



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustria

TEMA:

DESARROLLO DE UNA BEBIDA ESFERIFICADA RICA EN ANTIOXIDANTES CON BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*) EDULCORADA CON MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera*).

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

AUTORES:

Aucatoma Chico Kelin Brillith

Angulo Alvear Cesar Elias

TUTOR:

Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD

GUARANDA - ECUADOR

2025

DESARROLLO DE UNA BEBIDA ESFERIFICADA RICA EN ANTIOXIDANTES CON BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*) EDULCORADA CON MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera*).

REVISADO Y APROBADO POR:



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Moreno Mejía', written over a horizontal dashed line.

Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD.

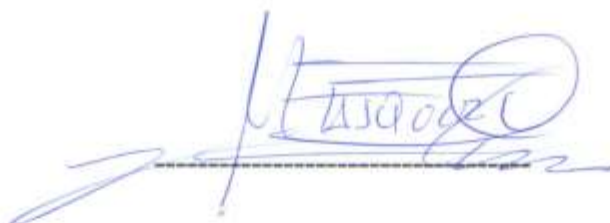
TUTOR



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patricia Iza', written over a horizontal dashed line.

Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

PAR LECTORA



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hugo Fabián Vásquez Coloma', written over a horizontal dashed line.

Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo Cesar Elias Angulo Alvear, con C.I. 020250869-3 y Kelin Brillith Aucatoma Chico con C.I. 025023310-3, 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.



.....
Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD
C.I: 1802080026
Tutor



.....
Cesar Angulo
C.I :0202508693
Autor



.....
Kelin Aucatoma
C.I: 0250233103
Autor



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



....rio

Nº ESCRITURA: 20250201003P03041

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: ANGULO ALVEAR CESAR ELIAS Y AUCATOMA CHICO KELIN BRILLITH

CUANTIA: INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS

J.G.

Factura: 001-005-000003888

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolivar, República del Ecuador, hoy dieciocho de noviembre del dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen; **ANGULO ALVEAR CESAR ELIAS**, soltero, celular 0962317906, domiciliado en el cantón San Miguel y de paso por este cantón y, **AUCATOMA CHICO KELIN BRILLITH**, soltera, celular 0984300898, domiciliado 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 UNA BEBIDA ESFERIFICADA RICA EN ANTIOXIDANTES CON BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*) EDULCORADA CON MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera*)**. Es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención de título de Ingenieros Agroindustriales en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, en la Universidad Estatal de Bolivar. 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.

ANGULO ALVEAR CESAR ELIAS
 C.C. 0202508693

AUCATOMA CHICO KELIN BRILLITH
 C.C. 0250233103

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
 NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



Tesis Angulo Cesar y Aucatoma Kelin.pdf



Jashore University of Science and Technology

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:529975907

108 páginas

Fecha de entrega

19 nov 2025, 8:48 a.m. GMT-5

20.871 palabras

Fecha de descarga

19 nov 2025, 8:51 a.m. GMT-5

111.013 caracteres

Nombre del archivo

Tesis Angulo Cesar y Aucatoma Kelin.pdf

Tamaño del archivo

2.8 MB

Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD
TUTOR




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)
- Abstract
- Methods and Materials

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
14 caracteres sospechosos en N.º de páginas

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento. Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para

buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.



Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD
TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo ha sido el resultado de años de dedicación, esfuerzo, y aprendizaje, y no hubiera podido llegar hasta aquí sin el apoyo de personas muy importantes en mi vida. Es a ellas a quienes dedico este logro.

A mis padres y familiares, quienes me abrazaron desde el primer día con su afecto incondicional, su fe en mis habilidades, inclusive cuando yo dudaba de ellas y su disposición a sacrificarse para garantizar que alcanzando mis sueños. Aprendí el valor de la disciplina, la humildad y la perseverancia de ustedes.

Gracias a todos mis mentores y profesores, por su paciencia y sabiduría aprendí a llegar hasta aquí. Por compartir su conocimiento y por desafiarme a ser mejor recibéndome y apoyarme con mis propias limitaciones. Por último, pero no menos importante, a mí misma, por tener la energía de la fuerza y la determinación de seguir adelante incluso cuando los obstáculos parecían demasiado difíciles. Este trabajo es la consecuencia de innumerables noches de estudio, momentos de duda y superación personal.

Kelin Aucatoma

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a aquellos que creían en mi cuando no podía hacerlo.

A Dios por brindarme la oportunidad de estudiar esta carrera tan maravillosa. A mi madre Carmen por ser mi apoyo incondicional, su esfuerzo para forjarme como la persona que soy ahora. A mi familia quienes siempre estuvieron presentes en momentos importantes, por su sostén constante y ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y perseverancia.

Además, a mis maestros por impartir sus conocimientos y motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

Este logro también es suyo. Con todo mi cariño, gratitud y respeto.

Cesar Angulo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más franco agradecimiento a las personas que han hecho que la realización de este trabajo de titulación sea posible. A mis padres, por su amor y paciencia incondicional, su apoyo firme y su fe inalterable en todas las etapas de mi educación. Su buena instrucción y esfuerzo es una guía constante para mis decisiones. Por brindarme siempre un espacio de contención y fortaleza.

Finalmente, a los docentes y asesores que, con su guía académica, en sus observaciones y con la experiencia enriquecieron este trabajo y sin lugar a dudas con aportes significativos en mi crecimiento profesional. A todos y cada una de las personas e instituciones que continua y furtivamente me apoyaron, en la elaboración de esta tesis; un agradecimiento eterno.

Kelin Aucatoma

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a todas las personas quienes hicieron lo posible para la culminación de una u otra forma de esta etapa tan importante en mi vida.

En primer lugar, darle gracias a Dios por saberme guiar en este camino. A mi familia, a mi madre y hermanos quienes estuvieron presente apoyándome con todos los conocimientos y valores inculcados para que pueda culminar mi formación universitaria

A mis catedráticos de la carrera que me ayudaron a seguir adelante para no rendirme. Quiero agradecer al Dr. Carlos Moreno por su valiosa participación como tutor para la realización de este proyecto, quien supo guiarnos y apoyarnos, por pedir siempre un poco más, cada clase, cada consejo y cada enmienda era esencial para lograr este objetivo.

Y por último quiero agradecer a mis amigos, compañeros y conocidos quienes me apoyaron con un granito de arena incondicionalmente y su presencia constante fue la clave para cumplir con este sueño.

Cesar Angulo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA.....	3
1.2.1 Formulación del problema	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4 HIPÓTESIS.....	6
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Materias primas	7
2.1.1 Arándanos.....	7
2.1.1.1 Origen e historia	7
2.1.1.2 Variedades	7
2.1.1.3 Usos industriales	8
2.1.1.4 Composición nutricional	10
2.1.2 Mora.....	10
2.1.2.1 Origen e historia	11
2.1.2.2 Variedades	11
2.1.2.3 Usos industriales	11
2.1.2.4 Composición nutricional	13
2.1.3 Miel de abeja	13

2.1.3.1 Origen e historia	14
2.1.3.2 Variedades	14
2.1.3.3 Usos industriales	16
2.1.3.4 Composición nutricional	17
2.2 Antioxidantes	17
2.3 Esferificación	19
2.3.1 Tipos de esferificación	20
2.3.1.1 Esferificación directa	20
2.3.1.2 Esferificación inversa	20
2.3.2 Agentes esferificantes.....	20
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 climática de la localidad.....	22
3.2 Metodología	22
3.2.1. Material experimental	22
3.2.2. Materiales de oficina	23
3.2.3. Materiales de campo	23
3.3 Métodos.....	23
3.3.1. Factores de estudio	23
3.3.2. Tratamientos	24
3.3.3 Tipo de diseño experimental	24
3.3.4. Descripción de características del experimento	25
3.3.5 Tabla ANOVA	26
3.3.6 Variables respuestas	26

3.5 Metodología de experimento.....	26
3.5.1 Descripción técnica del ensayo	26
3.7 Diagrama de flujo Bebida esferificada.....	29
3.8 Determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS.....	30
3.9 Evaluación sensorial por escala hedónica de cinco puntos	30
3.10 Tipos de análisis	30
CAPÍTULO IV	32
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.1. Análisis de antioxidantes en las materias primas	32
4.1.2. Cantidad de antioxidantes en las bebidas.....	34
4.1.3. Análisis bromatológicos y microbiológicos en el mejor tratamiento..	39
4.1.4. Evaluación del grado de aceptabilidad del mejor tratamiento.	42
4.1.5. Relación costo/beneficio en el mejor tratamiento	50
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	54
CAPÍTULO V	56
5.1 CONCLUSIONES	56
5.2 RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	PAG.
1	Valor nutricional de los arándanos (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	10
2	Valor nutricional de la mora (<i>Rubus ulmifolius</i>)	13
3	Composición nutricional de la miel de abeja (<i>Apis mellifera</i>).....	17
4	Factores de estudio.....	23
5	Combinaciones de los Tratamientos para un diseño factorial $2k^3$	24
6	Descripción del experimento.....	25
7	Análisis de varianza del experimento.....	26
8	Actividad antioxidante de las materias primas ($\mu\text{mol ET/ l muestra}$).....	32
9	Análisis de varianza para antioxidantes - Suma de cuadrados tipo III.....	34
10	Medias ajustadas para la interacción de los tres factores	35
11	Prueba Tukey para antioxidantes por tratamientos	36
12	Análisis bromatológicos de las materias primas y producto final.....	39
13	Análisis microbiológico de la bebida esferificada	41
14	Análisis de varianza para color en la bebida esferificada	42
15	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para color.....	43
16	Análisis de varianza para olor en la bebida esterificada	44
17	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para olor	45
18	Análisis de varianza para sabor en la bebida esferificada	46
19	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para sabor	46
20	Análisis de varianza para textura en la bebida esferificada.....	47
21	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para textura.....	48
22	Análisis de varianza para aceptabilidad en la bebida esferificada	49
23	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para aceptabilidad.....	49
24	Costos generales de producción	51
25	Análisis de costos de producción para el Tratamiento 1 (250 mL).....	52
26	Comprobación de hipótesis para actividad antioxidante.....	54
27	Comprobación de hipótesis para análisis sensorial.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	PAG.
1	Interacción para esferificante por porcentaje de gluconolactato de calcio	37
2	Interacción para porcentaje de fruta por agente esferificante	38
3	Interacción para porcentaje de fruta por porcentaje de gluconolactato de Ca	38

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de la ubicación de la investigación.
2	Análisis de antioxidantes tratamientos por método ABTS
3	Análisis de antioxidantes bebida comercial por método ABTS
4	Análisis bromatológico
5	Análisis microbiológico en el producto terminado
6	Bases de datos
7	Fotografías de la parte experimental
8	Hoja de cataciones
9	Glosario de términos técnicos.

RESUMEN

En esta investigación se planteó desarrollar una bebida esferificada rica en antioxidantes con base de arándanos y mora edulcorada con miel de abeja, para lo cual se aplicó un diseño factorial 2^k (2^3) estudiando dos niveles por factor con 2 réplicas: Factor A (Porcentaje (%) de fruta Arándanos- Mora) con dos niveles, Factor B (Agentes Esferificantes (5%) diluido) con dos niveles y Factor C (Porcentaje (%) de gluconolactato de calcio) con dos niveles; el mejor tratamiento se obtuvo con base al mayor contenido de actividad antioxidantes por el método ABTS dando como resultado el Tratamiento 1 que presentó el valor más alto de antioxidantes, con una media de 14 246,03 $\mu\text{mol ET/l}$. que representa a la combinación de 75%-25% de arándano-mora, Alginato de calcio y 0,04% de gluconolactato de calcio. Con la ayuda de un panel de 30 catadores semi entrenados se realizó una evaluación sensorial, en donde se obtuvieron diferencias significativas en la aceptabilidad del T1 (75 % de arándano y 25 % de mora, con alginato de calcio y 0,4 % de gluconolactato de calcio). La bebida esferificada (T1): Presenta un contenido de humedad del 81,24%, en sólidos solubles, se registró un valor de 19,00 °Brix, un pH de 3,86, y la acidez titulable fue de 0,62%. Por otra parte, el seguimiento constante de los procesos productivos es esencial para garantizar la calidad y la rentabilidad en la producción, este enfoque integral puede llevar a una mayor sostenibilidad y competitividad en el mercado.

Palabras clave: esferificada, antioxidantes, ABTS, arándanos, mora, miel de abeja, agente esferificante, gluconolactato.

SUMMARY

This research aimed to develop a spherified drink rich in antioxidants based on blueberries and blackberries sweetened with honey. To this end, a 2^k (2^3) factorial design was applied, studying two levels per factor with two replicates: Factor A (percentage (%) of blueberries - Blackberry) with two levels, Factor B (Spherification Agents (5%) diluted) with two levels, and Factor C (Percentage (%) of calcium gluconolactate) with two levels; the best treatment was obtained based on the highest antioxidant activity content using the ABTS method, resulting in Treatment 1, which had the highest antioxidant value, with an average of 14,246.03 $\mu\text{mol ET/L}$. This represents the combination of 75%–25% blueberry-blackberry, calcium alginate, and 0.04% calcium gluconolactate. A sensory evaluation was carried out by a panel of 30 semi-trained tasters, where significant differences were obtained in the acceptability of T1 (75% blueberry and 25% blackberry, with calcium alginate and 0.4% calcium gluconolactate). The spherified beverage (T1) has a moisture content of 81.24% in soluble solids, a value of 19.00 °Brix, a pH of 3.86, and a titratable acidity of 0.62%. Furthermore, constant monitoring of production processes is essential to ensure efficiency and quality in production. This comprehensive approach can lead to greater sustainability and competitiveness in the market.

Keywords: spherified, antioxidants, ABTS, blueberries, blackberries, honey, spherifying agent, gluconolactate.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Las bebidas funcionales ricas en antioxidantes representan un empalme perfecto entre nutrición avanzada y bienestar integral. Incorporar ingredientes como arándanos, moras y miel de abeja no solo eleva el valor nutricional, sino que también ofrece a los consumidores una opción deliciosa y saludable. La formulación y presentación innovadora de estas bebidas, como la esferificación, abren nuevas fronteras en la forma en que disfrutamos y nos beneficiamos de los alimentos funcionales (The Food Tech, 2024).

La esferificación es una técnica culinaria de vanguardia que ha revolucionado la gastronomía moderna, permitiendo encapsular líquidos en esferas con una fina membrana gelatinosa. Esta técnica no solo transforma la presentación de los alimentos, sino que también puede mejorar la percepción sensorial y el valor nutricional de los productos (Cortez, 2024). En este contexto, representa una innovadora propuesta en el ámbito de la alimentación saludable, fusionando la riqueza de ingredientes naturales para crear experiencias sensoriales únicas y beneficios nutricionales notables.

Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) son pequeñas frutas de coloración azul oscuro pertenecientes a la familia *Ericaceae*. Estas bayas, procedentes de la provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia Chiquicha, no solo son deliciosas y refrescantes, sino que también están cargadas de nutrientes esenciales y compuestos bioactivos, lo que las convierte en un superalimento destacado por sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Los arándanos son ricos en antioxidantes como antocianinas, flavonoides y vitamina C, que ayudan a combatir el estrés oxidativo y protegen las células del daño causado por los radicales libres en el cuerpo, moléculas inestables que pueden causar daño celular y contribuir al envejecimiento y diversas enfermedades crónicas (Cardoso, 2023); la inclusión de antioxidantes en la dieta es crucial para mantener la salud celular y prevenir el estrés oxidativo.

La mora de castilla o mora negra es la más cultivada en Ecuador, especialmente en la provincia de Bolívar, cantón Echeandía, comunidad Illuví, debido a su alta producción y el incremento de la demanda de fruta por sus numerosos beneficios para la salud humana. Esta fruta ayuda al metabolismo, refuerza las defensas, nutre los huesos y los dientes, y aporta fibra dietética que facilita el tránsito intestinal. Además, es rica en antioxidantes, vitaminas y minerales. (Ministerio de Agricultura, 2022).

La miel de abeja (*Apis mellifera*) es apreciada como una alternativa en el gremio agroalimentario por sus aportes nutricionales, ya que es un producto natural azucarado que no sufre ninguna alteración para el consumo humano. La materia prima de esta miel procede de la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla (García & Armenteros, 2022). La miel está principalmente compuesta por fructosa y glucosa en un 85-95%, las cuales provienen del néctar que es colectado por abejas obreras. Por lo tanto, se considerada una gran fuente calórica también es un poderoso endulzante, un alimento rico en vitaminas y un magnifico bacteriostático (Salgado & Aystas, 2023). Los parámetros de calidad que se tienen en cuenta para la comercialización de la miel son los azúcares reductores, las cenizas, la conductividad eléctrica y la humedad (López-Velasco, D, Sosa-Montes, Pro-Martínez, González-Cerón, & Vargas-Galicia, 2021). El hidroximetilfurfural y el índice de diastasa; a nivel investigativo se han considerado otros parámetros que dan valor agregado a la miel, tales como el contenido de fenoles, flavonoides, proteínas solubles, capacidad antioxidante, rotación óptica, entre otros (Sallo, 2019).

1.2 PROBLEMA

En el campo de la nutrición y la salud, las bebidas ricas en antioxidantes desempeñan un papel fundamental en el cuidado de las células del organismo contra la oxidación provocada por los radicales libres. El estrés oxidativo puede contribuir al envejecimiento prematuro, enfermedades cardiovasculares y otros problemas de salud; para lo cual los antioxidantes presentes en los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y las moras (*Rubus ulmifolius*) ofrecen beneficios adicionales para la salud mediante la inclusión de ingredientes bioactivos. La miel de abeja (*Apis mellifera*), además de actuar como un edulcorante natural, posee propiedades antioxidantes y antimicrobianas.

