del amor, la fe y la dedicación que han acompañado cada paso de este camino.

Deisy Leonela Puchaicela Quishpe

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a la Virgen de Guadalupe, por guiar cada una de mis decisiones, por brindarme fortaleza en los momentos difíciles y por concederme salud y sabiduría para alcanzar cada una de mis metas.

A mis padres Isidro y Beatriz, quienes han sido mi pilar fundamental en mi formación personal y académica. Por su amor incondicional, su esfuerzo constante y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis hermanas Cris y Katy, por acompañarme en este proceso, por sus consejos y por ser parte importante de este logro. Porque, a pesar de todo, juntas hemos sabido salir adelante, apoyándonos siempre con amor y fortaleza.

A mis sobrinos Anto y Sebas, por ser mi alegría y una de mis mayores motivaciones para seguir adelante y no rendirme.

A mis abuelitos, por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de este camino; y de manera muy especial a mi abuelito, mi ángel, que hace años partió, pero vive siempre en mi corazón y en mis recuerdos, acompañándome y guiándome desde el cielo.

A mi conejito Mochis, por llegar a mi vida en el momento en que más lo necesitaba, por su compañía silenciosa, su ternura infinita y por convertirse en ese pequeño refugio que sanó heridas que no le pertenecían. Su amor dejó una huella eterna en mi corazón.

Y, finalmente, a mí misma, por no rendirme, por mantenerme firme ante las adversidades y por demostrarme que, con esfuerzo y perseverancia, puedo lograr todo lo que me propongo. Este logro es el reflejo de cada batalla interna que logré superar, de cada lágrima convertida en esfuerzo y de cada paso que di aun con miedo. Hoy puedo decir que no di la mano a torcer, que resistí, que luché y que lo logré

Jenifer Guadalupe Vistin Yepez

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para culminar esta importante etapa de mi vida.

A la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por abrirme sus puertas y permitirme formarme académica y profesionalmente. De igual manera, agradezco a los laboratorios de preparación de muestras, biomasa y cromatografía de la institución, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos, experiencias y valores a lo largo de mi formación académica.

De manera especial, agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Carlos Moreno, por su guía, apoyo y dedicación durante todo el proceso, siendo un pilar fundamental para la culminación de esta investigación.

A mi mamá y hermanas, por su apoyo incondicional, motivación constante y por ser la base fundamental en cada uno de mis logros.

Finalmente, hoy culmino esta etapa con gratitud en el corazón, consciente de que este logro no es solo mío, sino el resultado del apoyo, la guía y el cariño de todas las personas que formaron parte de este proceso.

Deisy Leonela Puchaicela Quishpe

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por acompañarme en cada paso de este camino, por darme fortaleza en los momentos de debilidad y por sostenerme cuando el miedo al fracaso quiso apoderarse de mí. Gracias por iluminar mi vida y permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres, Isidro y Beatriz, quienes han sido mi pilar fundamental durante toda mi formación académica. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo moral y económico, y por enseñarme con su ejemplo que las metas se alcanzan con esfuerzo, perseverancia y compromiso. Hubo momentos en los que dudé de mí misma, pero ustedes nunca lo hicieron, y eso me dio la fuerza para no dar la mano a torcer y seguir adelante.

A mi familia, por estar siempre presentes, por su confianza y por ser mi motivación constante en cada etapa de este proceso.

De manera especial, mi sincero agradecimiento al Ing. Carlos Moreno, quien en calidad de tutor supo guiar este trabajo con paciencia, dedicación y profesionalismo. Sus consejos, siempre oportunos y brindados con calidad humana, fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Estatal de Bolívar y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por brindarme la formación académica y las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional, así como a sus laboratorios de preparación de muestras, biomasa y cromatografía por facilitar los recursos para la ejecución de este proyecto.

Hoy puedo decir con orgullo que, a pesar del miedo, no me rendí, seguí adelante y lo logré.

Jenifer Guadalupe Vistin Yepez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Descripción	Pág.
CAPÍTULO I		1
1.1 INTRODUCCIÓN		1
1.2 PROBLEMA		3
1.2.1. Situación problemática		3
1.2.2. Planteamiento del problema		4
1.3. OBJETIVOS		5
1.3.1. Objetivos General		5
1.3.2. Objetivos Específicos		5
1.4. HIPÓTESIS		6
1.4.1. Hipótesis nula		6
1.4.2. Hipótesis alterna		6
CAPÍTULO II		7
2. MARCO TEÓRICO		7
2.1. Fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L)*		7
2.1.1. Antecedentes del fréjol negro		7
2.1.2. Taxonomía del fréjol negro		8
2.1.3. Contenido nutricional		9
2.1.4. Producción mundial y nacional		9
2.2. Mora (*Rubus glaucus)*		9
2.2.1. Antecedentes de la mora		10
2.2.2. Taxonomía de la mora		11
2.2.3. Contenido nutricional		11
2.2.4. Producción mundial y nacional		12
2.3. Guayaba *(Psidium)*		12
2.3.1. Antecedentes de la guayaba		13
2.3.2. Taxonomía de la guayaba		14
2.3.3. Contenido nutricional		15
2.3.4. Producción mundial y nacional		15
2.4. Helado		16
2.4.1. Antecedentes de los helados		16

2.4.2. Contenido nutricional de los helados 17
2.4.3. Producción mundial y nacional 17
2.4.4. Clasificación de los helados 18
2.4.5. Tipos de helados 18
2.4.6. Helado sándwich 19
2.5. Proteínas 20
2.6. Antioxidantes 21
CAPÍTULO III 22
3. MARCO METODOLÓGICO 22
3.1. Ubicación de la investigación. 22
3.1.1. Localización de la investigación 22
3.1.2. Situación geográfica y edafoclimático 23
3.1.3. Zona de vida (zonificación ecológica) 23
3.2. Metodología. 23
3.2.1. Material de estudio 23
3.2.1.1. Material Experimental 23
3.2.1.2. Material de campo. 24
3.2.1.3. Material de laboratorio 24
3.2.1.4. Material de bioseguridad 24
3.2.2. Factores de Estudio 25
3.2.3. Matriz de diseño para un diseño experimental factorial completo $\mathbf{2^k}$ 26
3.2.4. Tratamientos 27
3.2.5. Tabla de proporciones 28
3.2.6. Descripción de la técnica del ensayo 29
3.2.7. Tipo de diseño experimental o estadístico 29
3.2.8. Tipos de análisis 31
3.2.9. Manejo de la investigación 33
3.2.9.1. Diagrama de flujo para la obtención del wafer de fréjol negro 33
3.2.9.1.1. Descripción del diagrama de flujo para la obtención del wafer de fréjol 34
3.2.9.2. Diagrama de flujo para la elaboración del relleno de mora y guayaba 35
3.2.9.2.1. Descripción del diagrama de flujo para la obtención del relleno 36
3.2.9.3. Diagrama de flujo para el ensamblado del wafer con el relleno 37
3.2.9.3.1. Descripción del diagrama de flujo para el ensamblado 37

3.2.10. Análisis experimentales 38
3.2.10.1. En materia prima 38
3.2.10.2. En el producto elaborado 38
CAPÍTULO IV 39
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES 39
4.1. Resultados del análisis de antioxidantes y proteína en las materias primas. 39
4.1.1. Análisis de varianza ANOVA 42
4.1.2. Pruebas de rangos múltiples de Tukey 43
4.2. Determinar la mejor mezcla según el contenido de proteína 44
4.2.1. Resultados del análisis de proteínas en los helados 45
4.2.2. Análisis de varianza ANOVA 46
4.2.3. Pruebas de rangos múltiples de Tukey 47
4.3. Evaluación sensorial en los helados nutracéuticos 48
4.3.1. Atributo color 48
4.3.2. Atributo olor 50
4.3.3. Atributo sabor 51
4.3.4. Atributo textura 53
4.3.5. Atributo aceptabilidad 54
4.4. Determinar la relación costo/beneficio del o los mejores tratamientos. 55
4.5. Resultado de costo producción en la elaboración del helado 56
4.5.1. Análisis costo/beneficio del o los mejores tratamientos 57
4.5.2. Costo/beneficio 58
4.6. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS. 59
4.6.1. Comprobación de hipótesis para la cantidad de antioxidantes 59
4.6.2. Comprobación de hipótesis para la cantidad de proteína 60
4.7. Comparación de los valores F en el análisis sensorial 61
CAPÍTULO V 62
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 62
5.1. CONCLUSIONES 62
5.2. RECOMENDACIONES 64
BIBLIOGRAFIA 65
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N º	Descripción	Pág.
1.	Taxonomía del fréjol negro	8
2.	Contenido nutricional del fréjol	9
3.	Taxonomía y morfología de la mora	11
4.	Contenido nutricional de la mora	11
5.	Taxonomía de la guayaba	14
6.	Contenido nutricional de la guayaba	15
7.	Contenido nutricional de los helados	17
8.	Matriz comparativa de alimentos (g/100g)	20
9.	Localización de la investigación	22
10.	Datos generales del territorio	23
11.	Factores de estudio	25
12.	Matriz de diseño 2^k	26
13.	Tratamientos	27
14.	Tabla de proporciones	28
15.	Descripción de la técnica del ensayo	29
16.	Análisis de varianza anova	31
17.	Valores de antioxidantes y proteína en las materias primas	39
18.	Resultados obtenidos de los análisis de antioxidantes en los helados	40
19.	Análisis de varianza anova para el contenido de antioxidantes	42
20.	Pruebas de rangos múltiples de Tukey para antioxidantes.	43
21	Resultados obtenidos de los análisis de proteína en los helados	45

22. Análisis de varianza anova para el contenido proteína (%) 46

23. Pruebas de rangos múltiples de Tukey para proteínas 47

24. Análisis de varianza para el atributo color en los helados nutracéuticos. 48

25. Pruebas de rangos ordenados de tukey para el atributo color 49

26. Análisis de varianza para el atributo olor en los helados nutracéuticos 50

27. Pruebas de rangos ordenados de tukey para el atributo olor 51

28. Análisis de varianza para el atributo sabor en los helados nutracéuticos 51

29. Pruebas de rangos ordenados de tukey para el atributo sabor 52

30. Análisis de varianza para el atributo textura en los helados nutracéuticos 53

31. Pruebas de rangos ordenados de tukey para el atributo textura 53

32. Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad en los helados nutracéuticos 54

33. Pruebas de rangos ordenados de tukey para el atributo aceptabilidad 55

34. Costo producción en la elaboración del helado 56

35. Costo/beneficio del mejor tratamiento 57

36. Costo/beneficio del helado nutracéutico 58

37. Comparación de los valores f en el contenido de antioxidantes 59

38. Comparación de los valores f en el contenido de proteínas. 60

39. Comparación de los valores F en el análisis sensorial 62

INDICE DE FIGURAS

N.º	Descripción	Pág.
1.	Fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*)	7
2.	Mora (*Rubus glaucus*)	10
3.	Guayaba (*Psidium*)	13
4.	Interacciones en la mezcla porcentaje de fréjol y tipo de estabilizante (b*c)	44

INDICE DE ANEXOS

N.º **Descripción**

1. Mapa de ubicación de la investigación

2. Resultados de laboratorio

3. Fichas de la evaluación sensorial

4. Ingreso de materias primas.

5. Desarrollo de los helados

6. Análisis de la capacidad de antioxidantes y proteína en los helados.

7. Evaluación sensorial de los helados.

8. Etiqueta de presentación.

9. Glosario de términos técnicos

Resumen:

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un helado nutracéutico tipo sánduche elaborado a partir de materias primas locales de alto valor nutricional: mora (*Rubus glaucus*), guayaba (*Psidium guajava*) y fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*), este último incorporado en la formulación de un doble wafer. El producto fue diseñado como una alternativa funcional e innovadora que combina un perfil proteico de origen vegetal con compuestos antioxidantes provenientes de antocianinas, flavonoides, vitamina C y compuestos fenólicos presentes en las frutas seleccionadas.

Se aplicó un diseño experimental factorial completo 2^k con tres factores de estudio: la relación de pulpas mora-guayaba (Factor A), el porcentaje de fréjol negro en el wafer (Factor B) y el tipo de estabilizante como la carragenina y goma xantana (Factor C). Se evaluaron ocho tratamientos en tres repeticiones, y las variables de respuesta fueron el contenido de proteína método INEN ISO 8968-1:2014 y la capacidad antioxidante método ABTS. Los resultados se procesaron mediante ANOVA y pruebas de Tukey al 95% de confianza.

El tratamiento T8 (28% mora, 12% guayaba, 60% fréjol negro, carragenina) presentó la mayor capacidad antioxidante con 14,89 µmol ET/g de muestra, destacándose la mora como el ingrediente con mayor incidencia en esta variable. Por otro lado, el tratamiento T1 (35% mora, 35% guayaba, 30% fréjol negro, goma xantana) registró el mayor contenido proteico con 8,92%. En la evaluación sensorial con 30 panelistas semi-entrenados y escala hedónica de 1 a 5, el tratamiento T4 (20% mora, 20% guayaba, 60% fréjol negro, carragenina) obtuvo las mejores calificaciones en los atributos color, olor, sabor y aceptabilidad global.

Palabras clave: helado nutracéutico, fréjol negro, mora, guayaba, proteína vegetal, antioxidantes, wafer, alimento funcional, estabilizante.

Abstract:

This research aimed to develop a nutraceutical sandwich-type ice cream using locally sourced, high-nutritional-value raw materials: blackberry (*Rubus glaucus*), guava (*Psidium guajava*), and black bean (*Phaseolus vulgaris*), the latter incorporated into a double wafer formulation. The product was designed as a functional and innovative alternative that combines a plant-based protein profile with antioxidant compounds derived from anthocyanins, flavonoids, vitamin C, and phenolic compounds present in the selected fruits.

A full factorial experimental design 2^k was applied with three study factors: the blackberry-guava pulp ratio (Factor A), the percentage of black bean in the wafer (Factor B), and the type of stabilizer, namely carrageenan and xanthan gum (Factor C). Eight treatments were evaluated in triplicate, with protein content (INEN ISO 8968-1:2014 method) and antioxidant capacity (ABTS method) as response variables. Results were analyzed through ANOVA and Tukey's multiple range tests at 95% confidence.

Treatment T8 (28% blackberry, 12% guava, 60% black bean, carrageenan) exhibited the highest antioxidant capacity at 14.89 µmol TE/g of sample, with blackberry identified as the ingredient with the greatest influence on this variable. Treatment T1 (35% blackberry, 35% guava, 30% black bean, xanthan gum) recorded the highest protein content at 8.92%. In the sensory evaluation conducted with 30 semi-trained panelists using a 1-to-5 hedonic scale, Treatment T4 (20% blackberry, 20% guava, 60% black bean, carrageenan) obtained the best scores for the attributes of color, odor, flavor, and overall acceptability.

Keywords: nutraceutical ice cream, black bean, blackberry, guava, plant protein, antioxidants, wafer, functional food, stabilizer.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en la formulación y elaboración de un helado tipo sánduche con un buen estándar proteico, empleando materias primas funcionales y naturales entre ellas la mora (*Rubus glaucus*), la guayaba (*Psidium guajava*) y una base de doble wafer formulada con fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*). Este producto no solo aporta un alimento novedoso y saludable con características sensoriales agradables, sino que también presenta beneficios nutricionales y moderadas cantidades de antioxidantes, originarios de su contenido de vitamina C, antocianinas, flavonoides y compuestos fenólicos. Las sustancias bioactivas contribuyen a la neutralización de radicales libres, favoreciendo la protección celular y reduciendo el riesgo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. A su vez, la proteína vegetal del fréjol negro incrementa el valor nutricional del helado, convirtiéndose en una alternativa apropiada para dietas equilibradas y funcionales. Para la elaboración de esta formulación se seleccionaron materias primas locales de reconocido valor nutricional. La mora y la guayaba resaltan por su aporte de vitamina C, flavonoides, antocianinas y compuestos fenólicos, que actúan como antioxidantes.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 706:2013 establece que el Helado es un producto alimenticio, con sus respectivas normas de calidad, elaborado a partir de emulsión de grasas y proteínas o mezclas de agua y azúcares, con la posible adición de ingredientes y aditivos permitidos por la legislación vigente. Así mismo, se debe realizar un proceso de congelamiento, con batido o sin él, bajo condiciones que aseguren su conservación en estado congelado o parcialmente durante su almacenamiento y transporte (INEN, 2013).

