



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN  
AGROINDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DEL COLORANTE A BASE DE LA FRUTA DE  
TEMPORADA CAIMITO MORADO (*Chrysophyllum cainito*) EN  
LA ELABORACIÓN DEL YOGUR**

**AUTORA**

**SALAZAR DELGADO GLENDA CAMILA**

**TUTOR**

**CALLE MENDOZA LUIS ALFREDO**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2025**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN  
AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL COLORANTE A BASE DE LA FRUTA DE TEMPORADA CAIMITO MORADO (*Chrysophyllum cainito*) EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR”**, realizado por la estudiante **SALAZAR DELGADO GLENDA CAMILA**; con cédula de identidad N° **1313160895** de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, Unidad Académica **Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

CALLE MENDOZA LUIS ALFREDO

Guayaquil, 13 de marzo del 2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN**  
**AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL COLORANTE A BASE DE LA FRUTA DE TEMPORADA CAIMITO MORADO (*Chrysophyllum cainito*) EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR”**, realizado por la estudiante **SALAZAR DELGADO GLENDA CAMILA**, la misma que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

ING. PALMAY PAREDES JULIO, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

ING. CALLE MENDOZA LUIS ALFREDO, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 14 de febrero del 2025

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mi madre, Rocio Delgado por estar desde el primer día apoyándome incondicionalmente a lo largo de este camino universitario y su alegría, por verme cumplir este gran sueño; estaré infinitamente agradecida por lograr que cumpla una meta profesional; sin ti, esto no hubiese sido posible, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas. Así mismo, a mis hermanos Alejandro y Madelyn por inspirarme siempre.

A mi sobrina mi pequeña Emely y mi niño Joel que por medio de sus sonrisas me motivan a seguir adelante y no rendirme.

Quiero dedicar este gran esfuerzo a mi tío Federico Delgado, que me cuida desde el cielo en cada paso que doy.

Así también, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por concederme salud y sabiduría a lo largo del proceso de universidad al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares principalmente a mi madrina Maricela Quinde gracias por apoyarme emocionalmente y creer en mí.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, SALAZAR DELGADO GLENDA CAMILA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DEL COLORANTE A BASE DE LA FRUTA DE TEMPORADA CAIMITO MORADO (*Chrysophyllum cainito*) EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR”, para optar el título de INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 13 de marzo del 2025

**SALAZAR DELGADO GLENDA CAMILA**

**C.I. 1313160895**

## RESUMEN

Este estudio se centró en valorar el colorante natural de la fruta caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) por el método de rotavapor para extraer antocianinas (pigmentos naturales) en la elaboración del yogur. Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó en el primer objetivo específico que los panelistas catadores eligieron en el perfil sensorial: olor, color y sabor, con mejores promedios al yogur de caimito morado en el solvente ácido cítrico al 3 %.

En cuanto al segundo objetivo específico, se analizó la variable de viscosidad y colorimetría para las muestras del tratamiento sobresaliente en el panel sensorial versus un yogur comercial, identificando que el yogur comercial tuvo un 2 % menos de viscosidad que la otra muestra y en colorimetría se obtuvo diferencias en los colores azul y rojo. Finalmente, se realizó un análisis lactodensímetro, gravimétrico y de coliformes totales para la muestra de yogur ácido cítrico al 3 % se determinó que tiene una densidad de 1,055 g/mL, una solubilidad del 95,98 % y un número de unidades formadores de colonias por gramo menor a 10 en el que su límite de cuantificación es 10 por lo que está dentro del rango. Es por ello que, se recomienda el empleo de la fruta caimito morado en solvente ácido cítrico al 3 % como colorante para el yogur de frutilla.

**Palabras clave:** *Ácido cítrico, antocianinas, caimito, colorante, etanol.*

## ABSTRACT

This study focused on assessing the natural coloring of the purple caimito fruit (*Chrysophyllum cainito*) by the rotavapor method to extract anthocyanins (natural pigments) in the production of yogurt. After analyzing and interpreting the data, it was concluded that the first specific objective that the tasting panelists chose in the sensory profile: smell, color and taste, with better averages than purple caimito yogurt in the 3 % citric acid solvent. Regarding the second specific objective, the viscosity and colorimetry variable was analyzed for the samples of the outstanding treatment in the sensory panel versus a commercial yogurt, identifying that the commercial yogurt had 2 % less viscosity than the other sample and in colorimetry differences were obtained in the blue and red colors. Finally, a lactodensimeter, gravimetric and total coliform analysis was performed for the sample of 3 % citric acid yogurt, which was determined to have a density of 1.055 g/mL, a solubility of 95.98 % and a number of colony-forming units per gram less than 10 in which its limit of quantification is 10, so it is within the range. That is why it is recommended to use the purple caimito fruit in 3 % citric acid solvent as a coloring for strawberry yogurt.

**Keywords:** *Citric acid, anthocyanins, star apple, coloring, ethanol.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	11
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	12
1.3 Justificación de la investigación.....	13
1.4 Delimitación de la investigación.....	14
1.5 Objetivo general.....	14
1.6 Objetivos específicos .....	14
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	14
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	18
2.3 Marco legal.....	29
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1 Enfoque de la investigación.....	31
3.2 Metodología.....	32
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Datos obtenidos de los panelista T 1.....	59
<b>Anexo 2.</b> Datos obtenidos de los panelista T 2 .....	61
<b>Anexo 3.</b> Datos obtenidos de los panelista T 3.....	63
<b>Anexo 4.</b> Datos obtenidos de los panelista T 4 .....	65
<b>Anexo 5.</b> Datos obtenidos de los panelista T 5.....	67
<b>Anexo 6.</b> Datos obtenidos de los panelista T 6.....	69
<b>Anexo 7.</b> Ficha sensorial .....	71
<b>Anexo 8.</b> Ficha de evaluación triangular.....	72
<b>Anexo 9.</b> Gráfico de pastel prueba triangular .....	72
<b>Anexo 10.</b> Norma INEN 7579 del colorante.....	73
<b>Anexo 11.</b> Norma INEN 2184 de productos lácteos.....	74
<b>Anexo 12.</b> Norma INEN 2395 de leches fermentadas .....	75
<b>Anexo 13.</b> Análisis microbiológico en el perfil sensorial .....	76
<b>Anexo 14.</b> Análisis de la muestra de yogur comercial .....	77
<b>Anexo 15.</b> Análisis de la muestra de yogur ácido cítrico 3%.....	78
<b>Anexo 16.</b> Obtención del colorante natural del caimito morado.....	79
<b>Anexo 17.</b> Preparación muestras a evaluar.....	79
<b>Anexo 18.</b> Incorporación del colorante caimito morado al yogur.....	80
<b>Anexo 19.</b> Clasificación de la muestra.....	80

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

En el Ecuador la producción de sustancias y productos químicos (Tartrazina, negro brillante, etc.) no es común o es relativamente baja, mayormente estas sustancias se producen en las provincias del Guayas y Pichincha con el 54 % y 41 % respectivamente (Galarza, 2013).

El color es una característica sensorial muy importante en todo tipo de alimento, existen dos tipos de colorantes que son: Naturales y sintéticos. Los artificiales o sintéticos son compuestos químicos obtenidos por síntesis, pero los colorantes naturales son obtenidos a partir de frutas, plantas, etc., mediante una extracción física y son mejores que los sintéticos, sin embargo, ambos son utilizados por industrias alimentarias (Moncayo, 2015).

En la actualidad las industrias utilizan los colorantes sintéticos o también llamados colorantes artificiales con el fin de dar más tonalidad a los alimentos para ser más llamativos al momento de comercializarlos, algunos pigmentos son perjudiciales para la salud como es el caso de la tartrazina, el amarillo quinoleína, la cochinilla (Ácido carmínico) entre otros (Moran, 2020).

“De acuerdo a estudios realizados por la Food and Drug Administration (FDA) y la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), han prohibido el uso de colorantes artificiales porque produce alergia, hipersensibilidad e incluso cáncer” (Villota, Bonilla, Coba y Brito, 2019).

Según Kraser (2020), indica que los colorantes son sustancias solubles utilizadas por su propiedad de tinción, resalta el color original o provee nuevas coloraciones en productos alimenticios, farmacéuticos, cosméticos y textiles, cuya finalidad es hacerlos más llamativos a la vista del consumidor, estos pueden ser naturales si provienen de fuentes natural, vegetal, animal o mineral y artificiales si han sido modificados química o físicamente.

Para que la fruta caimito florezca, el árbol requiere altas temperaturas y humedad ambiental por lo tanto no resiste épocas de inundación y requiere buen drenaje. La temporada de la fruta puede variar debido a épocas del clima. Una vez recolectada la fruta y por ende no haya alcanzado su debida madurez fisiológica, esta no tiende a madurar ya que es una fruta climatérica (Freire, 2020).

La leche de vaca es considerada como una de las principales fuentes de proteína como la caseína presente en un 80 % de la constitución proteica de la leche, además contiene aminoácidos esenciales, calcio, vitamina A, entre otros. Por ello, debido a muchos otros beneficios es considerada como parte fundamental en la dieta del ser humano (Sánchez, 2013).

La historia del yogur en Ecuador, se logra empezar cuando se pudo obtener por la extracción de una sustancia líquida (secreción nutritiva) de color blanquecino opaco producida por las células secretoras de las glándulas mamarias de los mamíferos, rumiantes (bóvidos y familias “vacas, cabras, etc.”), entre otros. Además, se indica que, fue hecho de casualidad el yogur en Mesopotamia cerca de 5000 años AC (CIL, 2021).

A nivel nacional se destacan investigaciones en productos fermentados no sólidos que contienen bifidobacterias con actividad probiótica. Dentro de las marcas registradas que estén relacionadas con el uso de la leche para la ingesta de la población se encuentran: Fitness, Cocosette, Oreo, Lipton, entre otras, ya que su composición nutricional y/o por sus modificaciones físicas, químicas, biológicas o de otra índole, son superiores a las de un producto normal (Ruiz, y Ramírez, 2009).

Por otra parte, los productos elaborados que estén enriquecidos o que se les haya incorporado un compuesto alimenticio adicional están contemplados, aunque de manera general se encuentran algunas normas de calidad para la incorporación de vitaminas u otro insumo a los productos terminados, con el fin de poderlos considerar en el área fortificada, los cuales, tienen un mejor contenido nutricional que la composición habitual del mismo producto (Regil, 2014).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Los colorantes artificiales mediante el punto de vista de la investigación son muy dañinos para el organismo de las personas ya que a su vez puede provocar enfermedades en el organismo por ejemplo como es la tartrazina causa reacciones de alergia, sobre todo a las personas que sufren de asma (Sánchez, 2013).

Antiguamente la gente disfrutaba de una alimentación exenta de colorantes y aditivos, pero a medida que han ido evolucionando en los productos alimenticios se han incorporado ciertos aditivos artificiales a los alimentos para que su

presentación sea estéticamente mejor y pueda tener una mayor aceptación en el mercado (Alarcón y Quinzo, 2018).

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Se podrá extraer el pigmento natural del caimito morado (*Chrysophyllum cainito*), siendo obtenido por el método rotavapor, como una alternativa para la ingesta de yogur?

### **1.3 Justificación de la investigación**

En Ecuador, se ha podido cultivar gran diversidad de vegetación (frutas, verduras, flores) de gran calidad y de atributo sensorial por su clima y colocación territorial, por lo tanto, presentan un proceso adecuado para ser consumidos por la humanidad, y estas al ser agregadas a la dieta cotidiana contribuyen en el sustento de una buena alimentación (Contreras, 2016).

Con la obtención del colorante natural se pretenderá obtener un aditivo de buena calidad alimentaria y mejorar las características organolépticas (color, olor y sabor) del producto final, para dar a conocer los beneficios que tienen los carotenoides (xantofilas), antocianinas, las mismas que están enriqueciendo al alimento, además, se lo podrá emplear en algunos alimentos como: Yogur, helados, bebidas, etc. Los colorantes son utilizados para realzar el color del producto final, para dar una mejor apariencia (Sánchez, 2013).

Los beneficios que brinda la naturaleza como materia prima, se podrán transformar en productos y en subproductos alimenticios de gran variedad, es decir, se tomará al caimito morado como insumo potencial, el cual, se podría utilizar en la parte alimenticia como en la textil para el mejoramiento de la calidad en el producto final, por el motivo de sus compuestos químicos (átomos de oxígeno en su estructura) “pigmentación” (Castañeda, 2020).

En los estudios obtenidos se da a conocer que, en el sector agroindustrial para la producción de colorantes naturales (actividad laboral) hay un déficit por motivo que no se ha implementado el correcto plan ejecutivo, el cual se distribuye con la mano de obra calificada (cosecha), clasificación, limpieza, molido, etc., y así la actividad extracción del colorante, logrará disminuir el porcentaje alto de desempleo (Quintriqueo, Gutiérrez y Contreras, 2012).

En la presente investigación se busca obtener un colorante natural a partir del caimito morado, para incorporarlo al producto final de base ácida y así mejorar

la presentación del mismo, como es el caso del yogur (aspecto en el contenido alimenticio).

#### 1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevará a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** La investigación se estableció en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Ximena y se desarrolló en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador, Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Tiempo:** El tiempo programado se dio en 7 meses de mayo a noviembre del 2023.
- **Población:** Esta investigación va dirigida a la población en general.

#### 1.5 Objetivo general

Valorar el colorante natural de la fruta caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) en la elaboración del yogur.

#### 1.6 Objetivos específicos

- Extraer el pigmento del caimito morado (mediante el método rotavapor) para su aplicación en el yogur para luego ser valorada por un panel sensorial de 50 catadores y elegir el tratamiento de mayor aceptación que más se asemeje al yogur comercial.
- Determinar la colorimetría (espectrofotómetro) y viscosidad (viscosímetro) del yogur caimito morado con el yogur comercial de frutilla, siendo el tratamiento de mayor aceptación sensorial.
- Evaluar los factores físico-químico como densidad (lactodensímetro), solubilidad (gravimétrico) y microbiológico (Coliformes totales) del tratamiento de mayor aceptabilidad.

#### 1.7 Hipótesis

En la elaboración del yogur caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) podrá cumplir con las características sensoriales para dar una mejor apariencia y textura al producto comercial del yogur de frutilla.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

Villota et al. (2020) llevaron a cabo la extracción de colorantes naturales a partir de la cáscara de camote (*Ipomoea batatas*) para su aplicación en alimentos. El proceso incluyó un análisis preliminar de la materia prima para determinar su contenido de humedad, cenizas, fibra y proteína. Posteriormente, se utilizó un equipo Soxhlet con solventes como etanol y ácido cítrico para la extracción de los compuestos deseados. Finalmente, los pigmentos antociánicos fueron concentrados utilizando un rotavapor operado a 50 °C, lo que permitió obtener extractos de alta calidad para su uso como colorantes alimentarios naturales.

López (2024) realizó la extracción de colorante natural a partir de la pulpa de *Opuntia ficus-indica*, con el objetivo de evaluar el contenido de antocianinas y su potencial aplicación en alimentos. El estudio determinó un porcentaje de inhibición de radicales libres del 62,56 % asociado a las antocianinas, mientras que la vitamina C mostró un porcentaje de inhibición del 69,77 %. Los resultados indicaron que un mayor volumen de extracto está directamente relacionado con un incremento en el contenido de antocianinas, concluyendo que este pigmento puede ser una fuente prometedora de antioxidantes naturales en la industria alimentaria.