La creciente demanda de alimentos y bebidas saludables ha impulsado la creación de productos innovadores que ofrecen beneficios nutricionales adicionales. Entre estos, las bebidas ricas en antioxidantes han ganado popularidad debido a sus propiedades para combatir el estrés oxidativo y mejorar la salud general. Sin embargo, en la ciudad de Guaranda, la disponibilidad de estas bebidas es limitada. A pesar de la abundancia de materias primas como arándanos, mora y miel de abeja, la falta de utilización eficiente de estos recursos impide el desarrollo de productos locales competitivos. Además, la ausencia de presencia local de bebidas innovadoras y saludables afecta la economía regional y la salud de la población.

La esferificación de los antioxidantes tiene el potencial de proteger estos compuestos hasta el momento de su consumo, permitiendo una liberación controlada en el organismo. Es fundamental estudiar el comportamiento de las esferas en el tracto digestivo para asegurar que los antioxidantes se liberen de manera efectiva y sean biodisponibles para ejercer sus beneficios.

1.2.1 Formulación del problema

En base a lo expuesto, el presente estudio se orienta a la elaboración de una bebida esferificada rica en antioxidantes a partir de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) edulcorada con miel de abeja (*Apis mellifera*), materias primas producidas en el Ecuador; para lo cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto que tienen las mezclas de frutas, tipos de esferificadores; y el porcentaje de agentes esferificantes sobre el desarrollo de una bebida esferificada rica en antioxidantes a partir de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) edulcorada con miel de abeja (*Apis mellifera*)?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una bebida esferificada rica en antioxidantes con base de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) edulcorada con miel de abeja (*Apis mellifera*).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar las propiedades antioxidantes del arándano (*Vaccinium corymbosum*), mora (*Rubus ulmifolius*) y miel de abeja (*Apis mellifera*)
- Determinar el porcentaje óptimo de la mezcla arándanos-mora, agente esferificante y gluconolactato de calcio para el desarrollo de una bebida esferificada con base a la cantidad de antioxidantes.
- Realizar los análisis bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento con base al mayor contenido de antioxidantes.
- Evaluar el grado de aceptabilidad del mejor tratamiento.
- Determinar la relación costo/beneficio en el mejor tratamiento.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Nula (H_0)

Las mezclas de arándanos-mora, los agentes esferificantes y el porcentaje de gluconolactato de calcio presentan igual contenido de antioxidantes en la bebida esferificada rica en antioxidantes.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = \dots T_n$$

1.4.2. Hipótesis Alterna (H_1)

Las mezclas de arándanos-mora, los agentes esferificantes y el porcentaje de gluconolactato de calcio no presentan igual contenido de antioxidantes en la bebida esferificada rica en antioxidantes.

$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots T_n$$

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Materias primas

2.1.1 Arándanos

Los arándanos son diminutas frutas esféricas, de tonalidad azulada oscura o violácea, que se desarrollan en arbustos del género *Vaccinium*. Se destacan por su sabor balanceado entre dulce y ligeramente ácido, y se consumen de diversas maneras: frescos, congelados, deshidratados o en jugo (Barrios, 2018). Según, (Bravo Apaza, 2011) los arándanos destacan por su riqueza en antioxidantes, vitaminas y minerales, lo que los posiciona como una opción común en dietas orientadas a la promoción de la salud. Además, se incorporan en la elaboración de una amplia gama de productos, entre ellos mermeladas, jugos, batidos, postres y preparaciones horneadas. Son nativos de zonas del hemisferio norte, como América del Norte y Europa, y hoy se cultivan de forma comercial en numerosas regiones del mundo.

2.1.1.1 Origen e historia

Los arándanos se originan en América del Norte, donde han crecido de manera silvestre durante milenios. Las poblaciones nativas americanas ya los consumían mucho antes de la llegada de los colonizadores europeos, empleándolos no solo como alimento, sino también con fines medicinales y como pigmento para teñir tejidos (Velásquez, 2021).

2.1.1.2 Variedades

Biloxi (*Southern highbush*): Una variedad capaz de soportar altas temperaturas, adecuada para entornos cálidos y subtropicales, que destaca por su rendimiento elevado y frutos de tamaño grande y consistencia firme. Por lo general, presenta una vida útil post cosecha prolongada.

Emerald (*Southern highbush*): Conocida por su sustancial tamaño de fruto y sabor destacado, esta variedad también posee tolerancia al calor y una elevada productividad. Se valora por su vigor vegetativo y el tamaño considerable de la baya.

Misty (*Southern highbush*): Se ajusta favorablemente a condiciones templadas y subtropicales, ofreciendo frutos de tamaño considerable y sabor agradable. Se trata de una variedad de maduración temprana y se distingue por una productividad estable a lo largo del tiempo.

O'Neal (*Southern highbush*): Una de las variedades de maduración temprana, reconocida por su sabor destacado y la calidad de su fruto. Se adapta de manera adecuada a diversos tipos de suelos y a climas templados (Álvarez Robledo, 2020).

Sharpblue (*Southern highbush*): Variedad de maduración temprana, produce bayas de tamaño mediano a grande con buen sabor. Es resistente al calor y a suelos variados, adaptándose bien a climas subtropicales.

Star (*Southern highbush*): Reconocida por su rendimiento elevado y frutos de gran tamaño, consistentes y de alta calidad. Se trata de una variedad de maduración temprana y se adapta con eficiencia a climas cálidos.

Jewel (*Southern highbush*): Produce frutos grandes y de excelente calidad, con una buena vida útil postcosecha. Se adapta bien a climas cálidos y es altamente productiva.

Rebel (*Southern highbush*): Una variedad de maduración temprana, tolerante a ambientes cálidos y con un rendimiento destacado. Genera frutos de tamaño considerable y sabor agradable, aptos para la venta en fresco.

Legacy (*Northern highbush*): Conocida por su sabor destacado y la calidad de su fruta, esta variedad se ajusta adecuadamente a climas templados. Presenta una maduración de actividad intermedia y genera frutos de firmeza y durabilidad notables (Álvarez Robledo, 2020).

2.1.1.3 Usos industriales

2.1.1.3.1 Industria Alimentaria

- **Jugos y concentrados:** Los arándanos se someten a procesos de conversión para obtener jugos, néctares y concentrados, los cuales se emplean en bebidas, cócteles y como ingredientes en otros productos alimentarios.
- **Mermeladas y jaleas:** Se emplean en la elaboración de mermeladas, jaleas y conservas gracias a su sabor equilibrado entre dulce y ácido, así como a su alto contenido natural de pectina.

- **Productos horneados:** Añadidos a muffins, panes, tortas y otras preparaciones de panadería, los arándanos aportan sabor y un valor nutricional adicional.
- **Snacks y barras energéticas:** Se emplean arándanos deshidratados o desecados en la elaboración de snacks saludables, barras energéticas y mezclas de frutos secos.
- **Yogures y postres lácteos:** Se emplean como agentes aromatizantes y aditivos en yogures, helados y otros postres lácteos, aportando sabor, color y beneficios nutricionales.
- **Salsas y aderezos:** Una formulación empleada en la creación de salsas, aderezos y glaseados, especialmente en platos de alta gama y en recetas innovadoras (Copa Chipana, 2023).

2.1.1.3.2 Industria Nutracéutica

- **Suplementos dietéticos:** Los extractos de arándano, abundantes en antioxidantes y antocianinas, se emplean en la producción de suplementos dietéticos orientados a apoyar la salud ocular, cardiovascular y cognitiva.
- **Polvos nutricionales:** Los polvos de arándano liofilizados se emplean como componentes en mezclas para batidos y en suplementos nutricionales, gracias a su elevada concentración de nutrientes (Pusse Monja, 2023).

2.1.1.3.3 Industria Cosmética

- **Productos de cuidado de la piel:** Los extractos de arándano se añaden a cremas, lociones y productos antienvjecimiento gracias a sus propiedades antioxidantes y a su potencial para mejorar la elasticidad y la salud cutánea.
- **Productos capilares:** Se utiliza en champús, acondicionadores y tratamientos capilares debido a sus propiedades antioxidantes y revitalizantes (Lopez Valois, 2023).

2.1.1.3.4 Industria de Bebidas

- **Bebidas alcohólicas:** Se emplean en la producción de vinos, licores y cervezas artesanales, donde los arándanos aportan un sabor y un color característicos.

- **Bebidas funcionales y energéticas:** Se incorporan a bebidas funcionales, energéticas y aguas con sabor para aprovechar sus propiedades antioxidantes y sus beneficios para la salud (Alvarado Tacuchi, 2024).

2.1.1.4 Composición nutricional

Tabla 1

Valor nutricional de los arándanos (Vaccinium corymbosum)

Valor Nutricional por 100g de Arándanos	
Magnesio (mg)	6
Vitamina B6 (mg)	0,1
Vitamina C (mg)	9,7
Hierro (mg)	0,3
Calcio (g)	6
Proteína (g)	0,6
Carbohidratos (g)	6,1
Fibra dietética total (g)	4,9
Valor energético (kcal)	33
Grasa (lípidos totales) (g)	0,6
Agua (g)	87,8

Nota. Tomado de (Poveda Morales , 2024)

2.1.2 Mora

Las moras son frutos diminutos y comestibles que pertenecen al género *Rubus*, dentro de la familia *Rosaceae*. Se destacan por su sabor dulzón con un toque ácido, así como por su elevado aporte de nutrientes y antioxidantes (Zumba Briones, 2022). Existen diversas especies y variedades de moras, entre las más habituales se encuentran la mora negra (*Rubus fruticosus*), la mora roja (*Rubus idaeus*) y la mora azul (*Rubus caesius*).

2.1.2.1 Origen e historia

Las moras se originan en distintas zonas del mundo, principalmente Europa, Asia y América del Norte. Existen diversas especies de moras, entre las más habituales se encuentran las moras europeas (*Rubus fruticosus*) y las moras americanas (*Rubus allegheniensis* y *Rubus argutus*) (Haro, 2019).

2.1.2.2 Variedades

Marionberry: Conocida por su dulzura y perfil de sabor complejo, es especialmente popular en el noroeste de Estados Unidos.

Boysenberry: Una mezcla híbrida de frambuesa roja, zarzamora y loganberry presenta un sabor agrídulce y jugoso.

Loganberry: Otra variedad híbrida, resultante del cruce entre una frambuesa y una zarzamora, con un sabor ligeramente ácido.

Evergreen: Produce frutos de gran tamaño y sabor dulce; es resistente y presenta una extended cosecha.

Chester Thornless: Conocida por su capacidad de soportar bajas temperaturas y por sus frutos de gran tamaño y dulzura, se trata de una variedad sin espinas.

Black Diamond: Genera frutos de gran tamaño, consistentes y con sabor dulce, y es apreciada por su alta productividad (Borja Lombeida , 2024).

2.1.2.3 Usos industriales

2.1.2.3.1 Industria alimentaria

- **Jugos y concentrados:** Las moras oscuras se someten a procesos para obtener jugos, néctares y concentrados. Estos productos se emplean en bebidas y cócteles, así como en la elaboración de otros alimentos como ingredientes.
- **Mermeladas y jaleas:** Las moras negras se emplean en la fabricación de mermeladas, jaleas y conservas gracias a su sabor dulce con un toque ácido y a su elevado contenido de pectina natural.

- **Productos horneados:** Las moras negras se incorporan en muffins, panes, pasteles y otros productos de panadería, aportando sabor y beneficios nutricionales.
- **Snacks y barras energéticas:** Las moras negras deshidratadas se emplean en la elaboración de snacks saludables, barras energéticas y mezclas de frutos secos.
- **Yogures y postres lácteos:** Las moras negras se emplean como saborizante y aditivo en yogures, helados y otros postres lácteos, aportando sabor, color y beneficios nutricionales.
- **Salsas y aderezos:** Se emplea como ingrediente en la preparación de salsas, aderezos y glaseados, especialmente en platos gourmet y recetas de innovación culinaria (Pinta Chuquimarca, 2023).

2.1.2.3.2 Industria de bebidas

- **Bebidas alcohólicas:** Las moras negras se emplean en la producción de vinos, licores y cervezas artesanales, aportando un sabor y un color característicos.
- **Bebidas funcionales y energéticas:** Las moras negras se incorporan en bebidas funcionales, energéticas y aguas saborizadas, gracias a sus propiedades antioxidantes y a sus beneficios para la salud (Araujo Pabon , 2021).

2.1.2.3.3 Industria cosmética

- **Productos de cuidado de la piel:** Los extractos de mora negra se añaden a cremas, lociones y productos antienvjecimiento, destacando sus propiedades antioxidantes y su capacidad para mejorar la elasticidad y la salud de la piel.
- **Productos capilares:** Se emplean en champús, acondicionadores y tratamientos capilares, gracias a sus propiedades antioxidantes y revitalizantes (Ribadeneira Padilla, 2022).

2.1.2.3.4 Tintes y colorantes naturales

- **Colorantes alimentarios:** Las antocianinas, pigmentos naturales presentes en las moras negras, se emplean como colorantes en alimentos y bebidas.

- **Tintes naturales:** Se emplean en los sectores textil y cosmético para aportar coloraciones de origen natural (Agudelo Martinez, 2020).

2.1.2.4 Composición nutricional

Tabla 2

Valor nutricional de la mora (Rubus ulmifolius)

Valor Nutricional por 100g de Mora	
Hierro (mg)	0,6
Calcio (mg)	29
Ac. Fólico (µg)	25
Vitamina E (mg ET)	1,2
Vitamina C (mg)	21
Vitamina A (µ ER)	11
Potasio (mg)	162
Sodio (mg)	1
Fibra dietética total (g)	5,3
Hidratos de carbono disponibles (g)	4,3
Grasa total (g)	0,5
Proteínas (g)	1.4
Energía (Kcal)	43

Nota. Extraído de (Fernandez Risco, 2022)

2.1.3 Miel de abeja

La miel de abejas es un producto natural notable por su dulzura y consistencia viscosa, cuyo valor ha sido reconocido a lo largo de la historia humana. Existe evidencia de su consumo desde la prehistoria, y civilizaciones antiguas, como la egipcia y la griega, le atribuyeron propiedades medicinales y la emplearon en ceremonias religiosas (Mujica de Soto, 2023).

La miel de abejas es un producto de alta demanda en el comercio global, debido a su valor nutritivo, sus propiedades terapéuticas, su efecto estimulante y sus cualidades sensoriales atractivas (Garcia & Armenteros, 2022). Según (Paucar Luna, 2021) el proceso de obtención de la miel debe asegurar la inocuidad, garantizándose respecto a la actividad humana mediante el cumplimiento de normas de calidad e higiene, por motivos de salud y para facilitar su acceso a mercados nacionales e internacionales.

2.1.3.1 Origen e historia

La trayectoria de la miel de abejas se entrelaza con la historia humana, posicionándose como uno de los primeros alimentos dulces conocidos. Sus orígenes se remontan a la prehistoria, cuando los primeros humanos descubrieron la riqueza y la delectación que emanaban de las colmenas (Cortés Marín, 2018). La obtención de miel por parte de las personas ya está representada en pinturas rupestres de la Edad de Piedra, lo que sugiere que las abejas y su dulzor eran conocidos y apreciados por las sociedades de cazadores-recolectores (Cortés Marín, 2018). La miel, destacada por su sabor característico y sus propiedades conservantes, emergió como una fuente de energía y un manjar valorado.

A medida que las civilizaciones antiguas prosperaban, la miel ganó un estatus destacado dentro de la cultura. En el antiguo Egipto era vista como un obsequio divino, y se han hallado jarros de miel en tumbas faraónicas de hace milenios, lo que evidencia su relevancia en el ciclo de la vida después de la muerte (Patricio, 2015). En la Grecia antigua, la miel formaba parte esencial de la alimentación y se empleaba tanto como nutriente como en ceremonias religiosas. Por su parte, los romanos la utilizaban no solo para endulzar, sino también con fines curativos y como conservante de alimentos (Córdoba, 2018).

A lo largo de la Edad Media, los monasterios europeos destacaban por la producción de miel, con un saber en apicultura que se heredaba de generación en generación. En el Renacimiento, la miel siguió siendo valorada y se introdujeron técnicas apícolas más nuevas. Con el paso del tiempo, la apicultura se modernizó, pero la miel conservó su estatus como un producto valioso y versátil (Greenpeace, 2014)

Su atractivo permanece vigente en la actualidad, valorándose no solo por su sabor característico, sino también por sus propiedades terapéuticas y su empleo en múltiples aplicaciones culinarias y cosméticas.

2.1.3.2 Variedades

La variedad floral a lo largo del planeta da lugar a múltiples tipos de miel de abejas, cada uno con sus propias particularidades de sabor, tonalidad y aroma.

Estas diferencias reflejan las distintas fuentes de néctar y polen a las que las abejas pueden acceder (Martinez, 2014).

Miel de acacia: De color claro y textura suave, presenta un sabor suave y floral. Su estado permanece en líquido durante largos periodos gracias a su baja concentración de glucosa. Se origina en las flores de la acacia, plantación habitual en Europa y Norteamérica.

Miel de manuka: Originaria de Nueva Zelanda y Australia, la miel de manuka se distingue por su sabor intenso y por propiedades terapéuticas particulares, atribuidas a la presencia del compuesto metilglioxal (MGO).

Miel de flor de naranjo: De tonalidad pálida y con un aroma cítrico, esta miel se origina en las flores de los naranjos. Su sabor suave la hace adecuada para endulzar infusiones como el té y diversos postres.

Miel de lavanda: Cosechada a partir de las flores de lavanda, esta miel presenta un perfil floral marcado y, en ocasiones, matices herbáceos. Su tonalidad clara y su aroma calmante contribuyen a su popularidad.

Miel de eucalipto: Proveniente de las flores de los eucaliptos, esta miel presenta un sabor intenso y vigorizante. Se le atribuyen propiedades antibacterianas.

Miel de trébol: Proveniente de las flores de trébol, esta miel tiende a tener una textura suave y un dulzor moderado. Su tonalidad clara y su sabor agradable la hacen una opción muy solicitada.

