



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de banano  
maduro y vitamina C**

**JIRON ALVARADO NAILY GISELL  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**LAMILLA MOROCHO JORDY STEVEN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de  
banano maduro y vitamina C**

**JIRON ALVARADO NAILY GISELL  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**LAMILLA MOROCHO JORDY STEVEN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de  
banano maduro y vitamina C**

**JIRON ALVARADO NAILY GISELL  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**LAMILLA MOROCHO JORDY STEVEN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH**

**MACHALA  
2024**

# Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de banano maduro y vitamina C

*por* Jordy Steven Lamilla Morocho

---

**Fecha de entrega:** 08-ago-2024 11:55a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2429096657

**Nombre del archivo:** con\_c\_liz\_de\_jamaica,\_cascara\_de\_banano\_maduro\_y\_vitamina\_C.docx (303.46K)

**Total de palabras:** 11162

**Total de caracteres:** 57906

# Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de banano maduro y vitamina C

## INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
3	<a href="http://galeon.hispavista.com">galeon.hispavista.com</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="http://rd.uffs.edu.br">rd.uffs.edu.br</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://www.un.org">www.un.org</a> Fuente de Internet	<1 %
7	<a href="http://cronica.com.ec">cronica.com.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to <a href="#">consultoriadeserviciosformativos</a> Trabajo del estudiante	<1 %

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, JIRON ALVARADO NAILY GISELL y LAMILLA MOROCHO JORDY STEVEN, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Diseño de gomitas saludables con cáliz de jamaica, cascara de banano maduro y vitamina C, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

JIRON ALVARADO NAILY GISELL

0704436328

LAMILLA MOROCHO JORDY STEVEN

0707061511

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación le agradezco en primer lugar a Dios por brindarme salud, sabiduría, fuerza y esperanza para seguir estudiando, también a las tres personas más importantes de mi vida, mi madre Lcda. Yenny Alvarado, Hermano Joseph Jiron y a mi Angel (Padre) por estar presentes y apoyarme en todos los proyectos que he realizado a lo largo de mi vida, me han ayudado a formarme siendo una persona de bien. También agradezco a la Ing. Lisbeth Matute por apoyarnos con sus conocimientos y sabiduría en todos los instantes del proceso teórico y experimental. Este trabajo también se lo dedico a una amiga muy especial, quien me trato como una hermana desde el pre- universitario hasta segundo semestre y sé que desde el cielo me cuida, el esfuerzo y la constancia es de ambas, te extraño Stephany.

Naily Jirón.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a Dios por haberme brindado la sabiduría y salud a lo largo de mi preparación profesional. A mis padres, por ser el motor indispensable de salir hacia adelante y por el gran apoyo incondicional que me dan, del mismo modo a mis profesores y en especial mi tutora de tesis, la Ing. Lisbeth Matute que nos ha compartido sus conocimientos y nos permitió ser parte del proceso experimental, a mis compañeros de curso, compañera de tesis y amigos que siempre he considerado como familia, por estar presentes en cada situación y ser parte de gratas experiencias.

Jordy Lamilla.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por brindarnos culminar este trabajo de titulación de manera exitosa, por otorgarnos salud, sabiduría y regalarnos amistades que marcan un antes y un después en nuestras vidas profesionales, a nuestros padres, familiares y amigos cercanos que estuvieron desde el inicio y nos brindaron todo el apoyo para no rendirnos y salir hacia adelante, a todos nuestros docentes que tuvieron gratas intervenciones en nuestra preparación profesional, y las más importantes a nuestra tutora de tesis, la Ing. Lisbeth Matute y cotutora la Dra. Mercedes Campo, que estuvieron presentes en toda la ejecución del proceso y por ser personas agradables, luchadoras y por impartirnos muchos conocimientos técnico científicos.

Naily y Jordy.

## RESUMEN

Una de las tendencias en la industria alimentaria es desarrollar alimentos saludables, en este caso el objetivo del trabajo de investigación fue formular una golosina de tipo gomita con un menor contenido de edulcorante, sin saborizantes artificiales y con la adición de ingredientes activos que elevaran la calidad nutricional del producto. Para cumplir con este fin se empleó una fórmula base y se modificaron los ingredientes con potencial antioxidante (vitamina C y cáscara de banano maduro). Se valoró la aceptación sensorial de las fórmulas para seleccionar la mejor muestra. Se identificaron dos muestras con la mayor aceptación sensorial y a estas se les valoró la calidad química en términos de contenido fenólico y capacidad antioxidante medida por dos métodos (DPPH – FRAP). Los resultados de la valoración química indicaron que la fórmula con el más alto contenido fenólico incluye 2% de vitamina C y 0,59 % de cáscara de banano. Lográndose comprobar que la gomita formulada tiene cantidades interesantes de metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes, demostrando ser una alternativa saludable ante golosinas tradicionales.

**Palabras clave:** Gomas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante.

## ABSTRACT

One of the current trends in the food industry is the development of healthier food products. In this case, the objective of the research was to create a gummy-type candy with a reduced sweetener content, free from artificial flavourings and fortified with active ingredients that enhance the nutritional quality of the product. In order to achieve this objective, a base formula was employed, and the ingredients with antioxidant potential (vitamin C and ripe banana peel) were modified. The sensory acceptability of the formulas was evaluated in order to select the optimal sample. Two samples with the highest sensory acceptability were identified and assessed for chemical quality in terms of phenolic content and antioxidant capacity, which was measured by two methods (DPPH - FRAP). The results of the chemical assessment indicated that the formula with the highest phenolic content included 2% vitamin C and 0.59% banana peel. It was found that the formulated gummies have interesting amounts of secondary metabolites with antioxidant properties, which prove them to be a healthy alternative to traditional candies.

**Keywords:** Gummies, phenolic compounds, antioxidant capacity.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>DEDICATORIA</i> .....	2
<i>DEDICATORIA</i> .....	3
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	4
<i>RESUMEN</i> .....	5
<i>ABSTRACT</i> .....	6
<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	13
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i> .....	14
<i>JUSTIFICACIÓN</i> .....	16
<i>HIPOTESIS DE INVESTIGACION</i> .....	16
<i>OBJETIVOS</i> .....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
<i>MARCO TEORICO</i> .....	18
<b>1.1 Generalidades del <i>Musa acuminata</i> (Banano).</b> .....	<b>18</b>
1.1.1 Origen de Banano.....	18
1.1.2 Importancia del Banano en el Ecuador.....	18
1.1.3 Descripción Botánica.....	19
1.1.4 Taxonomía.....	19
1.1.5 Composición Química y Nutricional del Banano.....	20
1.1.6 Composición Química y Nutricional de la cáscara de banano.....	21

<b>1.2</b>	<b>Generalidades de la <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (Flor de Jamaica)</b> .....	<b>21</b>
1.2.1	Origen de la <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....	21
1.2.2	Importancia de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. en el Ecuador.....	22
1.2.3	Descripción Botánica de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. ....	22
1.2.4	Taxonomía de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....	22
1.2.5	Composición química y valor nutricional de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (Flor de Jamaica) .....	23
<b>1.3</b>	<b>Gomitas</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4</b>	<b>Grenetina</b> .....	<b>24</b>
<b>1.5</b>	<b>Agar-Agar</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6</b>	<b>Xilitol</b> .....	<b>25</b>
<b>1.7</b>	<b>Azúcar</b> .....	<b>25</b>
<b>1.8</b>	<b>Sorbato de Potasio</b> .....	<b>25</b>
<b>1.9</b>	<b>Ácido cítrico</b> .....	<b>26</b>
<b>1.10</b>	<b>Vitamina C</b> .....	<b>26</b>
<b>1.11</b>	<b>Métodos para la determinación de compuestos fenólicos</b> .....	<b>26</b>
1.11.1	Método Folin-Ciocalteu .....	26
<b>1.12</b>	<b>Métodos para determinar la capacidad antioxidante</b> .....	<b>27</b>
1.12.1	Ensayo de DPPH (Capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenilpicrilidrazilo) .....	27
1.12.2	Ensayo FRAP (Poder antioxidante de la reducción férrica) .....	27
	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>28</b>

<b>2.1 Materias Primas .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Ubicación de la Investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Evaluación del índice de maduración de “<i>Musa acuminata</i>” de variedad Gros Michel.....</b>	<b>28</b>
2.3.1 Determinación de solidos solubles (SST).....	28
2.3.2 Determinación de pH.....	28
2.3.3 Determinación de acidez titulable.....	29
<b>2.4 Evaluación química y bromatológica de la cáscara de banano y calices de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....</b>	<b>29</b>
2.4.1 Preparación de las Muestras de cáscara de Banano .....	29
<b>2.4.2 Preparación de los calices de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.....</b>	<b>30</b>
2.4.3 Determinación de humedad las materias primas secas y molidas. ....	30
2.4.4 Determinación de Grasa en las materias primas secas y molidas. ....	30
2.4.5 Determinación de cenizas en las materias primas secas y molidas. ....	30
2.4.6 Determinación de proteínas en las materias primas secas y molidas.....	31
2.4.7 Determinación de Fibra Cruda en las materias primas secas y molidas.....	31
2.4.8 Determinación de hidratos de carbono en las materias primas secas y molidas.....	31
2.4.9 Determinación de Minerales de materias primas secas y molidas.....	31
2.4.10 Determinación de contenido fenólico y capacidad antioxidante .....	32
2.4.10.1 Preparación de los extractos de cáscara de Banano y Flor de Jamaica.....	32
2.4.10.2 Determinación de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu .....	32
2.4.10.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2- .....	33
difenil-picrilhidracilo (DPPH) .....	33

2.4.10.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC)	34
.....	34
<b>2.5 Formulación del producto.....</b>	<b>36</b>
2.5.2 Proceso de elaboración de gomitas.....	36
<b>2.6 Evaluación del nivel de aceptación sensorial de los productos formulados .....</b>	<b>39</b>
<b>2.7 Evaluación química de las formulaciones seleccionadas.....</b>	<b>39</b>
2.7.1 Determinación de contenido fenólico y capacidad antioxidante de las dos mejores formulaciones.....	39
2.7.1.1 Preparación de extractos de Gomitas.....	39
2.7.1.2 Determinación de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu .....	40
2.7.1.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2- .....	40
difenil-picrilhidracilo (DPPH) .....	40
2.7.1.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC)	40
.....	40
<b>2.8 Evaluación de características físico - químicas de la formulación seleccionada....</b>	<b>40</b>
2.8.1 Determinación de Humedad .....	40
2.8.2 Sólidos solubles .....	40
2.8.3 Potencial de Hidrogeno.....	41
2.8.4 Acidez Titulable.....	41
2.8.5 Determinación de ácido ascórbico .....	41
<b>2.9 Determinación de Color .....</b>	<b>41</b>
<b><i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</i></b>	<b><i>42</i></b>

<b>3.1 Análisis químicos del Banano y Flor de Jamaica.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Caracterización proximal de la cáscara de banano y cálices de flor de Jamaica ..</b>	<b>44</b>
<b>3.3 Análisis de contenido fenólicos y capacidad antioxidante en cáscara de Banano y Flor de Jamaica.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4 Selección de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial.....</b>	<b>50</b>
<b>3.5 Análisis químicos de las dos formulaciones.....</b>	<b>51</b>
3.5.1 Análisis de contenido fenólico y capacidad antioxidante para gomitas. ....	51
<b>3.6 Análisis físico - químicos en la formulación seleccionada .....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Clasificación taxonómica del Banano. ....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 2. Composición química por cada 100 g de banano maduro. ....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Taxonomía de la Hibiscus sabdariffa L.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 4. Composición Nutricional de calices de flor de Jamaica por cada 100 g en base seca. ....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5. Diseño experimental de las gomitas .....</b>	<b>36</b>



<i>Tabla 6. Formulación base para la elaboración de gomitas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 7. Análisis químico de la pulpa de banano y extracto de Flor de Jamaica .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 8. Análisis proximal de la cascara de banano y Flor de Jamaica.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9. Contenido de fenoles, capacidad antioxidante (DPPH, FRAP) en cascara de banano y flor de Jamaica.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 10. Pruebas de Múltiple Rangos para puntaje de evaluación sensorial por tratamiento (formulaciones).....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 11. Contenido de fenoles, capacidad antioxidante (DPPH, FRAP) en gomitas a base de Flor de Jamaica. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 12. Análisis fisicoquímicos de la gomita .....</i>	<i>53</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de gomitas .....</i>	<i>38</i>
---	-----------

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos alimentos con orientación hacia el cuidado de la salud, es la tendencia actual de la industria alimentaria. La directriz actual es reducir al mínimo el uso de aditivos, azúcares libres y colorantes artificiales y potenciar el aprovechamiento de las propiedades nutricionales de frutas, plantas medicinales y subproductos, sus pigmentos naturales, vitaminas y minerales, los han posicionado como la mejor opción para el diseño de nuevos productos saludables, de carácter orgánicos o con la mínima adición de componentes sintéticos (Demarchi *et al.*, 2015).