Ramírez et al. (2021) emplearon métodos de cromatografía de capa delgada para extraer y analizar las antocianinas presentes en la mora. Este procedimiento permitió identificar las propiedades cromáticas del pigmento, facilitando su incorporación en productos lácteos. Se comparó el rendimiento del pigmento natural con un colorante artificial, observando que las antocianinas no solo eran efectivas como colorante, sino que también garantizaban la inocuidad del producto final, posicionándose como una alternativa sostenible para la industria alimentaria.

Castillo y Ramírez (2021) propusieron un método eficiente para la extracción de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles como uva, fresa y mora. Utilizaron técnicas de extracción con solventes, incluyendo Soxhlet y maceración, y emplearon alcohol etílico acidificado como disolvente principal. Durante el proceso, observaron que este solvente generaba una coloración más intensa en los extractos obtenidos. Posteriormente, aplicaron los colorantes naturales como aditivos en la elaboración de pan, donde los resultados destacaron

un poder tintóreo superior en el colorante de mora en comparación con los de uva y fresa, evidenciando su mayor efectividad como pigmento natural.

Ordóñez (2022) evidenció que el colorante natural obtenido de la flor de Jamaica representa una alternativa viable para la elaboración de productos como salchichas tipo Viena y yogur de mora. El estudio buscó destacar los beneficios del colorante en términos de estabilidad y funcionalidad. La extracción se realizó utilizando un equipo Soxhlet, obteniendo 7 mL de colorante a partir de la materia prima. Los resultados demostraron la capacidad del pigmento para mantener su intensidad cromática, posicionándolo como una opción atractiva para mejorar la apariencia y valor funcional de estos alimentos.

Noriega y Coba (2021) sugieren, en su apartado científico, un enfoque detallado para la extracción y evaluación de la estabilidad de un colorante obtenido a partir del exocarpo de (*Renealmia alpinia*). Su análisis incluyó pruebas de solubilidad, para lo cual seleccionaron solventes con características polares y apolares. Los solventes empleados fueron agua destilada, una solución al 10 % de ácido cítrico, metanol, glicerina, aceite de soya y aceite de palma. Este enfoque permitió identificar las mejores condiciones para maximizar la extracción y preservar la calidad del colorante, destacando la importancia de la compatibilidad entre el pigmento y los solventes utilizados.

Noriega y Coba (2021) incluyeron un análisis de densidad utilizando la técnica del picnómetro para fluidos. El estudio se llevó a cabo a una temperatura controlada de 14 °C, logrando obtener 8,3825 g de colorante extraído de la flor de Jamaica. Estos resultados destacan la precisión del método empleado y la eficacia en la cuantificación del colorante, reafirmando la viabilidad de esta materia prima en aplicaciones alimentarias.

Según Cuesta (2022), se evaluaron los análisis microbiológicos de los colorantes extraídos de verduras como espinaca, berro y brócoli. Los resultados confirmaron la ausencia de mohos y levaduras, garantizando la seguridad microbiológica de los extractos. Sin embargo, también se detectaron trazas de elementos químicos como arsénico, plomo y zinc, cuyos niveles variaron entre las muestras. A pesar de ello, los valores obtenidos se encontraron dentro de los límites establecidos por las normativas aplicables, lo que certifica la calidad y seguridad del colorante según los estándares de la investigación.

Las antocianinas son pigmentos cada vez más valorados por su uso como colorantes naturales y compuestos bioactivos en alimentos funcionales, destacándose por su bajo contenido calórico. La microencapsulación se ha estudiado como método para preservar estas sustancias extraídas del rábano, aunque no existen investigaciones previas específicas sobre su aplicación en la piel de este vegetal. Este estudio tuvo como objetivo extraer, microencapsular mediante atomización y caracterizar las antocianinas de la piel de rábano para su uso como colorante funcional. Utilizando extracción asistida por ultrasonido (EAU), se determinó que el propanol al 70% acidificado con HCl 0.1M era el mejor solvente, logrando un contenido máximo de 122.98 mg de ACN por 100 g en la variedad *Red Pak*. Las antocianinas se microencapsularon con maltodextrina DE10 al 10% p/v a 175°C, obteniendo un rendimiento del 72% y una eficiencia del 97%. Las microcápsulas mostraron 20.01 mg de ACN por 100 g, alta capacidad antioxidante (5.03  $\mu\text{mol}$  TROLOX/mL) y un color rojo-anaranjado puro, siendo una opción prometedora como colorante natural con beneficios para la salud (Aguilar, 2023).

El rojo 40, ampliamente utilizado en las industrias alimentaria y cosmética, ha generado preocupación debido a estudios que sugieren su posible relación con riesgos carcinogénicos, problemas cognitivos y obesidad en niños y adolescentes. Este proyecto propone sustituirlo con colorantes orgánicos derivados de antocianinas, pigmentos naturales presentes en frutas y vegetales que, además de ser una alternativa viable a los sintéticos, ofrecen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. El estudio evaluó la extracción de antocianinas de la flor de carbonero rojo y la flor de Jamaica mediante un método sólido-líquido, analizando la estabilidad, aceptabilidad sensorial y desempeño del colorante en alimentos. También se investigó su viabilidad industrial a través de un proceso de escalamiento, confirmando su potencial como sustituto natural en la industria (Ramos, 2024).

Los epicarpios de papaya y guayaba, desechos agroindustriales sin valorar, fueron estudiados como fuente de pigmentos carotenoides para desarrollar un colorante natural aplicado en salchichas Frankfurt, reemplazando parcialmente los nitritos. Se identificaron características fisicoquímicas, se optimizó la extracción mediante ultrasonido usando aceite de girasol, y se evaluaron factores como intensidad ultrasónica, temperatura y tiempo de extracción. Los carotenoides extraídos mostraron concentraciones significativas: HEP ( $66,03 \pm 0,60$  mg/100g) y

HEG ( $47,38 \pm 1,03$  mg/100g). Las salchichas elaboradas con estos extractos mantuvieron estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica durante 30 días, reduciendo un 25% de nitritos sin afectar calidad ni seguridad. Estos resultados destacan el potencial uso de residuos agroindustriales en la industria cárnica como alternativa sostenible y saludable (Velasco, 2020).

## **2.2 Bases científicas y teóricas de la temática**

### **2.2.1 Caimito**

Es una fruta exótica de temporada, las cuales hay dos variedades (verde y morada). El caimito también se conoce como manzana estrella, caimito morado, cayumito, abiaba, estrella de manzana, fruta de leche y aguaí, debido al líquido lechoso blanco en la piel, el árbol del mismo fruto crece rápidamente y puede llegar a una altura de veinte metros (Queliz, 2007).

Según Hernández, et al (2009), casi el total del porcentaje del fruto (es de forma redonda y de color púrpura pero generalmente es verde) corresponde a la cáscara (60 %), la cual, está compuesta por un epicarpio delgado y duro y en la parte del mesocarpio que representa a la pulpa del fruto, tiene una jugosidad dulce (11,9 %) y su color es entre blanco y morado, la pulpa posee un 37 % y la semilla un 3 %, el contenido de proteína es de 2.1 %, fibra 3,9 %.

#### **2.2.1.1. Caimito morado en el mundo.**

Es originaria de Centroamérica e Islas del Caribe, se distribuyen por el mundo en África, sudeste asiático y Australia, según, en Costa Rica se localiza de forma abundante en los sectores este y oeste del Valle Central, según su germinación es epigea por la que se experimenta entre 15 a 50 días posteriormente de la siembra, además, se recomienda no se debe confundir a esta especie con otra Sapotacea porque puede no tener el mismo efecto (Rojas, et al, 2012).

#### **2.2.1.2. Provincias del Ecuador donde el caimito morado no es explotado.**

En algunas provincias del Ecuador, como Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbíos, Manabí se hallan varias plantaciones de este fruto conocida como star apple es muy endémico de la zona, pero es muy poco explotada. El árbol del caimito es un fruto silvestre y comestible la podemos encontrar en abundancia en la región amazónica de la provincia de Napo (Bajaña, 2018).

### 2.2.1.3. Caimito morado en provincias.

En la provincia de Napo, Esmeraldas, Manabí y los Ríos hay plantaciones de este fruto tan exótico, los árboles plantados por semillas tardan de 5 a 6 años en producción por eso siembran injertos para acelerar el proceso y obtener beneficios. Son pocas las personas que tienen conocimiento de las características que ofrece este fruto tanto medicinal como nutricional (Vargas et al., 2018).

### 2.2.1.4. Descripción taxonómica caimito morado.

Según Batista (2019), el caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) es un árbol tropical de mediana altura, frondoso, con hojas de un verde brillante en la parte superior y un tono dorado en la parte inferior. Pertenece a la familia Sapotaceae y es originario de áreas de baja elevación de América Central y el Caribe. Sus frutos pueden presentar tonalidades verdosas, púrpuras o azuladas, mientras que la pulpa varía entre blanca y amarilla. Cada fruto contiene entre 6 y 10 semillas de color marrón oscuro. La información de la taxonomía del caimito morado se describe en la tabla 1:

**Tabla 1.**

#### **Clasificación taxonómica del caimito morado**

<b>Rasgos</b>	<b>Descripción</b>
Reino	<i>Plantae</i>
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Sapotaceae
Genero	<i>Chrysophyllum</i>
Especie	<i>Chrysophyllum cainito</i> L

**Fuente: Batista (2019)**

### 2.2.1.5. Descripción botánica del caimito morado (*Chrysophyllum cainito*).

El árbol del caimito morado mide aproximadamente 15 a 40 m de altura, el tronco es de 40 cm de diámetro, su rama es de color marrón posee un exuberante látex blanco y pegajoso por lo que le da una característica similar al fruto, la corteza externa es de tonalidad pardo oscuro y la interior es de tono morado claro a blanco (Ortega, 2020).

Según Morton (2013), la semilla de este fruto tiene una forma ovalada, un color marrón oscuro, una longitud de 2 cm, un diámetro aproximado de 1,20 cm y un grosor de 6 mm. Dependiendo de la variedad, cada fruto puede contener hasta diez semillas, las cuales presentan un 1,2 % de glucósido amargo, cianogénico y

lucumina. Estas sustancias pueden procesarse en polvo o tónicos, empleados para elaborar bebidas, barras y otros productos de confitería. La información obtenida sobre el contenido de la semilla de caimito morado, se describe en la tabla 2:

**Tabla 2.**  
**Contenido de la semilla del caimito morado**

Composición	Porcentaje
Saponina	0.19
Pouterin	0.0037
Lucumina	1.2
Aceite fijo	6.6
Dextrosa	2.4

**Fuente: Morton (2013)**

La cáscara es utilizada como gutapercha o goma debido a su gran contenido de látex el peso de la cáscara, pulpa y semilla es variante dependiente del tipo de caimito, se describe en la tabla 3:

**Tabla 3.**  
**Peso de la cáscara, fruta y semilla del caimito morado**

Variable	Masa de cáscara	Peso de pulpa	Peso semillas
Verde	58,725 ± 6,256	69,895 ± 5,258	4,4850 ± 0,832
Morado	70,075 ± 5,154	72,570 ± 6,453	4,6850 ± 0,856
Probabilidad	0,001	0,5174	0,5764

**Fuente: Zambrano (2014)**

La fruta cuando esta inmadura es incomible, pero al madurar se vuelve comestible por su tonalidad púrpura, la pulpa es carnosa, lechosa y pegajosa. Las variedades apreciables son de color amarillo y morado, su forma es redonda, su piel es lisa, brillante y delgada, el caimito maduro tiene un grosor 6 a 12,5 mm, la fruta inmadura es de 3 a 5 mm de espesor en la cáscara, los dos tienen una pasta lechosa, dulce, suave (Timpe, 2011).

#### 2.2.1.6. Variedades del caimito.

En la siguiente tabla 4 se aprecia los valores medios del color del fruto en cuanto a su luminosidad, tono e intensidad.

**Tabla 4.**  
**Valores del color del fruto caimito**

Variables	Luminosidad	Tono	intensidad
Verde	33, 400 ± 9,991	59,156± 4,645	24,002 ± 3,568
Morado	4, 700 ± 2,263	41,264 ± 5,893	2,248 ± 0,600

**Fuente: Zambrano (2014)**

### 2.2.1.7. Composición nutricional del caimito morado.

La fruta contiene diversos compuestos polifenólicos, que son sustancias presentes en las plantas responsables de las características de aroma y sabor de los frutos. Además, los antioxidantes que contienen ayudan a retrasar el daño celular. Entre estos compuestos destacan la catequina, epicatequina, galocatequina, epigalocatequina, quercetina, miricetina y el ácido láctico propio de la fruta (Yahia y Gutiérrez, 2011).

Según Bajaña (2018), 100 g de caimito morado aportan importantes nutrientes como vitamina A (carotenoides, 5,0 mg), vitamina C (15,2 mg), vitamina B1 (1,0 mg), vitamina B2 (0,03 mg), manganeso y selenio. También contribuye al buen funcionamiento del sistema digestivo gracias a su contenido de fibra (3,30 g), lípidos (1,6 %) y carbohidratos (14,5 %). Sus propiedades nutricionales ayudan a equilibrar los niveles de azúcar en la sangre. La información obtenida sobre el valor nutricional del caimito morado, se describe en la tabla 5:

**Tabla 5.**

***Valor nutricional por cada 100 gramos de fruta del caimito morado***

<b>Nutrientes</b>	<b>Valor nutritivo</b>
Contenido de agua	78,4 – 85,7 %
Calorías	67,2
Proteínas	0,72 – 2,33 g
Carbohidratos	14,65 g
Fibras	0,55 – 3,30 g
Ceniza	0,35 – 0,72 g
Azúcares totales	8,45 – 10,39 g
<b>Minerales</b>	
Calcio	7,4 – 17,3 mg
Fosforo	15,9 – 22,0 mg
Hierro	0,30 – 0,68 mg
<b>Vitaminas</b>	
Caroteno	0,004 – 0,039 mg
Tiamina	0,018 – 0,039 mg
Riboflavina	0,013 – 0,04 mg
Niacina	0,935 – 1,340 mg
Ácido ascórbico	3,0 – 15,2 mg
<b>Aminoácidos esenciales</b>	
Triptófano	4 mg
Metionina	2 mg
Lisina	22 mg
Volátiles totales	0,154 mg
Fenoles totales	217,0 – 387,1 mg

**Fuente: Silva (2017)**

### 2.2.1.8. Composición química de caimito morado (*Chrysophyllum cainito*).

El caimito morado (*Chrysophyllum cainito*), perteneciente al reino *Plantae* y a la familia Sapotaceae, es una fruta tropical ampliamente consumida. En la tabla 6 se describe su composición química la cual incluye un contenido de humedad que oscila entre el 78,4 % y el 85,7 %, un aporte calórico de 67,2 calorías, proteínas en un rango de 0,72 a 2,33 g, carbohidratos 14,65 g, azúcares totales entre 8,45 y 10,39 g, fibra de 0,55 a 3,30 g y cenizas entre 0,35 y 0,72 g. Además, aporta minerales como calcio (7,4 – 17,3 mg), fósforo (15,9 – 22,0 mg) e hierro (0,30 – 0,68 mg) (Gómez y Urrea, 2016).