Miel de castaño: Con un perfil de sabor intenso y, en ocasiones, notas amatistas, la miel de castaño se origina en los árboles de castaño. Su color puede oscilar desde tonos ámbar claros hasta tonos más oscuros.

Miel Multifloral: Conocida también como miel silvestre, esta variedad se obtiene a partir de una mezcla de néctares de distintas flores y plantas, lo que da lugar a perfiles de sabor complejos y variados. Su composición está íntimamente ligada a la diversidad floral de la región, y puede variar según el paisaje botánico local.

2.1.3.3 Usos industriales

2.1.3.3.1 Industria Alimentaria

- **Endulzante natural:** La miel de abeja se emplea como endulzante natural en una amplia gama de productos alimentarios, tales como cereales, panes, barras energéticas y aderezos. Su uso se basa en su capacidad de aportar dulzura de forma natural y en su perfil sensorial único.
- **Ingredientes en productos horneados:** Incrementa la dulzura y la humedad en productos horneados como pasteles, galletas y panes. Esta función se aprovecha principalmente por su capacidad para mejorar la textura y la jugosidad, contribuyendo a una experiencia sensorial más agradable.
- **Sustituto de azúcar:** En determinadas situaciones, se emplea como alternativa al azúcar refinado en la fabricación de alimentos, con el objetivo de mejorar su perfil nutricional (Campo & Hincapié, 2023).

2.1.3.3.2 Industria Farmacéutica y Cosmética

- **Productos para el Cuidado de la Piel:** La miel de abeja se añade a cremas, lociones, mascarillas faciales y otros productos para el cuidado de la piel, gracias a sus propiedades hidratantes, antimicrobianas y antioxidantes. Esta combinación puede favorecer la hidratación cutánea, aportar protección frente a microorganismos y ayudar a neutralizar radicales libres, mejorando la salud y apariencia de la piel.
- **Productos para el cuidado del cabello:** Se emplea en champús, acondicionadores y tratamientos capilares con el fin de favorecer la salud del cuero cabelludo y del cabello, así como para aportar brillo y suavidad. Esta aplicación busca mejorar la integridad capilar y la experiencia sensorial al peinar.

2.1.3.3.3 Industria médica

- **Aplicaciones Terapéuticas:** La miel de abejas se ha utilizado de forma histórica con fines terapéuticos para el tratamiento de heridas, quemaduras y úlceras, aprovechando sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y cicatrizantes.

- **Productos Sanitarios:** En la producción de apósitos y vendajes impregnados con miel, se busca favorecer la cicatrización de las heridas y reducir el riesgo de infecciones (Zambrano Vélez, 2022).

2.1.3.3.4 Industria de bebidas

- **Bebidas energéticas y saludables:** La miel de abeja se utiliza como un edulcorante natural en la producción de bebidas energéticas y saludables, proporcionando una alternativa natural al azúcar refinado y otros edulcorantes artificiales.

2.1.3.4 Composición nutricional

La miel es una mezcla compleja de azúcares, principalmente glucosa y fructosa, junto con trazas de minerales, vitaminas, antioxidantes y compuestos con actividad antibacteriana. Es un edulcorante natural que tradicionalmente se ha destacado por sus propiedades medicinales, antibacterianas y antiinflamatorias (Pereira, 2019).

Tabla 3

Composición nutricional de la miel de abeja (Apis mellifera).

	Por 100g
Agua (g)	17.5
Proteína (g)	0.4
Glucosa (g)	34.6
Fructosa (g)	41.8
Carbohidrato (g)	76.4
Grasa (g)	0
Energía (kcal)	288

Notas. Tomado de (Lobos, 2020)

2.2 Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que ayudan a salvaguardar las células frente al daño ocasionado por los radicales libres. Estos radicales libres son moléculas altamente reactivas que se forman como subproductos del metabolismo normal del organismo y, además, pueden ingresar al cuerpo desde el entorno, por ejemplo, a través de la contaminación del aire, la radiación ultravioleta del sol y el humo del

tabaco (Villanueva, 2023). Según, (Chauca Aguilar & Chavez Quintana, 2020) Cuando los radicales libres no son neutralizados de forma adecuada, pueden inducir estrés oxidativo en el organismo, lo que podría favorecer un envejecimiento prematuro y la aparición de enfermedades crónicas como las cardiovasculares, el cáncer y las patologías neurodegenerativas.

Los antioxidantes contribuyen a la defensa celular al neutralizar los radicales libres, cediéndoles uno de sus electrones no apareados para estabilizarlos. Esta acción ayuda a prevenir el daño a las células y disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades (Tánori-Encinas, 2022). Algunos antioxidantes también poseen otras propiedades beneficiosas para la salud, como atenuar la inflamación y respaldar el funcionamiento del sistema inmunológico.

Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y las moras (*Rubus ulmifolius*) contienen numerosos antioxidantes en común que respaldan sus efectos beneficiosos para la salud (Pesantes Arriola & Tejada Ovalle, 2021). Se detallan los antioxidantes habituales presentes en ambos tipos de frutos rojos, destacando su presencia compartida:

Antocianinas: Las antocianinas son pigmentos naturales dentro de la familia de los flavonoides. Se hallan en una amplia gama de frutas, hortalizas y flores, otorgándoles tonalidades que van desde el rojo hasta el púrpura y azul (Atalaya & Medina, 2021). Protegen las células frente al daño ocasionado por los radicales libres. Contribuyen a disminuir la inflamación sistémica y favorecen la salud cardiovascular al disminuir la presión arterial y optimizar la función de los vasos sanguíneos (Fernandez & Lizana, 2020).

Vitamina C (Ácido Ascórbico): La vitamina C es una vitamina hidrosoluble con una notable actividad antioxidante. Es fundamental para el crecimiento y la reparación de los tejidos en el organismo (Rojas, 2022).

Protege las células del daño oxidativo, apoya la función del sistema inmunitario y facilita la defensa frente a infecciones. Es esencial para la síntesis de colágeno, componente clave de la piel, el cartílago, los tendones, los ligamentos y los vasos

sanguíneos. También favorece la absorción del hierro no hemo (hierro de origen vegetal) (Navas, 2024).

Quercetina: La quercetina es un flavonoide que se halla en numerosas plantas y alimentos. Es reconocida por sus marcadas capacidades antioxidantes y antiinflamatorias (Elizondo & Hernandez, 2020).

Anula los radicales libres y protege las células del daño, además de disminuir la inflamación, lo que puede ser beneficioso en condiciones inflamatorias crónicas. Presenta propiedades antivirales que podrían ayudar a combatir infecciones virales, mejora la circulación sanguínea y reduce el riesgo de enfermedades cardíacas (Popescu, 2024).

Ácido clorogénico: El ácido clorogénico es un compuesto fenólico que se encuentra en muchos alimentos, especialmente en el café. Tiene propiedades antioxidantes y se ha estudiado por sus beneficios potenciales para la salud (Santos, 2021).

Protege las células del daño oxidativo, podría ayudar a regular la glucosa en sangre y a mejorar la sensibilidad a la insulina. Puede contribuir a la reducción de la presión arterial en personas hipertensas, influir en el metabolismo de las grasas y apoyar procesos de pérdida de peso (Gómez, 2020).

Flavonoles: Los flavonoles constituyen una subdivisión de los flavonoides, compuestos polifenólicos presentes en una variedad de plantas. Son reconocidos por su actividad antioxidante: contrarrestan los radicales libres para defender las células del daño oxidativo y contribuyen a disminuir la inflamación en el organismo (Qin & Liu, 2021). Contribuyen a la mejora de la función vascular y podrían disminuir la probabilidad de desarrollar enfermedades cardíacas. Algunas investigaciones apuntan a posibles propiedades anticancerígenas, al inhibir la proliferación de células malignas (Naik & Rajput, 2021).

2.3 Esferificación

La esferificación es una técnica vanguardista de la gastronomía que se emplea en la cocina molecular para obtener esferas que contienen un interior líquido y están

rodeadas por una capa gelatinosa externa (Escandell-Comesaña, 2021). Esta técnica facilita la encapsulación de sabores líquidos en diminutas esferas que, al ser ingeridas, revientan en la boca y liberan su contenido líquido (Hernández Sánchez, 2021). El proceso de esferificación ganó notoriedad gracias al chef español Ferran Adrià, quien lo popularizó durante su trabajo en el restaurante El Bulli.

2.3.1 Tipos de esferificación

2.3.1.1 Esferificación directa

La esferificación directa es una técnica culinaria en la que un fluido que contiene alginato de sodio se deposita en una solución de cloruro de calcio, dando lugar a esferas que poseen una cubierta gelatinosa externa y un interior líquido (Hurtado , 2020).

2.3.1.2 Esferificación inversa

La esferificación es una técnica de la cocina molecular que convierte líquidos en esferas de consistencia sólida o semisólida. Al morderlas, estallan y liberan una explosión de sabor intensa y sorprendente.

Para esferificar, la bebida debe contener una cantidad notable de calcio. Se sumerge en una solución de alginato de calcio, lo que da lugar a la formación de una esfera. Este enfoque resulta especialmente adecuado para líquidos ácidos o con alto contenido de calcio, como ciertos lácteos o jugos de frutas ácidos. Imagina perlas de yogur con frutos del bosque que se deshacen al contacto y esferas de vino tinto que liberan su sabor al morderlas. En el ejemplo práctico que presentamos, se añade gluconolactato de calcio para incrementar el contenido de calcio de la bebida rica en antioxidantes y así lograr la esferificación.

2.3.2 Agentes esferificantes

2.3.2.1 Alginato de calcio

El alginato de calcio es una sustancia que se obtiene de las algas marinas, en particular de las algas pardas. Se obtiene al unir ácido algínico, un polisacárido presente en las paredes celulares de estas algas, con iones de calcio. Este compuesto posee diversas aplicaciones a lo largo de distintas industrias gracias a sus propiedades peculiares (Loja, 2020).

2.3.2.2 Alginato de sodio

El alginato de sodio es la sal de sodio del ácido algínico, un polisacárido natural extraído de las paredes celulares de las algas pardas. Al igual que el alginato de calcio, el alginato de sodio ofrece diversas aplicaciones gracias a sus propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes (Correa & Falcone, 2023).

2.3.2.3 Gluconolactato de calcio

Es un compuesto empleado como fuente de calcio, relevante para la industria alimentaria y farmacéutica. Entre sus ventajas se destacan su solubilidad en agua y su menor irritación gastrointestinal en comparación con otras sales de calcio, características que favorecen su absorción en el organismo (Vázquez, Hernández, & Gutiérrez, 2021). Este compuesto está formado por dos sales de calcio: gluconolactato de calcio y lactonato de calcio (Albuja Freire, 2025).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Localización de la investigación

Este estudio se realizó en la Planta Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar en el Sector de Laguacoto (GAD-Guaranda, 2025). La materia prima fue obtenida en parte de la región del subtrópico que lleva por nombre Illuvi, del cantón Echeandía y de Chiquicha perteneciente al cantón Pelileo.

3.1.2. Situación geográfica y climática de la localidad

Los laboratorios ubicados en el campus Laguacoto de la Universidad Estatal de Bolívar se encuentran situados al este en la coordenada 722773 y al norte en 9821524.1, al sur del Ecuador. La ciudad presenta una temperatura media aproximada de 13 °C y una altitud de 2.668 msnm, condiciones propias de una región andina de clima templada (Casa de la Cultura Ecuatoriana, 2025).

3.2 Metodología

3.2.1. Material experimental

- Arándanos (*Vaccinium corymbosum*); variedad Biloxi; que procede de la provincia de Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia Chiquicha.
- Mora (*Rubus ulmifolius*); variedad castilla o mora negra; que procede de la provincia Bolívar, cantón Echeandía, comunidad de Illuví.
- Miel de Abeja (*Apis Mellifera*); variedad miel de eucalipto; que procede de la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla.
- Alginato de calcio
- Alginato de sodio
- Gluconolactato de calcio

3.2.2. Materiales de oficina

- Calculadora
- Computadora
- Hoja de papel bond
- Impresora
- Libreta de apuntes
- Marcadores
- Regla
- Silla

3.2.3. Materiales de campo

- Balanza digital
- Cocina
- Cuchillo
- Moldes
- Ollas
- Recipiente de metal
- Tablas de picar
- Termómetros
- Vasos de precipitación

3.3 Métodos

3.3.1. Factores de estudio

Tabla 4

Factores de estudio diseño $2k^3$

FACTOR	CÓDIGO	NIVELES
Porcentaje (%) de fruta (Arándanos- Mora)	A	A1: 50%-50% A2: 75%-25%
Agentes Esferificantes (5%) diluido	B	B1: Alginato de sodio B2: Alginato de calcio
Porcentaje (%) de gluconolactato de calcio	C	C1: 0,20% C2: 0,40%

3.3.2. Tratamientos

Tabla 5

Combinaciones de los Tratamientos para un diseño factorial $2k^3$

Total	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
-1	-	-	-	+	+	+	-
A	+	-	-	-	-	+	+
B	-	+	-	-	+	-	+
AB	+	+	-	+	-	-	-
C	-	-	+	+	-	-	+
AC	+	-	+	-	+	-	-
BC	-	+	+	-	-	+	-
ABC	+	+	+	+	+	+	+

Nota. Tomado de (Gutiérrez, 2008)

Número	Tratamientos	Nivel A	Nivel B	Nivel C
T1	A1B2C2	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%
T2	A2B2C2	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%
T3	A1B1C2	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%
T4	A2B1C2	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%
T5	A1B2C1	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%
T6	A2B2C1	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%
T7	A1B1C1	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%
T8	A2B1C1	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%

3.3.3 Tipo de diseño experimental

En esta investigación se utilizó un diseño factorial 2^k (2^3) estudiando dos niveles por factor ($2 \times 2 \times 2$) con 2 réplicas, dando un total de 16 tratamientos, el mismo que sigue el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ : media general

α_i : efecto debido al i-esimo nivel del factor A.

β_j : efecto del j-esimo nivel del factor B.

γ_k : efecto del k-esimo nivel del factor C.

$(\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk}$: efecto de interacción doble en los niveles ij, ik, jk.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: efecto de interacción triple en la combinación ijk.

ε_{ijkl} : error aleatorio que, se supone, sigue una distribución normal con $\mu=0$ y $\sigma^2=C$ constante, además de que son independientes entre sí.

3.3.4. Descripción de características del experimento

El experimento presenta las siguientes características, como se muestra en la tabla 8 a continuación:

Tabla 6

Descripción del experimento

DETALLE	
Número de factores experimentales	3
Nivel factor A	2
Nivel factor B	2
Nivel factor C	2
Número de repeticiones	2
Número de unidades experimentales	16
Número de variable experimental	1

3.3.5 Tabla ANOVA

En la presente investigación se utilizará la siguiente tabla de Análisis de Varianza.

Tabla 7

Análisis de varianza del experimento

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

Nota. Tomado de (Gutiérrez, 2008)

3.3.6 Variables respuestas

Variable	Método	Unidad
Cantidad de antioxidantes	ABTS	$\mu\text{mol ET/l}$

3.5 Metodología de experimento

3.5.1 Descripción técnica del ensayo

Para el proceso de elaboración de la bebida esferificada rica en antioxidantes con base de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) edulcorada con miel de abeja (*Apis mellifera*). Para lo cual se realizó los siguientes pasos:

1. Recepción de materia prima

Se recibió la materia prima que son los arándanos, la mora y la miel de abeja de proveedores verificando sus características físicas asegurándonos que se encuentren en buen estado.

2. Clasificado

Se procedió a identificar y separar de la fruta con algún defecto además de objetos extraños e impurezas presentes en la materia prima.

3. Lavado

En esta etapa tomamos las moras y los arándanos los colocamos en una disolución al 0.1% de cloro en agua para su correcta desinfección, posteriormente se retiraron las hojas superiores de la mora para un mejor procesamiento.

4. Pesado

Se pesó cada una de las materias primas respecto a cada tratamiento planteado con la ayuda de una balanza digital.

5. Cocción Rápida

Los arándanos y moras fueron colocados por 3 minutos en un caldero con agua al 0.05% para su ablandamiento y tratamiento térmico.

6. Reposado

Se extrajo la fruta dejándola en reposo aproximadamente por 5 minutos.

7. Licuado

Se colocó en un procesador o licuadora para su trituración hasta ver una consistencia homogénea.

8. Colado

Se ubicó en un colador fino o en un tamiz para eliminar las semillas o cualquier residuo sólido.

9. Almacenado

Una vez terminado cada proceso se colocó en fundas con cierre hermético para su posterior utilización.

10. Mezclado

Se mezcló las pulpas de arándanos y mora, agregamos en un 60% de agua purificada, seguidamente colocamos un 30% de miel de abeja, mecemos hasta tener una mezcla homogénea.

Se colocó el 0,04% de gluconolactato de calcio percatándonos que no queden grumos ayudándonos de una licuadora para su respectiva agitación.

11. Congelado

La bebida se congeló a -3 °C en moldes esféricos.

12. Esferificado

Para el proceso de esferificado, previamente se elaboró una disolución de alginato al 0,05% en agua destilada y sin presencia de minerales a temperatura ambiente, se debe dejar en reposo por 8 horas para una disolución lenta evitando la presencia de burbujas de oxígeno, proceso denominado baño de alginato.

Las esferas congeladas se procedieron a introducir por tandas en un recipiente donde se cubran con la disolución de alginato de 2 a 3 minutos.

13. Enjuagado

Una vez ya formada película externa se procedió a darle un enjuague con agua potable para retirar el exceso de alginato.

14. Envasado

Se colocó en envases transparentes de 250 gr, con sellos de seguridad.

15. Etiquetado

Se procedió a colocar las etiquetas al producto con su respectiva información nutricional para los consumidores.

16. Almacenado

Finalmente, el producto final se almacenó a una temperatura de 7°C, en refrigeración.