Las cáscara y pulpa de banano maduro contienen macro y micronutrientes como hidratos de carbono, lípidos, vitaminas y minerales (zinc, potasio, hierro) además de contener polifenoles, carotenoides, flavonoides, aminos biógenos, fitoesteroles y fitoquímicos que aportan beneficios en la salud por tener asociadas diferentes propiedades como antioxidantes, antivirales, antibacterianas, antialérgicas, antiinflamatorias, vasodilatadoras y antitrombóticas (Bashmil *et al.*, 2021). Los cálices de Jamaica son una fuente saludable de fibra, vitaminas hidrosolubles como la riboflavina, tiamina, niacina, ácido ascórbico. Así como de pigmentos naturales, tal es el caso de las antocianinas. A varios de estos compuestos se les ha atribuido actividad antioxidante (González *et al.*, 2020).

Las gomitas por definición son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares, otras sustancias entre ellos aditivos alimentarios permitidos (NTE-INEN 2217:2022). En su mayoría son formuladas empleando saborizantes y colorantes artificiales que, aunque se encuentre permitidos y regulados, la comunidad científica los ha asociado a problemas de salud como las alergias, principalmente en niños.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) postula que en el año 2012, el 40 % de muertes prematuras (16 millones de personas menores de 70 años), se registraron por enfermedades no transmisibles, relacionadas por la mala alimentación y falta de ejercicio físico, siendo el excesivo consumo de azúcares libres un factor clave para padecer obesidad, diabetes, riesgo cardiovascular y síndrome metabólico, ya que superan el valor calórico diario recomendado del 5%, siendo los países de medianos y bajos ingresos los que más lo padecen debido a la baja o nula educación nutricional (OMS, 2015).

Las golosinas son productos de amplio mercado cuya disponibilidad está para todo público, pero la excesiva ingesta y la mala alimentación incrementa la tendencia de consumo provocando alteraciones en la salud como elevar el índice glicémico, obesidad, sedentarismo, déficit en vitaminas, diabetes, enfermedades cardiovasculares y pulmonares, entre otros; debido a los ingredientes que contiene tales como azúcares, colorantes y saborizantes artificiales (Castillo & Romo, 2006).

Los antioxidantes son compuestos que evitan la oxidación de macronutrientes por acción de los radicales libres, reduciendo el riesgo de padecer enfermedades degenerativas o no transmisibles, además estudios han demostrado que los tratamientos con antioxidantes aumentan la esperanza y calidad de vida en los seres vivos, siendo el consumo de vitamina C y E una prevención en el deterioro tisular pulmonar y cardiovascular inducidas por la diabetes, no obstante se deben balancear las dosificaciones para obtener resultados beneficiosos (López *et al.*, 2012).

Las frutas y productos naturales ofrecen propiedades nutricionales, pero no son aprovechadas, los bananos que no cumplen los estándares de calidad para exportación se consideran rechazo y son de depósito nacional, este subproducto corresponde un 15 % de la producción total, y se

caracteriza por ser banano maltratados, maduros, racimos pobres que no cumplen el mínimo de largo y grado especificado, presencia de hongos, enfermedades, manchas negras, pudrición, pasados de edad, y otros, este proceso de selección y evaluado se realiza en el campo y en las empacadora por inspectores de calidad antes de llevarlos a los contenedores (Ramírez & Solórzano, 2012). La cáscara del plátano es considerada un residuo alimentario y corresponde al 35% del peso de la fruta, pero al ser tratada puede aportar propiedades funcionales por su composición, ya que tiene asociada fibra y compuestos fenólicos con actividad antioxidante, la fibra es un compuesto beneficioso para la salud, ayudando con problemas gastrointestinales, cardiovasculares y previniendo enfermedades como la diabetes, que ha llegado a aquejar a todo tipo de población, por lo que se ha utilizado en el diseño de nuevas propuestas como fuente de fibra antioxidante (Zou *et al.*, 2022).

## **JUSTIFICACIÓN**

El propósito de este trabajo de titulación busca formular una alternativa saludable ante las gomitas tradicionales, que excluya el uso de colorantes y saborizantes artificiales, empleando extracto de flor de Jamaica como base principal, además de vitamina C y la cáscara de banano maduro como fuente de fibra y antioxidante. Además, que sea sensorialmente aceptable y cuyas propiedades fisicoquímicas cumplan con los requisitos de calidad normados.

## **HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

Al menos una de las formulaciones propuestas logra la obtención de un producto gelificado tipo gomitas base de extracto de flor de Jamaica, reducido en azúcar, con inclusión de vitamina C y cáscara de banano maduro como fuente de fibra antioxidante, sensorialmente aceptable y con las características físico químicas requeridas.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Desarrollar una gomita saludable a partir de extracto de calices de *Hibiscus sabdariffa* L. (flor de Jamaica), con inclusión de fibra proveniente de cáscara de banano maduro y ácido ascórbico, fuente de antioxidante, como alternativa ante las golosinas tradicionales.

### Objetivos Específicos

- Determinar la composición proximal y características químicas de las cáscaras de banano y la flor de Jamaica mediante la aplicación de técnicas analíticas que permitan valorar la calidad bromatológica y química de las muestras.
- Formular un producto gelificado de tipo gomitas, reducido en azúcar, con inclusión de vitamina C y cáscara de banano maduro como fuente de fibra y antioxidantes, priorizando la aceptación sensorial del producto y la calidad química del mismo.
- Evaluar parámetros fisicoquímicos del producto final para verificar el cumplimiento de requisitos de calidad normados para este tipo de productos.

## MARCO TEORICO

### 1.1 Generalidades del *Musa acuminata* (Banano).

El Banano (*Musa acuminata*) es una fruta climatérica que se consume preferiblemente en estado maduro, de sabor dulce y tiene una aceptación a nivel mundial, es el cuarto cultivo más importante y es considerado como alimento de gran disponibilidad debido a que tiene grandes productores que se encargan de la exportación, y por ello, los índices del consumo aumentaron un 70% en las últimas cuatro décadas (Peñaafiel, 2020). Es un fruto muy perecedero y sufre un rápido deterioro después de ser cosechado; por lo que se generan grandes cantidades de residuos y existe pérdidas significativas de fruta durante la comercialización por la mala manipulación (Ibiyinka *et al.*, 2021).

#### 1.1.1 Origen de Banano

El banano es una fruta que se origina en las zonas tropicales de Indonesia y Filipinas, en la edad media se llevó a África para luego extenderse al nuevo continente, es una fruta popular porque existe disponibilidad en todas las épocas del año, tiene sabor agradable y contiene un alto valor nutritivo como vitaminas y minerales donde se destacan el potasio y la vitamina K lo que la hace idónea para incluir en dietas (Moreira & Solórzano, 2022).

#### 1.1.2 Importancia del Banano en el Ecuador

El Banano representa el 20% de la exportación no petrolera en la república de El Ecuador, con una producción anual de seis millones de toneladas, siendo la provincia de El Oro la responsable de producir más de dos millones de toneladas al año, por ello la ciudad de Machala es considerada la capital bananera del país; entre sus principales compradores están las potencias mundiales como la Unión Europea, Rusia, Estados Unidos, China y Arabia Saudita (Cabrera, 2019). La producción de banano se centra en la región costa, logrando exportar

cantidades icónicas como en el año 2012 con un aporte de 32% en el comercio mundial, el proceso de exportación se lo lleva a cabo a través de altos estándares de calidad regidas por el CODEX ALIMENTARIUS establecida por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y la OMS, los bananos que no pasan los estándares de calidad se los denomina rechazo y se lo comercializa a nivel nacional, este subproducto se ve relacionado por una mala manipulación postcosecha o porque presentan anomalías extrañas en el fruto (Murillo, 2019).

### **1.1.3 Descripción Botánica**

La altura de la planta de banano varía entre 6 a 7 m, puede llegar a tener de 8 a 12 hojas, presenta un pseudotallo de color pardo verdoso, siendo el peso promedio de su racimo de 30 kg. El ciclo productivo de cada planta toma alrededor de 9 a 10 meses, donde comienzan a aparecer sus primeras flores, las cuales crecen en el raquis formando dedos que luego darán lugar a las manos, cada racimo contiene 11 manos de banano. El peso de la fruta es de 125 gramos, de los que el 75 % es agua y el 25 % de materia seca, tiene una longitud de 26 cm y un perímetro de 14 cm, oblonga, alargada y ligeramente curvada, su cáscara es ligeramente gruesa y resistente, mientras que la pulpa es blanca amarillenta (Gómez *et al.*, 2019).

### **1.1.4 Taxonomía**

Según Cortez & Jabo (2022), en la *Tabla 1*. describen la clasificación taxonómica del banano, misma que pertenece a la familia de las *Musaceae* y genero *Musa*, de aquí surgen sus distintas variedades que se distinguen fenotípicamente tales como el *Cavendish Gigante*, *Cavendish enano*, *Valery* y *Robusta*.



**Tabla 1. Clasificación taxonómica del Banano.**

<b>Descripción Taxonómico</b>	
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>Sub división</b>	<i>Angiospermaphyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Monocotiledonea</i>
<b>Orden</b>	<i>Zingiberales</i>
<b>Sub orden</b>	<i>Zingeiberineae</i>
<b>Familia</b>	<i>Musaceae</i>
<b>Sub Familia</b>	<i>Musoideae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Musaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Musa</i>
<b>Especie</b>	<i>Paradisiaca/Balvisiana/Acuminata</i>

### 1.1.5 Composición Química y Nutricional del Banano

En el banano maduro, el agua es uno de los componentes mayoritarios ocupando un 65% del total, seguidas por los hidratos de carbono con un 29%, son responsables de brindarle el sabor dulce y agradable al fruto, además contiene vitaminas y minerales de suma importancia como el Potasio, Magnesio y vitaminas hidrosolubles como el ácido fólico, siendo indispensable para personas en estado de gestación para el correcto desarrollo cerebral del feto (Kraithong & Issara, 2021).

**Tabla 2. Composición química por cada 100 g de banano maduro.**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido</b>
<b>Calorías</b>	110
<b>Agua</b>	65 g
<b>Carbohidrato</b>	29 g
<b>Fibra</b>	4 g
<b>Grasa</b>	0,3 g
<b>Proteína</b>	1 g
<b>Magnesio</b>	36,4 mg
<b>Potasio</b>	350 mg
<b>Vitamina C</b>	20 mg
<b>Ácido Fólico</b>	20 mcg

### **1.1.6 Composición Química y Nutricional de la cáscara de banano**

Las cáscaras de banano tienen porcentajes considerables de fibra dietética, proteínas, aminoácidos y ácidos grasos esenciales, además contiene minerales de interés como fósforo, hierro, calcio, magnesio y sodio, pero presenta bajos niveles de zinc, cobre, potasio y manganeso; cada componente varía según el grado de maduración del fruto por su estrecha relación con la presencia de fitoquímicos en la cáscara (Hikal *et al.*, 2022).

Los fenoles están presentes en las cáscaras de banano, y cumplen algunas funciones como tener efectos antioxidantes, siendo muy beneficiosas a la salud porque reducen la oxidación de proteínas y lípidos, problema causado por los radicales libres que producen enfermedades no transmisibles; además la cáscara de banano cuenta con contenidos de fibra, siendo compuesta por inulina, almidón resistente, betaglucanos y poli dextrosa (Ayo *et al.*, 2020).

## **1.2 Generalidades de la *Hibiscus sabdariffa* L. (Flor de Jamaica).**

La flor de Jamaica tiene como nombre científico *Hibiscus sabdariffa* L., es una planta arbustiva anual y de hoja perenne originaria de África, pero también crecen en climas secos y subtropicales, es de matorral espinoso y montañoso. Se caracteriza por poseer un color rojo intenso, contienen un cáliz carnosos. Además, es rico en calcio, hierro, y tiene propiedades antihipertensivas, antioxidantes y antiinflamatorias. Se utiliza tradicionalmente para tratar problemas del sistema circulatorio, alta presión sanguínea, niveles altos de grasa en la sangre, diabetes y obesidad (Balarabe, 2019).

### **1.2.1 Origen de la *Hibiscus sabdariffa* L.**

La flor de Jamaica es popular en Egipto, con el paso del tiempo se ha expandido a América, dónde la mayor producción se centra en las zonas del Caribe y Centroamérica; existen variedades de acuerdo con el color, forma, apariencia, peso, fruto y tamaño de la planta, en

México se considera ornamental y medicinal, sin embargo, es empleada en la producción de productos alimenticios como mermeladas y jugos, debido a que contiene compuestos de interés como fenoles, fibra y antocianinas, este último son pigmentos solubles en agua (Choong *et al.*, 2019).

### **1.2.2 Importancia de *Hibiscus sabdariffa* L. en el Ecuador**

En Ecuador, la producción de la Flor de Jamaica se centra en el Oriente, ya que las condiciones son las idóneas en cuanto a humedad y temperatura que oscila entre los 20 y 38 °C, sin embargo, al ser un producto con poca industrialización y comercialización produce una pérdida y un desaprovechamiento de la materia prima, siendo la flor de Jamaica un producto con compuestos bioactivos de suma importancia, pero a través de diferentes investigaciones y estudios se busca el empleo para la elaboración de subproductos o alimentos funcionales con objetivos hacia la salud (López *et al.*, 2019).

### **1.2.3 Descripción Botánica de *Hibiscus sabdariffa* L.**

La flor de Jamaica es un arbusto semileñoso anual que alcanza de 1 a 3 m de altura, cuyas hojas son pecioladas, anchas u ovaladas con bordes dentados irregularmente con forma similar a la mano, su tallo es ramificado con abundantes hojas, y entre la unión de las hojas crecen flores con centro rojo; los frutos miden 2 cm de largo y sus semillas son pequeñas, cada lóbulo contiene 15 semillas; el tallo y las ramas son rojas, flexibles y lisos (Islam, 2019).