**Tabla 6.**  
**Composición química de caimito morado**

Componente	Cantidad por 100 g	Unidad
Agua	74.0 - 80.0	g
Proteínas	0.7 - 1.1	g
Lípidos	0.8 - 1.6	g
Carbohidratos	14.0 - 16.0	g
Fibra	3.0 - 3.5	g
Energía	60 - 65	kcal
Vitamina A (Carotenoides)	4.0 - 5.0	mg
Vitamina C	12.0 - 15.2	mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.9 - 1.0	mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.02 - 0.03	mg
Calcio	7.0 - 12.0	mg
Hierro	0.5 - 1.0	mg
Fósforo	17.0 - 20.0	mg
Manganeso	0.05 - 0.07	mg
Selenio	Trazas	µg
Glucósido amargo (cianogénico y lucumina)	1.2	%

**Fuente: Bajaña (2018)**

### 2.2.1.9. Uso del caimito morado.

Según Quirantes (2016), utilizó el caimito en la elaboración de bebidas, helados, yogur, mermeladas por su exquisito dulzor el cual, es muy beneficioso y por ende es fácil de combinar con frutas cítricas, tal como es la naranja ya sea troceada o en rodajas. Además, se usa en la medicina la hoja del caimito morado, la cual, es como un expectorante, la cual, previene la bronquitis o enfermedades a los pulmones.

### **2.2.2 Colorante**

Es una sustancia derivada de fuentes vegetales, animales o minerales, obtenida mediante procesos de síntesis, extracción u otros mecanismos, con o sin alteraciones durante su producción. Cuando se añade o aplica a alimentos, medicamentos o cosméticos, puede desencadenar en el organismo humano reacciones adversas como alergias, migrañas y problemas de visión. Los colorantes, por su parte, son sustancias químicas o biológicas, principalmente tintes y pigmentos, que se utilizan para colorear fibras, alimentos y tejidos, así como en la tinción de microorganismos para exámenes microscópicos (Nayhua, 2017).

Los colorantes alimentarios pueden usarse para teñir tejidos, pero no soportan bien el lavado cuando se usan sobre algodón, cáñamo y otras fibras vegetales; algunos colorantes alimentarios hasta pueden ser fijados sobre nailon y fibras animales (Galarza, 2013).

Para que un colorante sintético se considere inocuo debe:

- Tener una estructura química definida.
- Poder colorante.
- Compatibilidad con otros productos.
- Carecer de olor desagradable.

#### **2.2.2.1. Clasificación de los colorantes.**

Según la FDA (2011) detalla la siguiente clasificación:

- Categoría A: Colorantes admitidos para uso alimentario.
- Categoría B: Colorantes que no han sido lo suficientemente estudiados para ser incluidos en la categoría A.
- Categoría C-I: Colorantes no estudiados de forma exhaustiva, pero de los cuales ya se tienen bastantes datos obtenidos de los ensayos de larga duración.
- Categoría C-II: Colorantes con datos inadecuados para su evaluación, pero no se conocen resultados de los ensayos de toxicidad de larga duración, como para relacionarlos con procesos cancerígenos.
- Categoría C-III: Colorantes de los cuales se tienen pocos datos para evaluarlos, pero que son suficientes como para relacionarlos con efectos perjudiciales para la salud.

- Categoría D: Colorantes de los cuales se desconocen casi por completo, datos referentes a su posible toxicidad. En la etiqueta debe constar el tipo de colorante, en caso de que el alimento lo contenga.

#### **2.2.2.1.1. Colorante natural.**

Los colorantes minerales son otra categoría significativa, derivados de compuestos inorgánicos presentes en la naturaleza. Ejemplos incluyen el óxido de hierro, que proporciona tonos amarillos, rojos y marrones, y el lislázuli, fuente del ultramarino, un pigmento azul. Sin embargo, los avances científicos recientes han permitido la creación de colorantes sintéticos que imitan estos tonos naturales. En este contexto, los colorantes sintéticos derivados de fuentes renovables, como algas o bacterias, han ganado popularidad. Las investigaciones se han enfocado en combinar tecnologías modernas con fuentes tradicionales para lograr colorantes más sostenibles y con menor huella de carbono (Marcano, 2018).

#### **2.2.2.1.2. Colorante vegetal.**

El caimito (*Chrysophyllum cainito*), un fruto tropical de cáscara púrpura y pulpa dulce, ha despertado interés en la industria alimentaria como fuente de colorantes naturales. Su riqueza en antocianinas, compuestos responsables de los tonos morados y violetas, lo convierte en una opción atractiva para tintar alimentos y bebidas de manera natural. Estudios recientes han demostrado que los extractos de cáscara de caimito poseen propiedades antioxidantes y una alta estabilidad frente a variaciones de pH, haciéndolos adecuados para aplicaciones en productos como jugos, gelatinas y yogures. Se han desarrollado técnicas de extracción amigables con el medio ambiente, como la extracción asistida por ultrasonido, para maximizar el rendimiento de estos colorantes (Urrea, 2016).

Los colorantes vegetales han sido usados por civilizaciones antiguas para teñir textiles y alimentos. Estos pigmentos naturales provienen de plantas, como raíces, flores, hojas y frutos. Por ejemplo, el índigo, ampliamente empleado para teñir telas, se extrae de las hojas de *Indigofera tinctoria*. La cúrcuma, derivada del rizoma de la planta *Curcuma longa*, aporta un color amarillo intenso, utilizado tanto en gastronomía como en la industria textil. Otro ejemplo relevante es la clorofila, extraída de hojas verdes, que proporciona un color verde vibrante en alimentos y productos cosméticos. Las investigaciones se han centrado en optimizar el proceso de extracción de colorantes vegetales, promoviendo técnicas más sostenibles y amigables con el medio ambiente (Nina, 2018).

### **2.2.2.1.3. Colorante de origen animal.**

Los colorantes de origen animal, aunque menos comunes, tienen un rol significativo en la historia de la tintorería y la cosmética. Uno de los más emblemáticos es el carmín, producido a partir de la cochinilla (*Dactylopius coccus*), un insecto que habita en cactus del género *Opuntia*. Este pigmento rojo brillante se utiliza en alimentos, cosméticos y textiles. Otro ejemplo notable es la púrpura de Tiro, un tinte real extraído de moluscos marinos del género *Murex*, aunque su uso es casi inexistente en la actualidad debido a la sobreexplotación histórica. La búsqueda de alternativas sintéticas y la regulación del uso de colorantes de origen animal han sido prioridades para minimizar su impacto ambiental y ético (Pin y Rivera, 2024).

### **2.2.3 Antocianinas**

Los antocianos o antocianinas (del griego anthos = flor y kia – nos = azul) representan una parte importante tanto cuantitativa como cualitativamente de los flavonoides presentes en inflorescencias y frutas de diversos géneros de plantas. Son los pigmentos rojos y azules de las inflorescencias, tienen características especiales, muy solubles en agua (Kraser y Hernández, 2020).

Las antocianinas se localizan en los pétalos de las inflorescencias, estas moléculas hidrosolubles se encuentran dentro de las vacuolas, denominada “antocianoplastos” o “inclusiones antociánicas vacuolares”

Las diferencias de color que se observan dependen de la naturaleza y concentración de las antocianinas presentes, entre las más importantes están:

- Pelargonidina: Cloruro de 3,5,7-trihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-1- benzopirilo
- Cianidina: Cloruro de 3,3',4',5,7-pentahidroxiflavilio
- Delfinidina: Cloruro de 3,5,7-trihidroxi-2-(3,4,5, trihidroxifenil)-1- benzopirilo
- Peonidina: Cloruro de 3,4',5,7-tetrahidroxi-3'-metoxiflavilio
- Petunidina: Cloruro de 3,3'4',5,7-pentahidroxi-5'-metoxiflavilio
- Malvidina: Cloruro de 3,4',5,7-tetrahidroxi-3',5'-dimetoxiflavilio

### **2.2.4 Betainas**

Este colorante se presenta como un líquido, pasta o polvo de color rojo a rojo oscuro. El pigmento “rojo de remolacha”, “betaína” o “betalaína” tiene la categoría

legal de aditivo alimentario, como colorante natural, con el número S.I.N. E -162. Químicamente las betalaínas son alcaloides derivados del ácido betalámico, por condensación con aminas primarias o secundarias. Son solubles en agua, insolubles en etanol y en las células vegetales se encuentran en disolución dentro de vacuolas. El consumo de betalaínas reduce significativamente el estrés oxidativo, porque estas sustancias capturan los radicales libres que resultan de metabolismo celular que de seguir libres afectarían el metabolismo, además, tienen una función catiónica, por lo que puede asociarse a las membranas por lo que proveen protección ante la arterosclerosis y el cáncer (Galarza, 2013).

### **2.2.5 Amarantina**

La amarantina es una betacianina, un tipo de pigmento natural perteneciente a las betalaínas, responsables de los colores rojo, púrpura y violeta en muchas plantas. Este compuesto se encuentra principalmente en flores, frutas y raíces, como las del género *Amaranthus*. La amarantina no solo aporta un color vibrante, sino que también posee propiedades antioxidantes, lo que la hace interesante para la industria alimentaria y farmacéutica. Debido a su origen natural, se utiliza como colorante en productos alimenticios y cosméticos, siendo una alternativa más saludable frente a los colorantes sintéticos. Además, su estudio es relevante en la investigación de compuestos bioactivos (Galarza, 2013, p.11).

### **2.2.6 Extracción de colorante**

La extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales. Puede definirse como la separación de un componente en una mezcla por medio de las diferentes solubilidades del disolvente con el sustrato (Noriega, 2015).

“La extracción puede realizarse a partir de mezclas sólidas o de soluciones de la sustancia deseada, consiste en añadir el disolvente al sólido, para conseguir una extracción rápida y completa esto se puede lograr triturando el sólido a extraer”. (Saavedra, 2016 p.18)

#### **2.2.6.1. Extracción sólido-líquido.**

La extracción sólido-líquido es una operación unitaria ampliamente utilizada en ingeniería química, cuyo propósito es separar un soluto específico de una matriz

sólida mediante el uso de un solvente adecuado. Esta técnica consiste en remover un soluto soluble en un solvente. Este proceso es fundamental en diversas industrias, como la alimentaria, farmacéutica y minera, ya que permite la recuperación de compuestos valiosos o la eliminación de impurezas. Los factores clave que afectan la eficiencia de la extracción incluyen la selección del solvente, la temperatura y el tiempo de contacto entre las fases sólida y líquida (Castañeda, 2020, p. 15).

#### **2.2.6.2. División de componentes.**

Existen gran número de métodos para desglosar los componentes que forman un agregado. En realidad, cada agregado implicará el uso de uno o más métodos particulares para su desunión de los componentes individuales. Describiremos brevemente solo algunos de estos métodos:

- **Destilación.** - Permite la separación de sustancias de diferente punto de ebullición. Consiste en procesos de evaporación - condensación en los cuales se va enriqueciendo la fase vapor en el componente más volátil.
- **Disolución.** - Permite dividir el componente sólido soluble en algún líquido de otro que no lo es.
- **Reparto.** - Aísla las sustancias de diferente solubilidad en otra fase. Consiste en adicionar otra fase del método en la cual se disuelva en gran proporción de alguna sustancia del sistema original (Galarza, 2013).

#### **2.2.7 Equipos de extracción de colorantes**

Los pigmentos se pueden extraer mediante equipos de laboratorios o con métodos innovadores (maceración, fotométrico, colorimétrico, entre otros), los cuales, usan solventes químicos para las diferentes materias primas a emplear.

##### **2.2.7.1. Equipo rotavapor.**

El rotavapor o evaporador rotativo, permite separar de forma eficiente el disolvente de una muestra sin dañarla. De esta forma, se puede separar un sólido no-evaporable del disolvente en el que está disuelto, ya que puede realizarse a bajas temperaturas; este proceso se suele describir como “evaporar la muestra a presión reducida” (Villota et al., 2019).

En la elaboración de productos alimenticios, el rotavapor se utiliza para concentrar jugos, purés y extractos naturales, mejorando su sabor y calidad sin alterar sus propiedades organolépticas. Además, facilita la recuperación de aromas y sabores volátiles durante procesos de destilación. Su diseño incorpora un baño de agua caliente y un sistema de vacío, lo que permite evaporar solventes rápidamente, reduciendo el tiempo de procesamiento y el consumo energético. Desde 2020, su uso ha aumentado en la producción de alimentos gourmet y bebidas artesanales, destacándose por su capacidad para innovar en el desarrollo de ingredientes funcionales y productos premium (Brito, 2019).

### **2.2.8 Soluciones**

Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias dispersadas como moléculas, átomos o iones, en vez de permanecer como agregados de regular tamaño. Existen soluciones donde las sustancias que se mezclan tienen distintos estados de agregación, hay soluciones de gas en gas, gas en líquido, líquido en líquido, sólido en líquido (Mattos, 2016).

### **2.2.9 Solvente**

Un solvente o disolvente es una sustancia en la que se diluye un soluto (un sólido, líquido o gas químicamente diferente), resultando en una solución; normalmente es el componente de una solución presente en mayor cantidad. Las consideraciones que se tienen que hacer al elegir un disolvente no solo con respecto a su transparencia, sino también respecto a sus posibles efectos sobre el sistema absorbente (Nayhua, 2017).

### **2.2.10 Filtración**

La filtración es un método de separación física utilizado para separar sólidos a partir de fluidos (líquidos o gases) mediante la interposición de un medio permeable capaz de retener partículas sólidas que permite únicamente el paso de líquidos. Separación de las partículas sólidas de un líquido haciendo pasar la mezcla a través de un material que retiene partículas sólidas (Vergara, 2013).

## 2.3 Marco legal

### 2.3.1 Servicio Ecuatoriano de normalización (2014)

**INEN 7579.-** Especifica dos métodos para determinar la solubilidad de los colorantes en disolventes orgánicos. Es aplicable a colorantes que no varían químicamente bajo la influencia del disolvente y que son estables y no volátiles bajo las condiciones especificadas de secado. Para disolventes volátiles (punto de ebullición < 120 °C), se recomienda el procedimiento gravimétrico, y para disolventes menos volátiles (punto de ebullición > 120 °C), se usa el procedimiento fotométrico. Los métodos son válidos para concentraciones entre 1 g y 1 000 g.

**NTE INEN 2184.-** Se trata en determinar por método cuantificable y requisitos que deben cumplir los colorantes para consumo humano indirecto. Se indica en la tabla 7 la información obtenida sobre los colorantes alimenticios en productos comerciales.