3.7 Diagrama de flujo Bebida esferificada



3.8 Determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS

El ensayo del radical ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)) fue desarrollado en 1993 por Nicholas y colaboradores. Este método utiliza un radical estable y coloreado que no presenta limitaciones de pH ni requiere condiciones específicas de medio. En su procedimiento, el ABTS se oxida mediante persulfato de potasio, generando el radical catiónico (ABTS⁺•), que presenta una absorción característica a 743 nm con un tono verde azulado, producto de la pérdida de un electrón en el átomo de nitrógeno (Jimenez, 2024). Cuando se incorpora un compuesto antioxidante donador de hidrógeno, este átomo es transferido al nitrógeno del radical, provocando la disminución o desaparición del color, lo que indica la actividad antioxidante del compuesto evaluado (Cuapio & López, 2024).

3.9 Evaluación sensorial por escala hedónica de cinco puntos

La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante la aplicación de una escala hedónica de cinco puntos, adaptada de la metodología descrita en Cevallos & Patín (2025), con ajustes específicos al presente estudio. El objetivo de esta prueba fue determinar el nivel de aceptación de la bebida esferificada en función de sus atributos organolépticos. Los parámetros evaluados incluyeron color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Para el análisis, se conformó un panel de cata semi-entrenado compuesto por 30 personas, quienes recibieron previamente una inducción orientada al correcto manejo de la escala y a la identificación precisa de los atributos sensoriales. Cada muestra fue valorada según el grado de agrado percibido, asignándose un puntaje de 1 para “malo” y de 5 para “excelente”, de acuerdo con la intensidad de preferencia manifestada por los participantes (Rodríguez, LLanes , & Duarte, 2024).

3.10 Tipos de análisis

a) En materia prima

- Humedad, se determinó mediante el método AOAC925.10
- Sólidos Solubles, se determinó mediante el método de refractometría expresado en (° Brix).
- Cenizas, se determinó mediante el método AOAC923.03

- Proteína, se determinó mediante el método de DUMAS
- Grasas, se determinó mediante el método AOAC 2003.06
- Contenido de antioxidantes, se determinó mediante el método ABTS.
- Acidez titulable, se determinó mediante el método Ácido-Base

b) En el producto desarrollado

- Humedad, se determinó mediante el método AOAC925.10.
- pH, se determinó mediante la ayuda de un peachimetro.
- Acidez titulable, se determinó mediante el método Ácido-Base.
- Sólidos Solubles, se determinó mediante el método de refractometría expresado en (° Brix).
- Capacidad antioxidante, se determinó mediante el método de ABTS.
- Análisis microbiológico (mohos y levaduras), se desarrolló bajo el método oficial AOAC 997.02.
- Análisis sensorial, se analizó las propiedades organolépticas de la bebida (Cevallos & Patin, 2025).
- Análisis costo beneficio (ACB), evaluamos la viabilidad económica del producto.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Análisis de antioxidantes en las materias primas

En la Tabla 8, los valores de actividad antioxidante de las materias primas utilizadas en la presente investigación, expresados en μmol equivalentes de Trolox por litro de muestra ($\mu\text{mol ET/l}$). Entre las muestras analizadas, se destaca la mora (*Rubus sp.*), que registró el mayor valor de actividad antioxidante (24944,31 $\mu\text{mol ET/l}$), seguida por el arándano (11330,11 $\mu\text{mol ET/l}$) y la miel de abeja (9806,64 $\mu\text{mol ET/l}$).

Por otro lado, el gluconolactato de calcio, el alginato de sodio y el alginato de calcio no evidenciaron actividad antioxidante detectable, es por ello que su uso en la industria alimentaria es principalmente como agentes estructurantes en técnicas de esferificación, y no por sus propiedades bioactivas (Piñón, 2021).

Tabla 8

Actividad antioxidante de las materias primas ($\mu\text{mol ET/l}$ muestra)

Muestra	Resultados
Arándano	11330,11
Mora	24944,31
Miel de abeja	9806,64

En la Tabla 8, para el resultado de la mora, concuerdan parcialmente con la literatura científica, por ejemplo, Grande-Tovar et al. (2020), reportaron una actividad antioxidante en mora de 26247,05 $\mu\text{mol ET/l}$ mediante el método de equivalencia de Trolox, un valor comparable al encontrado en esta investigación. Sin embargo, estudios como el de Arrubla et al. (2022), que utilizaron extractos etanólicos de poda de mora evaluados por los métodos DPPH y FRAP, reportaron valores significativamente menores: 21,074 mmol ET/100 g y 19,243 mmol ET/100 g respectivamente, esto se atribuye a diferencias en el tipo de muestra (fruto vs. poda), el método de extracción y las condiciones experimentales. Asimismo, Culqui (2025), obtuvo un valor de 161,003 $\mu\text{mol ET/g}$ peso seco utilizando frutos

deshidratados de mora, en consecuencia, las condiciones de procesamiento, como la deshidratación y el tipo de solvente, influyen significativamente en la eficiencia de extracción de compuestos antioxidantes.

Respecto al arándano, su actividad antioxidante en esta investigación (11330,11 $\mu\text{mol ET/l}$) también supera a varios reportes previos, como el de Aguilar (2024), quien reportó 270,26 $\mu\text{mol ET/g}$ en extracto de hojas utilizando el método DPPH, mientras que Vargas y Pérez (2022), informaron 316,59 $\mu\text{M TEAC/ml}$ en frutos tratados térmicamente, asimismo, Camino (2023), analizó jugo de arándano sin azúcar, obteniendo valores entre 1452 y 1480 $\mu\text{mol ET/100 ml}$. Por su parte, Villanueva-Tiburcio et al. (2023), reportaron valores de 75,40 $\mu\text{mol ET/100 g}$ (ABTS) y 109,95 $\mu\text{mol ET/100 g}$ (DPPH) en arándanos nativos cultivados en la región de Huánuco. Las diferencias observadas entre estudios están relacionadas con factores como la variedad del fruto, las condiciones agroecológicas, el grado de madurez y los métodos de extracción y análisis utilizados.

En cuanto a la miel de abeja, se observó una actividad antioxidante de 9806,64 $\mu\text{mol ET/100 ml}$, valor superior al reportado por López-Velasco et al. (2021), quienes evaluaron esta propiedad mediante el porcentaje de inhibición del radical DPPH, obteniendo un máximo del 70% en mieles oscuras. Por otro lado, Madahi et al. (2024), informaron una actividad de 99,84 $\mu\text{mol ET/100 g}$ durante la temporada de otoño, asociando esta variabilidad al origen floral y geográfico de la miel recolectada, por tanto, la actividad antioxidante de la miel está influenciada por factores ambientales y botánicos.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten concluir que la mora constituye la principal fuente de compuestos antioxidantes entre las materias primas evaluadas, seguida por el arándano y la miel de abeja. Por el contrario, los hidrocoloides utilizados no aportan actividad antioxidante en la formulación del producto.

4.1.2. Cantidad de antioxidantes en las bebidas.

Para establecer la combinación óptima de ingredientes que maximice el contenido de antioxidantes en la bebida esferificada, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos propuestos presentes en el Anexo 6, cuyos resultados se detallan en la Tabla 9. El objetivo fue identificar los factores con efecto significativo sobre la variable dependiente: contenido de antioxidantes.

Tabla 9

Análisis de varianza para antioxidantes - Suma de cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Porcentaje de fruta	462863,0	1	462863,	1,30	0,2872
B: Agentes Esferificantes	2,0369E6	1	2,0369E6	5,72	0,0437
C: Gluconolactato de calcio	1,09566E6	1	1,09566E6	3,08	0,1175
Interacciones					
AB	1,01596E6	1	1,01596E6	2,85	0,1296
AC	30523,6	1	30523,6	0,09	0,7771
BC	1,37802E6	1	1,37802E6	3,87	0,0847
ABC	603123,	1	603123,	1,69	0,2293
Residuos	2,84803E6	8	356004,		
Total (Corregido)	9,47109E6	15			

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

El análisis estadístico en la Tabla 9 muestra que el único factor con un efecto significativo sobre el contenido de antioxidantes ($p < 0,05$) fue el tipo de agente esferificante (Factor B), con un valor de $p = 0,0437$ y $F = 5,72$. Esto indica que la elección del agente esferificante influye directamente en la concentración de antioxidantes presentes en la bebida esferificada. Los demás factores (porcentaje de fruta y gluconolactato de calcio), así como sus interacciones, no mostraron efectos significativos ($p > 0,05$), de tal manera que actúan de manera independiente sin interacción relevante entre ellos.

Posteriormente, se presentan en la Tabla 10. los resultados del análisis de medias por mínimos cuadrados para la variable dependiente antioxidantes, considerando la interacción entre los tres factores experimentales.

Tabla 10*Medias ajustadas para la interacción de los tres factores*

Trat.	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Media	Desv. Error	Límite inferior	Límite superior
T1	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%	14246,025	421,903	13273,115	15218,935
T2	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%	12926,220	421,903	11953,31	13899,13
T3	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%	12053,200	421,903	11080,29	13026,11
T4	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%	12517,955	421,903	11545,045	13490,865
T5	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%	12660,050	421,903	11687,14	13632,96
T6	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%	12291,565	421,903	11318,655	13264,475
T7	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%	12417,725	421,903	11444,815	13390,635
T8	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%	12280,580	421,903	11307,67	13253,49

En la interacción de los tres factores en la Tabla 10 se observa que en la combinación de 75%-25% de arándano-mora, Alginato de calcio y 0,04% de gluconolactato de calcio (Tratamiento 1) presentó el valor más alto de antioxidantes, con una media de 14 246,03 $\mu\text{mol ET/l}$. Esta combinación evidencia un efecto sinérgico favorable entre los tres factores, posicionándola como la formulación óptima para maximizar la capacidad antioxidante del producto.

En comparación con productos comerciales actualmente disponibles en el mercado de la ciudad de Guaranda, se analizaron dos bebidas esferificadas: una con sabor a arándano y otra con sabor a cereza. Ambas presentaron niveles considerablemente más bajos de antioxidantes, con valores de 1621,73 $\mu\text{mol ET/l}$ y 1841,54 $\mu\text{mol ET/l}$, respectivamente. Estos resultados sugieren que este tipo de bebidas podrían estar formuladas con colorantes y esencias aromáticas, sin un aporte significativo de antioxidantes reales.

En contraste, la bebida esferificada desarrollada en el presente estudio, correspondiente al tratamiento T1, presentó un contenido de antioxidantes de

14 246,03 $\mu\text{mol ET/l}$, lo que representa una concentración mayor que las bebidas comerciales evaluadas. Este hallazgo resalta la efectividad del y el potencial de esta formulación como alternativa funcional con alto valor nutracéutico.

Pruebas de múltiples rangos para antioxidantes por tratamientos

Con el objetivo de determinar diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey HSD, cuyos resultados se presentan en la Tabla 11. Esta prueba permite identificar tratamientos cuyos promedios difieren estadísticamente en cuanto al contenido de antioxidantes en la bebida esferificada.

Tabla 11

Prueba Tukey para antioxidantes por tratamientos

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	2	12053,2	X
8	2	12280,6	X
6	2	12291,6	X
7	2	12417,7	X
4	2	12518,0	X
5	2	12660,0	X
2	2	12926,2	XX
1	2	14246,0	X

De acuerdo con los resultados, se observa que el tratamiento 1 presentó el valor promedio más alto de capacidad antioxidante (14246,0 $\mu\text{mol ET/l}$), siendo estadísticamente diferente de la mayoría de los otros tratamientos. Esta formulación corresponde a una combinación de 75 % arándano y 25 % mora, utilizando como agente esferificante el alginato de calcio y un 0,4 % de gluconolactato de calcio como agente de reticulación. La agrupación de tratamientos en grupos homogéneos indica que las formulaciones 3 a 5 pertenecen al mismo grupo (sin diferencias significativas entre ellas), mientras que el tratamiento 1 se separa del resto al alcanzar un mayor efecto antioxidante.

Estos hallazgos concuerdan parcialmente con estudios previos, por ejemplo, Rivera et al. (2024), desarrollaron una bebida funcional a base de cáscara de maracuyá y semillas de chía, evaluando la actividad antioxidante como variable dependiente

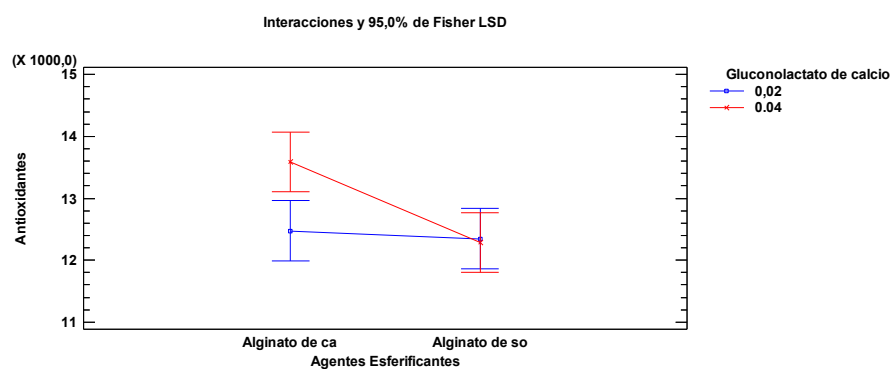
frente a diferentes proporciones de dilución con agua (v/v). La formulación más efectiva, el tratamiento 3, alcanzó un valor de 0,26 mmol/ml de capacidad antioxidante expresada en equivalentes de TROLOX, demostrando una protección antioxidante adecuada frente al estrés oxidativo, aunque con menor concentración que la bebida esferificada del presente estudio.

Asimismo, Paz-Yépez et al. (2025), reportaron una capacidad antioxidante de 19,1 mg equivalentes de ácido gálico/l en una bebida fermentada elaborada a partir de jackfruit, mientras que en la investigación de Pincay et al (2025), se evaluó el efecto del lactosuero dulce (40–50%) combinado con pulpa liofilizada de tomate de árbol (0–4%) sobre una bebida probiótica fermentada, obteniendo una capacidad antioxidante de 62,3 mg EAA/kg.

En comparación con los valores obtenidos en el T1 de la presente investigación superan los reportados en estos estudios previos, lo cual podría atribuirse tanto a la alta concentración de compuestos fenólicos presentes en el arándano como a la estabilidad que brinda el agente esferificado.

Figura 1

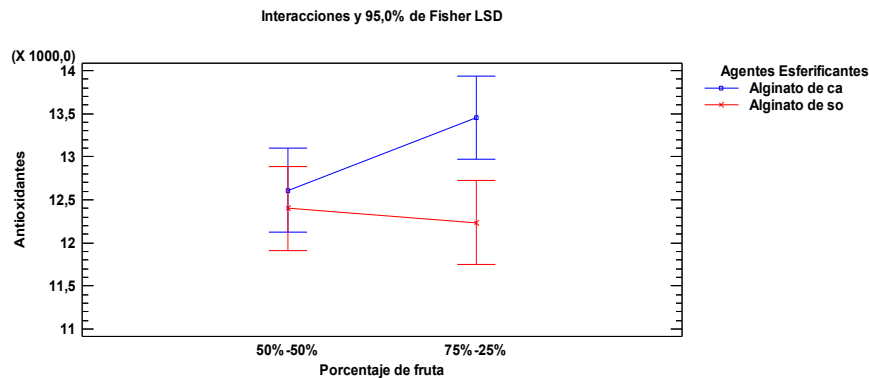
Interacción para esferificante por porcentaje de gluconolactato de calcio



La Figura 1 muestra que la combinación de alginato de calcio con 0,04% de gluconolactato de calcio genera el valor más alto de antioxidantes, en comparación con el mismo agente esferificante combinado con 0,02%. Este comportamiento indica que el mayor nivel del agente de reticulación mejora la eficiencia de liberación de compuestos bioactivos cuando se utiliza alginato de calcio.

Figura 2

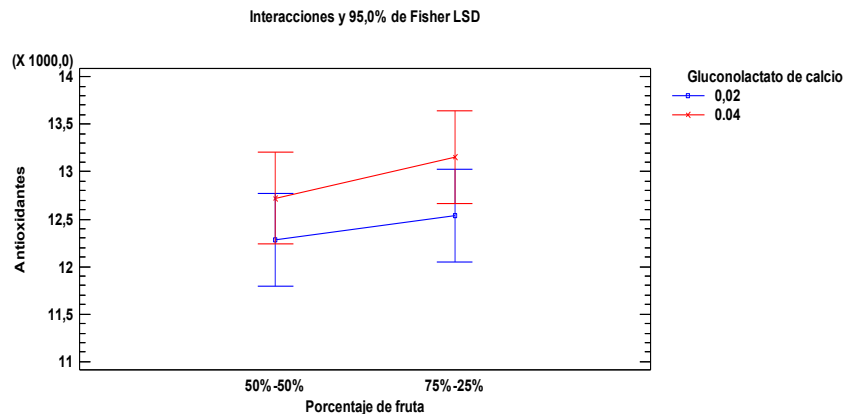
Interacción para porcentaje de fruta por agente esferificante



La Figura 2 evidencia que la combinación de 75%-25% de arándano-mora con alginato de calcio proporciona el contenido antioxidante más elevado, este resultado respalda la hipótesis de que una mayor proporción de arándano, en conjunto con un agente esferificante adecuado, contribuye positivamente al perfil funcional del producto.

Figura 3

Interacción para porcentaje de fruta por porcentaje de gluconolactato de Ca



En la figura 3 se observa que la interacción entre el porcentaje de fruta y la concentración de gluconolactato de calcio no presenta diferencias significativas en sus medias. Esto indica que, en este caso, los efectos de ambos factores actúan de manera independiente, sin generar una interacción significativa sobre la variable antioxidantes.