### **1.2.4 Taxonomía de *Hibiscus sabdariffa* L.**

La Flor de Jamaica pertenece a la clase de las *Magnoliopsida*, orden de las *malvales*, su género *Hibiscus*, tal y como se muestran en la *Tabla 3.* por Izquierdo *et al.*, 2020.

**Tabla 3. Taxonomía de la *Hibiscus sabdariffa* L.**

<b>Descripción Taxonómico</b>	
Reino	<i>Plantae</i>
Sub - Reino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Anthophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Género	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>sabdariffa</i> L.

### 1.2.5 Composición química y valor nutricional de *Hibiscus sabdariffa* L. (Flor de Jamaica)

Se considera que los cálices de Jamaica son una fuente saludable de fibra y contiene vitaminas hidrosolubles como la Riboflavina, Tiamina, Niacina y vitamina C como fuente antioxidante, los demás componentes se describen en la *Tabla 4*. (Morales *et al.*, 2019).

**Tabla 4. Composición Nutricional de calices de flor de Jamaica por cada 100 g en base seca.**

<b>Nutriente</b>	<b>Contenido</b>
<b>Proteína</b>	9,2
<b>Lípidos</b>	2,5
<b>Cenizas</b>	7
<b>Fibra dietética</b>	40
<b>Calcio</b>	12,5 mg
<b>Hierro</b>	9 mg
<b>Tiamina</b>	0,11
<b>Rivoflavina</b>	0,277
<b>Niacina</b>	3,765
<b>Vitamina C</b>	6,7

### **1.3 Gomas**

Son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y aditivos alimentarios permitidos, se clasifican en gomitas simples y recubiertas, siendo el porcentaje permitido de humedad del 10 a 25% (NTE-INEN 2217:2022).

### **1.4 Grenetina**

La grenetina también conocida como gelatina sin sabor, es una proteína de color amarilla y con propiedad gelante, es decir, al tener contacto con un líquido lo absorbe y se hincha, al calentarse aumenta la viscosidad y al enfriar se convierte en sólido manteniendo la forma del molde que lo contiene. Es fuente de colágeno y es esencial para la elasticidad de la piel y brinda propiedades funcionales en uñas y cabello, no contiene grasas ni azúcares, sin embargo, en la producción de alimentos gelificados lo fusionan con azúcares añadidos para obtener más estabilidad en sabor y textura, en formulación se recomienda usar un 10% de grenetina (Madrigal & Robles, 2020).

### **1.5 Agar-Agar**

Es un polisacárido obtenido de algas marinas y presenta propiedades gelificantes y espesantes, es empleada en diversos productos como salsas, helados, cremas, mermeladas, gomitas y gelatinas, mejoran significativamente la textura, y al ser un gelificante de origen vegetal es considerado un sucedáneo de la gelatina o grenetina e incluso de las harinas, siendo más amigable con poblaciones que presentan celiaquía, alergias alimentarias, veganos y/o vegetarianos, generalmente se lo emplea de 1 a 2 % en las formulaciones, pero esto depende de las necesidades del fabricante y del producto a obtener (Williams & Phillips, 2000).

## **1.6 Xilitol**

Es un alcohol de azúcar que aporta 2,4 kcal/g, de gran similitud con la sacarosa en cuanto a dulzor, pero 40% menos de calorías que el azúcar convencional, y por su bajo índice glucémico es útil para ser empleado como un sustituto del azúcar, su comportamiento con los alimentos es estable y no fermenta, además brinda propiedades anticariógenas, bactericidas y bacteriostático, siendo ideal para las formulaciones en alimentos de confitería y golosinas, ya que no producen enfermedades bucales en los niños que más consumen este tipo de productos (Moya *et al.*, 2023).

## **1.7 Azúcar**

La sacarosa o azúcar de mesa es un edulcorante calórico, es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, se la obtiene de la caña de azúcar o remolachas, y provee de energía al organismo: 3,87 kcal/g, es empleada en una gran gama de alimentos y es aceptada por la población, sin embargo, su consumo excesivo se ve relacionado con el padecimiento de enfermedades no transmisibles como: Diabetes, Problemas cardiovasculares y Obesidad (Alejos de Domingo, 2018).

## **1.8 Sorbato de Potasio**

Conocida como sal de potasio, es un conservante dócil usado en la industria alimentaria por su propiedad funcional, presente en muchos alimentos como gaseosas, golosinas, mermeladas, entre otros. Su dosis máxima es de 1000 ppm o 25 mg/kg peso corporal, y este tipo de conservante no debe utilizarse en productos en donde existe fermentación porque inhibe la acción de las levaduras (Bustillos, 2014).

## **1.9 Ácido cítrico**

El ácido cítrico, es un tipo de compuesto orgánico de los ácidos carboxílicos se puede considerar como natural, pero también puede ser sintético, se lo encuentra en el tejido animal y vegetal, también, esta presentes en frutas que son acidas como: piñas, limones, naranjas, mandarinas, guisantes, ciruela, melocotón, entre otros. Se emplea en la industria alimentaria y bebidas por su función acidificante y antioxidante para conservar o mejorar los sabores y aromas de jugos de frutas, helados y mermeladas (Muñoz *et al.*, 2014).

## **1.10 Vitamina C**

El ácido ascórbico conocido como vitamina C, es una vitamina hidrosoluble con capacidad antioxidante, protege a las células y a los tejidos de los radicales libres que se forman por la mala alimentación, contaminación ambiental y radiación ultravioleta; esta vitamina se consume según a las necesidades diarias y depende de la edad de cada persona, generalmente en adultos se recomienda 75 mg, en niños entre 9 a 13 años 45 mg, y para menores de 9 años una media de 30 mg por día. Entre las funciones esta la producción de colágeno, absorción de hierro y fortalece el sistema inmunitario del ser humano. Esta vitamina se encuentra presente en frutas y hortalizas, sin embargo, es una vitamina termosensible haciendo que los niveles se disminuyan significativamente cuando están a altas temperaturas, por lo que, en ciertos alimentos como bebidas, yogures y té, son fortificados con ácido ascórbico de manera que sea asimilable por el organismo (Villacis, 2021).

## **1.11 Métodos para la determinación de compuestos fenólicos**

### **1.11.1 Método Folin-Ciocalteu**

Es un ensayo preciso y sencillo que tiene la finalidad de medir el contenido de compuestos fenólicos totales en productos vegetales, consiste en la reacción que tienen los fenoles con el

reactivo Folin-Ciocalteu a pH básico, es decir, mayor a 8, lo que provoca una coloración azulada y se mide en un espectrofotómetro a 765 nm de absorbancia en base a una recta patrón de ácido gálico; el mecanismo de reacción es redox y es útil para interpretar la capacidad antioxidante de la muestra (García *et al.*, 2015).

## **1.12 Métodos para determinar la capacidad antioxidante**

### **1.12.1 Ensayo de DPPH (Capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenilpicrilhidrazilo)**

El ensayo determina la actividad de captura de radicales libres en presencia de una sustancia antioxidante y mide el potencial de inactivación de las muestras; donde la molécula 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo atrapa un átomo de hidrogeno; para determinar el proceso se mide a través de un espectrofotómetro a 517 nm de absorbancia, la muestra cambia de color violeta a amarilla durante el tiempo de reposo, demostrando así que existe una presencia de contenido antioxidante en las muestras (Brand-Williams *et al.*, 1995).

### **1.12.2 Ensayo FRAP (Poder antioxidante de la reducción férrica)**

Es un método que mide la potencialidad plasmática de la reducción de iones férricos empleando como agente cromógeno 2,4,6-tripiridil-S-triazina, con el objetivo de evaluar el potencial antioxidante total en suero o plasma, las muestras son llevadas a un espectrofotómetro y son medidas a una longitud de 593 nm, durante el proceso, las muestras se tornaran azuladas (Benzie & Strain, 1996).



## METODOLOGÍA

### 2.1 Materias Primas

Para este estudio se utilizó la cáscara de Banano "*Musa acuminata*" de variedad Gros Michel maduro, obtenidos de la Hacienda "San Jacinto" del cantón Machala y cálices de *Hibiscus sabdariffa* L (Flor de Jamaica) frescos obtenidos en la hacienda "La Tembladera" del Cantón Santa Rosa, provincia de El Oro, Ecuador.

### 2.2 Ubicación de la Investigación

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, ubicada en la ciudad de Machala, El Oro, Ecuador.

### 2.3 Evaluación del índice de maduración de "*Musa acuminata*" de variedad Gros Michel

#### 2.3.1 Determinación de sólidos solubles (SST)

Los sólidos solubles se determinaron siguiendo la metodología descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 380:1985-12. Se trabajó con muestras de banano maduro, 8 días luego de la cosecha de este. Se obtuvo una pulpa homogénea a partir de varias unidades de banano provenientes de dos racimos cosechados el mismo día y en el mismo lugar, procurando obtener una muestra representativa del material vegetal. Esta pulpa se pasó por un liencillo ejerciendo presión hasta obtener un líquido. De este fluido se utilizará un par de gotas para la lectura de los sólidos solubles o grados brix, expresados en porciento. Para este fin se empleó un refractómetro de marca Milwaukee modelo MA 871.

#### 2.3.2 Determinación de pH

El pH se determinó con la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 389:1985-36).

La muestra se preparó tomando 10 g muestra (pulpa de banano maduro), se licuó con en 50 ml de agua destilada en un vaso de precipitación y se leyó a 25°C con un potenciómetro calibrado de marca Tester PH20.

### **2.3.3 Determinación de acidez titulable**

La acidez titulable se determinó siguiendo la metodología descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 381:1985-12. Para la preparación de la muestra se utilizó la metodología descrita en el inciso 2.3.2. En este caso el ácido orgánico predominante es el ácido málico y su miliequivalente es 0,067.

### **2.3.4 Determinación del Índice de Madurez**

El índice de madurez se determinó siguiendo la metodología descrita por Torres *et al.* (2013). Se utilizó la relación de los valores de sólidos solubles y acidez titulable, como se muestra en la ecuación 1.

$$\text{Índice de madurez: } \frac{SST}{\text{Acidez}} \quad \text{Ec. (1)}$$

## **2.4 Evaluación química y bromatológica de la cáscara de banano y calices de *Hibiscus sabdariffa* L.**

### **2.4.1 Preparación de las Muestras de cáscara de Banano**

Los bananos maduros enteros fueron lavados con agua potable para retirar residuos de pesticidas, polvo, suciedad adherida, látex, savia. La cáscara fue desprendida de la pulpa y sumergida en una disolución 10 litros de agua con 15ml de desinfectante comercial “STAR – BAC Domestic” durante 10 minutos. Posteriormente el material vegetal, se trató con 10 litros de una mezcla de ácido cítrico (1%) y ácido ascórbico (1%), se mantuvo la cáscara en inmersión durante 10 minutos. Una vez realizado el pretratamiento, las cáscaras se secaron en estufa

(Memmert UF 55, Memmert, Alemania) con trampilla y ventilación al 100% a 40°C. Ya seca la cáscara se tritura y el polvo obtenido se tamiza empleando una malla N°. 100, con tamaño de partículas de 150 micras (HUMBOLDT U.S.A. STANDARD SIEVE). Finalmente, se envasó en fundas con cierre hermético.

#### **2.4.2 Preparación de los calices de *Hibiscus sabdariffa* L.**

Los calices de *Hibiscus sabdariffa* L. se trataron siguiendo la metodología descrita en el inciso 2.4.1, con modificaciones, no se utilizó el tratamiento antioxidante.

#### **2.4.3 Determinación de humedad las materias primas secas y molidas.**

Para determinar la humedad residual se empleó un equipo analizador de humedad (Ohaus, Modelo MB90, Mexico). Se colocó entre 0,5 – 1 g de polvo en el platillo del equipo. Se realizó el análisis por triplicado. Este análisis se basa el método descrito por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC 964.22).

#### **2.4.4 Determinación de Grasa en las materias primas secas y molidas.**

La determinación de grasa se hizo con un extractor tipo Soxhlet con 200 ml de acetato de etilo como disolvente usando 3 g de muestra de polvo de cáscara de banano y 2 g de polvo de flor de Jamaica. El proceso duró 4 horas según lo establecido por la AOAC (1990), ítem (920.39). Se realizaron tres mediciones por cada muestra.

#### **2.4.5 Determinación de cenizas en las materias primas secas y molidas.**

El contenido de ceniza se determinó de acuerdo con la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 401:2013) con modificaciones. Se pesó 3 g de muestra de polvo de cáscara de banano y 2 g de polvo de flor de Jamaica. y se los llevó a crisoles secos para posteriormente colocarlos en la mufla (HYSC, modelo MF-14) y fueron incinerados a 550°C ± 25 °C por 6 horas.

#### **2.4.6 Determinación de proteínas en las materias primas secas y molidas**

El contenido de la proteína se determinó en el LABORATORIO NEMALAB S.A, ubicado en la ciudad de Machala. Se lo calculó multiplicando el contenido de Nitrógeno por el factor de conversión como lo menciona Mariotti *et al.*, (2008). El factor de conversión es 6,25.