**Tabla 7.**  
**Colorantes para alimentos norma INEN 2184:98**

<b>Colorante</b>	<b>Dosis máxima</b>
Beta-caroteno	Limitado por BPF
Extracto de anato (bija o bixina)	Limitado por BPF
Curcumina o cúrcuma	5 mg/kg (calculado como curcumina total)
Beta-apo-8'-carotenal	25 mg/kg
Esteres metílico y/o etílico del ácido beta-apo-8'-carotenal	25 mg/kg
Otros colorantes alimenticios de origen vegetal aptos para consumo humano	Limitados por BPF

**Fuente: INEN (1998)**

**NTE INEN 2395:2011.-** En la tabla 8 se describen los requisitos microbiológicos del yogur. Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris subsp. thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma. (Servicio Ecuatoriano de normalización, 2014, p. 6)

**Tabla 8.**  
**Requisitos microbiológicos norma INEN 2395: Para yogurt**

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

**Fuente: INEN (2011)**

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

La metodología empleada fue de tipo experimental y de enfoque mixto, combinando aspectos cualitativos y cuantitativos. Esto implicó la manipulación y delimitación de las variables a estudiar, con el propósito de observar su impacto en los alimentos en los que se aplicó.

##### 3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La presente investigación fue de carácter investigativo, experimental y de laboratorio. A través de la manipulación de variables propias del enfoque experimental y la recolección de datos, se logró comprobar la hipótesis mediante el análisis estadístico, permitiendo así establecer de manera precisa la relación causa-efecto.

###### 3.1.1.1. Investigación documental.

Se analizaron fuentes bibliográficas para definir los procesos adecuados en la elaboración del producto de este proyecto.

###### 3.1.1.2. Investigación laboratorio.

Se diseñó un procedimiento representativo para la extracción del pigmento de la cáscara del caimito morado, considerando su disponibilidad durante la temporada de cosecha.

###### 3.1.1.3. Investigación experimental.

Se desarrolló un colorante natural a partir de la cáscara de caimito morado, utilizando tres tratamientos experimentales para su incorporación en un litro (1000 mL) de yogur.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Se realizó una evaluación sensorial (color, olor y sabor) en seis tratamientos experimentales, utilizando una escala hedónica de tres puntos con 50 degustadores. Los datos fueron analizados estadísticamente con un 5 % de significancia, aplicando la prueba T de Student al tratamiento con mejor perfil sensorial en comparación con un yogur comercial.

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Variables.

#### 3.2.1.1. Variable independiente.

- Extracción de pigmentos de la cáscara de caimito mediante dos solventes.
- Formulación de yogur con diferentes concentraciones de pigmento de caimito.

#### 3.2.1.2. Variables dependientes.

- Proporción en gramos del colorante.
- Evaluación sensorial a los tres tratamientos (color, olor y sabor).
- Determinación de la colorimetría y viscosidad, al tratamiento de mayor aceptabilidad.
- Análisis físico-químicos (densidad, solubilidad), al tratamiento de mayor aceptabilidad.
- Observación microbiológica (Coliformes totales), al tratamiento de mayor aceptabilidad.

### 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 9.

#### Operacionalización de las variables independientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Extracción de pigmentos	Cualitativa	Nominal	Se evaluó los efectos de dos solventes de etanol y ácido cítrico
Formulación de yogur	Cuantitativo	Continuo	Se evaluó los efectos en diferentes concentraciones

Elaborado por: La Autora, 2025

**Tabla 10.**  
**Operacionalización de las variables dependientes**

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nivel de medida</b>	<b>Descripción</b>
Proporción en gramos del colorante:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó la proporción en gramos del colorante.
Evaluación sensorial a los tres tratamientos:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó a los tres tratamientos (color, olor y sabor).
Determinación de la colorimetría y viscosidad:	Cualitativa	Nominal	Se evaluó al tratamiento de mayor aceptabilidad.
Análisis físico-químicos:	Cualitativa	Nominal	Se evaluó la densidad y la solubilidad al tratamiento de mayor aceptabilidad.
Observación microbiológica:	Cualitativa	Nominal	Se evaluó coliformes totales al tratamiento de mayor aceptabilidad.

**Elaborado por: La Autora, 2025**

### **3.2.3 Tratamientos**

En esta investigación, como parte de la metodología, se extrajeron tres concentraciones de pigmento (antocianina) del caimito morado, las cuales se incorporaron en un yogur de 1000 mL. El tratamiento óptimo fue seleccionado según la preferencia del panel sensorial. Los resultados se presentan en la tabla 11:

**Tabla 11.**  
**Tratamientos experimentales con el pigmento del caimito morado**

<b>Tratamiento</b>	<b>Solvente</b>	<b>Dosis Pigmento</b>
1	Etanol	F1 0,03 %
2	Etanol	F2 0,07 %
3	Etanol	F3 0,10 %
4	Ác. Cítrico	F1 0,03 %
5	Ác. Cítrico	F2 0,07 %
6	Ác. Cítrico	F3 0,10 %

**Elaborado por: La Autora, 2025**

### 3.2.4 Diseño experimental

Tabla 12.

**Descripción del esquema ANOVA para el análisis sensorial**

Fuente de Varianza	Grados de Libertad
Panelista (P-1) Repetición (R-1)	$50 - 1 = 49$
Tratamiento (T-1)	$6 - 1 = 5$
Tratamiento (T-1) Repetición (R-1)	$(6-1)(50-1) = 245$
Total	$6 \times 50 - 1 = 299$

Elaborado por: La Autora, 2025

### 3.2.5 Recolección de datos

#### 3.2.5.1. Recursos.

- **Materiales y equipos:** Vaso de precipitación 100 a 500 mL., matraz, Erlenmeyer 200 mL, probeta 250 mL, embudos de filtración, espátula, papel filtro, tubo de ensayo, equipo rotavapor, balanza analítica, horno industrial, refractómetro, potenciómetro, incubadora, balanza gramera digital, termómetro digital.
- **Recurso institucional y humano:** Laboratorio de suelos de la Universidad Agraria del Ecuador, tesista y tutor.
- **Recurso bibliográfico:** Incluyen libros especializados, artículos científicos, tesis, trabajos académicos de repositorios universitarios, así como normativas y reglamentos relevantes.
- **Reactivos e insumos:** Etanol, cloruro de potasio en gramos, acetato de sodio, agua destilada, ácido cítrico en gramos, caimito morado, leche entera, sacarosa, *Lactobacillus GG*.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios de la tesista.

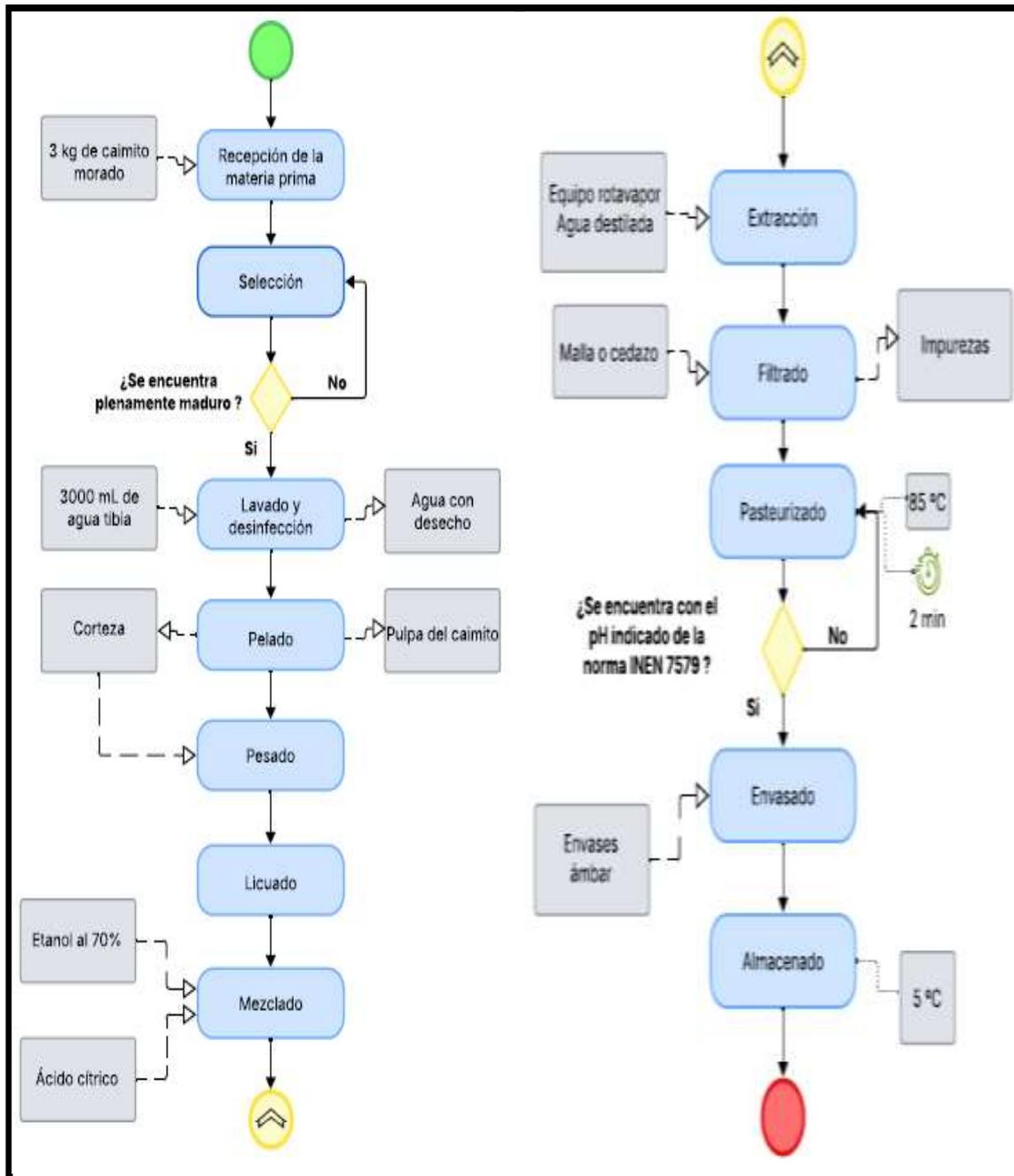
#### 3.2.5.2. Métodos y técnicas.

El trabajo experimental actual tiene diferentes pasos, los cuales, se representó en la Figura 1, para la extracción del pigmento (antocianina) de la fruta caimito morado mediante la utilización del equipo rotavapor.

### 3.2.5.2.1. Proceso de obtención del colorante natural del caimito morado.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención del colorante natural del caimito morado



Elaborado por: La Autora, 2025

### 3.2.5.2.2. Descripción del proceso para la obtención del colorante natural del caimito morado.

**Recepción de la materia prima:** En la provincia de Manabí se recolectó 3 kg de caimito morado maduro, los cuales fueron utilizados para el proceso de extracción del colorante.

**Selección:** Se seleccionó las frutas que estén maduras (realizando una prueba de °brix) y sanas aparte que estén en óptimas condiciones, además, que muestren colores vivos y firmeza (se rechazó las que presentó golpes o señal de deterioro).

**Lavado y desinfección:** Se procedió a lavar la fruta con 3000 mL de agua tibia para retirar cualquier tipo de impurezas, tales como: Polvo, tierra, material pesado, además, se desinfectó por la presencia de microorganismos en la superficie de la misma.

**Pelado:** Se utilizó utensilios de corte (cuchillo y tabla de acero inoxidable), para poder retirar la corteza o cáscara de la fruta para ser utilizada, dejando de lado la pulpa de la misma.

**Pesado:** Se pesó 20 g de corteza o cáscara del caimito morado, 130 mL etanol al 70%, 50 mL de agua destilada y la segunda solución de 130 mL de ácido cítrico, 50 mL de agua destilada, 20 g de cáscara de la fruta para adicionar al solvente y homogenizar, en la balanza gramera digital (CAMRY) y se procedió a la maceración en base fresca.

**Licuada:** Se empleó una licuadora industrial para triturar la corteza o cáscara del caimito morado con 30 mL de agua tibia.

**Mezclado:** Se mezcló el solvente (etanol) orgánico aparte el ácido cítrico con la corteza o cáscara de la fruta.

**Extracción:** La extracción se realizó colocando la muestra en un matraz de fondo redondo (matraz de evaporación) el matraz se colocó en el rotavapor en 60 rpm a 60°C por una hora cada tratamiento y se aplicó agua para que de calor al vacío con la finalidad de evaporar el solvente y dejar el pigmento en forma concentrada. Una vez retirado el pigmento procedemos a colocar el colorante en un crisol para ponerlo en la estufa a temperatura de 75°C por 9 horas para lograr un secado rápido. Se manejó el equipo rotavapor en este proceso para extraer el colorante natural de la cáscara del caimito morado, con la finalidad de separar sustancias mediante destilación a presión reducida.

**Filtrado:** Se filtró en una malla fina, cedazo de 8 inch o tamiz # 100, todos los residuos de la solución obtenida del paso anterior.

**Pasteurización:** Se procedió a la etapa de la pasteurización a 85 °C en 2 min a las muestras del proyecto en una marmita de acero inoxidable, para disminuir

o erradicar la carga bacteriana o cualquier agente microbiológico que se encuentre en la misma, luego se retiró de la cocción al transcurrir el tiempo asignado.

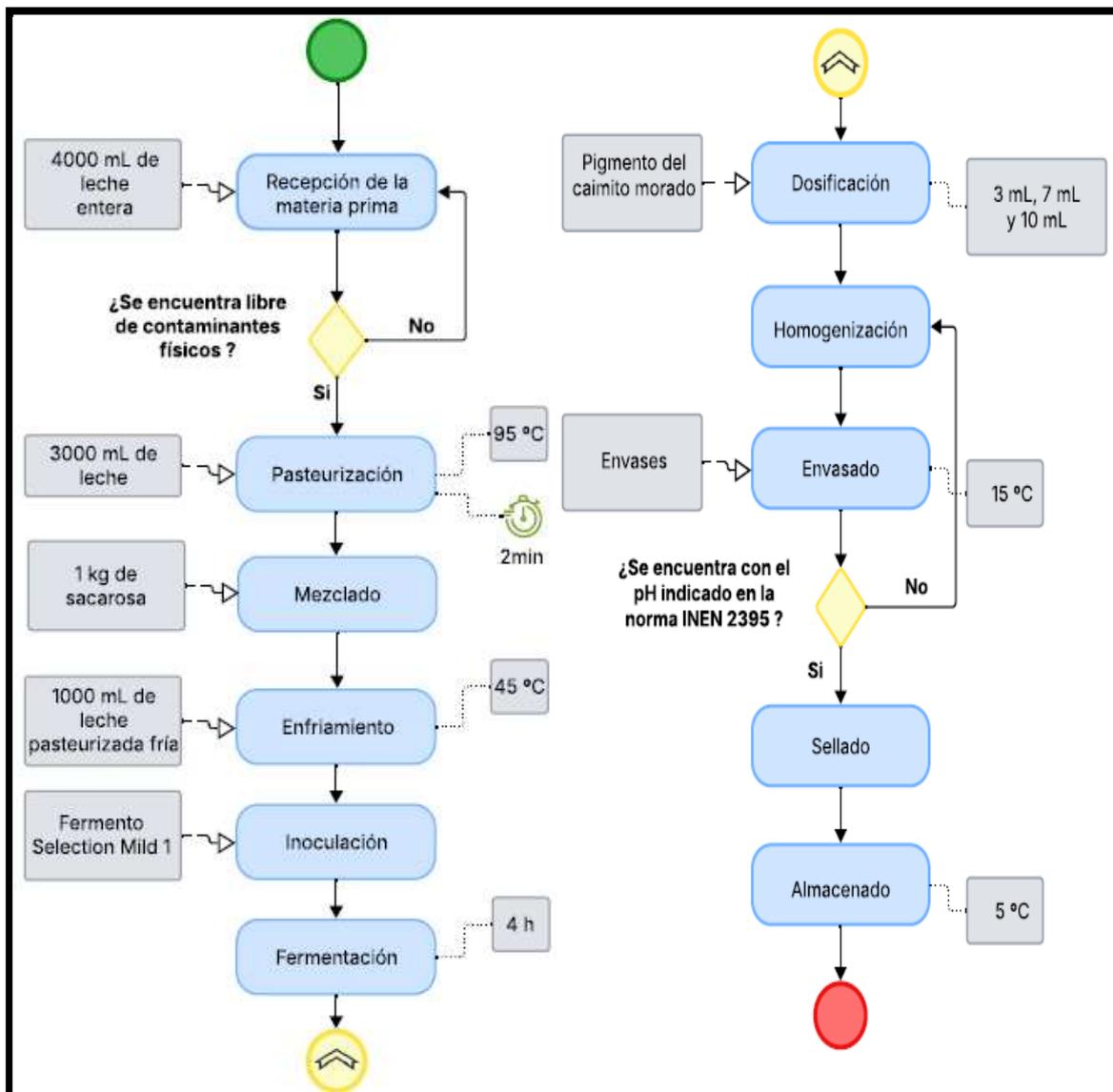
**Envasado:** Antes de envasar el producto se realizó un análisis sensorial para indicar si está acorde con la norma INEN 7579, si se encuentra óptimo se procedió a envasar el colorante obtenido en frascos de tono ámbar para evitar cualquier contaminación y alteraciones de descomposición debido a la luz, pero al no estar en buenas condiciones se regresó al paso anterior.