El término proteína deriva del griego “proteicos” que significa “primordial” o “primer lugar”. Fue inventado por Berzelius en referencia a la sustancia compleja descrita por el químico holandés Mulder en 1838. En el ámbito de la nutrición las proteínas se dividen en “completas” o “incompletas” según su contenido en aminoácidos. Se considera proteínas completas aquellas que aportan aminoácidos esenciales en

cantidades suficientes para cubrir las necesidades del organismo humano, mientras que las incompletas no contienen uno o más de estos aminoácidos, para ello hay que combinarlas con otras fuentes para lograr un perfil nutricional adecuado (Calvez et al., 2024).

El género *Rubus* lo podemos encontrar entre los de mayor diversidad en el reino vegetal. En la provincia de Tungurahua se cultiva alrededor de 30 hectáreas de mora, siendo este el frutal más importante en la región comercial, principalmente en zonas situadas entre los 1,200 a 3,000 m.s.n.m. a nivel mundial, la mora es una de las frutas de mayor valor económico. La planta inicia su producción entre los 6 y 8 meses posteriores al trasplante y dependiendo de las prácticas de manejo y del cuidado de la plantación, puede presentar un periodo de 10 o más años, con un rendimiento que aumenta progresivamente a medida que el cultivo madura (Meng et al., 2022).

En cuanto a la guayaba esta pertenece al orden *Myrtales*, familia *Myrtaceae,* subfamilia *Myrtoideae*, género *Psidium.* Dicho género comprende aproximadamente cerca de 92 especies de los cuáles es la más destacada, distribuida principalmente en el Neotrópico. El árbol presenta una forma piramidal alcanzando alturas de 3 a 9 metros. Sus flores son hermafroditas, con un diámetro de 2,5 a 3 cm, y su reproducción es mayoritariamente autógama, con tasa de autopolinización del 60 % al 75 % complementados con alrededor de un 35% de polinización cruzada. El fruto es descendiente de una baya, cuya estructura varía entre esférica, ovoide o piriforme según la variedad; el color de la piel varía de verde claro a amarillo con pulpa desde blanca hasta rojo salmón (Arévalo-Marín et al., 2021).

1.2 PROBLEMA

La creciente preocupación por una alimentación saludable ha aumentado la demanda de productos funcionales y nutracéuticos, los cuales no solo satisfacen las necesidades energéticas del consumidor, sino que también ofrecen beneficios adicionales para la salud. Sin embargo, existen deficiencias nutricionales relacionadas con el consumo de proteínas de alta calidad, especialmente en comunidades con acceso limitado a fuentes animales, así como una ingesta insuficiente de compuestos antioxidantes que contribuyen a la prevención del estrés oxidativo. Esta problemática ha impulsado el interés en el desarrollo de alimentos funcionales que integren ingredientes naturales ricos en proteínas vegetales y antioxidantes, con propiedades sensoriales atractivas.

En este contexto la mora *(Rubus glaucus)*, la guayaba (*Psidium*) y el fréjol negro *(Phaseolus vulgaris*) son presentados como materias primas accesibles, cultivadas localmente y con reconocidos beneficios nutricionales. No obstante, su aprovechamiento en la formulación de productos innovadores como helados nutracéuticos tipo sánduche resulta limitado, lo que desaprovecha su alto contenido de proteínas vegetales, fibra, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes. La incorporación de estos ingredientes en una matriz alimentaria atractiva puede representar una alternativa saludable y funcional para distintos grupos poblacionales.

1.2.1. Situación problemática

El fréjol negro es destacado por su elevado contenido de proteína vegetal, fibra dietética, hierro y calcio, además de aportar polifenoles con actividad antioxidante los cuales brindan efectos positivos en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, su aplicación en postres procesados es todavía bajo, lo que limita su utilización como ingrediente funcional de alto valor agregado.

Por otro lado, la mora y la guayaba no solo poseen un perfil vitamínico relevante, sino que también aportan proteínas vegetales en cantidades moderadas y una alta

concentración de antioxidantes como antocianinas, flavonoides, licopeno y vitamina C, compuestos que fortalecen el sistema inmunológico y ayudan a combatir el daño celular, el empleo de estos ingredientes en formulaciones de postres saludables, como los helados, es muy bajo, predominando su uso en productos tradicionales como jugos, mermeladas o néctares. En consecuencia, se identifica una oportunidad de innovación mediante el diseño de un helado nutracéutico tipo sánduche, que, a partir de estas tres materias primas, aporte proteínas de origen vegetal y antioxidantes, con características sensoriales atractivas, alineadas con las, nuevas exigencias del consumidor moderno.

1.2.2. Planteamiento del problema

Con base en la investigación planteada, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el aporte nutracéutico, expresado en contenido de proteínas y antioxidantes, de un helado tipo sánduche elaborado a base de mora (*Rubus glaucus*), guayaba *(Psidium*) y fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*), como alternativa funcional e innovadora en el desarrollo de postres saludables?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos General:

Desarrollar un helado nutracéutico tipo sánduche con base a mora *(Rubus glaucus)*, guayaba *(Psidium)* y fréjol negro *(Phaseolus vulgaris)*.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el contenido de proteína y antioxidantes de la mora, guayaba y fréjol negro.
- Evaluar la mezcla óptima de fréjol negro, mora y guayaba en la elaboración de un helado nutracéutico tipo sánduche con base a la cantidad de proteína y antioxidantes en el producto final.
- Aplicar el grado de aceptabilidad del o los mejores tratamientos determinados con base a un panel de catación semi entrenado.
- Determinar la relación costo/beneficios del o los mejores tratamientos determinados.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis nula

$\boldsymbol{H_0}$: El helado nutracéutico tipo sánduche elaborado con base a mora *(Rubus glaucus)*, guayaba *(Psidium)* y fréjol negro *(Phaseolus vulgaris)*, presentan igual contenido de proteína y antioxidantes en los tratamientos planteados.

$$Ho = T1 = T2 = T3 = ... = Tn$$

1.4.2. Hipótesis alterna

$\boldsymbol{H_1}$: El helado nutracéutico tipo sánduche elaborado con base a mora *(Rubus glaucus)*, guayaba *(Psidium)* y fréjol negro *(Phaseolus vulgaris)*, presentan diferente contenido de proteína y antioxidantes en los tratamientos planteados.

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

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L)*

El fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* es una leguminosa ampliamente cultivada desde las zonas tropicales hasta las zonas templadas. Representan más del 80 % de la superficie sembrada anualmente en leguminosas (15 millones de hectáreas), y es caracterizada por contener 2,5 veces más proteínas que los cereales lo que fundamenta su elevada prioridad nutricional. Entre los principales productores de la región se destaca México, con 1,6 millones de hectáreas sembradas y 1,2 millones de toneladas y Brasil 3,9 millones de ha sembradas y 3,3 millones de toneladas. Sin embargo, los mayores rendimientos se registran en Canadá y en Estados Unidos con 1,9 y Argentina con 1,3 toneladas por hectárea (Pérez, 2017).

Figura 1.

Fréjol negro (Phaseolus vulgaris)



Nota: Esta imagen representa el fréjol negro. Tomado de Juárez, (2020)

2.1.1. Antecedentes del fréjol negro

La domesticación del fréjol se remonta a aproximadamente 8,000 años con origen en América Latina, particularmente en Mesoamérica y la región andina. Desde tiempos

ancestrales; además, el fréjol fue consumido como alimento básico y utilizado como objeto de tributo en rituales de fertilidad. Pertenece a la familia de las leguminosas, se cultiva principalmente en forma de semilla en medialuna dependiendo de la variedad del arbusto, puede crecer hasta 80 cm de altura. Su forma de cultivo ha ido cambiando con el tiempo con el fin de mejorar su valor nutritivo (Chávez, 2022).

El género *Phaseolu*s incluye cinco especies domesticadas: *P. vulgaris* (fréjol común), *P. lunatus* (fréjol lima), *P. acutifolius* (fréjol tépari), *P. coccineus ssp. coccineus* (fréjol ayocote) y *P. dumosus = P. polyanthus (= P. coccineus ssp. darwinianus)* (fréjol de año). Los primeros estudios sobre el origen y evolución del fréjol se atribuyen a Miranda-Colín (1967), quien identificó su forma silvestre en Mesoamérica (González, 2021).

2.1.2. Taxonomía del fréjol negro

Tabla 1.

Taxonomía del fréjol negro

Taxonomía	
Orden	Rosales
Familia	*Leguminoseae*
Subfamilia	*Papilionoidae*
Tribu	*Phaseolae*
Subtribu	*Phaseolinae*
Genero	*Phaseolus*
Especie	*Phaseolus vulgaris L*

Nota. Esta tabla muestra la taxonomía del fréjol negro. Tomado de (Medina, 2022).

2.1.3. Contenido nutricional

Tabla 2.

Contenido nutricional del fréjol

Contenido Nutricional	
Proteína	22 gramos
Grasa	0,4 gramos
Carbohidratos	20 gramos
Folato	73 microgramos
Hierro	2,3 microgramos
Tiamina	0,17 miligramos
Sodio	461 miligramos
Fibra	8,3 gramos
Azúcares	0,3 gramos

Nota. Esta tabla muestra el contenido nutricional del fréjol. Tomado de Habtemariam, (2024).

2.1.4. Producción mundial y nacional

En cuanto a la producción mundial de fréjol, los continentes con mayor aporte son Asia (44,8%) y América (32,4%), seguida de África (19,9%) y por último Europa (2,6%) y Oceanía (0,2%) con el menor porcentaje. Los principales países productores son India, Brasil, Myanmar, China, Estados Unidos, República Unida, Uganda, Kenya e Indonesia, los cuales concentran la mayor parte de la producción global (Aldana, 2021).

2.2. Mora *(Rubus glaucus)*

La mora andina es una fruta originaria de zonas elevadas tropicales del continente americano, ampliamente cultivada en diferentes partes del mundo. En el 2005, su producción mundial superó las 154 mil toneladas, con más de 20 mil hectáreas cultivadas, mostrando un notable crecimiento en comparación con 1995. Para el año 2008, ya se habían registrado 25 mil hectáreas destinadas a su cultivo, destacando en Estados Unidos, México y China los principales productores. En los países andinos, como Colombia, Ecuador y otros de América Latina, la mora crece de manera continua durante todo el año, siendo cultivada mayoritariamente por pequeños productores debido a su gran cantidad de producción. En Ecuador, para el año 2015 se registraron

más de 5 mil hectáreas dedicadas a su cultivo, con un rendimiento promedio de 6,80 toneladas por hectárea. La provincia de Bolívar se posiciona como el mayor productor nacional, aportando cerca del 39% de la producción del total del país, con más de 13 mil toneladas anuales. Esta actividad agrícola constituye una fuente fundamental importante de ingresos para agricultores de cantones como Chillanes, San Miguel, Chimbo y Guaranda (Saltos Espín, 2020).

Figura 2

Mora (Rubus glaucus)



Nota: Esta imagen muestra la mora (*Rubus glaucus*). Tomado de Borbon, (2020).

2.2.1. Antecedentes de la mora

La mora, cuyo origen se sitúa en las regiones montañosas desde México hasta Ecuador, se desarrolla en climas fríos y moderadamente fríos, evitando zonas desérticas. En países como Colombia y Ecuador se han identificado más de 20 especies, aunque muchas aún no han sido clasificadas, además el género (*Rubus)* abarca aproximadamente 700 especies, agrupadas en 12 subgéneros y distribuidas principalmente en áreas templadas del hemisferio norte (Morales, 2016).

2.2.2. Taxonomía de la mora

Tabla 3.

Taxonomía y morfología de la mora

Taxonomía y morfología de la mora	
Reino	Vegetal
División	Antofita
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Arquiclamídea
Orden	Rosales
Familia	*Rosácea*
Genero	*Rubus*
subgénero	*Eubatus*
Especie	*Glaucus*
Nombre	*Rubus glaucus Benth*
Nombre Vulgar	Mora

Nota. Esta tabla muestra la taxonomía y morfología. Tomado de Salcedo, (2019).

2.2.3. Contenido nutricional

Tabla 4.

Contenido nutricional de la mora

Contenido Nutricional	
Proteína	2gr
Carbohidratos	13,7 gr
Grasas	0,5 gr
Agua	122,8 gr
Grasas saturadas	0,04gr
Grasas monoinsaturadas	0,06gr
Grasas poliinsaturadas	0,29gr
Hierro	1,85 mg
Calcio	39 mg
Vitamina C	90mg
Vitamina E	15mg
Calorías	60kcal

Nota. Esta tabla muestra el contenido nutricional. Tomado de Mazmayan, (2023).

2.2.4. Producción mundial y nacional

La superficie cultivada de mora en Ecuador es de 4,046 ha. Las principales zonas de producción se ubican en la ruta interandina en las provincias de Bolívar se registraron 9,01 t/ha, en Cotopaxi 10,15 t/ha, en Tungurahua 9,89 t/ha, en Chimborazo 5,27 t/ha, en Imbabura 3,58 t/ha, en Pichincha 4,45 t/ha y en otras 2,65 t/ha. Tungurahua. La mora es una de las frutas más cultivadas en el mundo entero, Europa aporta el 67,4% de la producción mundial, siendo Alemania el principal productor con 31,9% del volumen, seguida de Polonia con 16,2%, Rusia con 13,5%, República Checa con 5,8% y los Países Bajos con el 2,0% En Ecuador, la mora se cultiva entre 1,800 y 3,000 msnm, principalmente en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Carchi, Bolívar, Imbabura y Cotopaxi, abarcando unas 5,200 hectáreas. La producción anual alcanza entre 12 y 14 toneladas (Chusin, 2024).

2.3.Guayaba *(Psidium)*

La guayaba pertenece a la familia de las (*Myrtaceae)* la cual incluye cerca de 75 géneros y aproximadamente de 2,750 especies de árboles y arbustos, con hojas glandulares y flores con numerosos estambres. Se encuentra comúnmente en regiones tropicales y subtropicales generalmente. El guayabo o guayaba puede alcanzar hasta los 10 metros de altura, y es valorada por su alto contenido de vitamina C con una media de 400 mg por cada 100 gramos de pulpa, además de ser fuente de carbohidratos, fosforo y calcio (Cubero, 2024).

Figura 3.

Guayaba (Psidium)



Nota: Esta imagen muestra la guayaba *(Psidium).* Tomado de Cubero, (2024)

En ecuador especialmente en el cantón de Pelileo de Tungurahua, el cultivo de guayaba y la venta son una fuente importante de ingresos para comunidades de La Clementina y Sálate, No obstante, durante temporadas de sobreproducción, el precio de la fruta disminuye considerablemente. Entre las enfermedades que afecten a la guayaba destacan el; Chancro de ramas (*Botryosphaeria ribis*), mancha de la hoja (*Cercospora Psidii*), Antracnosis *(Collectotrichum Gloeosporioides*), Roya (*Uromyces Psidii*), degeneración del fruto (*Alternaria Citrii*), y mancha Algácea (*Cephaleuros Virescens*) (Carabalí Muñoz et al., 2021).

2.3.1. Antecedentes de la guayaba

La guayaba tiene su origen en el trópico sudamericano. Sin embargo, este cultivo se encuentra distribuido en todas las regiones tropicales y subtropicales, y los principales países productores de esta fruta son: India, Pakistán, Egipto, México, Brasil y Colombia quienes aportan cerca del 75 % de la producción mundial. En Colombia se encuentran diferentes cultivares de guayaba, nativos o cultivares regionales, variedades mejoradas o comerciales, o cultivares introducidos de otros países o regiones

productoras. Los principales departamentos productores del país en orden descendente para el año 2017 fueron: Meta, Santander, Boyacá, Valle del Cauca y Tolima (Aguilera-Arango et al., 2020).