#### **2.4.7 Determinación de Fibra Cruda en las materias primas secas y molidas**

La cuantificación de fibra en ambas materias primas se hizo empleando el método gravimétrico establecido por la NTE INEN 522:2013. Se sumergió 1 gramo de droga cruda (desengrasada) en acetona utilizando una bolsa de Weender y se colocó en la bandeja de digestión del digestor de fibra. Luego, se añadió 1 litro de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 N, se aseguró la hermeticidad y se activó el equipo durante 60 minutos a 100 °C. Después, se realizaron dos lavados consecutivos con un litro de agua destilada caliente y se evacuó. Se añadió 1 litro de NaOH 0,2 N y se activó el digestor durante 60 minutos a 100 °C. El residuo, una vez secado y pesado, se transfirió a un crisol previamente tarado y se sometió a 550 °C en una mufla durante 2 horas. Luego, se colocó en un desecador durante 30 minutos y se pesó.

#### **2.4.8 Determinación de hidratos de carbono en las materias primas secas y molidas**

Para determinar el contenido de hidratos de carbono se lo realizó según lo que propuso Nielsen (1998), se empleó la diferencia de los principales componentes del alimento como se muestra en la ecuación 2.

$$\% \text{Hidr.C.} = 100 - \% \text{Humedad} - \% \text{Proteína} - \% \text{Lípidos} - \% \text{Cenizas} - \% \text{Fibra}$$

Ec. (2)

#### **2.4.9 Determinación de Minerales de materias primas secas y molidas**

El contenido de minerales de cáscara de banano y flor de Jamaica se determinó en el laboratorio NEMALAB S.A., ubicado en la ciudad de Machala. Se utilizó el método de digestión húmeda

absorción atómica para calcular el porcentaje de diversos minerales, tales como sodio, zinc, magnesio, calcio, hierro y potasio.

#### **2.4.10 Determinación de contenido fenólico y capacidad antioxidante**

##### **2.4.10.1 Preparación de los extractos de cáscara de Banano y Flor de Jamaica**

Se pesaron 10 g de cáscara de banano y 4 g de Flor de Jamaica, posteriormente, se añadieron 200 ml de una mezcla etanol: agua (80:20 v/v) para cada muestra de manera proporcional. La extracción se realizó en un equipo de ultrasonido (ULTRASONIC BATH 5.7 L, FISCHER SCIENTIFIC) durante 30 minutos a temperatura ambiente, se filtraron las muestras con un papel filtro de calidad analítica y se obtuvieron los extractos.

##### **2.4.10.2 Determinación de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu**

Los fenoles totales se determinaron siguiendo el procedimiento detallado por Singleton *et al.*, (1999). Los resultados relativos al contenido de fenoles totales se expresaron en términos de miligramos equivalentes de ácido gálico (EAG) por gramo de muestra fresca. Para determinar la concentración de fenoles totales en cada muestra, se prepara una curva de calibración a partir de una solución patrón de ácido gálico a 10 mg/mL (Sigma Aldrich), a diferentes concentraciones (0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9 mg/mL). Con los valores de absorbancia medidos a 765 nm en un espectrofotómetro d (Thermo Scientific, Waltham, USA) se cabo un análisis de regresión lineal y se obtuvo la curva de calibración representada en la ecuación 3, con un coeficiente determinación de  $(R^2) = 0,9997$ .

$$Absorbancia = 1,0106 x + 0,0195 * concentración \left(\frac{mg}{mL}\right) \quad \text{Ec. (3)}$$

**Preparación de las muestras:** Los extractos preparados a partir de los polvos de calices de flor de Jamaica y cáscara de banano a evaluar se diluyeron previo al ensayo, se tomó 200 uL de extracto en 1800 uL de disolvente hidroalcohólico (80/20). Este es un ajuste realizado

debido a que la lectura de las absorbancias de los extractos sin diluir no se veía representados en la curva de calibración construida. Todas las diluciones y muestras se sometieron a análisis por triplicado.

#### **Preparación de reactivos:**

**Solución diluida de Folin-Ciocalteu (10%):** Se tomó 10 ml del reactivo Folin-Ciocalteu y se lo diluyó en 100 ml de agua destilada.

**Solución de carbonato de sodio (7,5%):** Se pesó 7,5g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidro y se diluyó en 100 ml de agua destilada.

1. **Ensayo:** En tubos de ensayo de 20 ml de capacidad, se añadieron 50 µL de la muestra a analizar junto con 2,5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (10 %) y 450 µL de agua destilada. La mezcla se agitó mediante un vortex (Thermo Scientific, Waltham, U.S.A.) y se dejó reposar durante 5 minutos. Posteriormente, se añadió 2 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5 %), se agitó de nuevo y se dejó reposar durante 2 horas. Después de este periodo, a temperatura ambiente y en condiciones de oscuridad, se transfirieron las muestras a microceldas de 2 mL y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm utilizando un espectrofotómetro (Thermo Scientific, Waltham, USA).

#### **2.4.10.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-picrilhidracilo (DPPH)**

Para la determinación del método DPPH se aplicó la metodología de Brand-Williams *et al.* (1995) con ciertas modificaciones. Para determinar la capacidad antioxidante, se realizó a través de la siguiente curva de calibración de la solución patrón de Trolox (0,2 mg/mL) en concentraciones de: 0,027; 0,077; 0,127; 0,177; 0,227 g/mL. y se obtuvo la curva de calibración representada en la ecuación 4.

$$\% Inh = 0,6842 + 431,23 * \text{concentración} \left( \frac{mg}{mL} \right) \quad \text{Ec. (4)}$$

**Preparación de la muestra:** Se siguió la misma metodología del inciso 2.4.10.2

**Preparación de la dilución DPPH (0,1 Mm):** Se procedió a pesar 0,00039 g de DPPH y llevar a un balón volumétrico de 100ml y se aforó con una dilución hidroalcohólica de (80:20).

**Ensayo:** Se tomó 100  $\mu$ L de extracto y se mezclaron con 3,9 mL de una solución de DPPH al 0,1 mM. Para la muestra control de DPPH, se preparó una combinación de 100  $\mu$ L de solución hidroalcohólica (80:20) y 3,9 ml de DPPH (0,1 mM). Las mezclas resultantes fueron agitadas en un vórtex (Thermo Scientific, USA) y luego se dejaron reposar durante 30 minutos en condiciones oscuras y a temperatura ambiente. Posteriormente, cada muestra se transfirió a microceldas de 2 mL y se realizaron lecturas directas de absorbancia a 517 nm utilizando un espectrofotómetro (UV-Visible Spectrophotometer Evolution 201 Thermo Scientific, Waltham, USA). La solución hidroalcohólica (80:20) se empleó como blanco de referencia. El ensayo se realizó por triplicado

#### **2.4.10.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC)**

La determinación de la capacidad antioxidante por FRAP, se realizó de acuerdo a los métodos descritos por Benzie & Straint (1996). Se preparó una solución patrón de Trolox (0,2 mg/mL), y a partir de esta se prepararon soluciones con concentraciones de 0,027; 0,077; 0,127; 0,177; 0,227; 0,277 mg/mL, por medio de un análisis de regresión lineal, y se obtuvo la curva de calibración representada en la ecuación 5, con un coeficiente determinación de  $(R^2) = 0,9933$ .

$$\text{Absorbancia: } 5,2994 - 0,0364 * \text{concentración} \left( \frac{mg}{mL} \right) \quad \text{Ec. (5)}$$

**Preparación de las muestras:** Se siguió la misma metodología del inciso 2.4.10.2

### **Preparación de reactivos:**

**Solución buffer de acetato 300 mM (pH 3,6):** Se pesó 3,1 g de acetato de sodio trihidratado ( $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), y se diluyó en agua. Posteriormente, se añadieron 16 mL de ácido acético glacial y se completó el volumen hasta un litro mediante la adición de agua destilada. Una vez concluido este proceso, se verificó el pH resultante y, si fue necesario, se realizó el ajuste correspondiente para alcanzar un pH de 3,6.

**Solución de HCl 40 mM:** Se añadió 3,3 ml de HCl concentrado, en 1 litro de agua destilada.

**Solución 10 mM de TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) en HCl 40mM:** Se pesó 3,12 g de TPTZ para 1 L de HCl 40 mM.

**Solución de FeCl<sub>3</sub> 20mM:** Se pesó 0,324 g de FeCl<sub>3</sub> anhidro y se disolvió en 100 ml de agua destilada.

**Solución del reactivo FRAP:** Se llevó a cabo la preparación mezclando 25 mL de solución buffer de acetato (pH de 3,6) 2,5 mL de una solución de TPTZ de 10 mM y finalmente, 2,5 mL de una solución de FeCl<sub>3</sub> de 20 mM. Esta mezcla se sometió a una incubación a una temperatura de 37 °C durante un período de 30 minutos.

**Ensayo:** En tubos de ensayo de 10 ml se colocó 50  $\mu\text{L}$  de la dilución de la muestra en conjunto con 1,5 mL del reactivo FRAP. A continuación, se efectuó la agitación de cada tubo mediante un vórtex (Thermo Scientific, Waltham, USA) y se dejó reposar durante 5 minutos.

Posteriormente, se las muestras se transportaron a microceldas de 2 mL con el fin de medir la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm utilizando un espectrofotómetro (UV-Visible spectrophotometer Evolution 201 Thermo Scientific, Waltham, USA). Se empleó la disolución FRAP como blanco. Los ensayos se realizaron por triplicado.



## 2.5 Formulación del producto

### 2.5.1 Diseño experimental para la formulación del producto

Se propuso un diseño factorial (Tabla 5.) considerando variables independientes al porcentaje de inclusión de cascara de banano (1 - 3%) y ácido ascórbico (1 - 3%). La variable respuesta o dependiente del diseño fue el nivel de aceptación sensorial en primera instancia y luego a las muestras que lograron la mayor aceptación sensorial les fue evaluado el contenido fenólico y la capacidad antioxidante medida por dos métodos (FRAP y DPPH).

**Tabla 5.      Diseño experimental de las gomitas**

<b>Bloque</b>	<b>Ácido Ascórbico (%)</b>	<b>Cáscara de banano (%)</b>
<b>1</b>	1	3
<b>1</b>	2	2
<b>1</b>	3	1
<b>1</b>	1	1
<b>1</b>	3	3
<b>2</b>	0,585786	2
<b>2</b>	2	3,41421
<b>2</b>	2	0,585786
<b>2</b>	3,41421	2

### 2.5.2 Proceso de elaboración de gomitas

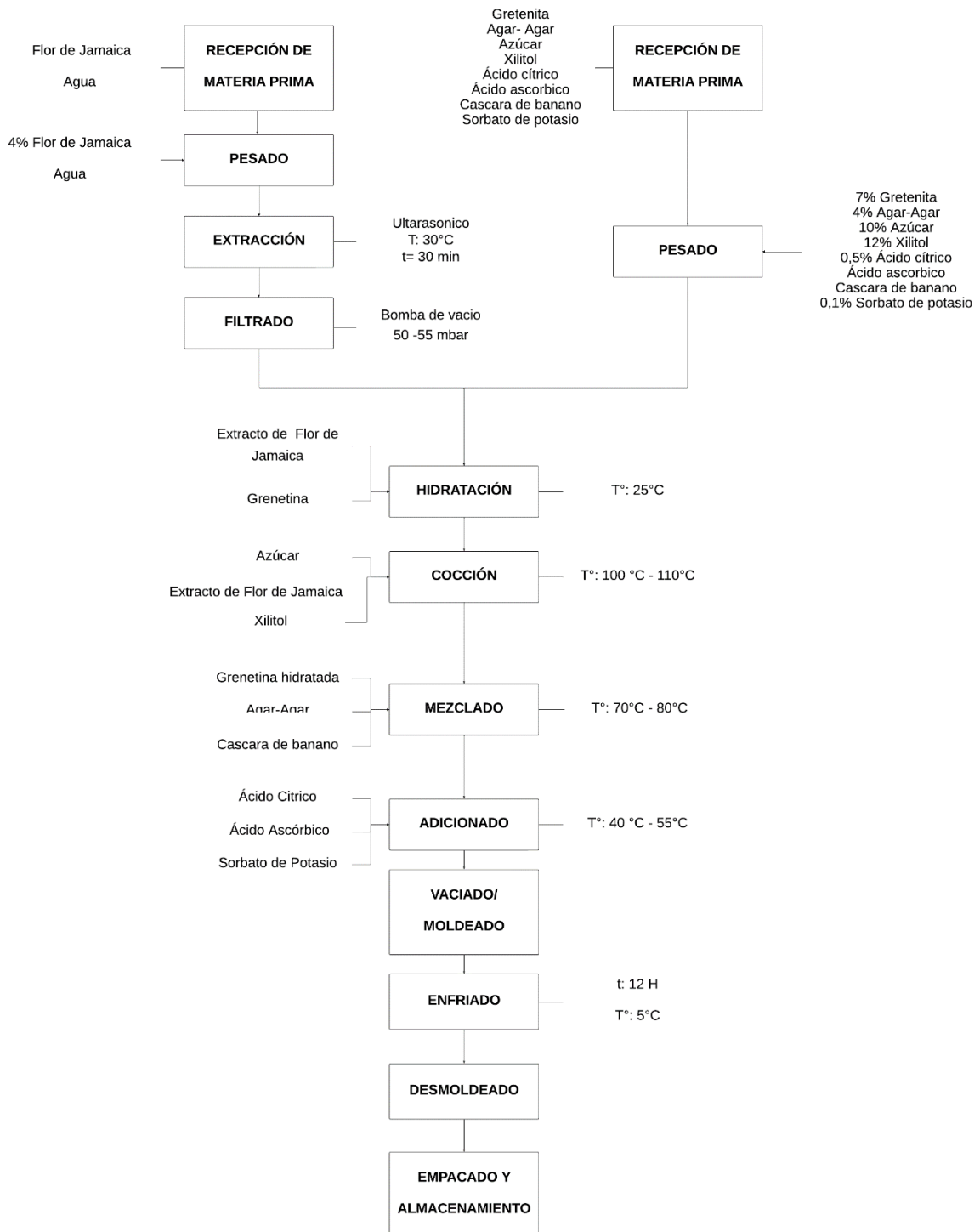
La gomita fue elaborada empleando la formulación base indicada en la tabla 6. A esta fórmula se le incluyeron cáscara y vitamina C en los porcentajes que indica el diseño experimental ajustando el valor de extracto de flor de Jamaica hasta llegar al 100%.