**Almacenado:** Se almacenó en un ambiente de 5 °C.

### 3.2.5.2.3. Proceso de incorporación del colorante caimito morado al yogur.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la incorporación del colorante del caimito al yogur



Elaborado por: La Autora, 2025

### 3.2.5.2.4. Descripción del proceso para incorporar el colorante de caimito morado al yogur.

**Recepción de la materia prima:** Se recibió 4000 mL de leche entera de vaca que no se encuentre medicada ni que el animal se encuentre enfermo.

**Pasteurización:** Se procedió a realizar una observación a la leche para no encontrar contaminantes físicos (pelos, sangre), si se encuentra adecuada se le realizó la pasteurización a los 4000 mL de leche, pero si es lo contrario se le filtró o

se rechazó, en una cacerola de acero inoxidable, tomando como rango máximo la temperatura de 95 °C en un límite de 2 min para disminuir la carga microbiológica.

**Mezclado:** Se mezcló 1 kg de sacarosa (azúcar) con la leche pasteurizada.

**Enfriamiento:** Se incorporó 1000 mL de leche ya antes pasteurizada (fría) a los 3000 mL de leche recién pasteurizados (caliente) y se retiró de la cocción para lograr bajar la temperatura hasta los 45 °C, si es necesario se realizó un baño maría invertido.

**Inoculación:** Se adicionó el fermento láctico (Fermento Selection Mild 1 Thermophilic Yoghurt Culture, marca CHR HANSEN) a la leche pasteurizada.

**Fermentación:** En este proceso las bacterias lácticas se alimentaron con el azúcar del producto para obtener viscosidad, el cual, se tuvo un periodo de 4 h.

**Dosificación:** Se añadió el colorante obtenido en diferentes dosificaciones para los tratamientos del proyecto.

**Homogenización:** Se tuvo que agitar el producto experimental con un implemento de acero inoxidable (agitador o cuchara) para evitar la formación de nata del mismo.

**Envasado:** Se envasó en frascos de plásticos para evitar cualquier contaminación y alteraciones debido al ambiente en una temperatura de 15 °C.

**Sellado:** Antes de sellar el producto se le realizó un análisis de pH para indicar si está acorde con la norma INEN 2395, si se encuentra en el rango permitido se sellará, pero al no encontrarse se deberá regresar a homogenizar.

**Almacenado:** Se almacenó en un ambiente de 5 °C.

#### ***3.2.5.2.5. Táctica para la evaluación sensorial del producto experimental de la investigación actual.***

La evaluación sensorial, se ejecutó con 50 participantes y cada uno de ellos recibió 3 modelos de producto experimental de cada tratamiento, los cuales, fueron analizados por los mismos basándose en las características organolépticas como: Color, sabor y olor. Luego se compartió la papeleta sensorial con la escala hedónica (ver Figura 4), se procedió a manifestar la acción de la tésista, utilizando la metodología de 3 puntos, donde 3 es el máximo y 1 el mínimo puntaje. Se solicitó la papeleta sensorial para contabilizar que tratamiento obtuvo mayor aceptabilidad y a ese se le realizó la colorimetría y viscosidad, luego se procedió al análisis

físicoquímicos (solubilidad, densidad) y microbiológico (Coliformes totales) pertinente en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano.

#### **3.2.5.2.6. Análisis de colorimetría al tratamiento de mayor aceptación sensorial.**

Como fundamento se indica que, la colorimetría es la ciencia que se encarga de la cuantificación del color, midiendo la longitud de onda en la que puede ser percibido un color en específico. Además, la colorimetría puede ser utilizada para garantizar que los colores de los productos sean consistentes y con buena apariencia para el control de calidad.

- Se realizó la determinación del color de la muestra bajo ensayo. Luego se verificó o calibró el espectrofotómetro para cada ensayo. Además, se procedió a generar tres lecturas de las coordenadas del color en la franja blanca de la cartulina. Luego se colocó la muestra en el lector del espectrofotómetro.
- Se reportó los valores de las coordenadas cromáticas, con su respectivo  $\Delta E$  u otra variable colorimétrica, según sea requerida para el producto indicado. Se tomó la siguiente fórmula para realizar el siguiente cálculo:

$$\Delta E = \sqrt{\{\Delta E^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2\}}$$

#### **3.2.5.2.7. Análisis de viscosidad al tratamiento de mayor aceptación sensorial.**

Como fundamento tenemos que el análisis de la viscosidad es una propiedad importante de los líquidos que describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.

- Se agitó vigorosamente la muestra en el agitador por 10 min. Después se retiró del agitador, luego, se dejó reposar en un tiempo considerable para eliminar las burbujas del producto si es que fueran necesario. No transferir la muestra del recipiente en el cual se agitó, permanecer en una temperatura de  $25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ .
- Se ajustó al viscosímetro, introducir el spindle en la muestra hasta la marca que posee, nivelar el equipo, poner en marcha el motor y dejarlo funcionando hasta que la aguja quede estacionaria con relación al dial rotatorio. En ese momento, se realizó la lectura.

### **3.2.5.2.8. Análisis de solubilidad al tratamiento de mayor aceptación sensorial.**

El fundamento del análisis de solubilidad, se caracteriza con la medida de capacidad de ciertas sustancias para disolverse en otras (porcentaje de soluto), pero se conoce que no todas las sustancias se disuelven en los mismos solventes.

- Se colocó 0,2 mL del pigmento obtenido en 5 frascos o tubos de ensayo.
- Se añadió 3 mL de cada solvente pertinente utilizados en la industria alimentaria en cada frasco o tubo de ensayo.
- Se agitó en un periodo de tiempo de 2 min.
- Se observó la reacción que se provocó (Noriega y Coba, 2011).

### **3.2.5.2.9. Análisis de densidad al tratamiento de mayor aceptación sensorial.**

El fundamento de este análisis es de poder evaluar la calidad de los alimentos mediante las propiedades físicoquímico como la densidad, pH, etc, teniendo una temática de interés para el proceso de control de calidad en la industria.

- Se pesó el picnómetro vacío, previamente adecuado para utilizar ( $P_p$ ).
- Se llenó el picnómetro con agua destilada y se pesó ( $P_w$ ). Previamente se tomó la temperatura del agua, como recomendación se evitó la elaboración de burbujas en su interior por dar datos erróneos en el cálculo de este parámetro.
- Se vació el picnómetro y al estar seco se incorporó el colorante, luego se volvió a pesar.
- ( $P_c$ ). Teniendo las mismas precauciones anteriores.
- Se calculó la densidad del colorante con la siguiente fórmula

$$p_c = \frac{P_c - P_p}{P_w - P_p} p_w$$

**Dónde:**

- $p_c$ : Densidad del colorante
- $p_w$ : Densidad del agua a la temperatura del ensayo
- $P_p$ : Peso del picnómetro vacío

- Pc: Peso del picnómetro con el colorante
- Pw: Peso del picnómetro con agua destilada

#### **3.2.4.2.10. Análisis de coliformes NMP/cm<sup>3</sup>, al tratamiento de mayor aceptación sensorial**

El fundamento de este análisis, es observar la estructura, fisiología y personalización de las Enterobacterias, por ser agentes patógenos. El método se basa en la detección del número más probable (NMP) por la técnica de dilución en tubos utilizando el medio líquido selectivo caldo verde brillante bilis-lactosa o similar para el ensayo presuntivo y los tubos que presentan gas son conformados en agar Eosina azul de metileno (EMB). La temperatura de incubación para el ensayo presuntivo y confirmativo es  $30 \pm 1$  °C para productos refrigerados y  $35 \pm 1$  °C para productos que se mantienen a temperatura ambiente.

#### **3.2.5. Análisis estadístico**

##### **3.2.5.1. Análisis funcional.**

El análisis estadístico se lo realizó a través del software Infostat; con un análisis de la varianza respecto al perfil sensorial. Y una vez obtenido el tratamiento sobresaliente se realizó una comparación mediante el test de T-Student.

##### **3.2.5.2. Hipótesis estadística.**

**Ha:** El yogur caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) si podrá cumplir con las características sensoriales para dar una mejor apariencia y textura al producto del yogur comercial de frutilla.

**Ho:** El yogur caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) no podrá cumplir con las características sensoriales para dar una mejor apariencia y textura al producto del yogur comercial de frutilla.

## 4. RESULTADOS

**4.1 Extracción del pigmento del caimito morado (mediante el método rotavapor) para su aplicación en el yogur para luego ser valorada por un panel sensorial de 50 panelistas y elegir el tratamiento de mayor aceptación que más se asemeje al yogur comercial**

### **4.1.1 Análisis de los tratamientos mediante los panelistas para obtener el yogur de mayor aceptación**

Se presentó las muestras de 6 tratamientos con solventes de etanol y ácido cítrico de yogur con diferentes concentraciones de pigmento de caimito morado a 50 degustadores para que sea evaluada por sus diferentes atributos sensoriales las cuales son color, olor, sabor y la evaluación de escala hedónica con sus propiedades de color, olor; para la determinación del pigmento con mayor aceptación, se recopiló todas las pruebas evaluadas por cada comensal (ver anexos). Estos datos incluyen puntuaciones numéricas del 1 al 3 donde significa me gusta, no me gusta, ni me gusta ni me disgusta o respuestas cualitativas de según los criterios de la evaluación sensorial establecidos.

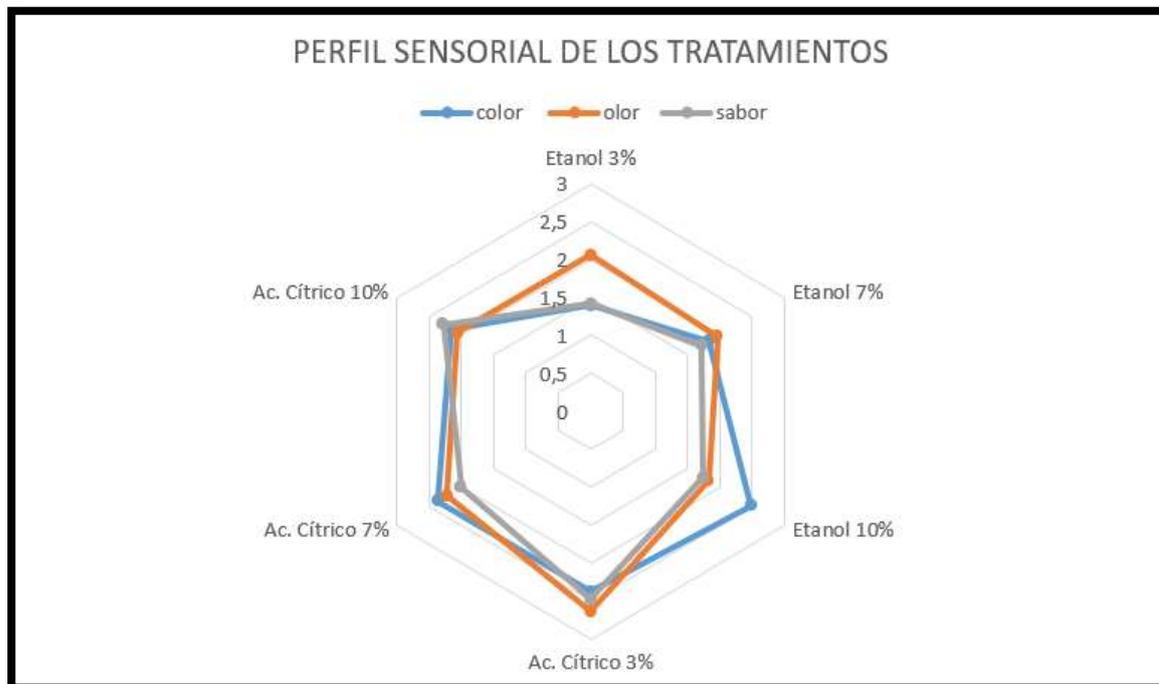
En la tabla 13 se encuentra el resumen de los promedios obtenidos por cada tratamiento y su respectivo gráfico radial (figura 3) en el que se muestran las diferencias de cada uno. Siendo el más notable el tratamiento ácido cítrico al 3 % debido a su calificación color con 2,52; olor con 2,68 y sabor con 2,62 según los panelistas.

**Tabla 13.**  
**Promedios de los perfiles sensoriales obtenidos a 50 panelistas**

<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
Etanol 3 %	1,4	2,06	1,42
Etanol 7 %	1,84	1,96	1,72
Etanol 10 %	2,38	1,82	1,74
Ác. Cítrico 3 %	2,52	2,68	2,62
Ác. Cítrico 7 %	2,36	2,22	2
Ác. Cítrico 10 %	2,16	2,06	2,28

**Elaborado por: La Autora, 2025**

Figura 3.

**Gráfico radial del perfil sensorial de los tratamientos**

Elaborado por: La Autora, 2025

En la Tabla 14 se presentan las medias obtenidas en la evaluación del color, olor y sabor de los tratamientos con ácido cítrico. En la prueba de olor de Friedman, el tratamiento AC\_3 % obtuvo el valor más alto, con 120.5. De manera similar, en la prueba de color, el tratamiento AC\_3 % registró la puntuación más alta, con 110.5, mientras que en la prueba de sabor alcanzó el mayor valor, con 120 %.

**Tabla 14.**

**Resultados obtenidos de los panelistas para las propiedades sensoriales de olor, color y sabor con ácido cítrico**

Trat.	Olor	E.E.	Color	E.E.	Sabor	E.E.
AC_3 %	120.5 a	0.0779	110.5 a	0.0868	120 a	0.0803
AC_7 %	90.5 b	0.0865	101.5 ab	0.0985	98 b	0.1004
AC_10 %	89.0 b	0.1044	88.0 b	0.0971	82 c	0.0923

Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Dunn-Bonferroni ( $p < 0.05$ ).