2.3.2. Taxonomía de la guayaba

Tabla 5.

Taxonomía de la guayaba

Taxonomía	
Reino	Plantas
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Estreptofitas
Superdivisión	Embriofitas
División	Traqueofita
Subdivisión	Espermatofitina
Clase	Magnoliopsida
Superorden	*Rosanae*
Orden	*Myrtales*
Familia	*Mirtáceas*
Género	*Psidium*
Especies	*P. guajava*

Nota. Esta tabla muestra la taxonomía, Tomado de Angulo-López et al., (2021).

2.3.3. Contenido nutricional

Tabla 6.

Contenido nutricional de la guayaba

Propiedad	Composición
Proteínas	0,82 gr
Calorías	57 kcal
Calcio	5 mg
Colesterol	0 mg
Grasas totales	0,6 gr
Hierro	0,2 mg
Potasio	290 mg
Hidratos de carbono	11,9 gr
Fibra	5,4 gr
Vitamina C	99,2 mg
Magnesio	7 mg
Carbohidratos	12,4 gr

Nota. Esta tabla muestra el contenido nutricional, Tomado de Angulo, (2023)

2.3.4. Producción mundial y nacional

La producción mundial de guayaba (*Psidium guajava L*.) es de alrededor de 1,2 millones de toneladas, la India y Pakistán aportan el 50%, México produce el 25% y el resto lo aportan otros países como Colombia, Egipto, Brasil, además países como Perú y Ecuador producen para su auto consumo. En el Ecuador la guayaba se cultiva en todas las provincias sin embargo las áreas de mayor cultivo son: Orellana, Pastaza,

pichincha, Esmeraldas, Azuay, Zamora Chinchipe, Tungurahua, pero el eje principal de producción se encuentra en los cantones de Baños, Mera, Puyo, Santa Clara, Palora y Joya de los Sachas, además en los últimos años la producción de guayaba se ha extendido en diversos sectores de la provincia de Tungurahua convirtiéndose en el principal cultivo de comunidades como: La Clementina, Salate, El Obraje, etc (Chicaiza, 2019).

2.4. Helado

En su forma más simple, el helado, crema helada o nieve es un postre congelado hecho de leche, nata o natillas combinadas con saborizantes, edulcorantes y azúcar. En general los productos utilizados en su elaboración son: leche, azúcar, edulcorantes, nata de leche, huevo, frutas, chocolate, frutos secos, yogurt, agua mineral y estabilizantes. En el proceso antiguo de elaboración se hacía una mezcla de leche, azúcar, nata y algún estabilizante. Esta mezcla se congelaba, agitándola durante el proceso para prevenir la formación de grandes cristales de hielo. Tradicionalmente, la temperatura se reduce ubicando la mezcla en un recipiente, que es sumergido en una mezcla frigorífica de hielo molido y sal (Mata, 2020).

2.4.1. Antecedentes de los helados

En 1530, Italia desarrolló métodos de congelación mezclando hielo con sal, aunque los primeros helados de agua aparecieron hasta el siglo XVII, las neveras primitivas eran armarios de madera que almacenaban nieve de montaña para conservar alimentos, la primera receta documentada data de 1692, siendo inicialmente helados de agua. En 1712 se incorporó la leche, creando dos variantes: helados lácteos populares en climas fríos, y helados acuosos preferidos en zonas cálidas. Originalmente se endulzaban con miel, pero luego se adoptó el azúcar de caña. Con la creación de refrigeradores, congeladores y tratamientos térmicos, la producción mejoró, permitiendo agregar frutas, chocolate, colorantes y saborizantes. En 1913 se inventó la primera máquina de producción continua con sistema de batido, evolucionando su fabricación (Gómez, 2022).

2.4.2. Contenido nutricional de los helados

Tabla 7.

Contenido nutricional de los helados

Propiedad	Composición
Proteína	1,7gr
Calorías	591 kcal
Peso	48 gr
Grasas saturadas/insaturadas	0,5 gr
Carbohidratos netos	23 gr
Vitamina C	0,6 mg
Vitamina A	118 µg

Nota. Esta tabla muestra el contenido nutricional de los helados Mazmanyan, (2025)

2.4.3. Producción mundial y nacional

En Ecuador, las heladerías son principalmente negocios familiares artesanales que carecen de visión empresarial para exportar. Sin embargo, el sector está evolucionando hacia la industrialización, alcanzando una producción promedio de 12,000 litros diarios. El helado representó el 2,62% del comercio global entre 2019-2020, y el negocio heladero ecuatoriano está en crecimiento constante, generando empleo gracias a la demanda de helados de frutas tropicales con sabores innovadores. A nivel regional, Perú exportó a 5 países antes de la pandemia, concentrando el 97% en Estados Unidos con ventas de US$445,962. En consumo per cápita mundial, Nueva Zelanda lidera con 26,3 litros anuales por persona, seguida de Estados Unidos (24,5), Australia (17,8), Suiza (14,4), Suecia (14,2), Finlandia (13,9), Chile (10,4), Dinamarca (9,2), Italia (8,2) y España (6,5 litros) (Moreno, 2020).

Aunque Italia goza de reconocimiento mundial por su helado artesanal, no encabeza la producción europea. Alemania lidera el ranking con 607 millones de litros fabricados en 2024, seguida por Francia con 501 millones e Italia con 492 millones, Existe una diferencia considerable entre los tres primeros lugares y el resto del top cinco. España se posiciona en cuarto lugar con 378 millones de litros, mientras que Polonia cierra el

grupo con 298 millones. Polonia destacó como el único país del ranking que incrementó su producción respecto al año anterior, registrando un crecimiento del 29% en 2024. Por el contrario, Francia experimentó la caída más pronunciada entre los principales productores, con una reducción del 12% (Walker, 2025).

2.4.4. Clasificación de los helados

Según la NTP 202.057-2006, los helados se clasifican en:

- **Helado de crema:** Contiene al menos 8 % de grasa láctea y 2,5 % de proteínas lácteas.
- **Helado de leche:** Tiene mínimo 2,5 % de grasa láctea y 6 % de sólidos no grasos de la leche.
- **Helado de leche desnatada:** Tiene como máximo 0,3 % de grasa láctea y al menos 6 % de sólidos lácteos sin grasa.
- **Helado:** Contiene mínimo 5 % de grasa comestible y proteínas solo de origen lácteo.
- **Helado de agua:** Tiene al menos 12 % de contenido seco total.
- **Sorbete:** Contiene mínimo 15 % de fruta y 20 % de contenido seco total.

2.4.5. Tipos de helados

De acuerdo con la norma NTE INEN 706:2013 los ingredientes contenidos se pueden clasificar:

- **Helado de leche:** Tiene 2,5 % de grasa láctea, 5 % de sólidos de leche sin grasa, entre 12 % y 27 % de sólidos totales y se le incorpora aire equivalente al 100 % de su volumen.
- **Helado tipo sándwich:** Es una porción de helado, usualmente de nata, colocada entre dos galletas (generalmente de chocolate) con forma rectangular.

- **Helado de crema:** Contiene entre 7 % y 10 % de grasa, de 6 % a 8 % de sólidos no grasos, entre 20 % y 32 % de sólidos totales, y aire equivalente al volumen de la mezcla.
- **Helado de yogur:** Puede incluir frutas o sus extractos. Contiene 3 % a 6 % de grasa, 11 % a 20 % de azúcar, 10 % a 12 % de sólidos no grasos y cerca del 70 % de agua.
- **Helado de agua (sorbete o granizado):** Elaborado con agua, fruta, colorantes y saborizantes. Debe tener al menos 20 % de extracto seco y no más de 1,5 % de grasa láctea.
- **Helado dietético:** Contiene alrededor de 14,4 % de azúcar, 9,6 % de miel o jarabe, 73 % de agua y 3 % de fructosa. Puede incluir pulpa de fruta en distintas proporciones (Arrellano, 2023).

2.4.6. Helado sándwich

El sándwich de helado nació en Nueva York a fines del siglo XIX, cuando vendedores ambulantes ofrecían helado entre dos papeles por un centavo. Pronto se hizo popular entre los trabajadores por ser refrescante y barato. Con el tiempo, la receta cambió. En 1894 se usaba bizcocho, y en 1928, un heladero en San Francisco lo hizo con galletas de avena. En los años 40, Jerry Newbery vendía helado entre obleas de chocolate en un estadio, diseño que se parece al actual, aunque su autoría no está confirmada. En 1982, Richard LaMotta lanzó el famoso Chipwich, con helado entre galletas con chispas de chocolate, y fue un gran éxito. Hoy existen muchas variedades: desde el clásico de vainilla hasta opciones gourmet con sabores y galletas diferentes (Anaya, 2022).

2.5.Proteínas

Las proteínas son fundamentales para las funciones biológicas, por lo que no es sorprendente que muchas enfermedades tengan su origen en su mal comportamiento, y que muchos medicamentos y terapias apunten a las proteínas a nivel bioquímico. Las proteínas son moléculas grandes que desempeñan roles diversos y vitales en nuestros cuerpos. Están formadas por cadenas de unidades básicas llamadas aminoácidos, de los cuales existen 20 variedades distintas. Dado que estas cadenas pueden contener cientos de aminoácidos, el número de proteínas distintas posibles es casi incontable. Para ilustrar esto, considera una cadena de solo ocho aminoácidos (una proteína tan corta sería más precisamente descrita como un péptido) y calcula el número de posibles combinaciones únicas de aminoácidos. Lo que hace que cada aminoácido sea único es el grupo químico unido a él, conocido como la cadena lateral. (Armstrong, 2024).

Tabla 8.

Matriz comparativa de alimentos (g/100g)

Nutriente	Carne	Lenteja	Fréjol Negro	Haba	Garbanzo
Kcals	251	329	328	341	531
Proteína	22,4	22,73	20,48	22,6	23,03
Lípidos	7,53	0,16	0,37	0,25	0,63
CH0	-	56,53	55,88	58,29	56,95
Colesterol	68	-	-	-	-
Fibra	-	3,83	4,1	NR	5,25

NR: No reportado

Nota. Esta tabla muestra la matriz comparativa de alimentos , Tomado de Armstrong,(2024).

2.6.Antioxidantes

Los antioxidantes se han convertido en compuestos de gran interés científico debido a sus numerosos beneficios, como sus propiedades antienvejecimiento y antiinflamatorias. Hoy en día, se siguen utilizando en diversas áreas. Los antioxidantes son grupos de compuestos que neutralizan los radicales libres y las especies reactivas de oxígeno (ROS) en la célula. La actividad antioxidante en alimentos y bebidas se ha convertido en una de las características más interesantes para la comunidad científica. Estos antioxidantes brindan protección contra el daño causado por los radicales libres y han desempeñado un papel importante en el desarrollo de numerosas enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares, el envejecimiento, las cardiopatías, la anemia, el cáncer y la inflamación (Zehiroglu & Ozturk Sarikaya, 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación.

3.1.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Complejo Agroindustrial de la carrera de Agroindustrias y los análisis se realizarán en los laboratorios de la Dirección de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar.

Tabla 9.

Localización de la investigación

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

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

3.1.2. Situación geográfica y edafoclimática

Tabla 10.

Datos generales del territorio

Parámetros	**valores**
Altitud promedio	2604 msnm
Latitud	01° 36 52 sur
Longitud	79° 59 54 oeste
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media	14,4°C
Precipitación media anual	980mm
Humedad relativa	30%

Nota. Estación Meteorológico, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, (2025)

3.1.3. Zona de vida (zonificación ecológica)

De acuerdo con la clasificación realizada por el botánico y climatólogo Leslie Holdridge, la ubicación donde se desarrolló la investigación se encuentra en la zona de vida, bosque seco montano bajo (BHMB).

3.2. Metodología.

3.2.1. Material de estudio.

3.2.1.1. Material Experimental.

- Fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*)
- Mora (*Rubus glaucus)*
- Guayaba (*Psidium*)
- Goma Xantana (*Xanthomonas campestris*)
- Carragenina (*Chondrus crispus*)

3.2.1.2. Material de campo.

- Libretas de apuntes
- Esfero, lápiz y borrador
- Computadora
- Calculador
- Cámara fotográfica
- Cinta adhesiva.

3.2.1.3.Material de laboratorio.

- Balanza digital
- Termómetro
- Vasos de precipitación de 200 mL
- Bandejas de acero inoxidable
- Ollas
- Cucharas
- Horno
- Licuadora
- Batidora
- Refrigerador
- Moldes para Helados

3.2.1.4. Material de bioseguridad

- Guantes
- Cofia
- Mascarilla
- Mandil
- Botas
- Vinagre
- Gel antibacterial

3.2.2. Factores de Estudio

Para la presente investigación se aplicó el diseño experimental factorial 2^k, comprendido de la siguiente manera: Factor A: Relación de pulpas mora: guayaba para el helado, con dos niveles. Factor B: Porcentaje de fréjol (wafer) en el helado, con dos niveles. Factor C: Tipo de estabilizante empleado en la formulación del Wafer, con dos niveles: goma xantana y carragenina.

Tabla 11.

Factores de estudio

Factores	Código	Niveles
Relación de pulpas mora: guayaba para el helado	A	a1: 50:50 a2: 70:30
Porcentaje de fréjol (wafer) en el helado	B	b1: 30% b2: 60%
Tipo estabilizante en el Wafer	C	c1: goma xantana c2: carragenina

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

3.2.3. Matriz de diseño para un diseño experimental factorial completo 2^k

Tabla 12.

Matriz de diseño 2^k

Tratamientos	Factor A	Factor B	Factor C
1	-	-	-
2	+	-	+
3	+	+	-
4	-	+	-
5	+	+	+
6	-	-	+
7	-	+	+
8	+	-	-

Nota. Esta tabla muestra la Matriz 2^k , Tomado de Fernández, (2020)

3.2.4. Tratamientos

En la siguiente tabla se detallan las combinaciones de cada uno de los niveles de los factores A, B y C que interceden en el estudio, donde se consideran dos réplicas por tratamiento.

Tabla 13.

Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
1	a1b1c1	50 mora:50 guayaba + 30% de fréjol + goma xantana
2	a1b1c2	50 mora:50 guayaba + 30% de fréjol + carragenina
3	a1b2c1	50 mora:50 guayaba + 60% de fréjol + goma xantana
4	a1b2c2	50 mora:50 guayaba + 60% de fréjol + carragenina
5	a2b1c1	70 mora:30 guayaba + 30% de fréjol + goma xantana
6	a2b1c2	70 mora:30 guayaba + 30% de fréjol + carragenina
7	a2b2c1	70 mora:30 guayaba + 60% de fréjol + goma xantana
8	a2b2c2	70 mora:30 guayaba + 60% de fréjol + carragenina

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

3.2.5. Tabla de proporciones

En la siguiente tabla muestra los factores de estudio utilizados en el diseño factorial, donde se consideran las tres variables, Factor A, Factor B y Factor C. Para determinar los valores exactos de cada ingrediente en las combinaciones donde se aplicó una regla de tres simple, de modo que la suma entre los factores A y B siempre totalice el 100% de los sólidos empleados en el helado.

Tabla 14.

Tabla de proporciones

Tratamiento	Código	Descripción
1	a1b1c1	35% mora:35% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana
2	a1b1c2	35% mora:35%: guayaba + 30% de fréjol + carragenina
3	a1b2c1	20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + goma xantana
4	a1b2c2	20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina
5	a2b1c1	49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana
6	a2b1c2	49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + carragenina
7	a2b2c1	28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + goma xantana
8	a2b2c2	28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + carragenina

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

3.2.6. Descripción de la técnica del ensayo

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

Tabla 15.