**Tabla 6. Formulación base para la elaboración de gomitas.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Extracto de flor Jamaica</b>	66,4
<b>Xilitol</b>	12
<b>Azúcar</b>	10
<b>Sorbato de potasio</b>	0,1
<b>Grenetina</b>	7
<b>Agar- Agar</b>	4
<b>Ácido Cítrico</b>	0,5

El flujo de proceso empleado para la elaboración de las gomitas se indica en la Figura 1.

**Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de gomitas**



## **2.6 Evaluación del nivel de aceptación sensorial de los productos formulados**

Los productos formulados bajo el diseño experimental fueron evaluados sensorialmente por 30 panelista semi entrenados para determinar el nivel de preferencia de los panelistas frente a las fórmulas valoradas. Para ello se utilizó una prueba afectiva mediante una escala hedónica verbal de 5 puntos que va desde me disgusta extremadamente (1) hasta me gusta extremadamente (5).

### **2.6.1 Tratamiento estadístico de los datos**

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial se procesaron utilizando el paquete estadístico JAMOVI versión 2.3.28. Se hizo un análisis de varianza entre las medias de la puntuación obtenida por cada formula. Considerando que las medias de puntuación más altas deben tener una diferencia estadísticamente significativa frente al resto de las muestras, se utilizó una prueba post hoc (Tukey).

## **2.7 Evaluación química de las formulaciones seleccionadas**

### **2.7.1 Determinación de contenido fenólico y capacidad antioxidante de las dos mejores formulaciones**

#### **2.7.1.1 Preparación de extractos de Gomitás**

Las muestras seleccionadas de gomitas se pesaron en cantidades de 10 g, luego se le añadió 50 ml de etanol absoluto, previamente calentado a 50 °C, se procedió a llevarlas a calentamiento en las planchas térmicas con agitación (210 rpm) y temperatura constante ( $50 \pm 3^\circ\text{C}$ ), durante 15 min, para finalmente filtrar y utilizar el líquido filtrado para la determinación de fenoles y capacidad antioxidante por ambos métodos.

### **2.7.1.2 Determinación de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu**

Se siguió la metodología descrita en el inciso 2.4.10.2

**Preparación de las muestras:** La muestra 4 tuvo un factor de dilución 20, es decir, se tomó 200 uL de extracto en 3800 uL de disolvente “Etanol”. La muestra 8, con un factor de dilución 40, se diluyó con 200 uL de extracto en 7800 uL de disolvente “Etanol”.

### **2.7.1.3 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-picrilhidracilo (DPPH)**

Se siguió la metodología descrita en el inciso 2.4.10.3

**Preparación de las muestras:** Se siguió la metodología descrita en el inciso 2.8.5.2

### **2.7.1.4 Determinación del poder antioxidante de la reducción férrica (FRAP-TEAC)**

Se siguió la metodología descrita en el inciso 2.4.10.4

**Preparación de las muestras:** Se siguió la metodología descrita en el inciso 2.8.5.2

## **2.8 Evaluación de características físico - químicas de la formulación seleccionada**

### **2.8.1 Determinación de Humedad**

Para la determinación de humedad se utilizó un analizador de humedad (Ohaus, Modelo MB90, México). Se realizó el análisis por triplicado. Este análisis se siguió en el método descrito por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC 964.22).

### **2.8.2 Sólidos solubles**

El contenido de sólidos solubles (SST) se determinó con la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380:1985-12). Se tomó 10 g de gomitas y se trituraron en 50 ml de agua destilada en un vaso de precipitación, se filtró, luego un poco de la muestra se dejó caer en el medidor

del refractómetro (Milwaukee modelo MA 871, Romania) y se obtuvo el valor expresado en porcentaje.

### **2.8.3 Potencial de Hidrogeno**

El pH se determinó con la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 389:1985-36). La muestra se trató al igual que en el inciso 2.8.2. y se dio lectura con el potenciómetro (Tester PH20, China).

### **2.8.4 Acidez Titulable**

La acidez titulable se determinó de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 381). La muestra se trató al igual que en el inciso 2.8.2. El ácido orgánico predominante es el ácido cítrico y su miliequivalente es 0,069.

### **2.8.5 Determinación de ácido ascórbico**

Se determinó el contenido de ácido ascórbico a través del método de cromatografía líquida de alta resolución HPCL en el laboratorio LABOLAB, ubicado en la ciudad de Quito.

## **2.9 Determinación de Color**

Para la determinación de color se la realizó en los laboratorios de la Universidad de San Francisco de Quito empleando la metodología CIELAB con un Colorímetro Konina Minolta Cr 400.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis químicos del Banano y Flor de Jamaica

En la Tabla 7, se presenta los valores obtenidos de la evaluación de parámetros químicos en la pulpa de banano maduro y los cálices de flor de Jamaica.

**Tabla 7. Análisis químico de la pulpa de banano y extracto de Flor de Jamaica**

Parámetros	Pulpa de banano	Flor de Jamaica
	$\bar{x} \pm DS$	$\bar{x} \pm DS$
° Brix	19,13 ± 0,12	2,1 ± 0,1
pH	5,103 ± 0,17	2,5 ± 0,05
Acidez	0,28 ± 0,005	0,29 ± 0,05
Índice de madurez	68,34 ± 0,88	-

En la tabla se presenta valores resultantes de medias aritméticas ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DS)

En el estudio de Torres *et al.* (2013), establece que un banano en estado maduro debe promediar en 64% en su índice de maduración para llegar a considerarse en grado 6 de maduración. En este caso al obtener un índice de maduración mayor a este a valor y al coincidir visualmente con las características descritas por Von Loesecke en su carta de color, se establece que la muestra valorada se encontraba en grado 7 de maduración (Moreno *et al.*, 2021). Vu *et al.*, (2018) en su estudio de Compuestos fenólicos de la cáscara del banano y sus usos potenciales comprobó que a medida que se eleva el grado de maduración del banano la cantidad de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de las muestras se incrementa. Por otro lado,

tal como reflejan los resultados la cantidad sólidos solubles en la muestra es elevada, lo cual es propio del banano maduro ya que el almidón del banano luego ser cosechado se hidroliza y se concentra en forma de glucosa, fructosa, sacarosa y pequeños porcentajes de maltosa y raminosa y esto lo refleja en el contenido de sólidos solubles (Amarasinghe, 2021). La acidez y el pH son inversamente proporcionales y para Sripaurya *et al.* (2021), están relacionados con la producción de ácido málico y otros ácidos formados por la oxidación de los azúcares de banano, tras condiciones anaerobias en la pulpa durante la maduración.

En cuanto a los cálices de Jamaica, el contenido de sólidos solubles está relacionado con los azúcares y ácidos orgánicos presentes en esta especie vegetal. La glucosa y galactosa se encuentran en mayor proporción seguidas por disacáridos y polisacáridos solubles (Naranjo, 2013), así también es importante mencionar que el contenido de sólidos en la flor de Jamaica se ve influenciado por la concentración del extracto. Según Castillo (2017), en un medio hidroalcohólico y al 40 % de polvo de Jamaica, obtuvo el 20,10 % de Sólidos solubles, mientras que, para Sangoluisa *et al.*, (2019) en un extracto con 10 % de polvo de flor de Jamaica, obtuvo un 5,5 %, esto pudiese dar un indicio de que, a mayor concentración de Jamaica en el extracto, mayor es la cantidad de sólidos solubles. En esta investigación se empleó un 4%, lo cual, determina la cantidad de sólidos presentes en la muestra, siendo estos inferiores a los reportados por otros autores que trabajaron valores superiores de concentración del material vegetal en el extracto (Castillo, 2017; Sangoluisa, 2019).

La acidez de los cálices de flor de Jamaica, está directamente relacionada con la cantidad de ácidos presentes, como el ácido oxálico, cítrico, ascórbico, málico y esteárico, además de la presencia de ácido hibiscus en forma libre y glucosilada. La acidez de la Jamaica tiene un efecto antibacterial y contribuye a la absorción de iones metálicos en el organismo (Salinas *et al.*, 2012). El color característico de la flor de Jamaica es brindado por la presencia de antocianinas,



pigmento natural que se le ha atribuido una capacidad antioxidante pero que se ve alterada ante los cambios de pH y acidez, provocando un cambio en el color, tornándose de color rojo en medios ácidos y azules oscuros o violetas en medios básicos o alcalinos (Heredia, 2006).

### 3.2 Caracterización proximal de la cáscara de banano y cálices de flor de Jamaica

En la Tabla 8, se presentan los resultados de los análisis proximales de la cáscara de banano y cálices de flor de Jamaica, donde el contenido de hidratos de carbono es el más abundante en comparación con los demás parámetros.

**Tabla 8. Análisis proximal de la cáscara de banano y Flor de Jamaica.**

<b>Parámetros</b>	<b>Cáscara de Banano</b>	<b>Flor de Jamaica</b>
<b>Humedad</b>	5,85 ± 0,47	8,47 ± 0,16
<b>Cenizas</b>	12,71 ± 0,07	6,62 ± 0,18
<b>Grasa</b>	7,17 ± 0,46	2,13 ± 0,14
<b>Proteína</b>	6 ± 0,0	10,31 ± 0,0
<b>Fibra</b>	11,53 ± 0,99	10,65 ± 0,34
<b>Carbohidratos</b>	56,74 ± 0,35	61,82 ± 0,18
<b>Nitrógeno (%bs)</b>	0,96	1,65
<b>Potasio (% bs)</b>	4,79	2,14
<b>Magnesio (%bs)</b>	0,10	0,17

<b>Calcio (% bs)</b>	0,41	0,97
<b>Fosforo (% bs)</b>	-	0,30
<b>Zinc (ppm)</b>	16,1	31,2
<b>Cobre (ppm)</b>	5,2	9,2
<b>Hierro (ppm)</b>	25,8	81,5
<b>Manganeso (ppm)</b>	39,7	112,3
<b>Sodio (ppm)</b>	151,4	205,4

La normativa Técnica Ecuatoriana para hierbas aromáticas (INEN 2392:2017) sugiere que el porcentaje máximo del contenido de humedad es de 12 %, las muestras secas y pulverizadas evaluadas en este estudio (cáscara de banano y flor de Jamaica) presentan valores de humedad residual por debajo de lo establecido por la norma técnica, cumpliendo con este que parámetro, con lo cual puede inferirse la estabilidad de la materia prima durante el almacenamiento debido a que a valores bajos de contenido de humedad las posibilidades de deterioro se limitan (Pragati *et al.*, 2014). El contenido de cenizas de la cáscara de banano maduro es similar al de Ayala *et al.*, (2003). Las diferencias en el contenido de cenizas son atribuibles a la variación de la capacidad de absorción de minerales en cada grado de maduración, a la variedad y al suelo de cultivo.

El contenido de grasa del polvo de cáscara de banano es similar a lo reportado por otros investigadores (Onojah & Emurotu, 2017), en este sentido es importante mencionar que el contenido de grasa es particularmente importante en el contenido nutricional de este material

vegetal ya que el banano es rico en vitaminas liposolubles A, D, E y K, sin embargo, la investigación de Onojah & Emurotu (2017) demuestra que, al llegar al grado máximo de maduración, la grasa disminuye significativamente lo que pudiese afectar el contenido vitamínico de la materia prima. Según Khawas & Deka (2016), en su investigación de análisis proximal en cáscara de banano en distintos grados de maduración, se observó una disminución de contenido proteico de 9,87 % a 7,03% en el grado de maduración 4 al 5, respectivamente, debido a que durante el proceso de maduración se produce una hidrólisis de proteínas y se reutilizan los aminoácidos en la gluconeogénesis, proceso que se realiza para obtener glucosa. Sin embargo, el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de las cáscaras de banano tienen a potenciarse a medida que avanza la maduración (Vu *et al.*, 2018).

El contenido de fibra cruda del polvo de cáscaras de banano maduro fue más elevado en el reportado en la investigación de Khawas & Deka (2016), el contenido de fibra aumenta del estado verde a maduro, sin embargo, al llegar a su última etapa (sobremaduro) este empieza a disminuir. El contenido de fibra de esta materia prima la hace de mayor interés en el desarrollo de alimentos destinados a responder a algunas de las necesidades funcionales del cuerpo humano, por ejemplo, pudiesen aportar en la prevención de enfermedades digestivas. El estudio presentado por Quirós *et al.*, (2011), refiere la capacidad antioxidante de estas fibras denominándolas fibras antioxidantes debido al efecto sinérgico que pudiese llegar a causar al ser consumidas.