Elaborado por: La Autora, 2025

En la Tabla 15 se presentan las medias obtenidas en la evaluación del color, olor y sabor de los tratamientos con etanol. En la prueba de color de Friedman, el tratamiento Etanol \_10 % obtuvo el valor más alto, con 128.00 %. En la prueba de olor, el tratamiento Etanol \_3 % registró la puntuación más alta, con 106.00 %, mientras que, en la prueba de sabor, el tratamiento Etanol \_10 % alcanzó el mayor valor, con 106.50 %.

**Tabla 15.**  
**Resultados obtenidos de los panelistas para las propiedades sensoriales de color, olor y sabor con Etanol**

Trat.	Olor	E.E.	Color	E.E.	Sabor	E.E.
Etanol 3 %	106.00 a	0.0886	73.50 a	0.0857	87.50 a	0.1033
Etanol 7 %	101.00 b	0.0978	98.50 a	0.0996	106.00 b	0.1017
Etanol10%	93.00 c	0.0931	128.00 a	0.1007	106.50 b	0.1067

Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Dunn-Bonferroni ( $p < 0.05$ ).

**Elaborado por: La Autora, 2025**

#### **4.2 Determinación de la colorimetría (espectrofotómetro) y viscosidad (viscosímetro) del yogur caimito morado con el yogur comercial de frutilla.**

Se preparó las muestras de yogur de caimito morado y yogur comercial de frutilla de acuerdo con el tratamiento de mayor aceptación sensorial por el panel de evaluación tomadas por los catadores.

En el análisis de colorimetría, se comienza calibrando el espectrofotómetro para garantizar mediciones precisas antes de realizar las evaluaciones de color. Posteriormente, se utiliza este instrumento para medir el color de cada muestra de yogur en la celda de medición, registrando los valores correspondientes a los parámetros de color: brillo, tono y saturación. Estos datos proporcionan una descripción cuantitativa del color de cada muestra, facilitando una comparación objetiva.

Para el análisis de viscosidad, se empleó un viscosímetro. Cada muestra de yogur se colocó en la cámara de medición del equipo, ajustando la velocidad y

la temperatura para asegurar resultados óptimos. Finalmente, se compararon los valores de color y viscosidad obtenidos en las muestras de yogur con pigmento de caimito morado frente a los de un yogur comercial de frutilla, permitiendo evaluar diferencias en sus características físico-químicas.

#### **4.2.1 Viscosidad de las muestras**

La Tabla 16 presenta las medias obtenidas al evaluar la viscosidad de las muestras. La muestra de yogur comercial mostró un promedio de 11,98 % de viscosidad, mientras que la muestra con ácido cítrico al 3 % alcanzó un valor promedio de 13,1 %. Según el test T de Student, se obtuvo un valor de  $p < 0,0001$ , inferior al nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras.

**Tabla 16.**

#### ***Prueba T de student para la variable viscosidad de las muestras***

<b>Variable</b>	<b>Acido cítrico 3%    Yogurt comercial</b>	
	<b><i>viscosidad</i></b>	
n	3	3
Media	13,1	11,98
Media(1)-Media(2)		1,12
LI(95)		0,96
LS(95)		1,29
pHomVar		0,1191
T		18,87
p-valor		<0,0001

**Elaborado por: La Autora, 2025**

#### **4.2.2 Colorimetría de las muestras**

La Tabla 17 presenta las medias obtenidas en la evaluación de la colorimetría de las muestras. Según el test de T de Student, se encontró un p-valor de 0,0114 para la colorimetría “a”, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras, ya que este valor es menor al nivel de significancia de 0,05. De acuerdo con la medición de Hunter, la colorimetría “+a” representa tonalidades rojas, y los valores obtenidos fueron 31,23 para el ácido cítrico al 3 % y 31,28 para el yogur comercial, siendo este último ligeramente más rojizo. Para la

colorimetría “b”, también se obtuvo significancia estadística con un p-valor de 0,0327, donde el yogur comercial presentó un valor de -9,56 y el ácido cítrico -9,60, indicando una mayor presencia de pigmentos azules en este último. Por otro lado, los valores de colorimetría para “L” no mostraron diferencias significativas, ya que su p-valor fue de 0,0913, superior al umbral de 0,05.

**Tabla 17.**

***Prueba T de student para la variable colorimetría de las muestras***

Variable colorimetría	Ácido cítrico 3%	Yogurt comercial
n	3	3
Media L	65,41	65,43
Media a	31,23	31,28
Media b	-9,60	-9,56
p-valor L		0,0913
p-valor a		0,0114
p-valor b		0,0327

Elaborado por: La Autora, 2025

**4.3 Evaluación de los factores físico-químico como densidad (lactodensímetro), solubilidad (gravimétrico) y microbiológico (Coliformes totales) del tratamiento de mayor aceptabilidad**

Según el análisis lactodensímetro, gravimétrico y de coliformes totales para la muestra de yogur ácido cítrico al 3 % se determinó que tiene una densidad de 1,055 g/mL, una solubilidad del 95,98 % y un número de unidades formadores de colonias por gramo menor a 10 en el que su límite de cuantificación es 10 por lo que está dentro del rango permisible. Se describen en la tabla 18:

**Tabla 18.**

***Análisis de la muestra de yogur ácido cítrico 3 %***

Descripción	Densidad (g/mL)	Solubilidad (%)	Microbiológico (ufc/g)
Ácido cítrico 3 %	1.055	95.98	menor a 10

Elaborado por: La Autora, 2025

## 5. DISCUSIÓN

Este estudio se centró en valorar el colorante natural de la fruta caimito morado (*Chrysophyllum cainito*) por el método de rotavapor para extraer antocianinas (pigmentos naturales) en la elaboración del yogur. La evaluación sensorial de los yogures elaborados con pigmento de caimito morado, empleando ácido cítrico y etanol como solventes, permitió identificar el tratamiento más aceptado por los panelistas. Entre las seis formulaciones evaluadas, el tratamiento con ácido cítrico al 3 % destacó en los atributos de color (2,52), olor (2,68) y sabor (2,62) según la escala hedónica empleada, posicionándose como el más cercano al perfil sensorial de un yogur comercial. Asimismo, Villota et al. (2020) llevaron a cabo la extracción de colorantes naturales a partir de la cáscara de camote (*Ipomoea batatas*) para su aplicación en alimentos. El proceso incluyó un análisis preliminar de la materia prima para determinar su contenido de humedad, cenizas, fibra y proteína. Posteriormente, se utilizó un equipo Soxhlet con solventes como etanol y ácido cítrico para la extracción de los compuestos deseados. Finalmente, los pigmentos antociánicos fueron concentrados utilizando un rotavapor operado a 50 °C, lo que permitió obtener extractos de alta calidad para su uso como colorantes alimentarios naturales.

Este tratamiento no solo mostró superioridad en los promedios de aceptación, sino que también obtuvo las puntuaciones más altas en las pruebas estadísticas de Friedman y Dunn-Bonferroni, alcanzando un 120.5 % en olor, 110.5 % en color y 120 % en sabor. Esto indica que la concentración moderada de ácido cítrico favorece la extracción del pigmento de caimito, logrando un equilibrio adecuado entre intensidad de color y estabilidad organoléptica. De la misma manera Ramos (2024) en su estudio evaluó la extracción de antocianinas de la flor de carbonero rojo y la flor de Jamaica mediante un método sólido-líquido, analizando la estabilidad, aceptabilidad sensorial y desempeño del colorante en alimentos. También se investigó su viabilidad industrial a través de un proceso de escalamiento, confirmando su potencial como sustituto natural en la industria.

El análisis colorimétrico y de viscosidad del yogur con pigmento de caimito (ácido cítrico al 3 %) frente al yogur comercial de frutilla mostró diferencias estadísticamente significativas. La muestra con pigmento natural presentó un valor

de viscosidad promedio superior (13,1 % frente a 11,98 %,  $p < 0.0001$ ), lo que sugiere una textura más consistente, posiblemente atribuida a la interacción de los pigmentos con la matriz láctea. Esto coincide con lo expuesto por Castillo y Ramírez (2021) propusieron un método eficiente para la extracción de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles como uva, fresa y mora. Utilizaron técnicas de extracción con solventes, incluyendo Soxhlet y maceración, y emplearon alcohol etílico acidificado como disolvente principal. Durante el proceso, observaron que este solvente generaba una coloración más intensa en los extractos obtenidos.

En cuanto al color, las mediciones según el sistema Hunter evidenciaron que el yogur con caimito tenía una tonalidad ligeramente más azulada ( $b$ : -9,60 frente a -9,56,  $p = 0.0327$ ), mientras que la tonalidad rojiza fue prácticamente idéntica ( $a$ : 31,23 frente a 31,28,  $p = 0.0114$ ). Estas diferencias menores indican que el yogur con pigmento de caimito puede reproducir características visuales similares a las del producto comercial, lo que refuerza su potencial como alternativa natural. Según Ordóñez (2022) evidenció que el colorante natural obtenido de la flor de Jamaica representa una alternativa viable para la elaboración de productos como salchichas tipo Viena y yogur de mora. El estudio buscó destacar los beneficios del colorante en términos de estabilidad y funcionalidad. Los resultados demostraron la capacidad del pigmento para mantener su intensidad cromática, posicionándolo como una opción atractiva para mejorar la apariencia y valor funcional de estos alimentos.

El análisis de densidad, solubilidad y carga microbiológica del tratamiento seleccionado (ácido cítrico al 3 %) demostró resultados satisfactorios. La densidad de 1.055 g/mL y la solubilidad del 95.98 % se encuentran dentro de los parámetros esperados para un yogur de calidad, garantizando estabilidad en su textura y capacidad de dispersión homogénea. Además, la carga microbiológica por debajo del límite de cuantificación (menos de 10 UFC/g) confirma la inocuidad del producto, cumpliendo con los estándares de seguridad alimentaria. Así también afirma Cuesta (2022), se evaluaron los análisis microbiológicos de los colorantes extraídos de verduras como espinaca, berro y brócoli. Los resultados confirmaron la ausencia de mohos y levaduras, garantizando la seguridad microbiológica de los extractos. Sin embargo, también se detectaron trazas de elementos químicos como arsénico, plomo y zinc, cuyos niveles variaron entre las muestras. A pesar de ello, los valores

obtenidos se encontraron dentro de los límites establecidos por las normativas aplicables, lo que certifica la calidad y seguridad del colorante según los estándares de la investigación. En acuerdo con Velasco (2020) quien menciona que los epicarpios de papaya y guayaba, desechos agroindustriales sin valorar, fueron estudiados como fuente de pigmentos carotenoides para desarrollar un colorante natural aplicado en salchichas Frankfurt, reemplazando parcialmente los nitritos. Se identificaron características fisicoquímicas, se optimizó la extracción mediante ultrasonido usando aceite de girasol, y se evaluaron factores como intensidad ultrasónica, temperatura y tiempo de extracción. Los carotenoides extraídos mostraron concentraciones significativas: HEP ( $66,03 \pm 0,60$  mg/100g) y HEG ( $47,38 \pm 1,03$  mg/100g). Las salchichas elaboradas con estos extractos mantuvieron estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica durante 30 días, reduciendo un 25% de nitritos sin afectar calidad ni seguridad. Estos resultados destacan el potencial uso de residuos agroindustriales en la industria cárnica como alternativa sostenible y saludable.

El uso de pigmentos de caimito morado extraídos con ácido cítrico al 3 % como colorante en yogures demostró ser una alternativa viable y aceptable sensorialmente frente a los productos comerciales. Este tratamiento destacó en todos los atributos evaluados, siendo el más adecuado para su aplicación industrial debido a su equilibrio entre calidad sensorial, propiedades fisicoquímicas y seguridad microbiológica. La incorporación de pigmentos naturales como el del caimito no solo responde a la demanda de consumidores por alternativas más saludables, sino que también promueve la innovación en el desarrollo de productos funcionales y sostenibles.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

El análisis de los datos de esta investigación permite concluir que, en la evaluación del panel sensorial de los tratamientos, se observaron diferencias en los promedios obtenidos. En particular, el tratamiento con ácido cítrico al 3 % destacó al recibir las calificaciones más altas por parte de los panelistas, con un promedio de 2,52 en color, 2,68 en olor y 2,62 en sabor.

En el segundo objetivo específico, se analizaron la colorimetría y viscosidad comparando el tratamiento evaluado con un yogur comercial. Se encontraron diferencias significativas en los valores de los componentes azul y rojo. La intensidad del color rojo (“+a”) fue ligeramente mayor en el yogur comercial (31,28 vs. 31,23). En la variable “b”, el ácido cítrico presentó una mayor presencia de pigmentos azules (-9,60 vs. -9,56).

El análisis colorimétrico y de viscosidad del yogur con pigmento de caimito (ácido cítrico al 3 %) frente al yogur comercial de frutilla mostró diferencias estadísticamente significativas. La muestra con pigmento natural presentó un valor de viscosidad promedio superior (13,1 % frente a 11,98 %), lo que sugiere una textura más consistente, posiblemente atribuida a la interacción de los pigmentos con la matriz láctea.

Se llevó a cabo un análisis lactodensímetro, gravimétrico y de coliformes totales en la muestra de yogur con ácido cítrico al 3 %. Los resultados indicaron que esta muestra presentó una densidad de 1,055 g/mL, una solubilidad del 95,98 % y un recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo inferior a 10. Este valor se encuentra dentro del límite de cuantificación permitido por la norma INEN 2395, que establece un máximo de 10 UFC/g.

El caimito morado se destacó como una opción efectiva tanto como pigmento natural como fuente de antocianinas para su aplicación en alimentos, además de mostrar una alta aceptación en las variables evaluadas en este estudio. Cabe destacar que el análisis se realizó siguiendo los criterios establecidos en la norma NTE INEN 2395:2011, garantizando así el cumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad alimentaria.

## 6.2 Recomendaciones

A partir de los hallazgos de esta investigación, se recomienda realizar estudios a largo plazo para evaluar los efectos continuos del uso de antocianinas en alimentos, así como explorar una mayor variedad de concentraciones de solventes para optimizar la extracción de pigmentos de frutas aplicables en la industria alimentaria.

Además, es fundamental ampliar las investigaciones sobre la interacción de las antocianinas con diferentes matrices alimenticias y comparar distintos tipos de solventes para identificar el más eficaz en la aplicación de pigmentos naturales en alimentos.