Descripción de la técnica del ensayo

Atributos del diseño factorial	
Número de factores experimentales	3
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	2
Número total de unidades experimentales	16
Tamaño de muestra	500 gr

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

3.2.7. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la presente investigación se aplicó un diseño factorial 2^k, debido a la relación de pulpas mora: guayaba para el helado, el porcentaje de fréjol (Wafer) en el helado y el tipo estabilizante en el Wafer. El diseño incluye tres factores experimentales que el Factor A es la relación de pulpas mora: guayaba para el helado; factor B el porcentaje de fréjol (Wafer) en el helado; factor C es goma xantana y carragenina; así obteniendo un arreglo factorial 2×2×2 con 2 repeticiones, lo que da como resultado un total de 8 tratamientos y 16 unidades experimentales.

Se aplicó el siguiente modelo matemático

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + R + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} **:** Cualquier variable sujeta de medición

μ**:** Efecto global

A_i **:** Efecto del i – esimo nivel del factor A; i = 1 …… a

B_j **:** Efecto del j – esimo nivel del factor B; j = 1 …… b

C_k **:** Efecto del k – esimo nivel del factor C; i = 1 …… c

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

AC_{ik} **:** Efecto de la Interacción entre los factores (A ∗ C)

BC_{jk} **:** Efecto de la Interacción entre los factores (B ∗ C)

ABC_{ijk} **:** Efecto de la Interacción entre los factores (A*B*C)

R: Efecto de la Replicación del experimento

ε_{ijkl} **:** Efecto de Error experimental

3.2.8. Tipos de análisis

El análisis de varianza ANOVA para el presente diseño experimental se expresa a continuación:

Tabla 16.

Análisis de varianza ANOVA

Fuente de variabilidad	**Suma de cuadrados**	**Grados de libertad**	**Cuadrado medio**	F_0	**Valores -p**
A	SC_A	1	CM_A	CM_A/CM_E	$P(F > F_0)$
B	SC_B	1	CM_B	CM_B/CM_E	$P(F > F_0)$
C	SC_C	1	CM_C	CM_C/CM_E	$P(F > F_0)$
AB	SC_{AB}	1	CM_{AB}	CM_{AB}/CM_E	$P(F > F_0)$
AC	SC_{AC}	1	CM_{AC}	CM_{AC}/CM_E	$P(F > F_0)$
BC	SC_{BC}	1	CM_{BC}	CM_{BC}/CM_E	$P(F > F_0)$
ABC	SC_{ABC}	1	CM_{ABC}	CM_{ABC}/CM_E	$P(F > F_0)$
Error	SC_E	$2^3(n-1)$	CM_E		
Total	SC_T	$n2^3-1$			

Se aplicó Tukey al 95% de confiabilidad para comprobar los promedios de los tratamientos.

Pruebas de rangos múltiples

Para determinar el mejor tratamiento, se aplicó una prueba de rangos múltiples por el método de LSD, el cual consiste en comparar las diferencias mínimas entre las medias muestrales con el valor crítico que es dado por:

$$\boldsymbol{LSD} = t_{\propto/2.N-K}\sqrt{\frac{2CM_E}{n}}$$

Donde:

LSD: Método diferencia mínima significativa.

$t_{\propto/2.N-K}$: Grados de libertad que corresponde al error.

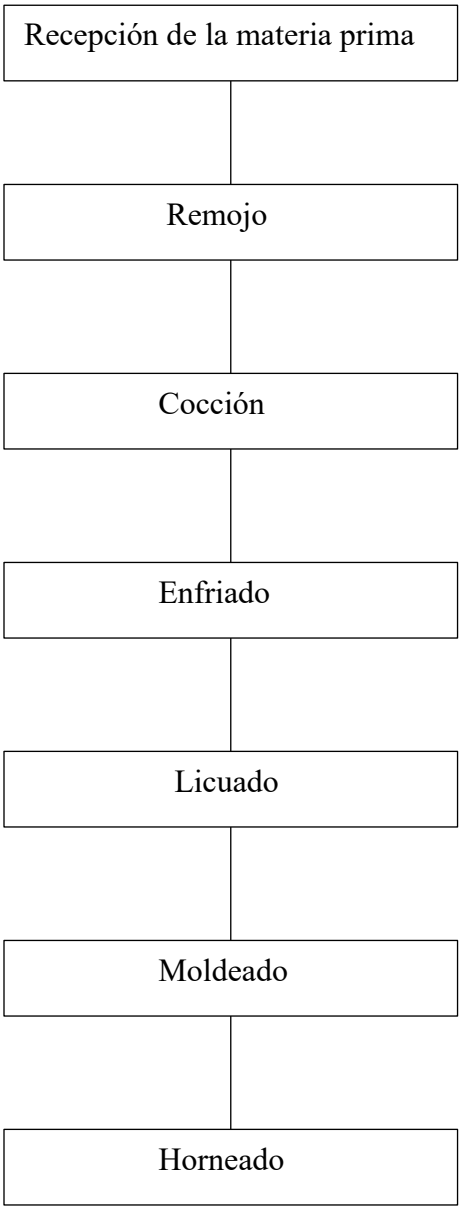
CM_E: Cuadrado medio de error.

n: Numero de observaciones.

$q \propto (k, N-k)$: son puntos porcentuales de la distribución del rango estandarizado.

3.2.9. Manejo de la investigación (proceso metodológico de ejecución de actividades de campo o laboratorio a desarrollarse)

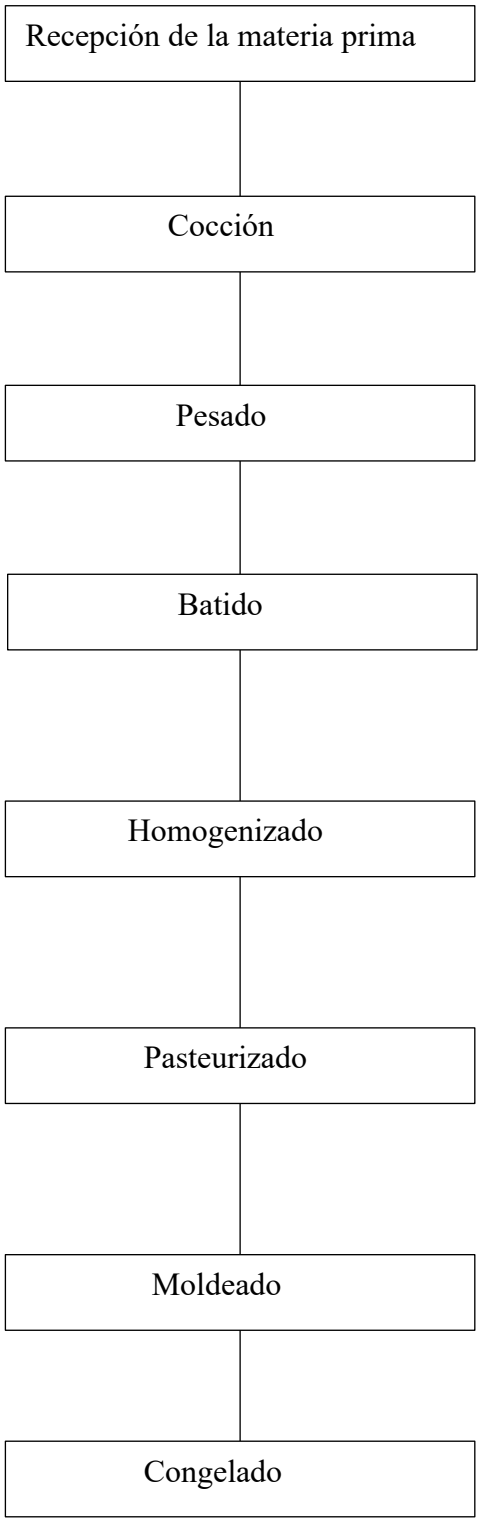
3.2.9.1. Diagrama de flujo para la obtención del wafer de fréjol negro



3.2.9.1.1. Descripción del diagrama de flujo para la obtención del wafer de fréjol negro

- **Recepción:** Se recibió el fréjol y se inspeccionará visualmente para garantizar que este limpio, sin plagas ni impurezas.
- **Remojo:** El fréjol se dejó reposar en abundante agua durante 24 horas con el fin de ablandarlo y facilitar su cocción posterior.
- **Cocción:** El fréjol se cocinó por aproximadamente 40 minutos, hasta que adquiera una consistencia suave.
- **Enfriado:** Una vez cocido**,** se dejó enfriar durante al menos treinta minutos.
- **Licuado:** Se licuo el fréjol enfriado junto con los demás ingredientes como la cocoa en polvo, huevo, bicarbonato, panela, mantequilla, esencia de vainilla, polvo de hornear, goma xantana, carragenina y canela molida hasta obtener una masa homogénea.
- **Moldeado:** La masa obtenida se colocó en moldes previamente engrasados para darles la forma deseada.
- **Horneado:** Finalmente, la masa moldeada se horneo a 200ºC durante 10 minutos, hasta lograr una cocción uniforme.

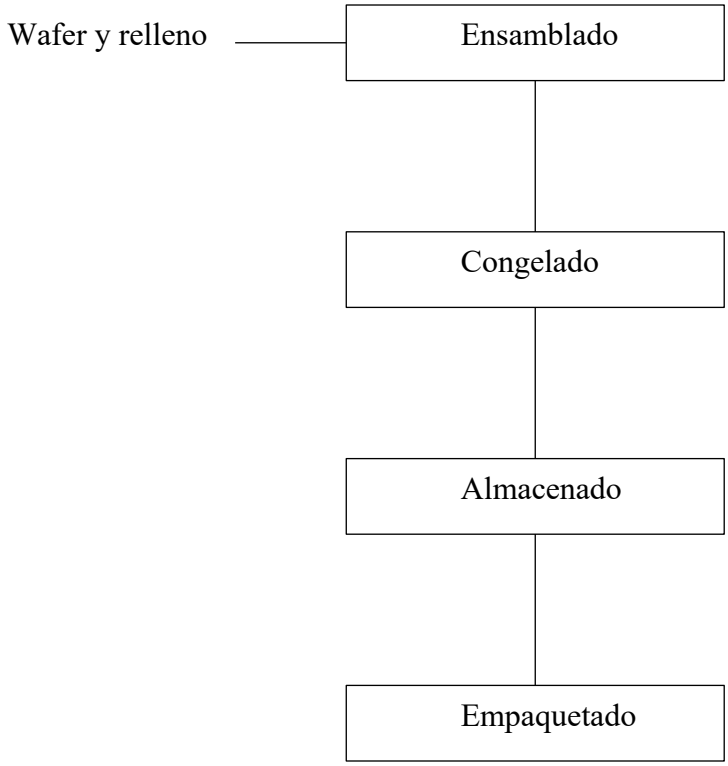
3.2.9.2. Diagrama de flujo para la elaboración del relleno de mora y guayaba



3.2.9.2.1. Descripción del diagrama de flujo para la obtención del relleno de mora y guayaba

- **Recepción de la materia prima:** Se recibió la mora y la guayaba, verificando su calidad, el grado de madurez y ausencia de impurezas, con el fin de garantizar la calidad del proceso.
- **Cocción:** La mora y la guayaba se cocinó para así ablandar su pulpa y facilitar la obtención del producto base.
- **Pesado:** Las pulpas obtenidas, junto con la crema de leche y la leche condensada, se pesó de acuerdo con la formulación establecida, asegurando las proporciones correctas.
- **Batido:** La crema de leche se batió hasta alcanzar el punto de firmeza denominado "punto nieve".
- **Homogenizado:** En un recipiente limpio y seco, se mezcló de forma homogénea las pulpas con la crema de leche y la leche condensada, hasta lograr una textura suave y uniforme, evitando la separación de fases.
- **Pasteurizado:** La mezcla homogeneizada se sometió a una temperatura de 65 a 70 º C durante 15 minutos, con el fin de eliminar microrganismos patógenos.
- **Moldeado:** La mezcla pasteurizada se colocó en moldes dándoles la forma requerida.
- **Congelado:** Finalmente el producto moldeado se enfrió durante 6 horas a una temperatura 3 a 8ºC con lo cual se estabilizará su estructura.

3.2.9.3. Diagrama de flujo para el ensamblado del wafer con el relleno



3.2.9.3.1. Descripción del diagrama de flujo para el ensamblado del wafer con el relleno

- **Ensamblado**: En esta etapa se ensambló el wafer y el relleno, conformando el helado de sánduche.
- **Congelado:** El producto unificado se sometió a un proceso de congelación a 18ºC durante 4 horas, con el fin de lograr compactación y estabilidad estructural
- **Almacenado:** Los helados se almacenaron en un lugar con temperatura controlada de 18ºC lo que garantiza su conservación y evita daños en el producto.
- **Empaquetado:** Finalmente, el producto congelado se envaso en materiales aptos para alimentos.

3.2.10. Análisis experimentales

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un helado tipo sánduche como alimento funcional, formulado a base de pulpa de frutas andinas (mora y guayaba) y doble wafer de harina de fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*), con el propósito de ofrecer una alternativa proteica. Como parte del diseño experimental, se evaluó parámetros relacionados con la calidad nutricional y sensorial del producto.

a) Contenido de proteína total

b) Contenido de antioxidantes

c) Grado de aceptabilidad sensorial

3.2.10.1. En materia prima:

En la materia prima se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos:

- **Cantidad de la Proteína cruda:** Según la normativa INEN- ISO 8968-1:2014

  IDF 20-1:2014

- **Análisis del Antioxidantes:** Mediante el método de ABTS

3.2.10.2. En el producto elaborado:

- **Cantidad de la Proteína cruda:** Según la normativa INEN- ISO 8968-1:2014

  IDF 20-1:2014

- **Cantidad del antioxidante:** Mediante el método de ABTS

- **Grado de aceptabilidad:** NTE-ISO 706:2013

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados del análisis de antioxidantes y proteína en las materias primas.

Tabla 17.

Valores de antioxidantes y proteína en las materias primas

	Mora	Guayaba	Fréjol
Proteína (%)	0,95	1,23	8,25
Antioxidantes (µmol ET/g)	215,44	42,48	13,15

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 17 los resultados obtenidos del análisis de capacidad antioxidante y contenido proteico en las materias primas de acuerdo con las tres replicas evaluadas. De acuerdo con los datos obtenidos, la mora presentó 215,44 µmol ET/g la mayor concentración de compuestos antioxidantes , resultado superior al reportado por (Salazar-Montoya et al., Abril del2022), quienes informaron valores de 200 µg/ml en su investigación. Respecto al contenido proteico, esta misma materia prima mostró 0,95% el menor aporte, cifra que supera los resultados reportados por (Quilumbaquin, 2023), quien indicó valores aproximados de 0,68% de proteína en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

La guayaba presentó una concentración antioxidante de 42,48 µmol ET/g muestra, valor que también supera los resultados descritos por (Calderón et al., 2022), quienes obtuvieron valores de 38,66 µmol ET en sus análisis; en cuanto a su contenido proteico, registró un valor de 1,23%, superior al descrito por (Viáfara-Banguera et al., 2024), quienes reportaron un 0,99% de proteína en pulpa de guayaba fresca (*Psidium*).

El fréjol negro presentó la menor concentración de compuestos antioxidantes con un valor de 13,15 µmol ET/g muestra, concordante con los valores de 13 µmol ET/g

reportados por (Bedoya & Maldonado, 2022); no obstante, esta materia prima destacó por presentar el mayor contenido proteico con un valor de 8,25%, resultado que difiere significativamente de lo reportado por (De Paiva Gouvêa et al., 2024) quienes informaron valores cercanos al 22,5% de proteína en fréjol negro común (*Phaseolus vulgaris L*.).

A partir de las materias caracterizadas anteriormente, se elaboraron las formulaciones de helado. En la se presentan los resultados de la capacidad antioxidantes obtenidos en el producto final.

Tabla 18.