En conjunto, el agente esferificante es el factor con mayor incidencia significativa en el contenido de antioxidantes de la bebida esferificada, particularmente cuando se utiliza alginato de calcio en combinación con un 75% de arándano, 25% de mora y 0,04% de gluconolactato de calcio. Esta formulación representa la mejor alternativa dentro de las condiciones evaluadas para maximizar el contenido de antioxidantes del producto.

4.1.3. Análisis bromatológicos y microbiológicos en el mejor tratamiento.

A continuación, en la Tabla 12 se presentan los resultados del análisis bromatológico realizado a las materias primas utilizadas y a la bebida esferificada correspondiente al tratamiento óptimo. Se analizaron parámetros como grasa, humedad, cenizas, sólidos solubles totales (°Brix), pH, acidez y contenido de proteína total.

Tabla 12

Análisis bromatológicos de las materias primas y producto final

Parámetro	Matrices			
	Arándano	Mora	Miel de abeja	Bebida esferificada
Grasa (%)	0,03	0,01	0,01	
Humedad (%)	88,04	94,28	20,87	81,24
Ceniza (%)	0,14	0,14	0,21	
Sólidos totales (°Brix)	9,33	7,13	82,00	19,00
pH	3,04	2,54	3,21	3,86
Acidez (% ácido cítrico)	1,15	1,68	28,49	0,62
Proteína total (%)	0,58	1,75	0,50	0,49

El arándano presentó un contenido de humedad del 88,04%, valor característico de frutas frescas, lo cual contribuye a su textura jugosa y a una vida útil relativamente corta. Su nivel de grasa fue de 0,03%, al igual que el contenido de cenizas (0,14%), por ser de origen vegetal. En cuanto a los sólidos solubles, se registró un valor de 9,33 °Brix, el pH fue de 3,04, valor que refleja su acidez natural, y la acidez titulable alcanzó un 1,15%, finalmente, el contenido de proteína fue bajo (0,58%), valor común en frutas.

Estos resultados muestran similitudes con los hallazgos de Cañar et al. (2024), quienes reportaron un pH de 2,46, SST de 13,10 °Brix y humedad del 82,6% para arándanos. La diferencia en el contenido de sólidos solubles podría deberse a la variabilidad en el estado de madurez o en las condiciones de cultivo, además, el pH ligeramente más alto indica una menor acidez.

La mora, en esta investigación, presentó un alto contenido de humedad (94,28%), mayor al del arándano. al igual que las demás matrices vegetales, mostró bajo nivel de grasa (0,01%) y cenizas (0,14%); el valor de °Brix fue de 7,13, siendo inferior al del arándano, el pH fue de 2,54, mientras que la acidez titulable fue de 1,68%, el valor más alto entre las frutas evaluadas, finalmente, el contenido de proteína fue de 1,75%, siendo mayor que el arándano.

Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con los reportes de Cañar et al. (2024), quienes señalaron un pH de 2,34, SST de 7,13 °Brix y humedad del 65,9%; sin embargo, la humedad reportada en este estudio es menor, se puede atribuir a diferencias en el tiempo postcosecha o en el método de conservación. Hipo (2021), también reportó un pH de 3,4, humedad de 83,7% y sólidos solubles de 7,4 °Brix, en comparación con el presente estudio muestra un pH y humedad menor.

La miel de abeja en esta investigación, se destacó por su bajo contenido de humedad de 20,87%, debido a su alta concentración de azúcares, ya que tiene un valor de 82,00 °Brix, el pH fue de 3,21 y la acidez titulable fue de 28,49%, mientras que tuvo valores bajos para la grasa (0,01%) y proteína (0,50%).

Estos valores concuerdan con la investigación de Campo & Hincapié (2023), que mencionan que la miel de abeja tiene un pH de 3,6, una humedad de 15,10% y para sólidos totales un valor de 72,2 °Brix, esta concentración de azúcares contribuye significativamente a las propiedades sensoriales y de conservación de la bebida formulada.

El análisis de la bebida esterificada en esta investigación presentó un contenido de humedad del 81,24%, este valor favorece una consistencia fluida, adecuada para consumo. En cuanto a sólidos solubles, se registró un valor de 19,00 °Brix, un pH

de 3,86, la acidez titulable fue de 0,62%, valor más bajo en comparación con el de las frutas y el contenido de proteína tuvo un valor igualmente menor de 0,49%.

Al comparar estos resultados con los reportes de bebidas similares en la literatura, se encuentran similitudes y diferencias, como en la de Valencia-Aguilar et al. (2024), al desarrollar una bebida de maqui con miel, obtuvieron un pH de 4,07, SST de 14 °Brix, acidez de 0,324% y humedad de 84,25%. Por su parte, Valverde & Inca (2024), informaron una bebida de arándano y uva con pH de 3,56, acidez de 0,36%, SST de 6,16 °Brix y humedad de 90,68%. En tanto, Mera (2022), reportó para una bebida de mora un pH de 2,96, SST de 6,34 °Brix y acidez titulable de 0,83%. En comparación, la bebida desarrollada en este estudio posee un pH ligeramente más bajo que la de maqui, una mayor concentración de sólidos solubles y acidez más elevada, esto se puede deber a la proporción de miel, junto con el método de esferificación empleado, mismos que influyen en las propiedades fisicoquímicas del producto final. La tabla 13 presenta los resultados del análisis microbiológico realizado a la bebida esferificada desarrollada a partir del mejor tratamiento, con el fin de verificar la calidad sanitaria del producto a través de la detección de microorganismos indicadores de contaminación.

Tabla 13

Análisis microbiológico de la bebida esferificada

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultado
	<i>E. Coli</i>		Ausencia
Bebida esterificada de arándano, mora y miel de abeja	Mohos y levaduras	UFC	Ausencia
	Recuento total		Ausencia

En la Tabla 13 se confirma la ausencia total de *E. Coli*, mohos, levaduras y recuento total, lo cual garantiza que la bebida cumple con los estándares higiénico-sanitarios exigidos para su consumo. Comparativamente, Valencia-Aguilar et al. (2024), desarrollaron una bebida a base de maqui liofilizado con miel de abeja, la cual presentó un recuento inferior a 10² UFC/cc para mohos y levaduras. Asimismo, Valverde & Inca (2024), reportaron ausencia de UFC/mL en el análisis

microbiológico de recuento total y mohos y levaduras en una bebida a base de arándano y uva.

Según la guía de interpretación para la cuantificación del recuento microbiano total, los resultados obtenidos en la placa Petrifilm muestran ausencia de crecimiento de colonias, por lo que se descarta la presencia de microorganismos en la bebida (Food Safety, 2017).

4.1.4. Evaluación del grado de aceptabilidad del mejor tratamiento.

A continuación, se presenta la evaluación sensorial de los tratamientos de bebida esterificada, considerando los atributos: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Para ello, se aplicó un análisis de varianza y posteriormente pruebas de rangos múltiples de Tukey para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Atributo Color

En la Tabla 14 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) aplicado al atributo color para los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 14

Análisis de varianza para color en la bebida esferificada

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Tratamientos	8,32917	7	1,18988	1,37	0,2213
B: Catadores	20,7708	29	0,716236	0,82	0,7281
Residuos	176,796	203	0,870915		
Total (Corregido)	205,896	239			

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

En la variable color, los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que el valor-p para el factor A es de 0,2213, superior al umbral de significancia (0,05). Lo mismo ocurre con el factor B: Catadores, cuyo valor-p es 0,7281. En conjunto, los cambios en los tratamientos evaluados no afectan significativamente el color del producto desde el

punto de vista sensorial. Posterior al análisis de varianza, se realizó la prueba de rangos múltiples para el atributo color.

Tabla 15

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para color

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	30	3,100	0,170383	X
3	30	3,367	0,170383	X
7	30	3,367	0,170383	X
8	30	3,533	0,170383	X
5	30	3,567	0,170383	X
4	30	3,567	0,170383	X
2	30	3,567	0,170383	X
6	30	3,767	0,170383	X

La prueba de comparación múltiple de Tukey aplicada al atributo color (Tabla 15) permitió identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, en total, se analizaron ocho tratamientos con 30 observaciones por grupo, cuyos resultados revelan que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas. Todos los tratamientos se agruparon dentro de un único grupo homogéneo, con puntuaciones que oscilan entre 3,1 y 3,77, lo cual corresponde a una percepción sensorial calificada como “Bueno” y “Muy bueno” por parte de los panelistas.

Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por Enríquez (2022), quien evaluó una bebida funcional a base de arándanos e hidromiel, encontrando que los evaluadores no percibieron diferencias significativas en el atributo color entre las distintas formulaciones, resultado similar al obtenido en la presente investigación. Esto sugiere que, en bebidas elaboradas con matrices frutales oscuras, la percepción visual del color tiende a mantenerse dentro de rangos homogéneos de aceptación.

Por otro lado, en el estudio desarrollado por Paz-Yépez et al. (2025), en una bebida fermentada con jackfruit, el atributo color recibió una puntuación promedio de 4, correspondiente a la categoría "Me gusta poco". De igual forma, en la investigación de Kuffo-Vélez et al. (2024), reportó una valoración similar para una bebida a base de soya y guayaba edulcorada con stevia, esto resultados indican que la

composición de ingredientes y aditivos naturales puede tener un impacto variable en la percepción del color, dependiendo del perfil de pigmentación y la matriz de la bebida.

Con estos resultados se confirma que la formulación utilizada en los tratamientos evaluados en esta investigación logró mantener una percepción visual del color favorable y aceptable por parte de los consumidores.

Atributo olor

En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza aplicado al atributo olor para los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 16

Análisis de varianza para olor en la bebida esterificada

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor- P
Efectos Principales					
A: Tratamientos	6,09583	7	0,870833	1,66	0,1218
B: Catadores	14,7875	29	0,509914	0,97	0,5158
Residuos	106,779	203	0,526006		
Total (Corregido)	127,662	239			

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

Se presenta el ANOVA en la Tabla 16 para el olor, indica que los tratamientos no presentan diferencias significativas, dado que los valores-p para los tratamientos y catadores es mayor al umbral de significancia de 0,05; por tanto, no aportan variabilidad, es así que el olor no se ve influenciado de manera estadísticamente significativa por los tratamientos aplicados. Posterior al análisis de varianza, se realizó la prueba de rangos múltiples para el atributo sensorial olor.

Tabla 17*Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para olor*

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
7	30	3,233	0,132414	X
1	30	3,233	0,132414	X
3	30	3,333	0,132414	X
8	30	3,533	0,132414	X
4	30	3,533	0,132414	X
2	30	3,567	0,132414	X
6	30	3,600	0,132414	X
5	30	3,667	0,132414	X

La prueba de rangos múltiples de Tukey aplicada al atributo olor (Tabla 17) permitió analizar la aceptabilidad sensorial de los diferentes tratamientos evaluados. Los resultados indican que no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que todos fueron agrupados dentro de un único grupo homogéneo. Las medias oscilaron entre 3,23 y 3,67, lo que refleja una percepción sensorial clasificada como “Agradable” y “Muy agradable” por parte del panel de catadores.

Estos resultados recalcan que la formulación de la bebida esferificada, independientemente del tratamiento, logró mantener una percepción olfativa aceptable, este hallazgo es consistente con lo reportado por Enríquez (2022), quien desarrolló una bebida a base de arándanos e hidromiel, en la cual los evaluadores percibieron un aroma nítido y agradable, atribuible al perfil aromático propio del arándano.

En contraste, en la investigación de Paz-Yépez et al. (2025), en una bebida fermentada con jackfruit, se obtuvo una media sensorial de 4 para el atributo olor, correspondiente a la categoría "Me gusta poco", asimismo, en un estudio de Kuffo-Vélez et al. (2024), en una bebida funcional a base de soya y guayaba, se reportó una percepción similar, lo cual podría estar relacionado con matrices vegetales que no siempre generan compuestos aromáticos agradables al consumidor.

Atributo sabor

En la Tabla 18 se presenta el análisis de varianza aplicado al atributo sabor para los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 18

Análisis de varianza para sabor en la bebida esferificada

Fuente	Suma De Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Tratamientos	27,4958	7	3,92798	3,84	0,0006
B: Catadores	27,2875	29	0,940948	0,92	0,5897
Residuos	207,879	203	1,02404		
Total (Corregido)	262,663	239			

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

La Tabla 18, indica que esta variable mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0006$) entre tratamientos, lo que indica que el sabor fue afectado de forma perceptible por la formulación. En consecuencia, para identificar qué tratamientos difieren, se aplicó la prueba de Tukey, que agrupó los tratamientos en distintos grupos homogéneos.

Tabla 19

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para sabor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	30	2,600	0,184755	X
2	30	2,700	0,184755	X
3	30	2,867	0,184755	X
7	30	2,867	0,184755	X
6	30	3,100	0,184755	XX
5	30	3,200	0,184755	XX
4	30	3,233	0,184755	XX
1	30	3,733	0,184755	X

La prueba de comparación múltiple de Tukey aplicada al atributo sabor (Tabla 19) indica diferencias significativas entre los tratamientos, donde, el T1 presentó la mayor media sensorial (3,73), valor que corresponde a una percepción de sabor “muy agradable” por parte del panel de catadores. Este resultado lo posiciona significativamente por encima de otros tratamientos, los cuales obtuvieron

calificaciones inferiores, con medias que oscilaron entre 2,60 y 3,23, ubicándose dentro de las categorías “agradable.

Este hallazgo concuerda con lo reportado por Enríquez (2022), quién señaló en una bebida a base de arándano e hidromiel destacó la alta aceptación sensorial del dulzor percibido, siendo este un factor determinante en la percepción del sabor general. En concordancia, la investigación de Paz-Yépez et al. (2025), en una bebida, obtuvo una media de 5 en sabor, correspondiente a la categoría “Me gusta mucho”, lo cual refleja un nivel alto de agrado en el atributo gustativo. Sin embargo, no todos los estudios muestran alta aceptación, tal como es el caso de Kuffo-Vélez et al. (2024), quienes reportaron una calificación inferior de “me gusta poco” para una bebida a base de soya y guayaba edulcorada con stevia, lo cual podría estar relacionado con las características organolépticas de la soya.

Por su parte Moreira et al. (2024), evaluaron una bebida combinada de bilimbi y sandía, enfocándose en su capacidad antioxidante, se encontró una buena correlación entre la funcionalidad bioactiva y la aceptabilidad sensorial, destacando también una evaluación positiva del sabor. En conclusión, el T1 se distingue significativamente por su mayor aceptación en sabor, lo cual representa un elemento clave para el desarrollo de una bebida esferificada funcional y sensorialmente atractiva.

Atributo textura

En la Tabla 20 se presenta el análisis de varianza aplicado al atributo textura para los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 20

Análisis de varianza para textura en la bebida esferificada

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Tratamientos	2,06667	7	0,295238	0,63	0,7338
B: Catadores	13,9833	29	0,482184	1,02	0,4399
Residuos	95,6833	203	0,471346		
Total (Corregido)	111,733	239			

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

El ANOVA presentado en la Tabla 20 para la variable textura, indica que no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, dado que el valor-p = 0,7338, ni entre los catadores, ya que el valor-p = 0,4399; esto implica que la textura percibida por los evaluadores no varía sustancialmente con los cambios en los tratamientos. Para identificar qué tratamientos difieren, se aplicó la prueba de Tukey, presentada a continuación.

Tabla 21

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para textura

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	30	4,000	0,125346	X
1	30	4,000	0,125346	X
8	30	4,070	0,125346	X
6	30	4,130	0,125346	X
3	30	4,200	0,125346	X
2	30	4,200	0,125346	X
7	30	4,233	0,125346	X
5	30	4,233	0,125346	X

Los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias mediante para el atributo textura (Tabla 21) se evidencia que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, dado que todos se agruparon dentro del mismo grupo homogéneo, asimismo, las medias obtenidas oscilan entre 4,00 y 4,23, lo que indica una percepción sensorial uniforme, categorizada como “semi blanda” por los panelistas. Este comportamiento indica que, independientemente del agente esferificante o la proporción de frutas utilizadas, los tratamientos conservaron una textura agradable.

Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa cierta variabilidad en la percepción de textura según el tipo de bebida funcional, por ejemplo, Paz-Yépez et al. (2025), evaluaron la consistencia de una bebida fermentada a base de jackfruit, obteniendo una media de 5, correspondiente a la categoría “me gusta mucho”. Por el contrario, en el estudio de Kuffo-Vélez et al. (2024), una bebida funcional elaborada a base de soya y guayaba recibió una puntuación promedio de 4 en textura, calificada como “me gusta poco”, debido a la percepción arenosa que

genera la soya. Asimismo, Balderramo & Núñez (2023), en la evaluación de bebidas funcionales, reportó medias similares para el atributo textura, donde los tratamientos T9 (4,43), T8 (4,27) y T6 (4,07) no mostraron diferencias significativas, siendo calificados como “buenos”, lo que concuerda con los hallazgos del presente estudio.

Atributo aceptabilidad

Se presenta el análisis de varianza para la aceptabilidad en los distintos tratamientos

Tabla 22

Análisis de varianza para aceptabilidad en la bebida esferificada

Fuente	Suma De Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Tratamientos	16,4667	7	2,35238	2,75	0,0095
B: Catadores	24,75	29	0,853448	1,00	0,4763
Residuos	173,783	203	0,856076		
Total (Corregido)	215,0	239			

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

El ANOVA expuesto en la Tabla 22, se identificó que la aceptabilidad general del producto sí mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, dado que el valor-p fue de 0,0095, lo cual indica que algunos tratamientos fueron mejor aceptados que otros por los evaluadores. Además, para identificar qué tratamientos difieren, se aplicó la prueba de Tukey, que agrupó los tratamientos en distintos grupos homogéneos.