También se sugiere evaluar parámetros adicionales para garantizar la inocuidad del caimito morado como pigmento alimentario. Basándose en los resultados de este estudio, donde el yogur tratado con ácido cítrico al 3 % destacó en el panel sensorial por su olor, color y sabor, además de presentar valores microbiológicos dentro de los límites permisibles, se recomienda el uso de pigmentos extraídos del caimito morado con ácido cítrico al 3 % como colorante natural para yogures de frutilla, proporcionando una alternativa segura y viable en la industria alimentaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. (2023). *Extracción, microencapsulación y caracterización fisicoquímica de antocianinas en dos variedades de rábano (Raphanus sativus L.)*. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/47c20f6c-45fe-42d6-8cce4b6d2ef9719>
- Alarcón, M. y Quinzo, J. (2018). *Formulación de un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de sangorache (Amaraanthus quitensis), para ser usado como aditivo en la producción de yogur y salchichas*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10513/1/96T00507.pdf>
- Bajaña, K. (2018). *Elaboración de bebida a base de caimito (Chrysophyllum cainito L.) en la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. [https://biblioteca.semisud.org/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=300323](https://biblioteca.semisud.org/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=300323)
- Baltazaca, E. y Silva, J. (2017). *Colorante avocado*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://core.ac.uk/download/287339458.pdf>
- Batista, C. (2019). Descripción taxonomica del caimito. *Chrysophyllum cainito*. <https://Panama.inaturalist.org/taxa/48876-Chrysophyllum-cainito>
- Brito, H., Borja, M., Chango, G., y Vacacela, M. (2019). Obtención del colorante natural a partir de Mortiño (*Vaccinium myrtillus L.*) para uso alimenticio. *Ciencia Digital*, 3(3.2),
- Castañeda, L. (2020). *Comparación de dos métodos de extracción del colorante alimentario rojo carmín de la cochinilla (Dysmicoccus texensis)*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec>
- Castillo, S. y Ramírez, I. (2021). *Ensayo preliminar para la obtención de colorantes*. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/160976>
- CIL. (2021). CIL Ecuador. El sector lácteo ecuatoriano se reactiva con miras positivas para el 2022 <https://www.cil-Ecuador.org/post/el-sector-ecuatoriano,relaci%C3%B3n%20a%20septiembre%20de%202020>.

- Contreras, A. (2016). *Alimentos fortificados con hierro en niños entre 6 a 23 meses del hospital Vicente Corral*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/677dbd41-5521-4036-8b1a-1c46d07799a7/content>
- Cuesta, A. (2018). *Obtención de colorantes naturales para uso alimenticio*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/10431/1/96T00482.pdf>
- Galarza, C. (2013). *Obtención de un colorante a partir de las flores de ataco o sangorache*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/65bdd312-114e-4203-908d-b21f2d31a3c6/content>
- Gómez, I. y Urrea, N. (2016). Determinación de las propiedades bromatológicas, físicoquímicas, termofísicas y mecánicas del caimito (*Chrysophyllum cainito* L) variedad morado cultivado en el Córdoba y Antioquia. Berástegui, Córdoba. [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/6a8b7094-4edd-423f-80af-aaae46d27dae>
- Hernández, M., Hernández, F., Martínez, P., López, M. y López, M. (2009). *Caracterización de frutos de caimito (Chrysophyllum cainito L.) en el estado de Veracruz, México*. Revista Científica UDO agrícola 9(1) 70-73 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3293762.pdf>
- INEN. (1998). Instituto Ecuatoriano de normalización. <https://es.scribd.com/document/720426305/ec-nte-2184-2012>
- INEN. (2014). Colorantes. Determinación de la solubilidad en disolventes orgánicos. Método gravimétrico. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://drive.google.com/file/d/1Blaj2Sme2nOEbGwConrryJtdgcrOx0Ny/vie>
- Kraser, R. (2020). Colorantes alimentarios y su relación con la salud: ¿Cómo abordar esta problemática desde el estudio de las disoluciones? *Revista Eureka. Gabinete de Didáctica de la Química*. 17(1) <https://www.redalyc.org/journal/920/92060626006/html/>

- López, G. (2024). *Extracción y actividad antioxidante del colorante natural de la pulpa del fruto tuna morada (Opuntia ficus-indica) y su aplicación en crema chantilly*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/aa6014cc-7142-4c60-95ca-6d81177df3d3>
- Marcano, D. (2018). *Introducción a la Química de los colorantes*. Colección Divulgación Científica y Tecnológica. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Venezuela. <https://acfiman.org/wp-content/uploads/2023/01/introduccion-a-la-quimica-de-los-colorantes.pdf>
- Mattos, T. (2016). *Análisis de viabilidad de explotar comercialmente la cochinilla en Brasil. Colorante Natural Rojo E120*. [Tesis de pregrado, Universidad de Barcelona]. <https://www.comercioexterior.ub.edu/tesina/tesinasaprobadas/1415/TesinaDeOliveiraThaise.pdf>
- Pin M., y Rivera, M. (2024). *Extracción de ácido carmínico a partir de la cochinilla*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27691/1/UPST005155.pdf>
- Moncayo, E. (2015). *Psicología del color e iluminación aplicada a un espacio interior*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bbcf6080-a5a1-4315-a9e5-6b125fff2ea4/content>
- Moran, R. (2020). *Comparación de dos métodos de extracción del colorante alimentario rojo carmín de la cochinilla "Dysmicoccus texensis"*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTA%C3%91EDA%20MORAN%20LILIANA%20ROSALVA.pdf>
- Morton, J. (2013). *Manzana estrella*. Centro de la Universidad de Purdue. [https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/star\\_apple.html](https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/star_apple.html)
- Nina, Y. (2018). *Obtención y caracterización del colorante natural a partir de inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) para su aplicación en teñido de fibra de alpaca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8369>

- Noriega, R., Coba, P. (2021). Extracción, pruebas de estabilidad y análisis químico preliminar de la fracción colorante obtenido a partir del exocarpo del fruto de (*Renealmia alpinia*). *Revista La granja*. 13(1), 13-20. <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047397003.pdf>
- Ordóñez, I. (2022). *Extracción y uso del colorante natural de la flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) como alternativa para la elaboración de salchicha y yogur*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23488>
- Ortega, A. (2020). *Evaluación de parámetros bromatológicos y compuestos funcionales con actividad antioxidante del fruto de Pouteria caimito proveniente de la región amazónica*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/b3f4c108-b0e4-421d-9dcd-822e96d02136>
- Queliz, M. (2007). El caimito es una fruta más saludable que sabrosa. *listindiario*. <https://listindiario.com/la-vida/2007/07/20/21224/el-caimito-es-una-fruta-mas-saludable-que-sabrosa.html>
- Quintriqueo, S., Gutiérrez, M. y Contreras, A. (2012). Conocimientos sobre colorantes vegetales. Contenidos para la educación intercultural en ciencias <https://www.redalyc.org/pdf/132/13224551008.pdf>
- Quirantes, A. (2016). El “exótico” caimito con recetas saludables de la cocina cubana. <https://www.cubahora.cu/blogs/cocina-de-cuba/el-exotico-caimito-con-recetas-saludables-de-la-cocina-cubana>
- Ramírez, M., Rojas, Y. y Correa, L. (2021). Obtención de un colorante natural alimentario de mora de Castilla (*Rubus glaucus*). *Revista: Universidad Tecnológica pedagógica de Colombia*. 2(2), 115-130. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/260/264](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/260/264)
- Ramos, M. (2024). *Sustitución del colorante sintético rojo No. 40 por colorantes a base de antocianinas usando flor de carbonero rojo y flor de jamaica*. [Trabajo de pregrado, Fundación Universidad de América] <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9645>

- Regil, L. (2014). *Fortificación de los alimentos con polvos de micronutrientes múltiples en el domicilio para la salud y la nutrición en niños menores de dos años de edad*. [Tesis de pregrado, Universidad de Colombia]. [www.incap.int/index.php/es/publicaciones-externas/231-fortificacion-de-alimentos-con-mmp-para-ninos-menrores-de-2-anos/file](http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones-externas/231-fortificacion-de-alimentos-con-mmp-para-ninos-menrores-de-2-anos/file)
- Rojas, F. y Torres, G. (2012). Árboles del Valle Central: Reproducción Caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. 9(23). 45-46. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123318.pdf>
- Ruiz, J., Ramírez, A. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium spp*). [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037878182009000200006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182009000200006)
- Saavedra, R. (2016). *Extracción y uso del colorante de la flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca. ]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23488/1/tesis.pdf.pdf>
- Sánchez, N. (2013). *Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (Passiflora mollissima) "Bailey" como antioxidante natural*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Medellín, Colombia. *Revista Dialnet* 11(1) 164-173 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117795>
- Sánchez, R. (2013). La química del color en los alimentos. *Revista química viva*. 12(3), 234 - 246. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- Timpe, M. (2011). *El estudio investigativo de la fruta del caimito y su diversa aplicación a la gastronomía*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/iqd/article/view/1736>
- Urrea, O. (2016). Determinación de las propiedades bromatológicas, fisicoquímicas, termofísicas y mecánicas del caimito (*chrysophyllum cainito* l) variedad morado cultivado en el departamento de córdoba y antioquia. [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/20b63068-6f86-41b2-9fba-c91c9ec4c31c/content>
- Vargas, Y., Prado, J., Cruz, J., Casanoves, F., Virginio, E. y Viera, W. (2018). Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las

- provincias de Sucumbíos. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 19(3)  
<https://www.redalyc.org/journal/4499/449956975003/html/>
- Velasco, V. (2020). *Valorización agroindustrial de pigmentos carotenoides extraídos de residuos de papaya (Carica papaya L.) y guayaba (Psidium guajava) como colorante natural*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78311>
- Vergara, C. (2013). *Extracción y estabilización de betalainas de tuna púrpura (Opuntia ficus-indica) mediante tecnología de membranas y microencapsulac*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. [repositorio.uchile.cl/handle/2250/114868](https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114868)
- Villota, V., Bonilla, M., Coba, R. y Brito, H. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. *Revista Ciencia Digital*, 3(2.4), 88-98  
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/articulo/view/510>
- Yahia, E., y Gutiérrez Orozco, F. (2011). Star apple (*Chrysophyllum cainito* L.). *Revista Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical*  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780857090904500196?via%3Dihub>
- Zambrano, J. y Maffei, M. (2014). Characterization of star Apple fruit (*Chrysophyllum caínito* L.) green and purple varietie. *Revista de Facultad de Agronomia*, 666-677. <https://www.researchgate.net/publication/289664481>

## ANEXOS

## Anexo 1.

*Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 1*

Panelista	Tratamiento	color	olor	sabor
1	Etanol 3%	1	2	1
2	Etanol 3%	1	2	1
3	Etanol 3%	1	2	1
4	Etanol 3%	1	1	2
5	Etanol 3%	2	2	1
6	Etanol 3%	1	2	1
7	Etanol 3%	1	3	1
8	Etanol 3%	2	2	3
9	Etanol 3%	2	2	1
10	Etanol 3%	2	2	3
11	Etanol 3%	2	2	2
12	Etanol 3%	1	2	1
13	Etanol 3%	1	1	3
14	Etanol 3%	1	2	1
15	Etanol 3%	1	2	1
16	Etanol 3%	2	2	1
17	Etanol 3%	2	2	1
18	Etanol 3%	2	1	1
19	Etanol 3%	1	2	2
20	Etanol 3%	1	2	1
21	Etanol 3%	1	2	1
22	Etanol 3%	1	2	1
23	Etanol 3%	1	1	1
24	Etanol 3%	1	3	1
25	Etanol 3%	1	2	1
26	Etanol 3%	1	2	1
27	Etanol 3%	2	2	1
28	Etanol 3%	2	2	2
29	Etanol 3%	1	1	1
30	Etanol 3%	1	3	1
31	Etanol 3%	1	1	1
32	Etanol 3%	2	2	1
33	Etanol 3%	1	1	1
34	Etanol 3%	1	3	2
35	Etanol 3%	1	2	1
36	Etanol 3%	2	3	3
37	Etanol 3%	2	3	3
38	Etanol 3%	1	2	1
39	Etanol 3%	2	2	2
40	Etanol 3%	2	3	3
41	Etanol 3%	3	2	1
42	Etanol 3%	2	3	1
43	Etanol 3%	1	3	2
44	Etanol 3%	2	2	2

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
45	Etanol 3%	1	2	1
46	Etanol 3%	1	2	1
47	Etanol 3%	1	3	1
48	Etanol 3%	2	3	2
49	Etanol 3%	1	1	1
50	Etanol 3%	1	2	1
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,40</b>	<b>2,06</b>	<b>1,42</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 2.*****Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 2***

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
1	Etanol 7%	2	3	3
2	Etanol 7%	2	2	2
3	Etanol 7%	3	3	1
4	Etanol 7%	2	2	2
5	Etanol 7%	2	3	3
6	Etanol 7%	3	3	1
7	Etanol 7%	3	2	1
8	Etanol 7%	2	2	2
9	Etanol 7%	2	3	3
10	Etanol 7%	1	2	2
11	Etanol 7%	2	3	3
12	Etanol 7%	1	1	2
13	Etanol 7%	1	1	2
14	Etanol 7%	2	3	2
15	Etanol 7%	3	2	2
16	Etanol 7%	2	2	1
17	Etanol 7%	2	1	1
18	Etanol 7%	1	1	1
19	Etanol 7%	2	2	2
20	Etanol 7%	1	1	1
21	Etanol 7%	2	2	2
22	Etanol 7%	2	1	2
23	Etanol 7%	1	2	1
24	Etanol 7%	1	1	2
25	Etanol 7%	1	1	2
26	Etanol 7%	2	2	1
27	Etanol 7%	2	2	1
28	Etanol 7%	2	2	2
29	Etanol 7%	2	3	3
30	Etanol 7%	2	2	2
31	Etanol 7%	2	2	1
32	Etanol 7%	1	2	1
33	Etanol 7%	2	2	1
34	Etanol 7%	2	2	1
35	Etanol 7%	2	2	1
36	Etanol 7%	2	2	3
37	Etanol 7%	2	2	2
38	Etanol 7%	2	2	2
39	Etanol 7%	1	2	2
40	Etanol 7%	3	2	2
41	Etanol 7%	3	2	2
42	Etanol 7%	2	3	2
43	Etanol 7%	2	3	2
44	Etanol 7%	3	2	3

45	Etanol 7%	2	2	1
<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
46	Etanol 7%	1	2	1
47	Etanol 7%	1	1	1
48	Etanol 7%	1	1	1
49	Etanol 7%	1	1	1
50	Etanol 7%	1	1	1
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,84</b>	<b>1,96</b>	<b>1,72</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 3.*****Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 3***

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
1	Etanol 10%	2	3	1
2	Etanol 10%	2	1	1
3	Etanol 10%	2	1	1
4	Etanol 10%	3	3	1
5	Etanol 10%	2	1	3
6	Etanol 10%	3	2	2
7	Etanol 10%	3	3	2
8	Etanol 10%	3	3	2
9	Etanol 10%	3	2	2
10	Etanol 10%	1	1	1
11	Etanol 10%	2	2	2
12	Etanol 10%	3	3	3
13	Etanol 10%	2	1	2
14	Etanol 10%	3	3	1
15	Etanol 10%	3	3	1
16	Etanol 10%	3	2	1
17	Etanol 10%	1	1	1
18	Etanol 10%	3	1	2
19	Etanol 10%	3	2	2
20	Etanol 10%	3	2	2
21	Etanol 10%	2	2	2
22	Etanol 10%	3	1	1
23	Etanol 10%	2	2	2
24	Etanol 10%	3	3	1
25	Etanol 10%	2	2	1
26	Etanol 10%	3	2	2
27	Etanol 10%	3	1	1
28	Etanol 10%	2	1	2
29	Etanol 10%	2	1	2
30	Etanol 10%	3	1	1
31	Etanol 10%	3	2	2
32	Etanol 10%	3	2	1
33	Etanol 10%	2	2	2
34	Etanol 10%	2	1	1
35	Etanol 10%	3	1	2
36	Etanol 10%	3	2	1
37	Etanol 10%	3	2	1
38	Etanol 10%	3	1	2
39	Etanol 10%	3	3	2
40	Etanol 10%	3	3	3
41	Etanol 10%	3	2	1
42	Etanol 10%	1	1	1
43	Etanol 10%	2	1	3