Resultados obtenidos de los análisis de antioxidantes en los helados

Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio ABTS µmol ET/g muestra
T1	12,86534401	13,023054	12,865344	12,92
T2	13,73929378	13,892675	13,739294	13,79
T3	12,19774391	12,681935	12,843331	12,57
T4	13,57174078	14,206111	14,364704	14,05
T5	13,06691745	13,066917	13,231111	13,12
T6	13,38113371	13,541241	13,701348	13,54
T7	11,84039650	12,304264	11,995019	12,05
T8	14,45206503	15,431024	14,778385	14,89

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

La Tabla 18 presenta los resultados de la actividad antioxidante determinada mediante el método ABTS en los diferentes tratamientos de helado. Se evidenció que el tratamiento T8 (70% mora:30% guayaba + 60% fréjol + carragenina) presentó la mayor actividad antioxidante, con un valor promedio de 14,89 µmol ET/g, lo que sugiere una mayor presencia y disponibilidad de compuestos antioxidantes en su formulación. Este comportamiento puede atribuirse a la combinación de ingredientes utilizados, los cuales podrían generar un efecto sinérgico que favorece la capacidad de neutralización de radicales libres, tal como ha sido reportado por (Ziarno et al., 2024).

Asimismo, los tratamientos T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) y T2 (35% mora:35%: guayaba + 30% de fréjol + carragenina) mostraron valores elevados de actividad antioxidante, con 14,05 y 13,79 µmol ET/g de muestra, respectivamente, ubicándose como tratamientos con alta capacidad antioxidante. Resultados similares han sido reportados por (Campo-Banguero & Ramírez-Navas, 2021), quienes indican que matrices alimentarias con mayor contenido de compuestos fenólicos presentan una mayor inhibición del radical ABTS.

Por otro lado, los tratamientos T6 (49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + carragenina) y T5 (49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana) presentaron valores intermedios, con 13,54 y 13,12 µmol ET/g de muestra, lo que evidencia una actividad antioxidante moderada. En contraste, los tratamientos T1 (35% mora:35% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana), T3 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + goma xantana) y T7 (28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + goma xantana) registraron los valores más bajos, comprendidos entre 12,05 y 12,92 µmol ET/g de muestra, lo cual podría estar relacionado con una menor concentración de compuestos bioactivos o con pérdidas durante el procesamiento, como señalan (Vivas-Álzate et al., 2025).

Los valores obtenidos en el presente estudio son comparables con los reportados en investigaciones previas sobre alimentos funcionales, donde se destaca que la actividad antioxidante depende directamente del contenido de polifenoles, flavonoides y otros metabolitos secundarios presentes en la matriz alimentaria (Aguayo Rojas et al., 2021).

Diversos autores coinciden en que los procesos tecnológicos pueden influir tanto positiva como negativamente en la estabilidad de estos compuestos, afectando la actividad antioxidante final del producto (Costa et al., 2021). En este contexto, los resultados obtenidos confirman que los helados desarrollados conservan un potencial antioxidante relevante, lo que respalda su carácter funcional.

4.1.1. Análisis de varianza ANOVA

Tabla 19.

Análisis de Varianza ANOVA para el contenido de Antioxidantes (µmol ET/g) del helado nutracéutico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (relación de pulpas mora: guayaba)	0,027	1	0,027	0,33	0,5715
B: Factor B (Porcentaje de fréjol en el wafer)	0,012	1	0,012	0,15	0,7017
C: Factor C (Tipo de estabilizante en el wafer)	11,76	1	11,76	147,17	0,0000 **
INTERACCIONES					
AB	0,048	1	0,048	0,61	0,4469
AC	0,313	1	0,313	3,91	0,0653
BC	3,435	1	3,435	42,99	0,0000**
ABC	1,242	1	1,242	15,54	0,0012*
RESIDUOS	1,278	16	0,080		
TOTAL (CORREGIDO)	18,116	23			

**Altamente significativos

*Significativo

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 19 el análisis de varianza indica que el Factor C y Factor BC resultó altamente significativo (p=0,0000), siendo el factor con mayor influencia sobre la actividad antioxidante ABTS. Mientras que el Factor A, el Factor B y la interacción AB no presentaron significancia estadística (p>0,05).

Al existir efecto altamente significativo en el Factor C y en las interacciones BC y una diferencia significativa en la interacción triple ABC, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey para determinar que tratamiento presenta el mayor valor promedio de antioxidantes.

4.1.2. Pruebas de rangos múltiples de Tukey

Tabla 20.

Pruebas de rangos múltiples de Tukey para antioxidantes.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Heterogéneos
T7	2	12,05	X
T3	2	12,57	X
T1	2	12,92	X
T5	2	13,12	X
T6	2	13,54	XX
T2	2	13,79	XX
T4	2	14,05	XX
T8	2	14,89	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

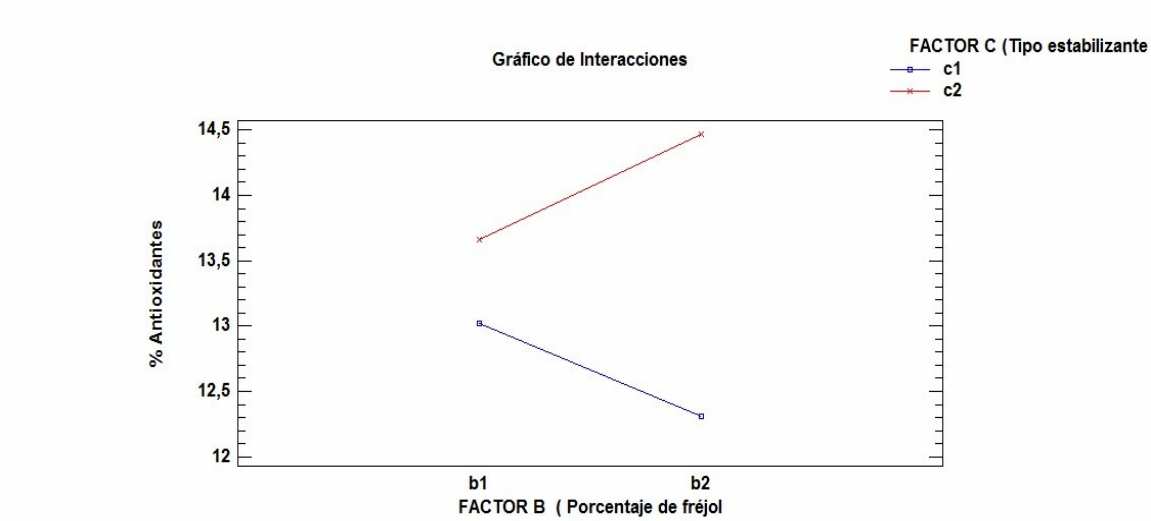
La tabla 20 presenta la prueba de comparación múltiple de medias para determinar la actividad antioxidante entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T8 (28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) presentó la media más alta (14,89), evidenciando el mayor efecto antioxidante. Le siguió el tratamiento T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina), con un valor elevado (14,05), aunque estadísticamente inferior a T8. Los tratamientos T2 (35% mora:35%: guayaba + 30% de fréjol + carragenina) y T6 (49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + carragenina), mostraron valores intermedios, mientras que T5 (49% mora:21% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana). Por el contrario, los tratamientos T1, T3 y T7 registraron las medias más bajas, indicando el menor efecto antioxidante. Los

grupos homogéneos muestran que los tratamientos con la misma letra no difieren significativamente entre sí, mientras que aquellos con letras distintas presentan diferencias estadísticas significativas.

Gráfico de interacción

Figura 4.

*Interacciones en la mezcla porcentaje de fréjol y tipo de estabilizante (B*C)*



En la figura 4 se observa la interacción entre el porcentaje de fréjol (Factor B) y el tipo de estabilizante (Factor C) sobre el porcentaje de antioxidantes. Las líneas no paralelas indican que existe interacción entre ambos factores. El estabilizante c2 presentó valores mayores, en comparación con c1, especialmente cuando se incrementa el porcentaje de fréjol de b1 a b2.

El tratamiento T8 (28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) presento la mejor cantidad antioxidante, posicionándose como la formulación más eficiente del estudio.

4.2. Determinar la mejor mezcla según el contenido de proteína

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó la cuantificación del contenido proteico de los helados nutracéuticos. La determinación se llevó a cabo mediante un método analítico estandarizado, con el propósito de establecer la concentración de

proteína en cada uno de los tratamientos formulados. Con el fin de identificar diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), complementado con una prueba de comparaciones múltiples de Tukey y la representación de los resultados mediante un gráfico de medias, los cuales se presentan a continuación.

4.2.1. Resultados del análisis de proteínas en los helados

Tabla 21

Resultados obtenidos de los análisis de proteína en los helados

Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	9,13	9,06	8,56	8,92
T2	7,44	7,25	7,00	7,23
T3	7,06	7,19	7,00	7,08
T4	8,69	7,75	8,19	7,98
T5	6,81	6,25	6,5	6,52
T6	7,19	7,13	7,25	7,19
T7	7,31	7,5	7,44	7,42
T8	7,63	7,88	7,75	7,75

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

La Tabla 21 muestra el contenido de proteína de los diferentes tratamientos evaluados para la obtención del helado nutracéutico. El tratamiento T1 con 8,92% de proteína presentó el valor más alto de contenido proteico. Seguido del tratamiento T4 con 7,98%, y los tratamientos T8, T2 y T7 con valores de 7,75%, 7,23% y 7,42% respectivamente. Por otro lado, los tratamientos T6 y T3 mostraron valores intermedios de 7,19% y 7,08% respectivamente. En contraste, el tratamiento T5 con 6,52% registró el valor más bajo en contenido de proteína. Estos resultados demuestran que la incorporación de fréjol en las formulaciones contribuye significativamente al aporte

proteico del producto. El tratamiento T1 destacó con el mayor contenido proteico, lo cual resulta relevante desde el punto de vista nutricional, considerando que los helados convencionales presentan valores proteicos inferiores, generalmente comprendidos entre 3% y 4% (Naranjo, 2023). La variabilidad observada entre tratamientos se atribuye principalmente a las diferentes proporciones de fréjol utilizadas en cada formulación, siendo este ingrediente la principal fuente de proteína vegetal en el helado nutracéutico desarrollado. Resultados similares han sido reportados por (Kiełczewska et al., 2025),quienes confirmaron que la adición de leguminosas en productos congelados incrementa significativamente su valor proteico. De igual manera, (Mykhalevych et al., 2024)demostraron que la incorporación de proteínas vegetales en helados mejora sustancialmente su perfil nutricional, validando la estrategia empleada en la presente investigación.

4.2.2. Análisis de varianza ANOVA

Tabla 22.

Análisis de Varianza ANOVA para el contenido proteína (%) del helado nutracéutico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Factor A (relación de pulpas mora: guayaba)	2,457	1	2,457	40,68	0,0000 **
B: Factor B (Porcentaje de fréjol en el wafer)	0,138	1	0,138	2,28	0,1502
C: Factor C (Tipo de estabilizante en el wafer)	0,075	1	0,075	1,24	0,2822
INTERACCIONES					
AB	2,006	1	2,007	33,22	0,0000 **
AC	0,920	1	0,920	15,23	0,0013 *
BC	2,306	1	2,306	38,17	0,0000 **
ABC	3,713	1	3,713	61,46	0,0000 **
RESIDUOS	0,967	16	0,060		
TOTAL (CORREGIDO)	12,583	23			

**Altamente significativos

*Significativo

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 22 indica que el Factor A y las interacciones AB, BC Y ABC resultaron altamente significativo (p=0,0000), siendo el factor con mayor influencia sobre el contenido de antioxidantes, mientras que el Factor B y el Factor C no presentaron significancia estadística (p>0,05), con valores de p=0,1502 y p=0,2822 respectivamente, indicando que la relación de pulpas mora: guayaba es el factor determinante en la respuesta antioxidante del producto.

En vista que los tratamientos presentan una diferencia altamente significativa y significativa se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey para conocer que tratamiento presenta el mayor contenido de proteína.

4.2.3. Pruebas de rangos múltiples de Tukey

Tabla 23.

Pruebas de rangos múltiples de Tukey para proteínas

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Heterogéneo
T5	2	6,52	X
T3	2	7,08	XX
T6	2	7,19	XX
T2	2	7,23	XX
T7	2	7,42	XX
T8	2	7,75	XX
T4	2	7,98	XX
T1	2	8,92	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 23 se presenta que el T1 (a1b1c1 35% mora:35% guayaba + 30% de fréjol + goma xantana) registró la media más alta con un valor de (8,92 %) se posicionó como el tratamiento de mayor eficiencia en la variable de respuesta evaluada,

superando estadísticamente al resto de tratamientos dentro del diseño experimental seguido por el T4 (a1b2c2 20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) siendo la segunda media más alta con un valor de (7,98 %) , registrando una diferencia significativa respecto a T1.

4.3. Evaluación sensorial en los helados nutracéuticos

Para el cumplimiento del objetivo planteado se realizó la evaluación sensorial de los tratamientos de helado formulados, la cual se desarrolló mediante un panel de catación conformados por 30 jueces semientrenados**,** conforme a los lineamientos establecidos para el análisis sensorial de alimentos (INEN, 2013). La valoración consideró los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general**,** los cuales fueron calificados de manera individual mediante una escala hedónica estructurada de cinco puntos, instrumento ampliamente empleado para determinar el nivel de aceptación de productos alimenticios (Lin, 2012). La escala aplicada se fundamentó en la metodología propuesta por (ISO, 2023). Adaptada a las condiciones experimentales del presente estudio, con el propósito de asegurar la consistencia metodológica y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

4.3.1. Atributo color

Tabla 24.

Análisis de varianza ANOVA para el atributo color en los helados nutracéuticos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	11,5625	7	1,65179	2,42	0,0214
B: Catadores	51,6208	29	1,78003	2,60	0,0001
RESIDUOS	138,812	203	0,683805		
TOTAL (CORREGIDO)	201,996	239			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la tabla 24, se muestra el análisis de varianza ANOVA para evaluar el atributo color. Los valores-P permiten identificar el grado de significancia estadística de los tratamientos estudiados. Se evidenció que el valor-P de 0,0214 para el factor Tratamientos es menor de 0,05, por lo tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos respecto al atributo color.

Al existir diferencia significativa en los tratamientos, se aplica una prueba de rangos múltiples de Tukey para determinar que tratamiento presenta mayor valor promedio en cuanto al atributo color.

Tabla 25.

Pruebas de Rangos Ordenados de Tukey para el atributo color

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T7	30	3,20	0,150975	X
T3	30	3,40	0,150975	X
T8	30	3,40	0,150975	X
T5	30	3,40	0,150975	X
T1	30	3,43	0,150975	X
T6	30	3,53	0,150975	X
T2	30	3,60	0,150975	X
T4	30	4,00	0,150975	XX

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 25 en cuanto a los tratamientos el T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) obtuvo la media más alta con un valor de 4,00 lo que, según la escala hedónica utilizada, lo ubica en la categoría de Muy bueno.

4.3.2. Atributo olor

Tabla 26.

Análisis de varianza ANOVA para el atributo olor en los helados nutracéuticos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	5,89583	7	0,842262	1,88	0,0737
B: Catadores	15,3708	29	0,530029	1,19	0,2455
RESIDUOS	90,7292	203	0,446942		
TOTAL (CORREGIDO)	111,996	239			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la Tabla 26, se muestra el análisis de varianza ANOVA para evaluar el atributo olor. Los valores-P permiten identificar el grado de significancia estadística de los tratamientos estudiados. Se evidenció que el valor-P de 0,0737 para el factor Tratamientos es mayor de 0,05, por lo tanto, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos respecto al atributo olor.

Pese que no se presenta diferencia estadística significativa en los tratamientos se procede a aplicar la prueba de rangos múltiples de Tukey para conocer cuál de ellos presenta mayor valor.

Tabla 27.