El contenido de hidratos de carbono es similar a lo indicado en la investigación de Ayala *et al.*, (2003), este valor indica la presencia de una serie de compuestos asociados al grupo de los hidratos de carbono típicamente presentes en este tipo de muestras. Estos compuestos son; almidón, azúcar y fibra tanto cruda como dietaria. El contenido mineral que predomina en la cáscara de banano evaluada es el sodio, esto concuerda con lo determinado por Ahmed & Ali

(2013). Los minerales son compuestos inorgánicos que mantienen su estructura química, y pierden su cadena estructural mediante lixiviación.

El potasio (K) es un elemento mineral importante en el banano y otras frutas. Ullaguari & Pacheco, 2022 en su investigación de banano en dos niveles de maduración (6 y 7) según la escala de Von Loesecke reportaron valores inferiores a los de este estudio, sin embargo, Khawas & Deka (2016) identificaron valores similares a los de este trabajo. El potasio es uno de los minerales más abundantes en esta fruta, no obstante, durante el proceso madurativo su contenido se ve disminuido (Ibiyinka *et al.*, 2021). Las posibles variaciones entre los resultados de la valoración de macro y micronutrientes de esta investigación y los reportados por otros autores pueden atribuirse al desarrollo del fruto durante la maduración, la composición del suelo de cultivo, las condiciones climáticas, la práctica agrícola, la calidad del agua para riego e incluso el manejo post cosecha (Khawas & Deka, 2016).

El contenido de humedad residual de las muestras polvo de flor de Jamaica coincide con los valores (11%) presentados por Ahmed *et al.*, (2019), y además cumple con lo establecido por la normativa NTE INEN 2392:2017 para hierbas aromáticas cuyo valor máximo es del 12%. Como en las cáscaras de banano maduro, alcanzar valores de humedad inferiores al 12% previene el deterioro microbiano y la pérdida de nutrientes por posibles reacciones bioquímicas más probables dentro de valores de humedad superiores a este valor. El contenido obtenido de cenizas es un valor muy similar al detallado por Babalola *et al.*, (2001), con un valor de 6,8 %, sin embargo, Ahmed *et al.*, (2019), demuestra que el contenido de cenizas en calices de Jamaica secos es de 9 -10 %, esta variación se puede atribuir debido a la adaptación de la especie, dado a que las muestras son tratadas en distintas condiciones: clima, tipo de suelo, zona geográfica y prácticas de cosecha.

La flor de Jamaica es pobre en contenido lipídico, los valores referenciales del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá alcanzan el 2,60 %, lo cual coincide con lo determinado en el presente estudio. Otros estudios presentan valores aún menores a estos (Arriola, 2023). En cuanto al contenido proteico, los calices alcanzaron valores considerables al tratarse de una especie vegetal, esto se lo puede atribuir a un alto contenido de aminoácidos esenciales, a excepción del triptófano, el cual no se encuentra en los calices de flor de Jamaica. Valores de proteína similares o superiores han sido identificados por otros autores en esta misma especie vegetal. (Fu *et al.*, 2019).; Sáyago & Goñi, 2010). El contenido de fibra de la muestra pudiese ser de interés en el caso de utilizarla de manera integral, no obstante, en este caso lo que se utilizará es el extracto de los calices de esta especie y el interés de esta investigación está centrado en el contenido fenólico y la capacidad antioxidante que se le atribuye a la Flor de Jamaica (Suliman *et al.*, 2011). El valor obtenido de hidratos de carbono representa a fibra total y los azúcares en general contenidos en la flor de Jamaica.

La cuantificación de minerales de la flor de Jamaica se puede observar en la tabla 8. Los minerales más representativos es la muestra evaluada son el Mn, Na, Zn, Fe. Algunos autores coinciden en que los elementos minerales más presencia en esta especie vegetal son el sodio y el magnesio (Owoade *et al.*, 2019).

El zinc es otro de los minerales de interés en los cálices, debido a que juega un papel importante en la vida humana desde el punto nutricional, la deficiencia de esta mineral resulta un retraso en el crecimiento debido a su papel en el metabolismo de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas. En virtud de que, en la flor de Jamaica, se han identificado compuestos bioactivos que son componentes minoritarios de los alimentos, considerados no nutrientes, pero indispensables para el organismo ya que se han indicado efectos positivos en la salud del consumidor (Sáyago & Goñi, 2010).

### 3.3 Análisis de contenido fenólicos y capacidad antioxidante en cáscara de Banano y Flor de Jamaica.

En la Tabla 9, se presenta el contenido fenólico de las muestras de cáscara de banano y flor de Jamaica.

**Tabla 9. Contenido de fenoles, capacidad antioxidante (DPPH, FRAP) en cáscara de banano y flor de Jamaica.**

<b>Muestras</b>	<b>Contenido de fenoles totales</b>	<b>Capacidad antioxidante (DPPH)</b>	<b>Capacidad Antioxidante (FRAP)</b>
	$\bar{x} \pm DS$	$\bar{x} \pm DS$	$\bar{x} \pm DS$
<b>Cáscara de banano</b>	18,29 ± 0,84	26,972 ± 1,363	29,699 ± 0,226
<b>Flor de Jamaica</b>	61,97 ± 4,87	185,654 ± 5,654	178,084 ± 9,926

\* En la tabla se presenta valores resultantes de medias aritméticas ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DS)

Tanto el contenido fenólico como la capacidad antioxidante son evidentemente más altos en flor de Jamaica que en la cáscara de banano, esto se debe a las antocianinas contenidas en los cálices, mismas que contienen cianidina, delphinidina, peonidina y petunidina, mismas que se le atribuyen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Piovesana & Noreña, 2019), los cuales otorgan a esta especie vegetal la capacidad de secuestrar radicales libres, razón por la cual es ampliamente valorada como ingrediente de alimentos denominados funcionales. No obstante, existe un aporte interesante de fenoles en la cáscara de banano maduro y se identificó capacidad antioxidante medida por dos métodos (DPPH y FRAP), haciendo que este subproducto se convierta en un posible insumo de interés en la formulación de alimentos

beneficiosos para la salud, esto ha sido además referenciado por diversos autores (Montero *et al.*, 2022; Sidhu & Zafar, 2018).

En las cáscaras de banano, diversos estudios reportan que su contenido fenólico y la capacidad antioxidante están influenciados por el índice de madurez (Domínguez *et al.*, 2018; Ruwali *et al.*, 2022) en su estudio de debido a la maduración de la pulpa se la desintegración de la pared celular o pérdida de la cohesión, la cáscara identificar que a medida que el índice de madurez avanzaba el contenido fenólico y la capacidad antioxidante también se incrementaba a cuál beneficia a la síntesis del shikimato, precursor de los fenilpropanoides, se da por a la hidrólisis del almidón en azúcares solubles. Caso similar fue reportado por Pannipa & Suriyan, (2017), estos autores indican que en el índice de madurez 7 presenta los valores más altos de contenido fenólico y capacidad antioxidante en la cáscara de banano. La capacidad antioxidante en este material vegetal se le atribuye a la presencia de galocatequina que es cinco veces más alta en la cáscara que en si de la fruta, por eso es una fuente alta de compuestos antioxidantes en la cáscara Lopes *et al.*, 2020).

### **3.4 Selección de la mejor formulación en base a la evaluación sensorial**

El análisis de varianza aplicado a las respuestas sensoriales de los jueces evaluadores dio como resultado que existe diferencia estadísticamente significativa ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) con un nivel de confianza del 95%. A fin de conocer si existían diferencias significativas entre los valores de las medias de los tratamientos (formulaciones) mejor puntuados se aplicó una prueba de rangos múltiples (tabla 10), dando como resultado que las formulaciones (465 y 268) con las medias de puntaje más altas, es decir las mejor valoradas desde el punto de vista sensorial no presentan diferencia estadísticamente significativa entre ellas, pero si son estadísticamente diferentes del resto de las formulaciones, con lo cual se concluye que la selección de la mejor formulación debe hacerse entre estas formulaciones, en este sentido, la respuesta discriminativa para la

selección entre estas dos formulaciones será el contenido fenólico y la capacidad antioxidante medida por dos métodos (DPPH y FRAP).

**Tabla 10. Pruebas de Múltiple Rangos para puntaje de evaluación sensorial por tratamiento (formulaciones)**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
553	25	2,72	X
632	21	3,14286	XX
859	22	3,22727	X
137	23	3,52174	X
981	24	3,54167	X
786	27	3,55556	X
268	21	4,04762	X
465	26	4,19231	X

Tal como se indicó en el apartado de metodología, la formulación base no varía, los dos únicos componentes de la fórmula que varían entre las muestras 465 y 268 son los porcentajes de inclusión de ácido ascórbico y cáscara de banano maduro. El tratamiento 465 incluyó 1% de cáscara de banano; 1% Acido ascórbico, y el tratamiento 268 tuvo 0,5857% de cáscara de banano; 2% Acido ascórbico.

### **3.5 Análisis químicos de las dos formulaciones.**

#### **3.5.1 Análisis de contenido fenólico y capacidad antioxidante para gomitas.**

En la tabla 11 se presentan los resultados de la cuantificación de fenoles totales y la capacidad antioxidante medida por dos métodos (FRAP y DPPH) en las fórmulas 268 y 465, tal como puede verse en esta tabla la formulación 268 prácticamente duplica la cantidad de fenoles totales y la capacidad antioxidante en ambos métodos. Por esta razón la muestra se selecciona



como la mejor formulación es la 268, logrando incluirse hasta 0,5857% de cáscara de banano y 2% ácido ascórbico. El resultado presentado en la tabla parece indicar que en el producto formulado el componente que logra mejorar su calidad química es principalmente el ácido ascórbico teniendo en ese sentido la cáscara de banano una participación menor, sin embargo para comprobar el resultado, es preciso que en un próximo estudio se analice con mayor detenimiento el porcentaje de inclusión de vitamina C respecto a la mejora de la calidad química de la gomita, no obstante este hecho pudiese relacionarse con la estabilidad de las antocianinas frente a los cambios de pH (Gonzalez *et al.*, 2019).

**Tabla 11. Contenido de fenoles, capacidad antioxidante (DPPH, FRAP) en gomitas a base de Flor de Jamaica.**

<b>Muestras</b>	<b>Contenido de fenoles totales</b>	<b>Capacidad antioxidante (DPPH)</b>	<b>Capacidad Antioxidante (FRAP)</b>
	$\bar{x} \pm DS$	$\bar{x} \pm DS$	$\bar{x} \pm DS$
<b>Muestra 465</b>	16,15 ± 0,55	31,547 ± 0,485	32,33 ± 0,789
<b>Muestra 268</b>	33,58 ± 2,16	65,694 ± 1,638	66,086 ± 1,393

En la tabla se presenta valores resultantes de medias aritméticas ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DS).

%Inhibición: Muestra 465: 68,08 ± 1,06; Muestra 268: 71,53 ± 1,80

La fórmula seleccionada para el desarrollo de la gomita alcanzó un 71,53% de actividad inhibidora del radical DPPH lo que prueba que los compuestos a los que se les atribuye este efecto antioxidante sean de origen fenólico o no, convierten a la gomita formulada en un

alimento de uso potencial en el cuidado del organismo contra el daño oxidativo (Arboleda & Mejía 2010). Calderón & Cruz (2023), en su investigación en gomitas elaboradas a base de pulpa de Cushuro, dónde también adicionaron vitamina C en la formulación, lograron aumentar su porcentaje de inhibición en 40 y 60 % en todas las muestras estudiadas. Así mismo, Sancho (2021), quien evaluó la actividad antioxidante de Bayas de sauco, en formulaciones de gomitas, fruta que también contiene antocianinas, obtuvo un 51,68 % de inhibición en extracto acuoso y un 59,78 % en extracto etanolico, lo que indica que el uso de vitamina C y vegetales ricos en antocianinas y compuestos antioxidantes en general pudiesen convertir un alimento en un alimento común en uno con características saludables.