44	Etanol 10%	1	2	2
45	Etanol 10%	3	2	3
<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
46	Etanol 10%	2	1	3
47	Etanol 10%	3	2	3
48	Etanol 10%	3	3	3
49	Etanol 10%	1	1	1
50	Etanol 10%	2	1	2
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,48</b>	<b>1,82</b>	<b>1,74</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 4.*****Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 4***

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
1	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
2	Ac. Cítrico 3%	2	1	3
3	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
4	Ac. Cítrico 3%	1	3	2
5	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
6	Ac. Cítrico 3%	3	2	3
7	Ac. Cítrico 3%	1	3	3
8	Ac. Cítrico 3%	3	2	3
9	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
10	Ac. Cítrico 3%	2	3	2
11	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
12	Ac. Cítrico 3%	1	3	2
13	Ac. Cítrico 3%	2	2	1
14	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
15	Ac. Cítrico 3%	3	3	2
16	Ac. Cítrico 3%	3	2	2
17	Ac. Cítrico 3%	3	3	1
18	Ac. Cítrico 3%	1	1	1
19	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
20	Ac. Cítrico 3%	2	2	3
21	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
22	Ac. Cítrico 3%	2	2	2
23	Ac. Cítrico 3%	2	2	3
24	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
25	Ac. Cítrico 3%	3	2	1
26	Ac. Cítrico 3%	3	3	2
27	Ac. Cítrico 3%	2	1	2
28	Ac. Cítrico 3%	2	2	3
29	Ac. Cítrico 3%	2	3	2
30	Ac. Cítrico 3%	2	2	3
31	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
32	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
33	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
34	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
35	Ac. Cítrico 3%	2	3	2
36	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
37	Ac. Cítrico 3%	3	3	1
38	Ac. Cítrico 3%	2	3	2
39	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
40	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
41	Ac. Cítrico 3%	2	2	2
42	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
43	Ac. Cítrico 3%	2	3	2
44	Ac. Cítrico 3%	3	3	3

3

45	Ac. Cítrico 3%	3	3	
<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
46	Ac. Cítrico 3%	3	3	2
47	Ac. Cítrico 3%	2	2	2
48	Ac. Cítrico 3%	3	3	3
49	Ac. Cítrico 3%	3	3	2
50	Ac. Cítrico 3%	2	3	3
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,38</b>	<b>2,64</b>	<b>2,48</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 5.*****Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 5***

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
1	Ac. Cítrico 7%	2	2	1
2	Ac. Cítrico 7%	2	1	2
3	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
4	Ac. Cítrico 7%	1	2	2
5	Ac. Cítrico 7%	1	3	3
6	Ac. Cítrico 7%	2	1	3
7	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
8	Ac. Cítrico 7%	3	1	1
9	Ac. Cítrico 7%	3	2	3
10	Ac. Cítrico 7%	2	3	3
11	Ac. Cítrico 7%	2	3	2
12	Ac. Cítrico 7%	2	2	1
13	Ac. Cítrico 7%	3	2	3
14	Ac. Cítrico 7%	3	2	1
15	Ac. Cítrico 7%	3	1	2
16	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
17	Ac. Cítrico 7%	3	3	3
18	Ac. Cítrico 7%	1	2	1
19	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
20	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
21	Ac. Cítrico 7%	3	3	3
22	Ac. Cítrico 7%	3	1	2
23	Ac. Cítrico 7%	3	1	1
24	Ac. Cítrico 7%	2	2	2
25	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
26	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
27	Ac. Cítrico 7%	2	2	2
28	Ac. Cítrico 7%	2	3	2
29	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
30	Ac. Cítrico 7%	1	2	2
31	Ac. Cítrico 7%	2	3	2
32	Ac. Cítrico 7%	3	1	2
33	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
34	Ac. Cítrico 7%	2	2	2
35	Ac. Cítrico 7%	3	2	3
36	Ac. Cítrico 7%	3	3	3
37	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
38	Ac. Cítrico 7%	3	2	1
39	Ac. Cítrico 7%	2	3	2
40	Ac. Cítrico 7%	1	3	2
41	Ac. Cítrico 7%	1	2	1
42	Ac. Cítrico 7%	2	2	2

43	Ac. Cítrico 7%	2	2	1
44	Ac. Cítrico 7%	3	3	2
				3
45	Ac. Cítrico 7%	3	2	
<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
46	Ac. Cítrico 7%	3	2	2
47	Ac. Cítrico 7%	2	3	2
48	Ac. Cítrico 7%	1	3	2
49	Ac. Cítrico 7%	2	2	2
50	Ac. Cítrico 7%	1	2	1
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,36</b>	<b>2,22</b>	<b>2</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 6.*****Datos obtenidos de los panelistas para el tratamiento 6***

<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
1	Ac. Cítrico 10%	3	2	3
2	Ac. Cítrico 10%	1	2	1
3	Ac. Cítrico 10%	2	1	3
4	Ac. Cítrico 10%	2	1	2
5	Ac. Cítrico 10%	2	3	3
6	Ac. Cítrico 10%	1	1	2
7	Ac. Cítrico 10%	1	1	1
8	Ac. Cítrico 10%	3	3	2
9	Ac. Cítrico 10%	3	3	2
10	Ac. Cítrico 10%	1	3	2
11	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
12	Ac. Cítrico 10%	2	1	2
13	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
14	Ac. Cítrico 10%	3	2	2
15	Ac. Cítrico 10%	2	2	3
16	Ac. Cítrico 10%	2	3	3
17	Ac. Cítrico 10%	1	1	3
18	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
19	Ac. Cítrico 10%	2	3	2
20	Ac. Cítrico 10%	2	3	3
21	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
22	Ac. Cítrico 10%	2	1	1
23	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
24	Ac. Cítrico 10%	2	2	3
25	Ac. Cítrico 10%	3	2	3
26	Ac. Cítrico 10%	3	1	2
27	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
28	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
29	Ac. Cítrico 10%	3	1	3
30	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
31	Ac. Cítrico 10%	2	3	3
32	Ac. Cítrico 10%	2	2	3
33	Ac. Cítrico 10%	2	2	3
34	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
35	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
36	Ac. Cítrico 10%	2	1	1
37	Ac. Cítrico 10%	2	2	1
38	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
39	Ac. Cítrico 10%	3	3	3
40	Ac. Cítrico 10%	1	1	2
41	Ac. Cítrico 10%	2	2	3

42	Ac. Cítrico 10%	2	2	2
43	Ac. Cítrico 10%	3	2	2
44	Ac. Cítrico 10%	1	1	2
				2
45	Ac. Cítrico 10%	3	2	
<b>Panelista</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>color</b>	<b>olor</b>	<b>sabor</b>
46	Ac. Cítrico 10%	3	3	2
47	Ac. Cítrico 10%	1	1	1
48	Ac. Cítrico 10%	3	3	2
49	Ac. Cítrico 10%	1	1	2
50	Ac. Cítrico 10%	1	2	1
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,16</b>	<b>2,06</b>	<b>2,28</b>

Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 7.**  
**Ficha sensorial**

				
<b>UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b> <b>DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL</b>				
Panelista: _____			Fecha: _____	
<p>Examine atentamente de manera lógica a cada uno de los tratamientos del producto final "Yogur con adición del colorante de la fruta caimito morado", demostrando obtener una calificación del 1 al 3, la que usted considere pertinente para cada parámetro indicado en la ficha de actividad sensorial que ejecutará.</p>				
SOLVENTES	CODIGO	Calificación por cada atributo		
		COLOR	OLOR	SABOR
ETANOL	T1			
	T2			
	T3			
ÁCIDO CITRICO	T4			
	T5			
	T6			
Sugerencia:				

Elaborado por: La Autora, 2025



**Gráfico de pastel para el resultado de prueba triangular**



Elaborado por: La Autora, 2025  
Anexo 10.

**Norma INEN 7579 del colorante**



**INEN**  
Instituto Ecuatoriano de Normalización  
Quito - Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN-ISO 7579**  
Primera edición  
2014-01

**COLORANTES. DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD EN  
DISOLVENTES ORGÁNICOS. MÉTODO GRACIMÉTRICO Y  
FOTOMÉTRICO (ISO 7579:2009)**

Determination of solubility in organic solvents. Gravimetric and photometric methods (ISO 7579:2009)

---

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 7579:2009.

DESCRPTORES: Disolvente, pigmento, ensayo, color.  
ICS: 87.090.10

16
Páginas

© ISO 2009 — Todos los derechos reservados  
© INEN 2014

Fuente: INEN (2014)

Anexo 11.

**Norma INEN 2184 de productos lácteos (colorantes)**

 <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN</b> Quito - Ecuador	
<hr/>	
<b>NORMA TÉCNICA ECUATORIANA</b>	<b>NTE INEN 2 184:98</b>
<hr/>	
 <b>MARGARINA INDUSTRIAL. REQUISITOS.</b>  <b>Primera Edición</b>  INDUSTRIAL MARGARINE. SPECIFICATIONS  First Edition	
<hr/> <small>DESCRIPCIÓN: Productos agrícolas, aceites y grasas vegetales y animales comestibles, margarina industrial. AL: 02.07-429 COL: 6953 CMI: 3113 ICS: 67.200.10.</small>	

Fuente: INEN (2012)

Anexo 12.

**Norma INEN 2395 de leches fermentadas**

	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN</b>	
Quito - Ecuador	
<hr/>	
<b>NORMA TÉCNICA ECUATORIANA</b>	<b>NTE INEN 2395:2011</b>
	<b>Segunda revisión</b>
<hr/>	
 <b>LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.</b>  	
Primera Edición	
FERMENTED MILKS. REQUIREMENTS	
First Edition	
<hr/>	
<small>DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos. AL: 03.01-442 CDU: 637.146 CUL: 3112 ICS: 67.100.01</small>	

Fuente: INEN (2011)

Anexo 13.

## Análisis microbiológico del tratamiento sobresaliente en el perfil sensorial



**ANALYTICAL LABORATORIES®**  
TESTING & CONSULTING

**INFORME DE RESULTADOS**  
**IDR 39624-2024**

Fecha: 4 de Julio del 2024

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Srta. Camila Salazar Delgado					
Dirección	Universidad de Agraria del Ecuador					
Teléfono	0995246867					
Contacto	PEDRO OLVERA					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Yogurt natural	Cantidad	Aprox. 250 ml			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Frasco Plástico	Fecha de recepción	27 de junio del 2024			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.9	Humedad (%)	57.90			
Fecha de Inicio de Análisis	27 de junio del 2024					
Fecha de Finalización del análisis	3 de julio del 2024					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de Cuantificación
Yogurt	UBA-39624-1	<i>Coliformes totales</i>	NTE INEN 1529-7 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	10
<b>Observaciones:</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.</li> <li>2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.</li> <li>3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen.</li> <li>4. <b>&lt;10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.</b></li> <li>5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.</li> </ol>						

FOR ADM. 04 R01
Página 1 de 1



UBA ANALYTICAL LABORATORIES  
NELSON BOLIVAR  
MONTROYA VILLAMAR



Av. Carlos L. Plaza Dañín, Cdlla. La FAE Ma. 20 solar 17 (Frente al primer bloque de la Atarazana)  
 Comutador: 04 2288 578 / 04 6017 745 - Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671  
 Email: nmontroya@uba-lab.com  
 Guayaquil - Ecuador

[www.uba-lab.com](http://www.uba-lab.com)

Fuente: Ubalab (2024)

Anexo 14.

## Análisis de la muestra de yogur comercial



### INFORME DE RESULTADOS SSV-061-2024

Fecha: 02 de julio del 2024

#### DATOS DEL CLIENTE

Nombre	Srta. Camila Salazar Delgado
Dirección	Universidad de Agraria del Ecuador
Teléfono	0995246867
Contacto	-

#### DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Bebida yogurt comercial	Cantidad	Aprox. 200ml
No. de muestras	1	Lote	N.A.
Presentación	En base plástico	Fecha de recepción	27-08-2024
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N/A.

#### CONDICIONES DEL ANALISIS

Temperatura (°C)	25,2	Humedad (%)	65,0
Fecha de Inicio de Análisis	28-06-2024		
Fecha de Finalización del análisis	01-07-2024		

#### RESULTADOS

CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO RRREFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Yogurt comercial	Color	Colorimetría	L 65.43 a 31.28 b -9.56	-
	Viscosidad	Gravimetría (Viscosimetría) Método Braokfield	11,98	%

#### Observaciones:

- Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.
- Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica



ESTADO DEL LOTE  
RESERVA VISUABLE

*Q.F. Stuard Montoya V. Mgtr.*  
Director Técnico / CEO



SSV CONSULTING  
www.ssvconsulting.webnode.com.co  
ssvconsulting@outlook.com  
Contacto: 0982944055 - 0985699758

Página 1 de 1

Fuente: SSV Consulting (2024)

Anexo 15.

## Análisis de la muestra de yogur ácido cítrico 3%



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>				
<b>SSV-062-2024</b>				
			Fecha: 02 de julio del 2024	
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre	Srta. Camila Salazar Delgado			
Dirección	Universidad de Agraria del Ecuador			
Teléfono	0995246887			
Contacto	-			
DATOS DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Bebida yogurt 3% ácido cítrico	Cantidad	Aprox. 200ml	
No. de muestras	1	Lote	N.A.	
Presentación	En base plástico	Fecha de recepción	27-06-2024	
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N/A	
CONDICIONES DEL ANALISIS				
Temperatura (°C)	25,2	Humedad (%)	65,0	
Fecha de Inicio de Análisis	28-06-2024			
Fecha de Finalización del análisis	01-07-2024			
RESULTADOS				
CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO RRREFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Yogurt 3% ácido cítrico	Solubilidad	Gravimetría	95,98	%
	Densidad	Gravimetría (Lactodensímetro)	1,055	g/ml
	Color	Colorimetría (espectrofotometría)	L 65.41 a 31.23 b -9.61	-
	Viscosidad	Gravimetría (Viscosimetría) Braokfield	13,2	%
Observaciones:				
1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.				
2. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica				



*Q.F. Stuard Montoya V. Mgr.*  
Director Técnico / CEO



SSV CONSULTING  
www.ssvconsulting.webnode.com.co  
ssvconsulting@outlook.com  
Contacto: 0982344055 - 0985699758

Página 1 de 1

Fuente: SSV Consulting (2024)

Anexo 16.

**Proceso para la obtención del colorante natural del caimito morado.**



Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 17.  
Preparación de muestras a evaluar**



Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 18.**

**Proceso de incorporación del colorante caimito morado al yogur.**



Elaborado por: La Autora, 2025

**Anexo 19.  
Calificación de las muestras**



Elaborado por: La Autora, 2025