Pruebas de Rangos Ordenados de Tukey para el atributo olor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T8	30	3,17	0,122058	X
T6	30	3,20	0,122058	X
T3	30	3,30	0,122058	X
T7	30	3,33	0,122058	X
T1	30	3,40	0,122058	X
T2	30	3,40	0,122058	X
T5	30	3,47	0,122058	X
T4	30	3,70	0,122058	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 27 el T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) obtuvo la media más alta, lo que según la escala hedónica utilizada le corresponde a la escala entre agradable y tendiendo mayormente a muy agradable.

4.3.3. Atributo sabor

Tabla 28.

Análisis de varianza ANOVA para el atributo sabor en los helados nutracéuticos

Fuentes	Suma de cuadros	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor- P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	26,9333	7	3,84762	6,26	0,0000 **
B: Catadores	38,9833	29	1,34425	2,19	0,0009
RESIDUOS	124,817	203	0,61486		
TOTAL (CORREGIDO)	190,733	239			

** Altamente significativa

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la tabla 28 se muestra el análisis de varianza ANOVA para evaluar el atributo sabor. Se evidenció que el valor-P para el factor Tratamientos es menor a 0,05, por lo tanto, existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos respecto al atributo sabor.

Al existir diferencia significativa, se aplica una prueba de rangos múltiples de Tukey para determinar que tratamiento presenta mayor valor promedio en cuanto a dicho atributo.

Tabla 29.

Pruebas de Rangos Ordenados de Tukey para el atributo sabor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneo
T8	30	2,80	0,143162	X
T7	30	3,16	0,143162	XX
T5	30	3,23	0,143162	XX
T1	30	3,27	0,143162	XX
T3	30	3,36	0,143162	XXX
T2	30	3,57	0,143162	XX
T6	30	3,70	0,143162	XX
T4	30	3,97	0,143162	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 29 el T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) obtuvo la media más alta, lo que según la escala hedónica utilizada le corresponde a una valoración entre Agradable y tendiendo mayormente a Muy agradable.

4.3.4. Atributo textura

Tabla 30.

Análisis de varianza para el atributo textura en los helados nutracéuticos

Fuente	Suma de cuadros	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor- P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	10,2	7	1,45714	2,79	0,0086
B: Catadores	27,6833	29	0,954598	1,83	0,0088
RESIDUOS	106,05	203	0,522414		
TOTAL (CORREGIDO)	143,933	239			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla 30 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de los tratamientos sobre el atributo Textura del helado nutracéutico. El valor-P obtenido fue de 0,0086**,** siendo menor a 0,05, lo que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados sobre el atributo Textura.

Se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey para identificar cuál de los tratamientos presenta el mayor valor promedio en el atributo Textura y establecer los grupos homogéneos correspondientes.

Tabla 31.

Pruebas de Rangos Ordenados de Tukey para el atributo textura

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T5	30	3,10	0,131961	X
T6	30	3,37	0,131961	X
T2	30	3,40	0,131961	X
T8	30	3,47	0,131961	X
T1	30	3,50	0,131961	X
T3	30	3,53	0,131961	X
T4	30	3,63	0,131961	X
T7	30	3,87	0,131961	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 31 el T7 (28% mora:12% guayaba + 60% de fréjol + goma xantana) obtuvo la media más alta, lo que según la escala hedónica utilizada lo ubica en la categoría de Blando, lo que indica que T7 alcanza una puntuación superior, posicionándose como el tratamiento mejor valorado en cuanto al atributo textura.

4.3.5. Atributo aceptabilidad

Tabla 32.

Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad en los helados nutracéuticos

Fuente	Suma de cuadros	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor- P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	34,8958	7	4,98512	9,22	0.0000 **
B: Catadores	16,1708	29	0,557615	1,03	0,4281
RESIDUOS	109,729	203	0,540538		
TOTAL (CORREGIDO)	160,796	239			

** Altamente significativa

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la tabla 32 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de los tratamientos sobre el atributo Aceptabilidad. El valor-P obtenido fue de 0,0000, siendo menor a 0,05, lo que indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados sobre el atributo Aceptabilidad.

Al existir diferencia altamente significativa se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey para identificar cuál de los tratamientos presenta el mayor valor promedio en el atributo Aceptabilidad.

Tabla 33.

Pruebas de Rangos Ordenados de Tukey para el atributo aceptabilidad

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T8	30	3,07	0,134231	X
T7	30	3,23	0,134231	XX
T5	30	3,50	0,134231	XX
T1	30	3,83	0,134231	XX
T3	30	3,83	0,134231	XX
T2	30	3,87	0,134231	XX
T6	30	3,90	0,134231	X
T4	30	4,33	0,134231	X

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025).

En la tabla 33 el T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) obtuvo la media más alta, lo que según la escala hedónica utilizada lo ubica en la categoría de Excelente, lo que indica que T4 alcanza una puntuación superior, posicionándose como el tratamiento mejor valorado en cuanto al atributo aceptabilidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis sensorial, el tratamiento T4 (20% mora: 20% guayaba + 60% fréjol + carragenina) fue seleccionado como el mejor tratamiento. Esto se debe a que, de los 5 atributos evaluados, presentó los valores más favorables en la mayoría de ellos, destacándose principalmente en color, olor, sabor y aceptabilidad.

4.4. Determinar la relación costo/beneficio del o los mejores tratamientos.

Los resultados obtenidos permitieron identificar a los tratamientos con mejor desempeño. Entre ellos destacan el T1 por su mayor contenido de proteína, el T8 por su aporte de antioxidantes y el T4 por su mayor aceptabilidad sensorial. Con base en estos resultados, se realizó la relación costo–beneficio de los tratamientos.

Para el análisis económico del producto se realizó el estudio de costo en el desarrollo del helado nutracéutico tipo sánduche con base a mora, guayaba y fréjol, así como

materias primas y suministros utilizados durante el proceso como se detalla a continuación:

4.5. Resultado de costo producción en la elaboración del helado

Tabla 34.

Costo producción en la elaboración del helado

Cantidad procesada 100 g				
Materia prima/ Reactivos	**Cantidad**	**Precio por unidad $**	**Cantidad Utilizada**	**Precio total $**
Fréjol	0,5 lb	0,75	115 g	0,38
Panela	0,5 lb	0,50	14 g	0,03
Cocoa polvo	200 g	1,25	2,2 g	0,01
Mantequilla	0,5 lb	0,60	12 g	0,03
Huevo	1 u	0,15	1 u	0,15
Esencia de vainilla	100 ml	1	0,7 ml	0,007
Bicarbonato	50 g	0,6	0,35 g	0,004
Polvo de hornear	60 g	1	1,6 g	0,03
Canela en polvo	50 g	1	0,50 g	0,01
Carragenina	1 onz	0,80	0,05 g	0,001
Goma xantana	1 g	0,0091	0,2 g	0,001
Guayaba	0,5 lb	0,50	20 g	0,04
Mora	0,5 lb	0,50	30 g	0,06
Crema de leche	236 ml	1,5	25 g	0,16
leche condensada	397 g	2	25 g	0,13
Costo de producción total				1,04

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin (2025)

4.5.1. Análisis costo/beneficio del o los mejores tratamientos

Tabla 35.

Costo/beneficio del mejor tratamiento

Materia prima/ Reactivos	**Cantidad**	**Precio por unidad $**	**Cantidad Utilizada T4**	**Costo T4**	**Cantidad Utilizada T1**	**Costo T1**	**Cantidad Utilizada T8**	**Costo T8**
Fréjol	0,5 lb	0,75	115 gr	0,38	92 gr	0,3	115 gr	0,25
Panela	0,5 lb	0,50	14 gr	0,03	14 gr	0,03	14 gr	0,03
Cocoa polvo	200 gr	1,25	2,2 gr	0,01	2,2 gr	0,01	2,2 gr	0,01
Mantequilla	0,5 lb	0,60	12 gr	0,03	12 g	0,03	15 gr	0,04
Huevo	1 u	0,15	1 u	0,15	1 u	0,15	1 u	0,15
Esencia de vainilla	100 ml	1	0,7 ml	0,007	0,7 ml	0,007	0,7 ml	0,007
Bicarbonato	50 gr	0,60	0,35 g	0,004	0,35 gr	0,004	0,35 gr	0,004
Polvo de hornear	60 gr	1	1,6 g	0,03	1,2 gr	0,02	1,6 gr	0,03
Canela en polvo	50 gr	1	0,5 g	0,01	0,5 gr	0,01	0,5 gr	0,01
Carragenina	1 onz	0,80	0,05 gr	0,001	0	0	0,05 gr	0,001
Goma xantana	1 gr	0,0091	0	0	0,4 gr	0,004	0	0
Mora	0,5 lb	0,50	20 g	0,04	20 g	0,04	30 g	0,07
Guayaba	0,5 lb	0,50	30 g	0,07	30 g	0,07	20 g	0,04
Crema de leche	236 ml	1,50	25 g	0,16	25 g	0,16	25 g	0,16
Leche condensada	397 g	2	25 g	0,13	25 g	0,13	25 g	0,13
Empaques	1	0,50	1	0,50	1	0,50	1	0,50
Etiquetas	1	0,50	1	0,50	1	0,50	1	0,50
Costo de producción total de 100 g				**2,05**		**1,97**		**1,93**
Costos indirectos (CI)								
Concepto				**Costo ($)**		**Costo ($)**		**Costo ($)**
Depreciación de equipos 5 %				0,10		0,10		0,10
Energía y gas 10 %				0,21		0,20		0,19
Mano de obra 13%				0,27		0,26		0,25
Total, costos indirectos				0,57		0,55		0,54
Costo total CD+CI				**2,63**		**2,52**		**2,47**

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin, (2025)

4.5.2. Costo/beneficio

Tabla 36.

Costo/beneficio del helado nutracéutico

Costo beneficio			
Tratamientos	T4	T1	T8
Producto terminado (g)	500	500	500
Costo unitario (100 g)	0,53	0,50	0,49
Costo/gr	0,005	0,005	0,005
Utilidad (21%)	0,11	0,11	0,10
PVP /100 g	0,64	0,61	0,60
Ingreso total (PVP/g*PT)	3,18	3,05	2,99
Costo/beneficio (IT/CT)	1,21	1,21	1,21

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin, (2025).

En la tabla 36 los tres tratamientos evaluados parten de una producción uniforme de 500 g con un costo por gramo de $0,005 y un margen de utilidad del 21%. T8 presenta el menor costo unitario ($0,49/100g), lo que reduce su precio de venta a $0,60 y genera un ingreso total de $2,99.

Sin embargo, T4 presenta el mayor costo unitario y genera el mayor ingreso total mientras que el T1 se mantiene con un valor intermedio En términos de rentabilidad, los tres tratamientos alcanzan una relación costo/beneficio de 1,21, evidenciando que los tratamientos son económicamente viables

4.6. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Verificación de la hipótesis

Para verificar la hipótesis se comparó los valores de F calculada del cuadro de análisis de varianza ANOVA en función al contenido de proteína y actividad antioxidante con los valores de F correspondiente a la tabla de Fisher al 0,05 de significancia, con la siguiente denominación: si F calculado es mayor que F de tablas se rechaza la Ho (Hipótesis nula) y se acepta la H1 (Hipótesis alternativa).

4.6.1. Comprobación de hipótesis para la cantidad de antioxidantes

Tabla 37.

Comparación de los valores F en el contenido de Antioxidantes

	Antioxidantes	
	Valor -F calculado	**Valor -F tabulado**
A: Relación de pulpas mora: guayaba	0,33	4,49
B: Porcentaje de fréjol en wafer	0,15	4,49
C: Tipo de estabilizante en el wafer	147,17	4,49
INTERACCIONES		
AB	0,61	4,49
AC	3,91	4,49
BC	42,99	4,49
ABC	15,54	4,49

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin, (2025)

La Tabla 37 compara los valores de F calculados vs F tabulados al 95% de confianza, cuando el valor el F calculado supera al valor de F tabulado existe una diferencia altamente significativa como es el caso del factor C (Tipo de estabilizante en el wafer) y de la intersección BC (Porcentaje de fréjol en el wafer) (Tipo de estabilizante en el wafer) y presenta diferencia significativa la intersección triple ABC, indicando que

estos factores e intersecciones inciden en el contenido de antioxidantes en los helados nutracéuticos desarrollados.

4.6.2. Comprobación de hipótesis para la cantidad de proteína

Tabla 38.

Comparación de los valores F en el contenido de proteínas.

	Proteína	
	Valor -F calculado	**Valor -F tabulado**
A: Relación de pulpas mora: guayaba	40,68	4,49
B: Porcentaje de fréjol en wafer	2,28	4,49
C: Tipo de estabilizante en el wafer	1,24	4,49
INTERACCIONES		
AB	33,22	4,49
AC	15,23	4,49
BC	38,17	4,49
ABC	61,47	4,49

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin, (2025)

La Tabla 38 compara los valores de F calculados vs F tabulados al 95% de confianza, cuando el valor F calculado supera al valor de F tabulado existe una diferencia altamente significativa como es el caso del factor A (Relación de pulpas mora-guayaba) y de las interacciones AB (Relación de pulpas mora-guayaba) (Porcentaje de fréjol en wafer), BC (Porcentaje de fréjol en wafer) (Tipo de estabilizante en el wafer) y la interacción triple ABC, indicando que estos factores e interacciones inciden en el contenido de proteína en los wafer nutracéuticos desarrollados.

4.7. Comparación de los valores F en el análisis sensorial

Tabla 39

Comparación de los valores F en el análisis sensorial

	Cataciones	
	Valor -F calculado	**Valor -F tabulado**
A: Tratamientos Color	2,42	2,06
A: Tratamientos Olor	1,88	2,06
A: Tratamientos Sabor	6,26	2,06
A: Tratamientos Textura	2,79	2,06
A: Tratamientos Aceptabilidad	9,22	2,06

Nota. Elaborado por Puchaicela & Vistin, (2025)

La Tabla 39 compara los valores de F calculados vs F tabulados al 95% de confianza en el análisis sensorial del helado nutracéutico tipo sánduche. Los atributos de color, sabor, textura y aceptabilidad presentan valores F calculados superiores al F tabulado, evidenciando diferencias significativas entre tratamientos, donde el sabor y la aceptabilidad muestran la mayor diferencia, indicando que los tratamientos inciden notablemente en la percepción del panel de catación. El atributo olor no supera el valor F tabulado, por lo que los tratamientos no generaron diferencias significativas en esta característica sensorial.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó el contenido de proteína y antioxidantes de la mora, guayaba y fréjol negro, utilizando la normativa INEN ISO 8968-1:2014 para la cuantificación de proteína y el método ABTS para la evaluación de la capacidad antioxidante, obteniéndose resultados confiables que evidencian el aporte proteico del fréjol negro y el alto contenido antioxidante de las materias primas utilizadas.
- Para determinar la mezcla óptima de fréjol negro, mora y guayaba en la elaboración de un helado nutracéutico tipo sánduche, se empleó un diseño experimental factorial 2^k. El factor A correspondió a la relación pulpa de mora y guayaba, el factor B al porcentaje de fréjol negro incorporado en la formulación y el factor C al tipo de estabilizante utilizado. Durante el proceso de elaboración se mantuvieron condiciones estandarizadas de procesamiento, lo que permitió evaluar de manera objetiva la influencia de cada factor y de sus interacciones sobre el contenido de proteína y la capacidad antioxidante del producto final. De manera general, la mejor formulación en las determinaciones realizadas fue aquella con mayor proporción de fréjol negro y mora, destacándose el uso de carragenina como estabilizante, al presentar valores superiores tanto de proteína como de capacidad antioxidante.
- En los análisis de capacidad antioxidante, el tratamiento T8 (28 % mora, 12 % guayaba, 60 % de fréjol negro y carragenina) presentó la mayor actividad antioxidante, con un valor promedio de 14,89 µmol ET/g de muestra. Señalando que la mora es la materia prima con mayor incidencia significativa en la capacidad antioxidante del helado nutracéutico tipo sánduche. En cuanto al contenido de proteína, el tratamiento T1 (35 % mora, 35 % guayaba, 30 % de fréjol negro y goma xantana) registró el mayor valor promedio (8,92 %),

indicando que el fréjol negro fue el ingrediente con mayor incidencia significativa sobre el contenido proteico del producto final.