Tabla 23

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para aceptabilidad

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	30	2,967	0,168926	X
3	30	3,067	0,168926	X
7	30	3,100	0,168926	X
5	30	3,133	0,168926	X
2	30	3,200	0,168926	XX
6	30	3,300	0,168926	XX
4	30	3,367	0,168926	XX
1	30	3,867	0,168926	X

Los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey para el atributo de aceptabilidad general, presentando en la Tabla 23, permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos formulados. Donde, el T1 obtuvo la media más alta con un valor de 3,87, siendo el único clasificado dentro del grupo homogéneo superior, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa respecto a los demás tratamientos. Este valor corresponde a la calificación de “muy bueno” dentro de la escala hedónica utilizada.

Estos hallazgos coinciden con los reportes de Valencia-Aguilar et al. (2024), quienes observaron una mayor aceptación sensorial en bebidas funcionales endulzadas con miel de abeja, evaluadas mediante escala hedónica, resaltando la influencia de ingredientes naturales con sabor agradable. Del mismo modo, Hipo (2021) evidenció que la inclusión de mora como componente principal, combinada con un edulcorante natural, permitió obtener una bebida con una aceptación superior al 80 %, destacada por sus propiedades organolépticas balanceadas.

A partir del análisis sensorial, se concluye que el T1 (75 % de arándano y 25 % de mora, con alginato de calcio y 0,4 % de gluconolactato de calcio) fue el más valorado por los panelistas, especialmente en los atributos de sabor y aceptabilidad general, sin presentar diferencias desfavorables en parámetros como color, olor y textura. Esta formulación, por tanto, reúne condiciones funcionales y sensoriales siendo una alternativa prometedora para el desarrollo de bebidas esferificadas.

4.1.5. Relación costo/beneficio en el mejor tratamiento

Con el objetivo de determinar la viabilidad económica de la formulación seleccionada como el mejor tratamiento (T1), se realizó un análisis de los costos asociados a su producción, así como del beneficio económico obtenido por unidad de venta. En primer lugar, se estableció el costo total de producción general, considerando los insumos utilizados en el desarrollo de la bebida funcional antioxidante (Tabla 24). Este cálculo incluye el valor de las materias primas, envases, y los costos indirectos.

Tabla 24*Costos generales de producción*

Categoría	Insumo	Cantidad (unidad)	Costo unitario (\$)	Subtotal (\$)
Materias primas	Arándano	125 g	1,00	1,00
	Mora	3300 g	3,00	3,00
	Miel	300 g	2,05	2,05
	Alginato de sodio	50 g	14,00	14,00
	Gluconolactato	50 g	16,00	16,00
	Agua purificada	6000 ml	1,97	1,97
Materiales	Envases	8 unidades	0,75	6,00
Costos indirectos	Varios (Diseño e impresión de etiquetas)	-	-	10,00
Total				\$56,02

Desglosamos el costo unitario de producción para una presentación de 250 mL, basada en la formulación del Tratamiento 1 (Tabla 24). Este tratamiento empleó 52,5 g de arándano, 7,5 g de mora, 75 g de miel, 0,01 g de alginato, 10 g de gluconolactato y 605 mL de agua, además de un envase individual. El costo total de insumos y materiales por unidad fue de \$5,15.

Tabla 25

Análisis de costos de producción para el Tratamiento 1 (250 ml).

Insumo / Rubro	Cantidad (unidad)	Costo (\$)
Arándano	52,5 g	0,477
Mora	7,5 g	0,009
Miel	75 g	0,513
Alginato de sodio	0,01 g	0,003
Gluconolactato	10 g	3,200
Agua potable	605 ml	0,199
Envase individual	1 unidad	0,750
Costo unitario total		\$5,15

Para estimar el precio final de venta, se aplicó un recargo del 35 % sobre el costo de producción:

- 15% Mano de obra
- 14% Utilidades
- 3% Depreciación de equipos
- 1,5% Energía
- 1,5% Combustible

Como resultado, el precio unitario sugerido de venta al público se establece en:

$$\text{C.U} = \text{Costo unitario total} + \text{Costo de producción 35\%}$$

$$\text{C.U} = \$5,15 + \$1,80$$

$$\text{C.U} = \$6,95$$

Este esquema de costos y venta permite calcular un beneficio neto por unidad de \$1,80, en consecuencia, la evaluación del costo/beneficio del tratamiento 1 para la producción de la bebida antioxidante en la presentación de 250 ml, es económicamente viable y genera utilidad. Para esta presentación, el costo de producción por unidad es de \$5,15, y al aplicar el margen del 35%, el precio de venta alcanza a \$6,95, con una relación de \$ 1,35.

Esto representa, para 100 unidades producidas, una inversión de \$515, un ingreso total de \$695 y una utilidad de \$180.

$$\text{Ganancia por dólar invertido} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{inversión}}$$

$$\text{Ganancia por dólar invertido} = \frac{1,80}{5,15}$$

$$\text{Ganancia por dólar invertido} = 0.3495$$

Por lo tanto, el producto demuestra una eficiencia del 34% en relación costo-beneficio y un margen de ganancia competitivo frente a las condiciones del mercado.

En la investigación desarrollada por Sánchez (2024), sobre la elaboración de una bebida fermentada a base de guanábana, se realizó un análisis de costo-beneficio que permitió determinar la producción de 49 litros de vino, envasados en 61 botellas de 750 ml. El costo total del proceso fue de \$163,30, lo que dio como resultado un costo unitario de \$2,76; al aplicar un margen de utilidad del 60%, se estableció un P.V.P. de \$4,42 por botella y al comparar con los precios de mercado estos, oscilan entre \$5,60 y \$8,90, por lo tanto, el producto elaborado demostró ser competitivo.

De manera similar, Kowalska et al. (2024), señalan que la disposición de los consumidores a pagar por bebidas funcionales está relacionada con la preocupación por la salud, el compromiso ambiental y la confianza en la calidad del producto. En este contexto, el tratamiento evaluado en la presente investigación demuestra ser económicamente rentable y estar alineado con las demandas actuales del mercado, al incorporar ingredientes naturales con reconocida actividad antioxidante.

Según Granato et al. (2020), la inclusión de componentes como la miel y frutas ricas en polifenoles incrementa el valor nutricional de la bebida, además, refuerza la percepción de beneficios para la salud, lo que justifica su precio de venta sin afectar negativamente la aceptación del consumidor. Por tanto, estos factores respaldan la viabilidad comercial y el potencial de éxito del producto en un mercado que valora cada vez más la funcionalidad y sostenibilidad alimentaria.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Actividad antioxidante

A través del análisis de varianza, se evaluaron los efectos principales e interacciones de los factores estudiados, sobre la variable actividad antioxidante, se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. La F crítica correspondiente fue de 5,32, considerando los grados de libertad de 1 para los factores y tratamientos y 8 para los residuos.

Tabla 26

Comprobación de hipótesis para actividad antioxidante

Factor	F calculado	F de tablas ($\alpha=0,05$)	Decisión
Porcentaje de fruta (A)	1,30	5,32	Se acepta H_0
Agente esferificante (B)	5,72	5,32	Se acepta H_1
Gluconolactato (C)	3,08	5,32	Se acepta H_0
AB	2,85	5,32	Se acepta H_0
AC	0,09	5,32	Se acepta H_0
BC	3,87	5,32	Se acepta H_0
ABC	1,69	5,32	Se acepta H_0

Del análisis presentado en la tabla 26 se desprende que solo el tipo de agente esferificante (Factor B) tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido antioxidante de la bebida ($F = 5,72 > F$ de tablas. = 5,32; $p = 0,0437$).

Esto indica que la elección del esferificante influye de forma directa en la capacidad antioxidante del producto final, mientras que el porcentaje de fruta, el gluconolactato y sus interacciones no mostraron efectos significativos.

Análisis sensorial

El análisis de varianza se aplicó también a los atributos sensoriales evaluados por el panel de catadores, para esta prueba, los grados de libertad fueron gl tratamiento = 7 y gl error = 203, lo que determinó una F crítica de 2,09 al nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Tabla 27*Comprobación de hipótesis para análisis sensorial*

F.V	F calculada	F de tablas ($\alpha = 0.05$)	Decisión
Color (Tratamientos)	1,37	2,09	Se acepta H_0
Olor (Tratamientos)	1,66	2,09	Se acepta H_0
Sabor (Tratamientos)	3,84	2,09	Se acepta H_1
Textura (Tratamientos)	0,63	2,09	Se acepta H_0
Aceptabilidad (Tratamientos)	2,75	2,09	Se acepta H_1

Los atributos sensoriales de sabor y aceptabilidad general presentaron valores de F superiores al valor crítico, por tanto, se indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Esto evidencia que la formulación tiene un efecto directo sobre la percepción del consumidor en estos aspectos, en contraste, los atributos de color, olor y textura no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica uniformidad sensorial en dichos parámetros.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo con el análisis realizado por el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) se determinó la actividad antioxidante de las materias primas, donde se destaca que la mora presenta la mayor actividad antioxidante con un valor de 24.944,31 $\mu\text{mol ET/l}$, seguido del arándano con 11.330,11 $\mu\text{mol ET/l}$, mientras que la miel de abeja tiene la menor actividad antioxidante entre los productos naturales evaluados, con 9.806,64 $\mu\text{mol ET/l}$.
- Con base a la actividad antioxidante de los diferentes tratamientos, se determinó que el tratamiento T1 presenta el mayor contenido de antioxidantes, correspondiente a la combinación 75%-25% de arándano y mora, respectivamente, empleando alginato de calcio y 0,04% de gluconolactato de calcio. Estos tres factores actúan de manera conjunta, contribuyendo significativamente a la optimización de la cantidad de antioxidantes.
- Al tratamiento óptimo se le realizó un análisis bromatológico, evaluando los parámetros de humedad, sólidos solubles, pH y acidez titulable, valores que se encuentran en conformidad con la normativa NTE INEN. Asimismo, el análisis microbiológico evidenció la ausencia total de *Escherichia Coli*, mohos, levaduras y recuento microbiano total, confirmando que el producto cumple con los estándares microbiológicos exigidos para su consumo.
- Se realizó un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad de los distintos tratamientos. El tratamiento T1 obtuvo una media de 3,73 con mayor aceptabilidad, que según la escala hedónica utilizada esta entre bueno y tendiendo a muy buena aceptabilidad.
- Por medio del análisis costo/beneficio del tratamiento T1 se determinó, la producción de la bebida antioxidante en una presentación de 250 mL, que es económicamente viable y genera utilidad; para esta presentación, el costo de producción por unidad es de \$5,15 y al aplicar los costos de producción y utilidad del 35%, el precio de venta alcanza a \$6,95, dando una relación de 1.349 dado que por cada dólar invertido se tiene un beneficio de 0,35 centavos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con investigaciones sobre bebidas con propiedades antioxidantes, incorporando otras materias primas como mortiño y fresa, para comparar su efecto en el contenido de antioxidantes.
- Se sugiere ampliar el margen de proporciones de pulpa utilizada en cada fruta, con el fin de identificar la combinación óptima que maximice las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bebida esferificada
- Es recomendable incluir nuevos parámetros analíticos, como el contenido de sodio (Na) y la presencia de coliformes, para reforzar el control de calidad e inocuidad del producto final.
- En el análisis sensorial, se debe considerar la selección de panelistas y condiciones del entorno para asegurar la confiabilidad de los resultados.
- Evaluar la viabilidad económica del producto terminado con precisión para su potencial industrialización y crear un emprendimiento agroindustrial.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Martinez, P. (2020). Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido con calcio y vitamina C. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 5-7.
- Aguilar, J. (2024). Evaluación de la vida útil de un extracto con propiedades antioxidantes obtenido de hojas de arándano (*Vaccinium corymbosum*). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec>
- Albuja Freire, A. M. (2025). Línea de bebidas soft con esferificaciones de coctelería. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec>
- Alvarado Tacuchi, D. F. (2024). Diseño y estudio de factibilidad de una fábrica para la producción de arándano (*Vaccinium Corymbosum*) en polvo por el método de liofilización. Concytec.
- Álvarez Robledo, Y. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*vaccinium corymbosum*) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*.
- Araujo Pabon , L. (2021). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora. Universidad Santiago de Cali.
- Arrubla, J., Correa, C., Cardona, N., & Guerrero, G. (2022). Determinación de la actividad antioxidante de desechos agrícolas de poda de cultivos de mora de castilla *Rubus glaucus* benth con y sin espina. En E. Serna, *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era* (págs. 215 - 226). Obtenido de <https://www.researchgate.net>
- Atalaya, M., & Medina, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *SciELO*, 2. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/scielo>

- Balderramo, V., & Núñez, P. (2023). Capacidad antioxidante y contenido fenólico de una bebida a base de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) enriquecida con mortiño (*Vaccinium floribundum*) y mora (*Rubus glaucus*). Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Barrios, C. (2018). Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 313-319.
- Borja Lombeida, M. E. (2024). Función de producción de la mora de castilla en la parroquia San Luis, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Repositorio Digital Unach.
- Bravo Apaza. (2011). Obtención de hidromiel por fermentación alcohólica de la miel de abeja con una cepa nativa *saccharomyces sp* y adición de polen.
- Camino, J., Beltrán, L., & Mora, J. (2023). Estudio comparativo de la actividad antioxidante del *Vaccinium Meridionale* y *Vaccinium Corymbosum*. *Recimundo*, 7(2), 339-347. doi:10.26820/recimundo
- Campo, O., & Hincapié, G. (2023). Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Mutis*, 13(1), 1-28. doi:<https://doi.org/10.27789/22561498.1851>
- Cañar, M., García, P., Rivera, E., Flores, R., & Tapia, I. (2024). Evaluación sensorial, análisis físico químico y microbiológico de las gomitas de Badaea (*Passiflora quadrangularis*) y mora (*Morus alba* L) provenientes de Malqui-Machay, con propiedades antioxidantes. *Arandu UTIC*, 11(2), 1977-1991. doi:<https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.388>
- Cardoso, P. (2023). La Vanguardia. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com>
- Casa de la Cultura Ecuatoriana. (2025). Obtenido de www.casadelacultura.gob.ec
- Cevallos, K., & Patin, E. (2025). Valoración funcional de una bebida carbonatada, rica en antioxidantes a base de flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa*) y mora

- (*rubus ulmifolius*) endulcorada con miel de abeja, (*apis mellifera*).
Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec>
- Chauca Aguilar, M., & Chavez Quintana, S. (2020). Fenoles y capacidad antioxidante de *psidium guajava*, *vaccinium myrtillus*, *selenicereus megalanthus* y *physalis peruviana* de diferentes procedencias. Dialnet, 4-5. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>
- Copa Chipana, C. (2023). Estudio del uso de isopropanol como solvente alternativo bajo condiciones subcríticas sobre la recuperación de compuestos bioactivos a partir de arándanos (*vaccinium corymbosum* L.) de descarte. Moquegua: Universidad Nacional de Moquegua.
- Córdoba, M. (2018). Formulación y evaluación de Proyectos. Created from vallemexicosp, 3-12.
- Correa, M., & Falcone, D. (2023). Micelas inversas como nanomoldes para la síntesis controlada de nanopartículas de Alginato de Calcio. Universidad Nacional de Río Cuarto, 1.
- Cortés Marín, E. (2018). La agroindustria y viabilidad del sector agropecuario. La agroindustria y viabilidad del sector agropecuario. Universidad CES, Medellín.
- Cortez, M. (2024). Universidad Autónoma de Querétaro. Obtenido de <https://www.institucionalcolombia.com>
- Cuapio, M., & López, Y. (2024). Determinación de la actividad antioxidante por el método DPPH y ABTS en hongos comestibles. Politécnica de Aguascalientes. Obtenido de <https://revistapolitecnicaags.upa.edu.mx>
- Culqui, E. (Febrero de 2025). Evaluación de la actividad antioxidante y el tiempo de vida útil de un extracto obtenido a partir de la mora (*Rubus glaucus*). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec>

- Elizondo, J., & Hernandez, M. (2020). Berberina, curcumina y quercetina como potenciales agentes con capacidad antiparasitaria. *Scielo*, 4. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/scielo.php>
- Enrriquez, S. (12 de marzo de 2022). Elaboración de una bebida alcohólica a base de hidromiel con arándanos e ishpingo mediante el proceso de fermentación y maceración. Universidad Internacional del Ecuador.
- Escandell-Comesaña, J. (2021). Efecto de saborizantes en la esferificación inversa de un modelo de coctel. *Ciencia y tecnología de alimentos*.
- Fernandez Risco, G. C. (2022). Comparación nutricional del snack de mora (*Rubus ulmifolius*), fresa (*Fragaria*) y uvilla (*Physalis peruviana*). Riobamba: <http://dspace.esPOCH.edu.ec>.
- Fernandez, R., & Lizana, X. (2020). Antocianinas en *Solanum tuberosum*: Una revisión. *Agro Sur*, 1. Obtenido de <http://index.php>
- Food Safety. (2017). 3M Ciencia aplicada. Obtenido de Microquimica.com.mx
- GAD-Guaranda. (2025). Gobierno Autonomo Descentralizado del Canton Guaranda. Obtenido de <https://www.guaranda.gob.ec>
- Garcia, M. E., & Armenteros, E. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script>
- Gómez, E. (2020). Dimencionado de una planta para la extraccion y purificación y purificación de ácido clorogénico. Universidad de Valladolid, 5. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle>
- Granato, D., Barba, F., Bursac, D., Lorenzo, J., Cruz, A., & Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Reviews*, 11, 93-118. doi:<https://doi.org/10.1146>