### 3.6 Análisis físico - químicos en la formulación seleccionada

Los resultados de la valoración fisicoquímica de la mejor formulación de gomita se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12. Análisis fisicoquímicos de la gomita**

<b>Parámetros</b>	<b>Gomita</b> $\bar{x} \pm DS$
<b>° Brix</b>	4,48 ± 0,03
<b>Humedad</b>	27,15 ± 0,46
<b>pH</b>	3,52 ± 0,01
<b>Acidez</b>	0,25 ± 0,05
<b>Vitamina C (mg/100 g)</b>	2,21

<b>Luminosidad (L)</b>	21,07 ± 0,88
<b>a</b>	8,28 ± 0,03
<b>b</b>	2,20 ± 0,13
<b>Pureza (c)</b>	8,57 ± 0,06
<b>Tonalidad (Hue)</b>	14,85 ± 0,86

\*En la tabla se presenta valores resultantes de medias aritméticas ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DS)

El contenido de sólidos solubles de la gomita es considerablemente menor al límite máximo establecido por la Normativa NTE INEN 2217:2022, de Productos de confitería y gomitas, cuyo valor máximo permitido es del 50%. Es preciso mencionar que este producto se formula con la intención de que sea una alternativa saludable ante las gomitas tradicionales, las cuales normalmente son altas en azúcar, sin embargo, en esta investigación se formuló el producto con un 10% de sacarosa, muy por debajo de las fórmulas tradicionales las cuales normalmente incluyen entre el 30 al 60 % (Machacuay, 2023; Villacis, 2021). Efecto del extracto polifenólico de residuos de alcachofa en los polifenoles, capacidad antioxidante, textura y aceptabilidad de caramelos blandos. Por otro lado, la base acuosa utilizada para la formulación fue extracto de flor de Jamaica, el cual apenas alcanza el 2 % de sólidos solubles, esto además del bajo porcentaje en el que se incluyó la sacarosa en la formula, permitió obtener un producto con menor contenido de azúcares simples que los productos habituales. Para contribuir a mejorar el sabor en el producto y neutralizar la acidez propia de los cálices de flor de Jamaica, se utilizó xilitol como edulcorante. Este edulcorante es hipocalórico y además se ha empleado en el diseño de productos de confitería para niños debido a que además de considerarse seguro, previene la aparición de caries, y de la misma manera, es ideal para personas diabéticas

insulinodependientes por su bajo poder calórico con respecto a la sacarosa (Valderrama & Correal, 2021).

El contenido de humedad de la gomita es ligeramente superior a lo descrito en la normativa NTE INEN 2217:2012, de productos de confitería y gomitas, en este sentido no el producto no cumple con nivel máximo (25%) permitido por la norma técnica. Esto pudiese ser atribuible a un proceso deficiente de concentración o incluso pudiese deberse al poco porcentaje de azúcar presente en la formulación, dado que para lograr un gel estable en el que la red tridimensional atrape el agua dentro del entramado que se forma debido a la acción de gelificantes como la pectina, quienes tienen la capacidad de absorber y retener el agua, es necesario lograr un equilibrio en la función tripartita entre el gelificante, los azúcares y el ácido. Ahora, aunque el producto tiene los tres elementos presentes, el azúcar no está en las cantidades requeridas para formar un gel muy firme y estable, pero para lograr superar este obstáculo tecnológico se emplearon varios gelificantes y estabilizantes en la mezcla, logrando la formación del gel (Cobos & Prada, 2023).

El cuanto, al pH y acidez de la muestra, el valor determinado es muy cercano a lo reportado por Saboya & Maverick (2019), en su investigación de gomitas de pulpa de *noni* y *camu camu*, quienes vinculan que la estabilidad y la formación de gel en las gomitas con rangos de pH entre 3 y 5. Cabrera & Uchofen (2023), en su estudio de gomitas con diferentes tipos de extractos vegetales, obtuvieron valores entre 0,19 a 0,24 % de acidez, en los productos valorados, lo cual coincide con el valor promedio de acidez de las muestras valoradas en esta investigación.

Según la NIH ([National Institutes of Health], 2019) el consumo diario recomendado de vitamina C para niños entre 4 a 13 años es de 25 a 45 mg al día, y para adultos es de 75 a 90 mg. Por lo tanto, por cada 100 gramos de la gomita formulada se lograría cubrir el 8,84 % de la demanda diaria en el caso de niños y 2,95 % en el caso de adultos, esto considerando el valor

mínimo requerido. Villacis (2021), incluyó vitamina C del 2,3 al 2,8 % a formulaciones de gomitas y observó una disminución del contenido de esta vitamina después de 15 días de haber sido elaboradas, el autor relacionó este suceso con el nivel de adición del ácido cítrico en la formulación ya que este aditivo como un conservante y antioxidante de la vitamina C, sin embargo, es preciso mencionar que el valor de pH alcanzado en las muestras de aquel estudio aproximadamente 5,4, valor que supera el valor de pH del producto formulado en esta investigación (3,52) esto indicaría una mayor estabilidad en el contenido de vitamina C en este caso.

En el plano de color la gomita formulada se ubica dentro del primer cuadrante (0 - 90°), lo cual define la tonalidad del producto, teniendo un ángulo de casi 15° el color que le corresponde se encuentra dentro de la gama de los rojos. Así también el parámetro L representa la luminosidad, mientras el valor sea positivo la luminosidad se ve favorecida, mientras más alto el valor más luminoso el producto. La coloración del producto es atribuida al contenido de antocianinas de los cálices de flor de Jamaica, estos pigmentos sufren alteraciones dependiendo el medio en el que se encuentren, y al estar en medios básicos sufre alteración su pigmentación original. Gonzalez *et al.*, (2019), realizó un análisis de color a gomitas con extractos de plantas medicinales, presentando valores de tonalidad (HUE) muy cercanos a los de esta investigación, ubicándose en ese caso a los colores de rojo-purpura.

## CONCLUSIONES

- El análisis bromatológico y químico de los calices de flor de Jamaica y cáscaras de banano demostró que las materias primas vegetales poseen las características nutricionales que las convierten en materiales de interés para la formulación de alimentos potencialmente funcionales.
- La formulación de la gomita quedó establecida de la siguiente manera: 2% vitamina C ; 0,5857 cáscara de banano; 7% grenetina; 4% agar- agar; 12% xilitol; 10% azúcar; 63.8142% extracto de flor de Jamaica; 0,5% ácido cítrico; 0,1% sorbato de potasio.
- El producto formulado cumple con lo requerido en la normativa, atendiendo a sus características físico, químicas y sensoriales, ofreciendo beneficios a la salud del consumidor por sus propiedades antioxidantes.

## **RECOMENDACIONES**

- Estudiar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica del producto en el tiempo y determinar la vida útil del producto.
- Evaluar la influencia de los componentes de la formulación sobre la textura del producto y la estabilidad del gel.

## BIBLIOGRAFÍA

Abou Arab, A. A., Abu Salem, F. M., & Abou Arab, E. A. (2011). Physico-chemical properties of natural pigments (anthocyanin) extracted from Roselle calyces (*Hibiscus subdariffa*). *Journal of American Science*, 7(7), 445–456.

<https://doi.org/10.7537/marsjas070711.67>

Ahmed, F. A. M., Satti, N. M. E., & Eltahir, S. E. H. (2019). a Comparative Study on Some Major Constituents of Karkade (*Hibiscus Sabdariffa* L. – Roselle Plant). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 9(1), 1–12.

<https://doi.org/10.22376/ijpbs/lpr.2019.9.1.11-12>

Alejos de Domingo, A. (2018). Edulcorantes o azúcar: efectos sobre la salud.

<https://hdl.handle.net/20.500.14352/15283>

Amarasinghe, N. K., Wickramasinghe, I., Wijesekara, I., Thilakarathna, G., & Deyalage, S. T. (2021). Functional, physicochemical, and antioxidant properties of flour and cookies from two different banana varieties (*Musa acuminata* cv. Pisang awak and *Musa acuminata* cv. Red dacca). *International Journal of Food Science*, 2021(1), 6681687.

<https://doi.org/10.1155/2021/6681687>

Arboleda Echavarría, Carolina, & Mejía Gallón, Amanda Inés. (2010). Inducción de la actividad de lacasa en *Ganoderma* sp. y actividad antioxidante de su biomasa. *Revista Cubana de Farmacia*, 44(4), 519-532.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152010000400011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000400011)

Arriola Moreno, H. N. (2023). Análisis bromatológico proximal y determinación de minerales en cálices de flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador). <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/31124>



Ayala Torres, C. E., Rivas Cortez, G. M., & Zambrana Rodriguez, C. B. (2003). *Estudio proximal comparativo de la cáscara y pulpa de platano (Musa paradisiaca) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador). <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/5595>

Ayo, J., Ochefu, A., & Agbatutu, A. (2020). Effect of ripening on the Chemical Composition of Green locally Cultivated Banana Cultivars (Musa Spp.) Peel. *Nigerian Annals of Pure and Applied Sciences*, 3(1), 52–66. <https://doi.org/10.46912/napas.158>

Babalola, S. O., Babalola, A. ., & Aworh, O. C. (2001). Compositional Attributes of the Calyces of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). In *Journal of Food Technology in Africa* (Vol. 6, Issue 4, pp. 133–134). <https://doi.org/10.4314/jfta.v6i4.19306>

Balarabe, M. A. (2019). Nutritional Analysis of *Hibiscus sabdariffa* L. (Roselle) Leaves and Calyces. *Plant*, 7(4), 62–65. <https://doi.org/10.11648/j.plant.20190704.11>

Bashmil, Y. M., Ali, A., Bk, A., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. (2021). Screening and characterization of phenolic compounds from Australian grown bananas and their antioxidant capacity. *Antioxidants*, 10(10), 1521. <https://doi.org/10.3390/antiox10101521>

Benzie IFF, Strain JJ. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70– 76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Brand Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Science and Technology*. Volume: 28 Issue: 1 DOI: [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)

Bustillos Rodríguez, C. T. (2014). *Elaboración de caramelo de uvilla (Physalis peruviana), utilizando dos tipos de endulzantes en tres formulaciones panela y miel de abeja con dos*

*conservantes (benzoato de sodio, sorbato de potasio)* (Bachelor's thesis, LATACUNGA/UTC/2014). <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2662>

Cabrera Romero, L. P. (2019). Estudio de factibilidad para el desarrollo agroindustrial del rechazo de banano en la provincia de El Oro. [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC\\_d0025dfe1fadbbbff33a4bebeb2fc55d](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_d0025dfe1fadbbbff33a4bebeb2fc55d)

Cabrera Vallejos, C. J., & Uchofen Sampi, M. L. (2023). Formulación de gomitas naturales a base de zanahoria (*daucus carota*), caigua (*cyclanthera pedata*) y remolacha (*beta vulgaris*). <https://hdl.handle.net/20.500.12893/13039>

Calderon Carranza, M. D., & Cruz Aponte, S. B. (2023). Valor nutricional y actividad antioxidante en diferentes formulaciones de gomitas elaboradas a base de pulpa de *Nostoc sphaericum* (Cushuro). <https://hdl.handle.net/20.500.12970/1788>

Castillo, C., & Romo, M. (2006). Las golosinas en la alimentación infantil. *Revista chilena de pediatría*, 77(2), 189-193. <https://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062006000200011>

Castillo, r. L. (2017). Efecto de uso del extracto de la flor de jamaica (*hibiscus sabdariffa*) como colorante natural y fuente de antioxidantes en las características fisicoquímicas de yogur sabor a fresa (doctoral dissertation, zamorano: escuela agrícola panamericana, 2017). <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6206>

Choong, Y.-K., Mohd Yousof, N. S. A., Jamal, J. A., & Isa Wasiman, M. (2019). Determination of anthocyanin content in two varieties of *Hibiscus Sabdariffa* from Selangor, Malaysia using a combination of chromatography and spectroscopy. *Journal of Plant Science and Phytopathology*, 3(2), 067–075. <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001034>

Cobos Rodriguez, D. L., & Prada Alvarez, Y. G. (2023). EVALUACIÓN DEL EFECTO TECNOLÓGICO DE LA ALBÚMINA DE HUEVO EN POLVO COMO ESTABILIZANTE EN UN HELADO DE CREMA. @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 21(1). <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i1.2333>

Cortez Falla, H. J., & Jabo Ancajima, A. (2022). Enfermedades que afectan la agroexportación de banano orgánico (*Musa paradisiaca*) en el Valle Del Chira, 2021. <http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/137>

Demarchi, S. M., Quintero Ruiz, N. A., & Giner, S. A. (2015). Desarrollo de golosinas saludables a base de fruta. In III Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería (La Plata, 2015). <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47866>

Domínguez, C. R., Avila, J. A. D., Pareek, S., Ochoa, M. A. V., Zavala, J. F. A., Yahia, E., & González-Aguilar, G. A. (2018). Content of bioactive compounds and their contribution to antioxidant capacity during ripening of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. Esmeralda. Journal of Applied Botany and Food Quality, 91. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.009>

Fu, X., Belwal, T., Cravotto, G., & Luo, Z. (2019). Sono-physical and sono-chemical effects of ultrasound: Primary applications in extraction and freezing operations and influence on food components. Ultrasonics Sonochemistry, 60(1), 104726. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104726>

García Martínez, E. M., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. <http://hdl.handle.net/10251/52056>

Gómez Montaña, F. J., Bolado García, V. E., & Blasco López, G. (2019). Compositional and antioxidant analysis of peels from different banana varieties (*Musa* spp.) for their

possible use in developing enriched flours. *Acta Universitaria*, 29, 1–14.

<https://doi.org/10.15174/au.2019.2260>

González-de-Peredo, A. V., Vázquez-Espinosa, M., Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Carrera, C., Palma, M., Álvarez, J. Á., Barbero, G. F., & Ayuso, J. (2020). Optimization of analytical ultrasound-assisted methods for the extraction of total phenolic compounds and anthocyanins from sloes (*Prunus spinosa* L.). *Agronomy*, 10(7), 966.

<https://doi.org/10.3390/agronomy10070966>

Gonzalez, Lucio & D, Miranda-Altamirano & S, Bautista-Marcial & Güemes-Vera, Norma & Soto, Sergio & Franco, Jesús & C, Sánchez-Hernández & Pastelin, Jesús. (2019). Análisis de perfil de textura y color en gomitas elaboradas a partir de una deccoción de plantas medicinales. 1. 756-760.