- En el análisis sensorial con 30 catadores semi-entrenados, utilizando una escala hedónica de 1 al 5, se determinó el grado de aceptabilidad del helado nutracéutico, mencionando que el tratamiento T4 (20% mora:20% guayaba + 60% de fréjol + carragenina) presenta mejores valores estadísticos obteniendo las calificaciones en los atributos color, olor, sabor y aceptabilidad. Este resultado se atribuye a la combinación de factores: la relación equilibrada de pulpas de mora y guayaba (20:20), el mayor porcentaje de fréjol (60%).
- El análisis económico de los tres tratamientos demostró que la elaboración del producto presenta viabilidad técnica y económica en todos los casos. Los costos unitarios por cada 100 g fueron de $0,53, $0,50 y $0,49 para T4, T1 y T8 respectivamente, con precios de venta público de $0,64, $0,61 y $0,60. En los tres tratamientos se obtuvo una relación costo/beneficio de 1,21, lo que indica que por cada $1,00 invertido se recupera $0,21, confirmando la rentabilidad del proceso productivo. Con una producción de 500 g por lote, los ingresos totales proyectados fueron de $3,18, $3,05 y $2,99 para T4, T1 y T8 respectivamente, siendo el tratamiento T8 el más eficiente económicamente al presentar el menor costo de producción sin comprometer la rentabilidad, lo que evidencia su mayor potencial para una producción a escala comercial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere mantener un control estricto de los parámetros fisicoquímicos de los ingredientes bajo normas NTE INEN y métodos AOAC. Esto garantiza uniformidad, inocuidad y estabilidad del helado durante su producción comercial.
- Es necesario realizar un remojo previo del fréjol negro de 12 a 24 horas. Descartar el agua de remojo antes del proceso térmico. Esta práctica mejora la textura, digestibilidad y calidad del producto final.
- Se recomienda que futuras investigaciones analicen el reemplazo parcial o total del fréjol negro (*Phaseolus vulgaris*) por otras leguminosas o fuentes vegetales de proteína, tales como la lenteja (*Lens culinaris*), el garbanzo (*Cicer arietinum*) o la quinua (*Chenopodium quinoa*), con el propósito de comparar su contribución al contenido proteico, la capacidad antioxidante y su incidencia en las características sensoriales del helado nutracéutico, permitiendo así optimizar la formulación y ampliar las alternativas para el desarrollo de productos alimenticios funcionales.
- Se sugiere evaluar la incorporación de frutas con alto contenido antioxidante como granada, frambuesa o arándano. La adición de estos ingredientes potencia el valor funcional del helado. El objetivo es mejorar el contenido de proteína, antioxidantes y aceptación sensorial del producto.
- Profundizar en el estudio del tratamiento T4 (20% mora:20% guayaba + 60% fréjol + carragenina) dado su mejor desempeño en catación. Analizar su perfil nutricional completo, vida útil y potencial de escalamiento industrial permitirá validar su viabilidad comercial
- Investigar formulaciones que equilibren el aporte proteico del T1 (35% mora:35% guayaba + 30% fréjol + goma xantana) con la capacidad antioxidante del T8 (28% mora:12% guayaba + 60% fréjol + carragenina). Este balance podría generar un producto funcionalmente superior manteniendo características organolépticas aceptables.

BIBLIOGRAFIA

Aguayo Rojas, J., Rochín-Medina, J. J., Mora-Rochín, S., Navarro-Cortez, R. O., Tovar-Jiménez, X., Quiñones-Reyes, G., & Ayala-Luján, J. L. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. *Acta Universitaria*, *31*, 1-13. https://doi.org/10.15174/au.2021.3059

Aguilera-Arango, G. A., Rodríguez-Henao, E., Chaparro-Zambrano, H. N., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2020). Estado actual de la investigación para el cultivo de guayaba en Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 845-860. https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40207

Aldana, E. (2021). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de frijol Phaseolus vulgaris (Icta patriarca e Icta ligero) comparado con una variedad criolla del municipio de guastatoya, el progreso; y diagnóstico u servicios realizados en aldea palo Amontonado, Guastatoya, El Progreso, Guatemala, C A.* [Trabajo de Graduacion, Universidad De San Carlos De Guatemala Centro Universitario De el Progreso Área Integrada (EPS)]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/38/38_0132.pdf

Anaya, C. (2022). Refrescándose con un ícono: El viaje del sándwich de helado. *Coupe du Monde*. https://pastryteamusa.com/the-journey-of-the-ice-cream-sandwich/

Angulo, A. (2023). Guayaba: Beneficios, propiedades y usos. *FarmaZara*. https://farmazara.es/blog/dietetica/alimentos/guayaba/?srsltid=AfmBOop_mn-dKB89bTMVklBBPvOHcF-a3EmVCtCdsmSnoqKDUMfk93Eh

Angulo-López, J. E., Flores-Gallegos, A. C., Torres-León, C., Ramírez-Guzmán, K. N., Martínez, G. A., & Aguilar, C. N. (2021). Guava (*Psidium guajava L.*) Fruit and Valorization of Industrialization By-Products. *Processes*, *9*(6), 1075. https://doi.org/10.3390/pr9061075

Arévalo-Marín, E., Casas, A., Landrum, L., Shock, M. P., Alvarado-Sizzo, H., Ruiz-Sanchez, E., & Clement, C. R. (2021). The Taming of Psidium guajava: Natural and Cultural History of a Neotropical Fruit. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 714763. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.714763

Armstrong, C. (2024). La Revolución de la Ciencia de las Proteínas: Implicaciones para la salud humana y suposiciones de mortalidad. *RGA*. https://rgaconocimiento.com/articulos/la-revolucion-de-la-ciencia-de-las-proteinas-implicaciones-para-la-salud-humana-y-suposiciones-de-mortalidad/

Arrellano, M. (2023). *Elaboración de un helado tipo sánduche de banano rojo (musac acuminata) y doble wafer de harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) fuente de proteína* [Trabajo De Titulación, Universidad Agraria Del Ecuador].https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Arellano%20Naranjo%20Mario%20Moises.pdf

Bedoya, R. A., & Maldonado, M. E. (2022). Características nutricionales y antioxidantes de la especie de frijol petaco (*Phaseolus coccineus*). *Revista Chilena de Nutrición*, *49*(1), 34-42. https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000100034

Borbon, J. (2020). La historia de la Mora (¿de Castilla?). *La historia de las plantas*. https://severaflor2.blogspot.com/2020/01/la-historia-de-la-mora-de-castilla.html

Calderón, M. D. C., Ettiene, G. R., Pérez-Pérez, E., Sandoval, L., Silva, R., Varón, C., & Medina, D. (2022). Actividad antioxidante y calidad microbiológica de pulpas de *psidium guayava* en condiciones de almacenamiento. *Revista Bases de la Ciencia*, *7*(3), 15-30. https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v7i3.4654

Calvez, J., Azzout-Marniche, D., & Tomé, D. (2024). Protein quality, nutrition and health. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1406618. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1406618

Campo-Banguero, L. M., & Ramírez-Navas, J. S. (2021). Capacidad antioxidante en helados y derivados lácteos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, *8*(1), 23-41. https://doi.org/10.23850/24220582.3982

Carabalí Muñoz, A., Canacuán Nasamuez, D. E., Montes Prado, M., Deantonio-Florido, L. Y., Lesmes Suárez, J. C., Holguín, C. M., Sánchez Bernal, A. N., & Jaramillo Laverde, A. (2021). *Plagas y enfermedades de la guayaba (Psidium guajava) en Colombia* (Primera). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigation.7404579

Chávez, M. (2022). *Elaboración de helado a base de poroto* [Proyecto de grado, Instituto Tecnológico «María Cristina»].

https://repositorio.cemse.edu.bo/docs/repositorio/proyecto-final-montano-chavez-mariana-24-02-22-pdf_211.pdf

Chicaiza, R. (2019). *"Inducción de floración y cosecha en la guayaba (Psidium guayaba), mediante la aplicación de nitrato de potasio (KNO3)"*. [Documento final del proyecto de investigación, Universidad Técnica De Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0065f30e-81e8-4389-820b-b2fa3932b0aa/content

Chusin, C. (2024). *"Eficiencia del cultivo mora (Rubus glaucus Benth) con la aplicación de nitrógeno y potasio"* [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c9a466f0-bb0b-4dcf-b6eb-e7bb48f892a1/content

Costa, M., Sezgin-Bayindir, Z., Losada-Barreiro, S., Paiva-Martins, F., Saso, L., & Bravo-Díaz, C. (2021). Polyphenols as Antioxidants for Extending Food Shelf-Life and in the Prevention of Health Diseases: Encapsulation and Interfacial Phenomena. *Biomedicines*, *9*(12), 1909. https://doi.org/10.3390/biomedicines9121909

Cubero, V. (2024). Guayaba, la fruta exótica rica en vitamina C perseguida en internet [Fundación grupo Cajamar]. *Tierra*. https://www.plataformatierra.es/actualidad/guayaba-la-fruta-exotica-que-arrasa-internet

De Paiva Gouvêa, L., Caldeira, R. F., Azevedo, T. D. L., Antoniassi, R., Galdeano, M. C., Felberg, I., Lima, J. R., & Mellinger, C. G. (2024). Nutritional

properties of common bean protein concentrate compared to commercial legume ingredients for the plant-based market. *Current Research in Food Science*, *9*, 100937. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100937

Fernández, S. (2020). *Diseño de experimentos* [Trabajo de fin de Master, Universidad Politécnica de Catalunya]. https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/f0fb825d-bc69-4947-8b52-26b3f0eb047c/content

Gómez, E. (2022). *Estimación de la vida útil de bases para helado mediante el modelado cinético de atributos fisicoquímicos y microbiológicos* [Tesis, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/2909/3/AT26588.pdf

González, J. (2021). *"Rendimiento y componentes en frijol (Vigna unguiculata L.), e ibe (Phaseolus lunatus L.) bajo condiciones de riego y sequía".* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico De China]. https://rinacional.tecnm.mxz/bitstream/TecNM/4197/1/TESIS%20-%20González%20Gutierrez%20Mass%20Bojorquez.pdf

INEN. (2013). *NTE INEN 706:2013 Helados Requisitos (2da revisión)* (p. 12) [Norma técnica ecuatoriana]. https://es.scribd.com/document/461657342/nte-inen-706-2-1-pdf

INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 706:2013: Helados. Requisitos. *Norma técnica*. https://www.scribd.com/document/461657342/nte-inen-706-2-1-pdf

ISO. (2023). *ISO 8586:2023 Sensory analysis—Selection and training of sensory assessors*. *2*. https://es.scribd.com/document/854948330/ISO-8586-2023-reclutamiento-y-entrenamiento-de-los-evaluadores

Juárez, C. (2020). Comprueban alta calidad de la proteína del frijol negro. *The food teach*. https://thefoodtech.com/soluciones-y-tecnologia-alimentaria/comprueban-alta-calidad-de-la-proteina-del-frijol-negro/

Kiełczewska, K., Smoczyński, M., & Gutkowska, M. (2025). The Use of High-Protein Preparations in Ice Cream Production. *Foods*, *14*(3), 345. https://doi.org/10.3390/foods14030345

Lin, T.-N. (2012). *Sensory analysis, instrumental analysis, and consumers' acceptance toward multifunctional ice creams* [Ph. D., University of Missouri--Columbia]. https://doi.org/10.32469/10355/15082

Mata, F. (2020). *Helado de zanahoria (Daucus carota) en base láctea enriquecida con extracto de alfalfa (Medicago sativa) como fuente de hierro trabajo experimental* [Trabajo De Titulación, Universidad Agraria Del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MATA%20LUNA%20FERNANDO%20NORBERTO%202_compressed.pdf

Mazmanyan, V. (2025). Información nutricional del helado: Calorías, carbohidratos, IG, proteínas, fibra, grasas [Blog]. *Food Struct*. https://foodstruct.com/food/ice-cream

Mazmayan, V. (2023). Moras: Información nutricional, índice glucémico y calorías. *foodstruct*. https://foodstruct.com/food/mulberries-raw

Medina, F. (2022). *«Caracterización morfológica de 50 accesiones del germoplasma de frijol " Phaseolus vulgaris" en el Valle de chicha»* [Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6907/NICANOR%20Francisco%20Medina%20Portilla_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meng, Q., Manghwar, H., & Hu, W. (2022). Study on Supergenus Rubus L.: Edible, Medicinal, and Phylogenetic Characterization. *Plants*, *11*(9), 1211. https://doi.org/10.3390/plants11091211

Morales, D. (2016). *Evaluación de las características agronómicas y pomológicas de dos clones experimentales y una variedad de mora de Castilla (Rubus glaucis Benth) , en rumilarca, San Juan de ilumansi, Otalavalo-Imbarura* [Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Del Norte]. https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5342/1/03%20AGP%20198%20Tesis%20de%20grado.pdf

Moreno, J. (2020). *Plan de negocios para una empresa de producción y exportación de helados artesanales de frutas tropicales en la cuidad de Latacunga-Ecuador* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Administración de Empresas., Universidad Técnica de Cotopaxi]. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/664a0a94-fbb3-4fe6-bafd-1a3176829969/content

Mykhalevych, A., Polishchuk, G., Bandura, U., Osmak, T., & Bass, O. (2024). Determining the influence of plant-based proteins on the characteristics of dairy ice cream. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *4*(11 (130)), 6-15. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308635

Naranjo, M. (2023). *Elaboración de un helado tipo sánduche de banano rojo (musac acuminata) y doble wafer de harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) fuente de proteína* [Universidad Agraria Del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Arellano%20Naranjo%20Mario%20Moises.pdf

Pérez, S. (2017). *Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (Phaseolus vulgaris L.) En la localidad de los palacios*. *38*(3), 8. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000300008

Quilumbaquin, V. (2023). *Desarrollo de un nuevo producto de Pulpa Mix a base de Mora, Mortiño y Fresa en la provincia de Pichincha, parroquia Cayambe.* [Instituto Tecnológico Superior Ecuatoriano de Productividad]. https://itsep.edu.ec/wp-content/uploads/2024/07/ITSEP-EC-PCA-2022-0005.pdf

Salazar-Montoya, J. A., Hereira-Pacheco, S., Cruz-Orea, A., & Ramos-Ramírez, E. G. (2022). Composition, antioxidant activity and rheological characteristics of spreadable pastes with blackberry pulp (*Rubus fruticosus)*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *16*(2), 1459-1471. https://doi.org/10.1007/s11694-022-01279-4

Salcedo, D. (2019). *"Evaluación de características botánicas morfológicas y fisicoquímicas, y el contenido de polifenoles y vitamina C de cuatro cultivares de mora (Rubus glaucus) para determinar su estabilidad durante el período de cosecha* [Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título de: Químico de Alimentos, Universidad Central Del Ecuador]. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0245676e-b806-48f7-ac05-1905128d9511/content

Saltos Espín, R. D. (2020). Rendimiento y atributos de calidad de mora (*Rubus glaucus Benth)* de cuatro zonas productoras de Bolívar. *Revista de Investigación Talentos*, *7*(2), 33-45. https://doi.org/10.33789/talentos.7.2.133

Viáfara-Banguera, D., Reyes-Mera, J. J., Caicedo-Quinche, W. O., & Paredes-Ulloa, C. O. (2024). Composición química y compuestos fenólicos totales de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava L.*) en diferentes estados de maduración bajo las condiciones de la Amazonia ecuatoriana. *Código Científico Revista de Investigación*, *5*(E4), 466-485. https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/504

Vivas-Álzate, L. C., Ciro-Velásquez, H. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., & Pérez Monterroza, E. J. (2025). Evaluating the Andean blueberry (*Vaccinium meridionale Swartz*) powder in the preparation of ice cream: Improving the antioxidant capacity and the total phenolic content. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *78*(1), 11015-11023. https://doi.org/10.15446/rfnam.v78n1.109366

Walker, L. (2025). ¿Qué países de la UE son los principales productores de helado? [Blog]. *euro news*. https://es.euronews.com/my-europe/2025/08/18/que-paises-de-la-ue-son-los-principales-productores-de-helado

Zehiroglu, C., & Ozturk Sarikaya, S. B. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *Journal of Food Science and Technology*, *56*(11), 4757-4774. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x

Ziarno, M., Cichońska, P., Kowalska, E., & Zaręba, D. (2024). Probiotic-Enriched Ice Cream with Fermented White Kidney Bean Homogenate: Survival, Antioxidant Activity, and Potential for Future Health Benefits. *Molecules*, *29*(13), 3222. https://doi.org/10.3390/molecules29133222

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación





Anexo 2.