- Grande-Tovar, C., Araujo-Pabón, L., Flórez-López, E., & Aranaga-Arias, C. (2020). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Informador Técnico*, 85(1), 64–82. doi:<https://doi.org/10.23850/22565035.2932>
- Greenpeace. (2014). Alimentos bajo amenaza. Valor económico de la polinización y vulnerabilidad de la agricultura española ante el declive de las abejas y otros polinizadores . España.
- Guía de Interpretación. (2017). Placas Petrifilm para el Recuento de Aerobios AC. <https://microquimica.com.mx>.
- Gutiérrez, H. (2008). Análisis y diseño de experimentos. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Haro, A. (2019). Caracterización molecular de mora de zonas alto andinas de Ecuador. Universidad de las Américas, 8.
- Hernández Sánchez, T. (2021). Elaboración de un platillo aplicando la técnica de esferificación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hipo, P. (28 de 7 de 2021). Estudio de una mezcla de sacarosa más mora (*Rubus glaucus*) liofilizada para su aplicación en la industria alimentaria. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hurtado , A. (2020). El alginato y sus inmensas aplicaciones industriales. Universidad Católica de Valencia.
- Jímenez, W. (2024). Desarrollo de metodologías analíticas de flujo continuo para determinación de capacidad antioxidante. Universidad Autónoma de México. Obtenido de unam.mx
- Kowalska, A., Leoniak, K., & Grzegorz, B. (2024). Consumers' attitudes and intentions toward functional beverages: a lesson for producers and retailers. *Decision*, 51, 321–337. doi:<https://doi.org/10.1007>

- Kuffo-Vélez, E., Guadamud-Loza, W., & Muñoz-Murillo, J. (2024). Actividad antioxidante y propiedades sensoriales en bebida de soya y guayaba edulcorada con stevia. *Ingenium et Potentia*, 6(10), 22-37. doi:<https://doi.org/10.35381>
- Lobos, I. (2020). Composición nutricional y calidad. Patagonia.
- Loja, C. (2020). Obtencion de un polimero biodegradable a partir del alginato de calcio extraido de la biomasa del alga parda El alginato de sodio es una sal sódica del ácido algínico, un polisacárido natural extraído de las paredes celulares de las algas parda. *Universidad Politecnica Salesiana*, 25.
- Lopez Valois, C. P. (2023). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de cremas faciales a base de arándano (*Vaccinium corymbosum*). <https://repositorio.ulima.edu.pe/>.
- López-Velasco, D, Sosa-Montes, E., Pro-Martínez, A., González-Cerón, F., & Vargas-Galicia, A. (2021). Efecto antioxidante de la miel de abeja sobre la carne de conejo almacenada en refrigeración. *Biotechnología y Ciencias Agropecuarias*, 15(2), 135. doi:<https://doi.org/10.29059>
- Madahi, W., Guerra, D., Silva, K., Domínguez, B., Domínguez, R., & Piña, O. (2024). Changes in physicochemical and antioxidant properties over one year of *Apis mellifera* honey. *Agro Productividad*, 17(11), 211-223. doi:<https://doi.org/10.32854>
- Martinez, W. (2014). *Bebidas a partir de arandanos*. Cartagena: COGESTEC (Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación).
- Mera, J. (2022). Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en cinética de degradación de fenoles en el zumo de mora (*Rubus Ulmifolius*). Universidad Señor de Sipán.
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2022). *El cultivo de la mora en Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

- Moreira, D., Félix, Q., Loor, H., & Muñoz, L. (2024). Capacidad antioxidante y caracterización fisicoquímica de una bebida. *Bionatura*, 9(2), 1-20. doi:<http://dx.doi.org/10.21931/RB/2024.09.02.8>
- Mujica de Soto, M. (2023). Zenodo. Obtenido de Zenodo: <https://zenodo.org>
- Naik, J., & Rajput, R. (2021). The R2R3-MYB transcription factor MtMYB134 orchestrates flavonol biosynthesis in *Medicago truncatula*. Springer, 1. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11103>
- Navas, V. (2024). Elaboración de un microencapsulado de vitamina E (D-alfa tocoferol), vitamina C (ácido ascórbico) y vitamina B2 (riboflavina) mediante secado por aspersion. Universidad Tecnica de Ambato, 18. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec>
- Patricio, L. (2015). Scribd. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com>
- Paucar Luna, J. (2021). *Agroindustrial Science*. Agroindustrial Science. Universidad Nacional de Trujillo, Peru.
- Paz-Yépez, C., Campuzano-Vera, A., Villamar, M., Medina-Galarza, G., & Palmay-Paredes, J. (2025). Capacidad antioxidante de una bebida fermentada tipo kombucha elaborada con jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 6, 67-81. doi:10.56519
- Pereira, A. (2019). Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food Chem. Toxicol.*
- Pesantes Arriola, G. C., & Tejada Ovalle, S. E. (2021). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). <https://repositorio.unac.edu.pe>.
- Pincay, G., Espinoza, H., & Murillo, R. (2025). Bebida Probiótica de lactosuero con pulpa liofilizada de tomate de árbol: optimización antioxidante y sostenible. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(2), 674–696. doi:<https://doi.org/10.60100>

- Pinta Chuquimarca, A. C. (2023). Comparación de los parámetros físico- químico y sensoriales de la mora de castilla con la mora de brazo, para su uso agroindustrial. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Piñón, M. (2021). La cocina molecular para diversificar a la gastronomía. *Sosquua*, 31(1), 38-60. doi:<https://doi.org/10.52948>
- Popescu, D. (2024). Efectos derivados del potencial antioxidante de la suplementación con quercetina en deportistas. *Universitat Oberta de Catalunya*, 6. Obtenido de openaccess.uoc.edu/bitstream
- Poveda Morales , T. C. (2024). Uso y aplicaciones del arándano (*vaccinium corymbosum*) en el desarrollo de productos gastronómicos. *Repositrio Institucional Uniandes*, 11.
- Pusse Monja, K. Y. (2023). Propuesta de mejora en el proceso de empaque de arándano fresco para incrementar su productividad usando promodel. Handle. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6766>
- Qin, T., & Liu, B. (2021). Sondas fluorescentes de molécula pequeña basadas en flavonol. *ScienceDirect*, 3. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com>
- Ribadeneira Padilla, J. X. (2022). Evaluación y caracterización fisicoquímica de vino de frutas arándano (*vaccinium myrtillus*) y mora (*rubus ulmifolius*) y su incidencia en la calidad sensorial. Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Rivera, A., Chávez, J., Mamani, A., & Pinto, E. (2024). Capacidad antioxidante total y fenoles totales en una bebida funcional no láctea a base de cáscara de maracuyá y chía. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(4), 193. doi:10.12873/444rivera
- Rodríguez, I., LLanes , L., & Duarte, C. (2024). Comparación entre escalas tipo likert y hedónicas para la evaluación de la aceptación de barras energéticas. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de www.revcitecal.iiia.edu.cu

- Rojas, A. (2022). Estudio comparativo de la cuantificación del ácido ascórbico (vitamina C) en tabletas y alimentos según técnica propia en la ciudad de Huancayo. Universidad Roosevelt. Obtenido de <http://handle.ec>
- Salgado, J. M., & Aystas, B. J. (2023). Estudio de parametros fisicos quimicos para evaluar la calidad de la miel de abeja y mieles comercializadas en Leon en el periodo de Mayo-Septiembre 2023. Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua, 9. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu>
- Sallo, P. (2019). Evaluacion del contenido de sacarosa en Miel de Abeja. Universidad Alas Peruanas, 20. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe>
- Sánchez, A. (2024). Elaboración de una bebida fermentada de guanábana y su clarificación a través de bentonita sódica . Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Santos, L. (2021). Extracción de ácido clorogénico y cafeína a partir de posos de café. Universidad de Lleida, 21. Obtenido de <https://repositori.udl.cat>
- Tánori-Encinas, D. (2022). Cápsulas de polvo de arándano como propuesta nutracéutica para mejorar la bioaccesibilidad de compuestos fenólicos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- The Food Tech. (2024). Obtenido de <https://thefoodtech.com>
- Valencia-Aguilar, E., Quevedo-León, R., Diaz-Guineo, D., & Espinoza-Tellez, T. (2024). Zumo a base de maqui liofilizado con sus características fisicoquímicas, funcionales, microbiológicas y sensoriales. Agroindustrial Science, 14, 143-149. doi:<http://doi.org/10.17268>
- Valverde, V., & Inca, K. (2024). Elaboración de una bebida funcional hipocalórica con colágeno hidrolizado. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Vargas, M., & Pérez, L. (2022). Influencia del pre tratamiento y maceración en la cantidad de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante en un licor de

arándano azul (*Vaccinium Corymbosum* L). Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/17106>

Vázquez, A., Hernández, T., & Gutiérrez, J. F. (05 de 12 de 2021). Elaboración de un platillo aplicando la técnica de esferificación. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx>

Velásquez, A. (2021). Historia de los Arándanos. LinkedIn, 2.

Villanueva -Tiburcio, J., Bravo- Romaina, J., Briceño-Yen, H., & Vásquez- Rojas, E. (2023). Contenido de Polifenoles Totales, Antocianinas y Actividad Antioxidante en arándanos nativos de la región andina. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 10(3), 48. doi:<https://doi.org/10.53287>

Villanueva, J. E. (2023). Contenido de Polifenoles Totales, Antocianinas y Actividad Antioxidante en arándanos nativos (*Vaccinium floribundum* H.B.K) de la región andina. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 5-6.

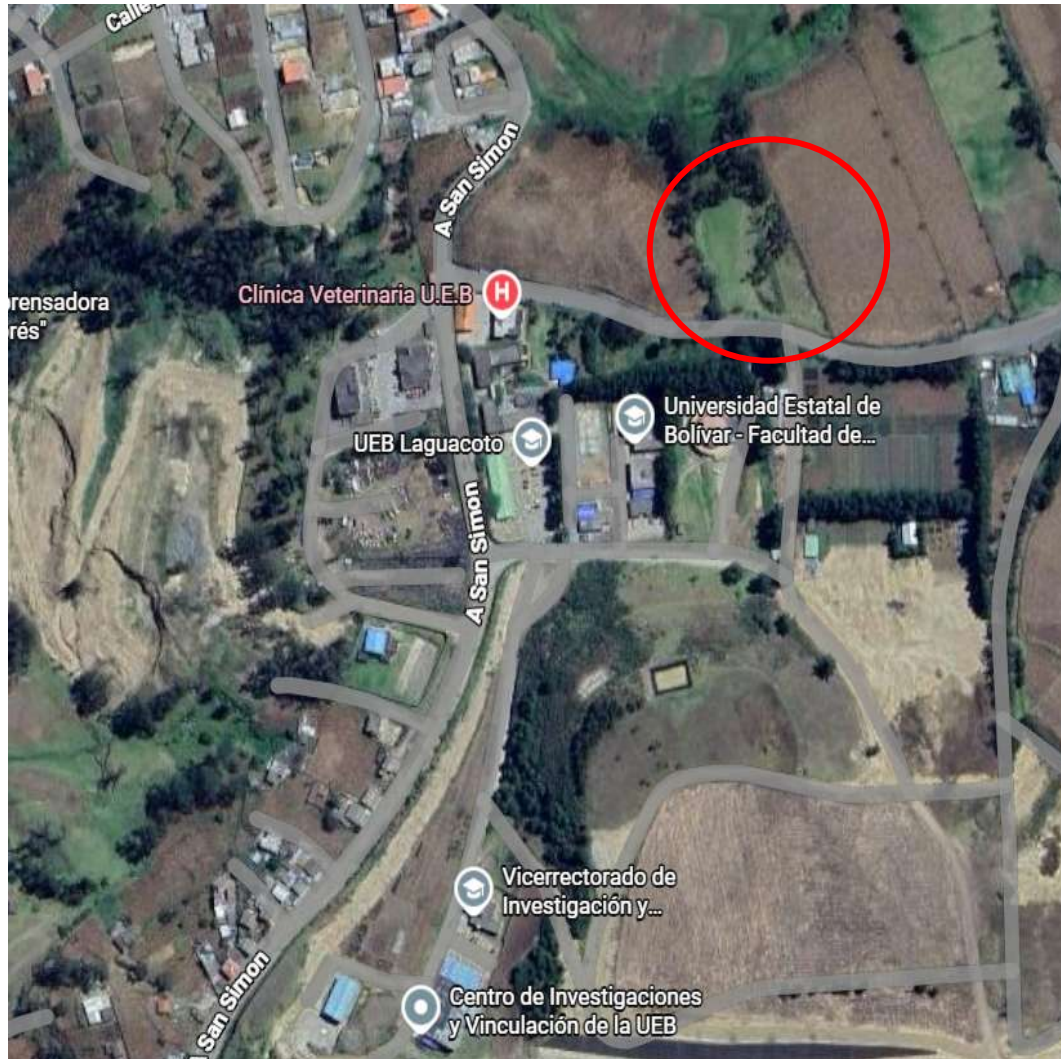
Zambrano Vélez, M. I. (2022). Efecto de concentraciones de miel de abeja en la producción de una conserva en almíbar con fruta de pitahayas (*Hylocereus undatus*) y (*Cereus ocampis*). Universidad Tecnica de Ambato.

Zumba Briones, J. A. (2022). Manejo agrotécnico del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus*). Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec>.

ANEXOS


Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2.

Análisis de antioxidantes tratamientos por método ABTS

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunaco 8, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Código	IR-AA
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N° 224

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma, César Argüelo				
Muestra	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja				
Código asignado UEB	INV 250, INV 251, INV 252, INV 253, INV 254, INV 255, INV 256, INV 257, INV 258, INV 259, INV 260				
Estado de la muestra	Líquida				
Envase de recepción	Tarrina plástica con aprox. 100 ml de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Actividad antioxidante				
Fecha de recepción	16 de septiembre de 2024				
Fecha de análisis	17 al 18 de septiembre de 2024				
Fecha de informe	25 de septiembre de 2024				
Técnico (s) asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 250	Arándano	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	µmol ET/ l muestra	11330,11
INV 251	Mora				24944,31
INV 252	Miel de abeja				9806,64
INV 253	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T1.R1				13024,44
INV 254	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T2.R1				13560,74
INV 255	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T3.R1				13292,59
INV 256	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T4.R1				11898,21
INV 257	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T5.R1				12219,99

UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunillas II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	IR-AA
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2024
			Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N° 224

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma, César Angulo				
Muestra	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja				
Código asignado UEB	INV 250, INV 251, INV 252, INV 253, INV 254, INV 255, INV 256, INV 257, INV 258, INV 259, INV 260				
Estado de la muestra	Líquida				
Envase de recepción	Tarrina plástica con aprox. 100 ml de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Actividad antioxidante				
Fecha de recepción	16 de septiembre de 2024				
Fecha de análisis	17 al 18 de septiembre de 2024				
Fecha de informe	25 de septiembre de 2024				
Técnico (s) asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 250	Arándano	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	µmol ET/ l muestra	11330,11
INV 251	Mora				24944,31
INV 252	Miel de abeja				9806,64
INV 253	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T1.R1				13024,44
INV 254	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T2.R1				13560,74
INV 255	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T3.R1				13292,59
INV 256	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T4.R1				11898,21
INV 257	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T5.R1				12219,99

UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>		Código	IR-AA
		INFORME DE RESULTADOS		Versión	1
				Año	2024
				Página	Página 2 de 2

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 258	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T6.R1	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	µmol ET/ l muestra	12595,40
INV 259	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T7.R1				13024,44
INV 260	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T8.R1				12059,10

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



FIRMANA DIGITAL DEL
INGENIERO FAVIAN BAYAS
MOREJON

Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	IR-AA
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N° 225

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma, César Angulo				
Muestras	Bebida esferificada de a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja.				
Código asignado UEB	INV 261, INV 262, INV 263, INV 264, INV 265, INV 266, INV 267, INV 268, INV 269, INV 271, INV 272				
Estado de la muestra	Líquida				
Envase de recepción	Tarrina plástica con aprox. 100 ml de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Actividad antioxidante				
Fecha de recepción	23 de septiembre de 2024				
Fecha de análisis	24 de septiembre de 2024				
Fecha de informe	25 de septiembre de 2024				
Técnico (s) asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 261	Gloconolactato de calcio				N/D
INV 262	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T1	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	µmol ET/ l muestra	12828,00
INV 263	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T2				12931,31
INV 264	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T3				11743,32
INV 265	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T4				12208,19
INV 266	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T5				12363,14
INV 267	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T6				12724,70
INV 268	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T7				11536,72

 UEB UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Código	IR-AA
		Versión	1		
		Año	2024		
		Página	Página 2 de 2		
INFORME DE RESULTADOS					

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 269	Bebida esferificada a base de arándano y mora, edulcorada con miel de abeja T8	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	µmol ET/ l muestra	12776,35
INV 271	Alginato de sodio				N/D
INV 272	Alginato de calcio				N/D

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.
 N/D= Corresponde a un valor No Determinado



CSIDRO FAVIAN BAYAS
 DIRECTOR

Ing. Favian Bayas PhD.
 Director DIVIUEB

Anexo 3.

Análisis de antioxidantes bebida comercial por método ABTS

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Código	IR-AA
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N° 244

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma, César Angulo				
Muestras	Bebida esferificada de arándano comercial y bebida esferificada de cereza comercial.				
Código asignado UEB	INV 305, INV 306				
Estado de la muestra	Líquida				
Envase de recepción	Envase plástico con aprox. 100 ml de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Actividad antioxidante				
Fecha de recepción	29 de octubre de 2024				
Fecha de análisis	28 al 29 de octubre de 2024				
Fecha de informe	29 de octubre de 2024				
Técnico (s) asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 305	Bebida esferificada de arándano comercial	Actividad antioxidante	ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	µmol ET/ l muestra	1621,73
INV 306	Bebida esferificada de cereza comercial				1841,54

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.
N/D= Corresponde a un valor No Determinado



Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 4.

Análisis bromatológico

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguneta 8, Fie 1 107, vía a San Sebastián, Cañón Guarandó, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°122

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma – César Angulo				
Muestra	Arándano –Mora – Miel de abeja – Bebida esferificada de arándano, mora y miel de abeja				
Código asignado UEB	INV171- INV172 - INV173 – INV174				
Estado de la muestras	Frescas y líquida				
Envase de recepción	Bolsas plásticas				
Análisis requerido(s)	Grasa, humedad, cenizas, sólidos solubles, pH, acidez				
Fecha de recepción	31 de Marzo del 2025				
Fecha de análisis	31 de Marzo – 03 de Abril del 2025				
Fecha de informe	10 de Abril del 2025				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV171	Arándano	Grasa	%	AOAC 2003.06	0,03
		Humedad		AOAC 925.10	88,04
		Ceniza		AOAC 923.03	0,14
		Sólidos totales	*Brix	Brixómetro	9,33
		pH	---	Potenciómetro	3,04
		Acidez	% ácido cítrico	INEN 2427	1,15
INV172	Mora	Grasa	%	AOAC 2003.06	0,01
		Humedad		AOAC 925.10	94,28
		Ceniza		AOAC 923.03	0,14
		Sólidos totales	*Brix	Brixómetro	7,13
		pH	---	Potenciómetro	2,54
		Acidez	% ácido cítrico	INEN 2427	1,68

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguacolo II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 2 de 2

INV173	Miel de abeja	Grasa	%	AOAC 2003.06	0,01
		Humedad		AOAC 925.10	20,87
		Ceniza		AOAC 923.03	0,21
		Sólidos totales	°Brix	Brixómetro	82,00
		pH	---	Potenciómetro	3,21
		Acidez	Miliequivalente s/1000 g de miel de abeja	INEN 1634	28,49
INV174	Bebida esferificada de arándano, mora y miel de abeja	Humedad	%	AOAC 925.10	81,24
		Sólidos totales	°Brix	Brixómetro	19,00
		pH	---	Potenciómetro	3,86
		Acidez	% ácido cítrico	INEN 381	0,62

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


 Ing. Favián Bayas, PhD.
 Director DIVIUEB

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

INFORME N° 123-2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	César Elías Angulo Alvear Kelin Brillith Aucatoma Chico					
Muestra	Arándano, mora, miel de abeja y bebida esferificada de arándano, mora y miel de abeja					
Código asignado UEB	INV-171, INV-172, INV-173, INV-174					
Estado de la muestra	Fresco					
Envase de recepción	Recipiente de plástico					
Análisis requerido(s)	Proteína total					
Fecha de recepción	07/04/2025					
Fecha de análisis	07/04/2025					
Fecha de informe	10/04/2025					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV-171	Arándano	Proteína Total	%	Dumas	0,563	0,58
					0,563	
					0,625	
INV-172	Mora	Proteína Total	%	Dumas	1,813	1,75
					1,688	
					1,750	
INV-173	Miel de abeja	Proteína Total	%	Dumas	0,500	0,50
					0,563	
					0,438	
INV-174	Bebida de arándano, mora y miel	Proteína Total	%	Dumas	0,438	0,49
					0,563	
					0,469	

La muestra fue realizada por 3 réplicas




Dr. Pavián Bayas Morejón
Director DIVIUEB

Anexo 5.

Análisis microbiológico en el producto terminado

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°124

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Kelin Aucatoma – César Angulo				
Muestra	Bebida esferificada de arándano, mora y miel de abeja				
Código asignado UEB	INV174				
Estado de la muestras	Líquido esferificado				
Envase de recepción	Recipiente plástico				
Análisis requerido(s)	<i>E. Coli, Recuento total, mohos y levaduras</i>				
Fecha de recepción	01 de Abril del 2025				
Fecha de análisis	01-03 de Abril del 2025				
Fecha de informe	10 de Abril del 2025				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV174	Bebida esferificada de arándano, mora y miel de abeja	<i>E. Coli</i>	Ufc	Petrifilm (AOAC 991.14)	Ausencia
		<i>Mohos y Levaduras</i>		Petrifilm	Ausencia
		<i>Recuento total</i>		Petrifilm	Ausencia
Los análisis realizados fueron con tres diluciones y tres réplicas					



Ing. Faván Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 6.

Bases de datos

3.1 Base de datos de análisis de cantidad de antioxidantes para Statgrafics

Número	Tratamientos	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Replica 1	Replica 2	Promedio
T1	A1B2C2	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%	13560,7443	12931,3071	13246,0257
T2	A2B2C2	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C2= 0,04%	13024,4436	12828,0042	12926,2239
T3	A1B1C2	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%	11898,2123	12208,1869	12053,1996
T4	A2B1C2	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C2= 0,04%	13292,5939	11743,324	12517,959
T5	A1B2C1	A2= 75%-25%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%	12595,4031	12724,7013	12660,0522
T6	A2B2C1	A1= 50%-50%	B2= Alginato de calcio	C1= 0,02%	12219,9927	12363,1413	12291,567
T7	A1B1C1	A2= 75%-25%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%	12059,1025	12776,3528	12417,7276
T8	A2B1C1	A1= 50%-50%	B1= Alginato de sodio	C1= 0,02%	13024,4436	11536,7182	12280,5809
Valor Máximo					13560,7443	12931,3071	13246,0257

3.2 Base de datos de catación

Tratamiento	Catador	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	1	5	3	5	3	3
1	2	3	3	3	5	5
1	3	2	1	4	4	3
1	4	3	3	3	4	5
1	5	2	4	5	2	3
1	6	4	3	4	4	4
1	7	2	3	3	5	3
1	8	3	3	3	4	4
1	9	2	4	2	4	5
1	10	3	3	4	3	3
1	11	4	4	3	4	5
1	12	3	3	4	4	4
1	13	3	4	3	4	3
1	14	2	3	5	5	5
1	15	3	4	3	4	4
1	16	3	3	5	4	5
1	17	4	3	4	4	3
1	18	3	3	3	5	4
1	19	3	3	4	4	3
1	20	3	3	3	4	3
1	21	4	4	5	4	4
1	22	3	3	4	3	3
1	23	3	3	3	4	5
1	24	4	5	3	4	3
1	25	3	3	5	4	4
1	26	2	3	4	5	4
1	27	4	4	3	4	3
1	28	3	3	4	4	4
1	29	3	3	3	4	5
1	30	4	3	4	4	4
2	1	5	4	2	3	5
2	2	4	4	4	5	3
2	3	4	3	1	4	5
2	4	3	3	3	4	4
2	5	4	5	1	4	4

2	6	1	3	3	4	2
2	7	4	3	4	3	2
2	8	5	1	3	5	4
2	9	3	5	1	4	4
2	10	4	4	2	4	4
2	11	4	5	4	4	3
2	12	3	4	3	4	3
2	13	5	3	2	4	4
2	14	3	4	2	5	4
2	15	3	3	4	4	3
2	16	4	4	3	4	2
2	17	3	3	0	5	4
2	18	5	4	2	4	5
2	19	3	3	4	4	1
2	20	3	4	3	4	4
2	21	3	3	4	5	3
2	22	3	4	3	4	2
2	23	4	3	1	4	4
2	24	3	4	3	5	3
2	25	4	3	5	5	2
2	26	3	4	4	4	3
2	27	4	3	2	4	3
2	28	3	4	3	5	2
2	29	3	3	2	4	3
2	30	4	4	3	4	1
3	1	2	3	2	3	4
3	2	3	5	4	5	3
3	3	3	3	4	4	2
3	4	2	2	3	5	3
3	5	4	3	3	4	4
3	6	3	4	1	4	3
3	7	5	3	3	5	2
3	8	2	4	2	4	3
3	9	3	3	0	3	2
3	10	3	4	3	4	4
3	11	4	3	3	4	3
3	12	5	3	3	5	3
3	13	2	4	5	4	4
3	14	3	3	3	4	4
3	15	3	3	3	4	3
3	16	4	4	3	5	3
3	17	5	3	4	4	2
3	18	3	4	3	4	4

3	19	4	3	4	5	3
3	20	3	3	2	4	4
3	21	4	4	3	4	2
3	22	3	3	2	5	3
3	23	4	3	4	4	4
3	24	3	4	3	4	3
3	25	3	3	3	4	2
3	26	4	3	4	5	3
3	27	3	4	3	4	4
3	28	4	3	3	4	3
3	29	3	3	2	4	2
3	30	4	3	1	4	3
4	1	5	3	4	5	2
4	2	3	3	3	3	3
4	3	4	5	4	5	4
4	4	4	3	2	4	5
4	5	2	2	4	3	4
4	6	3	4	3	4	4
4	7	5	4	4	3	3
4	8	3	5	3	4	3
4	9	4	4	5	5	5
4	10	2	4	3	3	2
4	11	5	3	4	4	4
4	12	3	5	1	5	4
4	13	4	3	5	3	5
4	14	5	3	3	4	4
4	15	3	4	2	5	2
4	16	4	3	3	3	3
4	17	3	3	3	4	4
4	18	5	3	2	5	2
4	19	3	4	3	3	2
4	20	4	5	3	4	3
4	21	3	3	1	4	4
4	22	3	3	4	5	3
4	23	3	4	3	3	4
4	24	4	3	4	4	2
4	25	3	3	4	4	3
4	26	3	4	3	4	3
4	27	4	3	3	5	3
4	28	3	3	3	4	3
4	29	3	4	4	4	4
4	30	4	3	4	4	4
5	1	5	5	1	5	2

5	2	2	4	3	4	4
5	3	3	4	4	3	1
5	4	2	5	2	4	3
5	5	5	3	2	5	4
5	6	4	5	3	3	4
5	7	2	3	4	4	3
5	8	3	5	3	4	2
5	9	4	3	4	5	4
5	10	5	4	3	3	3
5	11	3	3	4	4	4
5	12	4	5	5	5	3
5	13	4	3	3	3	3
5	14	3	4	1	4	3
5	15	4	3	3	5	2
5	16	4	5	4	5	3
5	17	3	3	2	5	2
5	18	4	4	3	5	3
5	19	4	3	4	5	4
5	20	3	4	3	4	3
5	21	4	4	4	5	4
5	22	4	3	3	5	3
5	23	3	3	5	4	5
5	24	4	3	3	4	3
5	25	3	4	4	4	3
5	26	4	3	3	4	4
5	27	3	3	2	4	2
5	28	4	3	4	4	3
5	29	4	3	3	4	4
5	30	3	3	4	4	3
6	1	1	5	5	3	3
6	2	4	3	3	5	1
6	3	4	4	4	4	5
6	4	2	3	3	4	4
6	5	4	5	3	3	3
6	6	5	3	2	5	2
6	7	2	4	2	4	5
6	8	3	3	3	3	4
6	9	4	5	2	4	2
6	10	3	3	2	4	4
6	11	5	4	3	3	5
6	12	3	3	3	4	3
6	13	4	3	5	5	3
6	14	4	4	3	3	4

6	15	5	3	3	4	2
6	16	3	3	5	4	4
6	17	4	4	2	4	3
6	18	5	3	2	4	4
6	19	3	4	5	4	2
6	20	4	3	4	5	4
6	21	5	4	2	5	3
6	22	3	3	3	5	4
6	23	5	4	3	5	3
6	24	4	3	2	5	2
6	25	5	4	3	5	4
6	26	3	3	4	4	4
6	27	4	4	3	4	3
6	28	5	3	3	4	3
6	29	3	4	2	4	3
6	30	4	4	4	4	3
7	1	2	5	2	4	2
7	2	5	3	3	5	2
7	3	4	4	4	4	3
7	4	3	3	3	4	1
7	5	4	3	4	5	3
7	6	2	4	2	2	4
7	7	5	3	4	4	3
7	8	4	3	2	4	1
7	9	3	3	4	5	2
7	10	5	4	2	4	4
7	11	4	3	2	5	3
7	12	1	3	3	5	4
7	13	2	3	4	4	4
7	14	4	4	2	5	3
7	15	5	3	4	5	4
7	16	4	3	2	4	2
7	17	3	3	3	5	4
7	18	4	4	2	4	1
7	19	1	3	3	4	4
7	20	3	3	4	5	4
7	21	3	3	3	4	3
7	22	3	3	1	5	4
7	23	3	3	4	4	3
7	24	5	3	1	5	4
7	25	3	3	4	4	3
7	26	3	3	3	4	4
7	27	3	3	4	4	3

7	28	3	3	2	4	4
7	29	3	3	3	2	4
7	30	4	3	2	4	3
8	1	2	2	5	5	4
8	2	5	5	1	5	5
8	3	3	4	2	2	3
8	4	5	2	3	3	4
8	5	3	3	2	4	3
8	6	4	4	4	5	4
8	7	1	5	3	3	2
8	8	3	2	3	4	4
8	9	4	3	2	3	3
8	10	5	4	1	4	3
8	11	3	5	2	5	3
8	12	4	3	3	4	2
8	13	4	4	2	5	2
8	14	3	3	5	4	3
8	15	2	5	3	5	3
8	16	4	3	1	4	2
8	17	4	4	3	5	2
8	18	5	3	4	4	2
8	19	4	4	2	4	4
8	20	3	3	3	5	2
8	21	4	3	2	3	4
8	22	4	4	3	4	2
8	23	3	3	2	5	4
8	24	2	3	3	4	3
8	25	4	4	2	3	1
8	26	5	3	3	3	3
8	27	4	4	1	4	4
8	28	3	3	3	4	3
8	29	4	4	2	5	2
8	30	2	4	3	4	3

Anexo 7.

Fotografías de la parte experimental

Procesamiento de pulpa	Colado de pulpa
	
Pesado de pulpa de mora)	Pesado de pulpa de arándano
	
Esferificado	
	

<p align="center">Preparación de soluciones</p> 	<p align="center">Pesado</p> 	<p align="center">Pesado de muestras</p> 
<p align="center">Disolución de muestras</p> 	<p align="center">Agitación de muestras</p> 	<p align="center">Centrifugado de muestras</p> 
<p align="center">Espectrofotómetro</p> 	<p align="center">Medición de pH</p> 	<p align="center">Análisis microbiológico</p> 
<p align="center">Análisis microbiológico</p> 	<p align="center">Análisis de cenizas</p> 	<p align="center">Análisis sensorial</p> 

Anexo 8.

Hoja de cataciones



**CARRERA DE AGROINDUSTRIA
EVALUACIÓN SENSORIAL**

Fecha:

Instrucciones: Sírvase evaluar cada uno de las características de calidad y aceptabilidad

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

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS	
		180	190
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. Semiduro		
	4. Semi Blando		
	5. Muy Blando		
ACEPTABILIDAD	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		

Observaciones:.....
.....
.....

Anexo 9. Glosario de términos técnicos.

Apícolas: Productos o actividades relacionadas con la apicultura, es decir, con la cría y manejo de abejas para la obtención de miel, polen, propóleos, jalea real y otros derivados.

Bacteriostático: es aquel que no destruye o mata las bacterias, pero si detiene su crecimiento, de tal manera que acaban muriendo sin reproducirse.

Bebida esferificada: Producto líquido sometido a un proceso de esferificación mediante la interacción entre alginato de sodio y gluconolactato de calcio, formando una capa gelatinosa externa que encapsula el contenido interno. Este proceso permite obtener esferas con características sensoriales diferenciadas y una liberación controlada del sabor y los compuestos bioactivos.

Bebida Funcional: producto líquido que, además de hidratar, aporta compuestos bioactivos que benefician la salud y contribuyen al bienestar general del consumidor.

Colmenas: Estructuras artificiales o naturales donde habitan y se desarrollan las abejas, organizadas en colonias que incluyen la abeja reina, obreras y zánganos.

Compuesto bioactivo: Sustancia presente en alimentos o materias primas naturales que, además de su valor nutricional, ejerce efectos beneficiosos sobre la salud, como actividad antioxidante, antimicrobiana o antiinflamatoria.

Conductividad eléctrica: es la propiedad de todo elemento que tiene la facultad de a cuál describe la capacidad de un material para permitir el paso de la corriente eléctrica a través de él.

Esferificación: es una técnica de la cocina creativa de vanguardia mediante la cual podemos gelificar un líquido para darle la forma de esferas líquidas.

Gelificantes: Sustancias con capacidad para formar estructuras tridimensionales en medios líquidos, confiriéndoles textura semisólida o gelatinosa. Se emplean comúnmente en la industria alimentaria para estabilizar, espesar o encapsular compuestos activos.

Hidroximetilfurfural (HMF): Compuesto orgánico resultante de la deshidratación térmica de azúcares reductores, empleado como indicador de calidad y frescura en productos apícolas y procesados térmicamente. Su concentración elevada puede reflejar degradación por exceso de calor o almacenamiento prolongado.

Índice de diastasa: es el indicador de sobrecalentamiento y de frescura en la miel, basado en la actividad enzimática de las diastasas presentes en ella.

Inocuidad: Condición que garantiza que un alimento no representa riesgo para la salud del consumidor, asegurando la ausencia de contaminantes biológicos, químicos o físicos en niveles peligrosos.

Iones: Átomos o moléculas que han ganado o perdido electrones, adquiriendo carga eléctrica positiva o negativa. En los procesos de esferificación, los iones calcio (Ca^{2+}) son fundamentales para la formación de la red gelificada del alginato.

Mentilglioxal: Compuesto orgánico presente principalmente en la miel de ciertas especies florales, especialmente la miel de Manuka, al cual se le atribuyen propiedades antibacterianas y antioxidantes significativas.

Radicales libres: son moléculas inestables elaboradas durante el metabolismo normal de las células (cambios químicos que ocurren en una célula).

Rotación óptica: es la rotación de la orientación del plano de polarización sobre el eje óptico de la luz polarizada linealmente a medida que viaja a través de ciertos materiales.

Vanguardista: Término utilizado para describir productos, tecnologías o procesos innovadores que incorporan conceptos o métodos modernos, diferenciándose por su originalidad y aplicación avanzada en el campo científico o tecnológico.

Versatilidad: es la capacidad de algo o alguien de adaptarse con rapidez y facilidad a distintas funciones o situaciones.

Vigorizante: Sustancia o producto que contribuye a incrementar la energía, vitalidad o resistencia del organismo, generalmente asociado a la presencia de azúcares naturales, antioxidantes o compuestos bioactivos.