Resultados de laboratorio

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 2

INFORME Nº 715-2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Deisy Leonela Puchaicela Quishpe y Jenifer Guadalupe Vistin Yépez
Muestra	Helados de fréjol cocido con mora y guayaba en diferentes porcentajes
Código asignado UEB	INV- 1610, INV-1611, INV-1612, INV-1613, INV-1614, INV-1615, INV-1616, INV-1617, INV-1618, INV-1619, INV-1620
Estado de la muestra	Sólido
Envase de recepción	Frascos de plástico esterilizados
Análisis requerido(s)	Proteína total
Fecha de recepción	25/11/2025
Fecha de análisis	28-29/11/2025
Fecha de informe	05/12/2025
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV-1610	Helado tipo sánduche a base de mora el 35%, guayaba 35% y fréjol negro 30%, con goma xantana.	Proteína Total	%	Dumas	9,13 9,06 8,56	8,92
INV-1611	Helado tipo sánduche a base de mora el 35%, guayaba 35% y fréjol negro 30%, con carragenina	Proteína Total	%	Dumas	7,44 7,25 7,00	7,23
INV-1612	Helado tipo sánduche a base de mora el 20%, guayaba 20% y fréjol negro 60%, con goma xantana.	Proteína Total	%	Dumas	7,06 7,19 7,00	7,08
INV-1613	Helado tipo sánduche a base de mora el 20%, guayaba 20% y fréjol negro 60%, con carragenina.	Proteína Total	%	Dumas	8,69 7,75 8,19	7,98
INV-1614	Helado tipo sánduche a base de mora el 49%, guayaba 21% y fréjol negro 30%, con goma xantana.	Proteína Total	%	Dumas	6,81 6,25 6,50	6,52
INV-1615	Helado tipo sánduche a base de mora el 49%, guayaba 21% y fréjol negro 30%, con carragenina.	Proteína Total	%	Dumas	7,19 7,13 7,25	7,19
INV-1616	Helado tipo sánduche a base de mora 28%, guayaba 12% y fréjol negro 60% con goma Xantana.	Proteína Total	%	Dumas	7,31 7,50 7,44	7,42

INV-1617	Helado tipo sánduche a base de mora 28%, guayaba 12% y fréjol negro 60% con carragenina	Proteína Total	%	Dumas	7,63 7,88 7,75	7,75
INV-1618	Fréjol negro cocido	Proteína Total	%	Dumas	7,19 8,88 8,69	8,25
INV-1619	Pulpa de mora	Proteína Total	%	Dumas	0,75 1,13 0,98	0,95
INV-1620	Pulpa de guayaba	Proteína Total	%	Dumas	1,31 1,13 1,25	1,23

La muestra fue realizada por 3 réplicas

Datos	Elaborado por:	Revisado por:
Firma		
Nombre y Apellido	Blg. Manuela Isabel Paredes	Ing. Favián Bayas Morejón, PhD
Cargo	TÉCNICO DOCENTE	DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR — DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	IR-AA
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS Nº 735

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante:	Deisy Puchaicela; Jenifer Vistín
Muestra:	Helado tipo sánduche a base dę mora, guayaba y fréjol negro; Fréjol negro cocido, Pulpa de mora y Pulpa de guayaba.
Código asignado UEB:	INV 1610, INV 1611, INV 1612, INV 1613, INV 1614, INV 1615, INV 1616, INV 1617, INV 1618, INV 1619, INV 1620.
Estado de la muestra:	Sólido – Congelado.
Envase de recepción:	Frasco plástico con 50 g aprox. de contenido de muestra.
Análisis requerido(s):	Actividad Antioxidante
Fecha de recepción:	26 de noviembre de 2025
Fecha de análisis:	28 al 26 noviembre de 2025
Fecha de informe:	01 de diciembre de 2025
Técnico (s) asignado:	MFQM

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 1610	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T1	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2´-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina) -6- sulfónico)	µmol ET/ g muestra	12,92
INV 1611	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T2				13,79
INV 1612	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T3				12,57
INV 1613	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T4				14,05
INV 1614	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T5				13,12
INV 1615	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T6				13,54
INV 1616	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T7				12,05
INV 1617	Helado tipo sánduche a base de mora, guayaba y fréjol negro. T8				14,89
INV 1618	Fréjol negro cocido				13,15
INV 1619	Pulpa de mora				215,44
INV 1620	Pulpa de guayaba				42,48

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

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

Ing. María Fernanda Quinteros
TÉCNICA DE LABORATORIO DIVIUEB
ELABORADO

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

Ing. Favian Bayas PhD.
DIRECTOR DIVIUEB
REVISADO

Anexo 3.

Fichas de la evaluación sensorial

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTADAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO AMBIENTE

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Fecha: _____

Instrucciones: Examine el helado nutracéutico tipo sánduche de mora, guayaba y frejol negro apreciando su apariencia y olor, luego pruébelo evaluando sabor, textura y calidad del wafer. Limpie su paladar con agua entre muestras y complete la hoja de catación de manera personal, objetiva y sin intercambiar opiniones durante la evaluación.

Marque con una **X** el punto que mejor indique su sentido a cerca de la muestra

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVA	MUESTRAS	
COLOR	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		
OLOR	1. Muy Desagradable		
	2. Desagradable		
	3. Agradable		
	4. Muy Agradable		
	5. Excelente		
SABOR	1. Muy Desagradable		
	2. Desagradable		
	3. Agradable		
	4. Muy Agradable		
	5. Excelente		
TEXTURA	1. Muy Duro		
	2. Duro		
	3. Semi Blando		
	4. Blando		
	5. Muy Blando		
ACEPTABILIDAD	1. Muy mala		
	2. Mala		
	3. Regular		
	4. Buena		
	5. Excelente		

Observaciones :

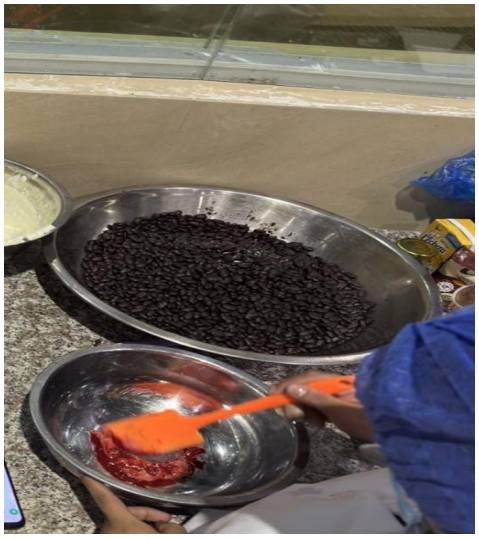
.....

Anexo 4.

Ingreso de materias primas.



Guayaba



Fréjol



Mora



Pulpas de guayaba y mora

Anexo 5.

Desarrollo de los helados



Cocción de mora y guayaba



Pulpas de mora y guayaba



Cocción de fréjol negro



Pesado



Pasteurización



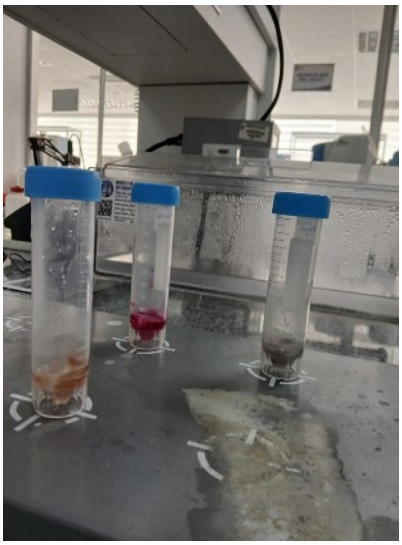
Moldeado

Anexo 6.

Análisis de la capacidad de antioxidantes y proteína en los helados.



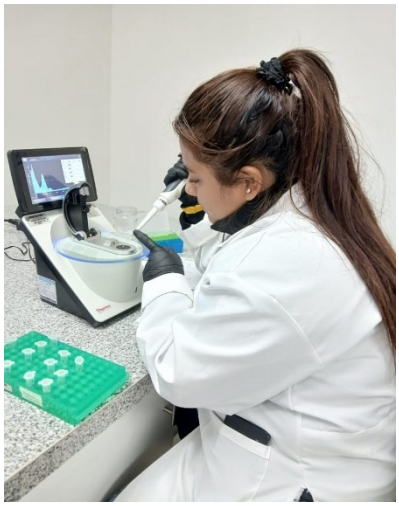
Identificación de las muestras



Agitación de las muestras



Preparación de muestras



Medición por cromatografía

Anexo 7.

Evaluación sensorial de los helados.



Capacitación



Capacitación



Evaluación sensorial -Dia 1



Evaluación sensorial -Dia 2



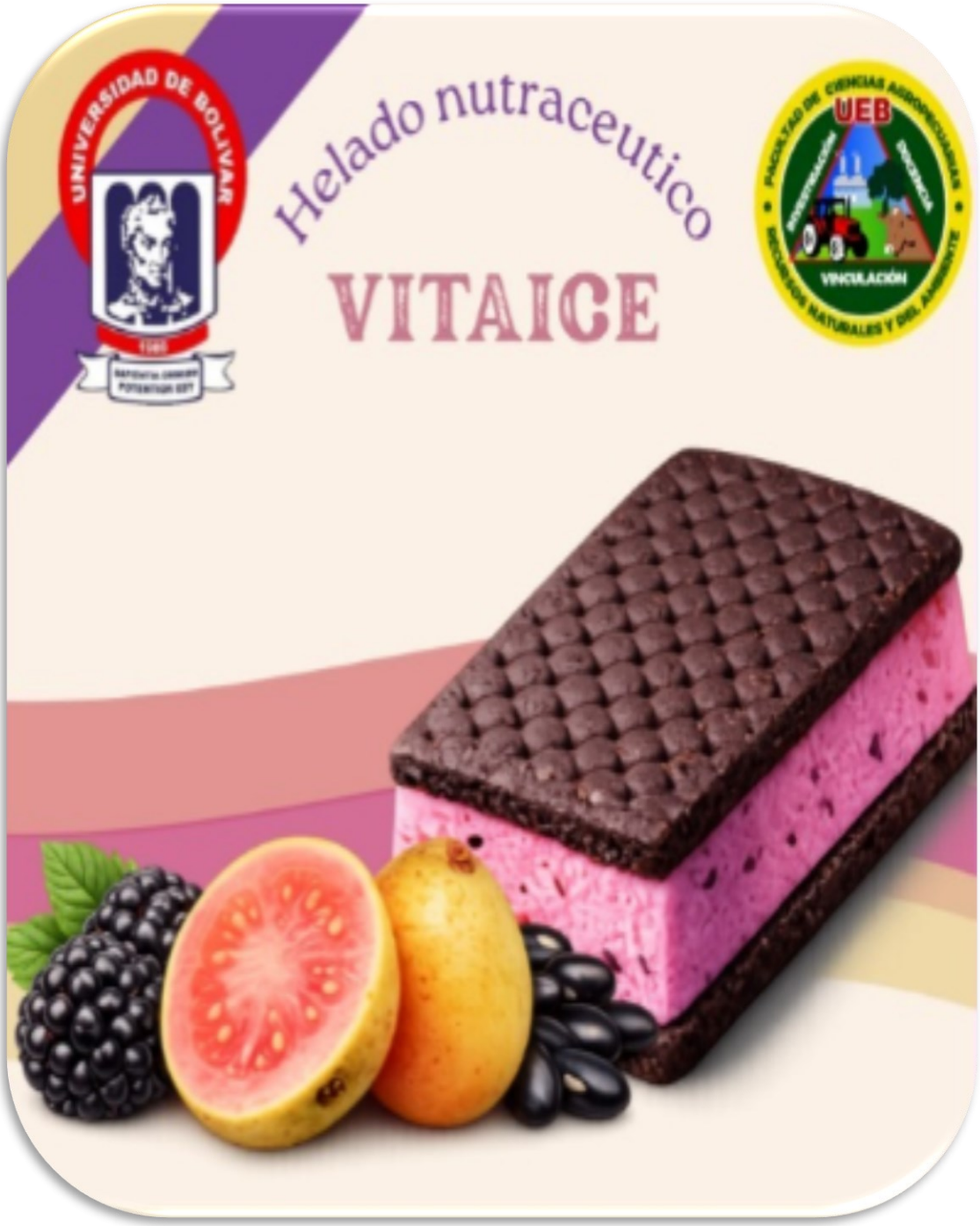
Evaluación sensorial -Dia 3



Evaluación sensorial -Dia 4

Anexo 8.

Etiqueta de presentación.



Anexo 9.

Glosario de términos técnicos

Nutracéutico: Producto alimenticio que, además de su valor nutricional, ofrece beneficios para la salud, ayudando a prevenir o tratar enfermedades.

Antioxidantes: Compuestos que protegen al organismo del daño causado por los radicales libres, ayudando a prevenir el envejecimiento celular y enfermedades crónicas.

Proteínas vegetales: Macromoléculas obtenidas de fuentes vegetales (como legumbres y cereales), esenciales para la reparación de tejidos y el desarrollo muscular.

Alimento funcional: Producto que, además de nutrir, proporciona efectos beneficiosos específicos sobre funciones del organismo, como la inmunidad o digestión.

Compuestos fenólicos: Sustancias químicas presentes en plantas con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potencial preventivo frente a enfermedades.

Innovación alimentaria: Proceso de desarrollo de nuevos productos o mejora de alimentos existentes con valor agregado en salud, sostenibilidad o aceptación sensorial.

Folato: Vitamina B9, esencial para la formación de ADN, división celular y producción de glóbulos rojos. Se encuentra en vegetales de hoja verde, legumbres y cereales fortificados.

Tiamina: Vitamina B1, necesaria para el metabolismo de carbohidratos y el funcionamiento del sistema nervioso. Presente en cereales integrales, carne de cerdo y legumbres.

Niacina: Vitamina B3, importante para el metabolismo energético, salud de la piel y sistema nervioso. Se encuentra en carnes, pescados, frutos secos y cereales.

Método de ABTS: Técnica analítica para medir la capacidad antioxidante de sustancias. ABTS es el nombre de un compuesto químico (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) que cambia de color al reaccionar con antioxidantes.

µmol ET/g: Unidad de medida de capacidad antioxidante. Significa micromoles de equivalentes de Trolox por gramo. El Trolox es un antioxidante de referencia usado para comparación.

Sinérgico: Efecto en el que dos o más elementos combinados producen un resultado mayor que la suma de sus efectos individuales. Por ejemplo, nutrientes que juntos tienen mayor beneficio.

Rentabilidad: Capacidad de generar ganancias o beneficios económicos en relación con la inversión realizada.

Viabilidad: Posibilidad de que algo se realice con éxito, sea sostenible o funcione adecuadamente en la práctica.

Hedónica: Relacionado con el placer sensorial. En análisis de alimentos, se refiere a la evaluación del agrado, sabor y aceptabilidad por parte de los consumidores.

Métodos AOAC: Métodos oficiales de análisis de la Association of Official Analytical Chemists, organización que establece protocolos estandarizados para análisis químicos en alimentos, productos agrícolas y otros materiales.