[https://www.researchgate.net/publication/331210143\\_Analisis\\_de\\_perfil\\_de\\_textura\\_y\\_color\\_en\\_gomitas\\_elaboradas\\_a\\_partir\\_de\\_una\\_deccocion\\_de\\_plantas\\_medicinales](https://www.researchgate.net/publication/331210143_Analisis_de_perfil_de_textura_y_color_en_gomitas_elaboradas_a_partir_de_una_deccocion_de_plantas_medicinales)

Heredia Avalos, S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(1), 89-103. de las Ciencias, 3(1), 89-103. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92030108>

Hikal, W. M., Ahl, H. A. H. S., Bratovcic, A., Tkachenko, K. G., Rad, J. S., Kačániová, M., & Elhourri, M. (2022). Cáscaras de plátano: un tesoro de desecho para el ser humano. 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/7616452>

Ibiyinka, O., Akinwumi Oluwafemi, A., Adebayo O, O., & Olugbenga Kayode, P. (2021). Comparative study of chemical composition and evaluation of the In-Vitro antioxidant capacity of unripe and ripe banana species (*Musa Sapientum*) biowastes. *International*

Journal of Agricultural Science and Food Technology, 7, 061–066.

<https://doi.org/10.17352/2455-815x.000089>

Islam, M. (2019). Varietal Advances of Jute, Kenaf and Mesta Crops in Bangladesh: A Review. *International Journal of Bioorganic Chemistry*, 4(1), 24.

<https://doi.org/10.11648/j.ijbc.20190401.15>

Izquierdo-Vega, J. A., Arteaga-Badillo, D. A., Sánchez-Gutiérrez, M., Morales-González, J. A., Vargas-Mendoza, N., Gómez-Aldapa, C. A., Castro-Rosas, J., Delgado-Olivares, L., Madrigal-Bujaidar, E., & Madrigal-Santillán, E. (2020). Organic acids from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)-A brief review of its pharmacological effects. *Biomedicines*, 8(5),

100. <https://doi.org/10.3390/BIOMEDICINES8050100>

Khawas, P., & Deka, S. C. (2016). Comparative nutritional, functional, morphological, and diffractogram study on culinary banana (*Musa ABB*) peel at various stages of development. *International Journal of Food Properties*, 19(12), 2832-2853.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1141296>

Kraithong, S., & Issara, U. (2021). A strategic review on plant by-product from banana harvesting: A potentially bio-based ingredient for approaching novel food and agroindustry sustainability. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(8), 530–543.

<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.06.00>

Lopes, S., Borges, C. V., Sousa Cardoso, S. M., Almeida Pereira da Rocha, M. F., & Maraschin, M. (2020). Banana (*Musa spp.*) as a Source of Bioactive Compounds for Health Promotion. *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*, May 2022, 227–244.

<https://doi.org/10.1002/9781119528265.ch12>

López, A., Fernando, C., Lazarova, Z., Bañuelos, R., & Sánchez, S. (2012). Antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades. *Revista ANACEM (Impresa)*, 6(1), 48-53.

[https://www.researchgate.net/profile/Argelia-Lopez-Luna/publication/264233113\\_Antioxidantes\\_un\\_paradigma\\_en\\_el\\_tratamiento\\_de\\_enfermedades/links/53d53f600cf228d363ea0852/Antioxidantes-un-paradigma-en-el-tratamiento-de-enfermedades.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Argelia-Lopez-Luna/publication/264233113_Antioxidantes_un_paradigma_en_el_tratamiento_de_enfermedades/links/53d53f600cf228d363ea0852/Antioxidantes-un-paradigma-en-el-tratamiento-de-enfermedades.pdf)

López, C., González Gallardo, C., Guerrero Ochoa, M. J., Mariño, G., Jácome, B., & Beltrán Sinchiguano, E. (2019). Estudio de la Estabilidad de los Antioxidantes del Vino de Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) en el Almacenamiento. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 105-118. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.09>

Machacuay Cordova, S. M. (2023). Efecto del extracto polifenólico de residuos de alcachofa en los polifenoles, capacidad antioxidante, textura y aceptabilidad de caramelos blandos. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/10406>

Madrigal, P. R., Moreno, A. I., & Robles, I. G. C. (2020). Tecnología de elaboración de gomitas de grenetina adicionadas con vitamina C. *Humanidades, Tecnología y Ciencia Del Instituto Politécnico Nacional*, 22, 1-6.

Mariotti, F., Tomé, D., & Mirand, P. P. (2008). Converting nitrogen into protein—beyond 6.25 and Jones' factors. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(2), 177-184. <https://doi.org/10.1080/10408390701279749>

Montero, M. L., Rojas Garbanzo, C., Usaga, J., & Pérez, A. M. (2022). Nutritional composition, content of bioactive compounds, and hydrophilic antioxidant capacity of selected Costa Rican fruits. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), 46175–46175. <https://doi.org/10.15517/AM.V33I2.46175>

Morales-Luna, E., Pérez-Ramírez, I. F., Salgado, L. M., Castaño-Tostado, E., Gómez-Aldapa, C. A., & Reynoso-Camacho, R. (2019). The main beneficial effect of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) on obesity is not only related to its anthocyanin content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 596–605. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9220>

Moreira Sacón, K. M., & Solórzano Collahuazo, O. E. (2022). Aprovechamiento de lactosuero-pulpa de banano y el efecto sobre las características fisicoquímicas, bromatológicas y organolépticas de un helado (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1967>

Moreno, J. L., Tran, T., Cantero-Tubilla, B., López-López, K., Becerra López Lavalle, L. A., & Dufour, D. (2021). Physicochemical and physiological changes during the ripening of Banana (*Musaceae*) fruit grown in Colombia. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(3), 1171-1183. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14851>

Moya, C. A. V., Hidalgo, C. D. Z., & Quiroz, J. F. R. (2023). Análisis de la factibilidad de la producción de alimentos infantiles con Xilitol como ingrediente principal. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Muñoz Villa, A., Sáenz Galindo, A., López López, L., Cantú Sifuentes, L., & Barajas Bermúdez, L. (2014). *Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound*. 6(12).

Murillo Loor, M. D. (2019). Optimización de la calidad de un puré de banano con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta (Master's thesis, Calceta: ESPAM MFL). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1055>

Naranjo AA. 2013. Evaluación de la actividad diurética y cuantificación de polifenoles de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivada en Pomona Pastaza-Ecuador [Tesis]. Escuela superior politécnica de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2693>.

NTE INEN 2392:2017. Hierbas Aromáticas. Requisitos-segunda revisión. Recuperado de: <https://docplayer.es/228695985-Nte-inen-2392-segunda-revision.html>

NTE INEN 401:2013. Conservas Vegetales. Determinación de cenizas. Recuperado de <https://studylib.es/doc/8957868/nte-inen-401-2>

NTE-INEN 2217:2022-08. Productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, masmelos y turrónes. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/542597658/Grageas>

NTE-INEN 380:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de sólidos. Método refractométrico. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0380.1986>

NTE-INEN 381:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de la acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0381.1986/page/n1/mode/1up>

NTE-INEN 389:1985-12. Conservas vegetales. Determinación de la concentración de ion de hidrógeno (pH). Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986>

Onojah, P. K., & Emurotu. (2017). Phytochemical Screening, Proximate Analysis and Mineral Composition of Riped and Unripped Musa Species Grown in Anyigba and its Environs. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 4(3), 6–8. [https://ijras.org/administrator/components/com\\_jresearch/files/publications/IJRAS\\_545\\_FINAL.pdf](https://ijras.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJRAS_545_FINAL.pdf)

Owoade, A. O., Adetutu, A., & Olorunnisola, O. S. (2019). A review of chemical constituents and pharmacological properties of *Hibiscus sabdariffa* L. *International Journal*



of Current Research in Biosciences and Plant Biology, 6(4), 42–51.

<https://doi.org/10.20546/ijcrbp.2019.604.006>

Pannipa Youryon, & Suriyan Supapvanich. (2017). *Physicochemical quality and antioxidant changes in 'Leb Mue Nang' banana fruit during ripening*. 47–52.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anres.2015.12.004>

Peñañiel Troya, J. J. (2020). *Importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano (Musa × paradisiaca)* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8455>

Piovesana, A., & Noreña, C. P. Z. (2019). Study of Acidified Aqueous Extraction of Phenolic Compounds from Hibiscus sabdariffa L. calyces. *The Open Food Science Journal*, 11(1), 25–34. <https://doi.org/10.2174/1874256401911010025>

Pragati, S., Genitha, I., & Ravish, K.S. (2014). Comparative study of ripe and unripe banana flour during storage. *Journal of Food Processing and Technology*, 5, 1-6.

<https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000384>

Quirós Saucedo, A. E., Palafox, H., Robles Sánchez, R. M., & González Aguilar, G. A. (2011). INTERACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y FIBRA DIETARIA: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y BIODISPONIBILIDAD. *Biotecnia*, 13(3), 3–11.

<https://doi.org/10.18633/bt.v13i3.91>

Ramírez Nieto, C. J., & Solórzano Guevara, S. A. (2012). *Banano rechazado para exportación en Ecuador: Propuesta de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional* (Master's thesis). <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2840>

Ruwali, A., Thakuri, M. S., Pandey, S., Mahat, J., & Shrestha, S. (2022). Effect of different ripening agents in storage life of banana (*Musa paradisiaca*) at Deukhuri, Dang, Nepal.

Journal of Agriculture and Food Research, 10, 100416.

<https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2022.100416>

Saboya, C., & Maverick, A. (2019). Determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de gaminolas con diferentes dosis de pulpa de noni (*morinda citrifolia* L.) Y camu camu (*myrciaria dubia* hbk mc vaugh) en pucallpa.

<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4449>

Salinas YA, Zúñiga LB, Jiménez V, Serrano Y, Sánchez C. (2012). Color en cálices de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) y su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos. Rev. Chapingo serie Hortic. 18: 395-407. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.08.038>

Sancho Huanca, C. L. (2021). Evaluación de la actividad antioxidante de extractos acuoso y etanólico de bayas de Saúco (*Sambucus peruviana* HBK) antes y después de la incorporación a gomitas masticables y determinación del efecto sobre los niveles de malondialdehído en membranas de hepatocitos de las gomitas con mejores características organolépticas. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5832>

Sangoluisa Tipan, M. P., Santacruz, C., & Salvador, M. (2019). Efecto del método de extracción de antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la eficiencia de celdas solares sensibilizadas. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(2), 352–369.

<https://doi.org/10.18272/aci.v11i2.888>

Sáyago-Ayerdi, S. G., & Goñi, I. (2010). *Hibiscus sabdariffa* L: Fuente de fibra antioxidante. Archivos latinoamericanos de nutrición, 60(1), 79-84.

[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222010000100012](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222010000100012)

Singleton, V. L., Rudolf, O., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299(1974), 152–178. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Sripaurya, T., Sengchuai, K., Booranawong, A., & Chetpattananondh, K. (2021). Gros Michel banana soluble solids content evaluation and maturity classification using a developed portable 6 channel NIR device measurement. *Measurement*, 173, 108615. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108615>

Suliman AMA, Ali OA, Idriss-Sharaf EAA, Abdualrahman MAY (2011). A comparative study on red and white karkade (Hibiscus sabdariffa L.) calyces, extracts and their products. *Pakistan J Nutr* 10(7):680–683. <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2011.680.683>

Torres Cabrera, D., García-Águila, L., Bermúdez-Carabaloso, I., Sarría, Z., Hurtado Ribalta, O., Delgado, E., ... & Fernández Martínez, O. (2020). Respuesta morfo-agronómica y organoléptica de cinco cultivares de banano (*Musa Spp.*) en condiciones de campo. *Biotecnología Vegetal*, 20(1), 43-50 [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2074-86472020000100043](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472020000100043)

Torres, Ramiro, Montes, Everaldo J, Pérez, Omar A, & Andrade, Ricardo D. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Físicoquímicas de Frutas Tropicales. *Información tecnológica*, 24(3), 51-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>

Ullaguari Porras, A. A., & Pacheco Cun, G. E. (2022). Evaluación química y bromatológica de las cáscaras de banano (*musa paradisiaca*) en dos niveles de maduración. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/21104>

Valderrama Artunduaga, J. J., & Correal Rey, I. M. (2021). Diseño y formulación de un producto alimenticio funcional reemplazando el azúcar añadido con xilitol. <http://hdl.handle.net/1992/55514>

Villacis Barreno, Z. A. (2021). Diseño del proceso operacional estandarizado para la elaboración de una gomita funcional con vitamina C, en la empresa productos “LILIAMM” de la provincia de Tungurahua. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15427>

Vu, H. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2018). Phenolic compounds within banana peel <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.006>

Williams, P.A., & Phillips, G.O. (2000). Gum Technology in the Food and Other Industries. En Gums and Stabilisers for the Food Industry 9 (pp. 203-210). Royal Society of Chemistry. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2621.2000.00277.x>

Zou, F., Tan, C., Zhang, B., Wu, W., & Shang, N. (2022). The Valorization of Banana ByProducts: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development. *Foods*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/foods11203170>

## ANEXOS

### Anexo 1. Test de aceptabilidad (Hoja de Cata).



#### Test de aceptabilidad

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Frente usted tiene cinco (5) muestras de gomitas de flor Jamaica con inclusión de cascara de banano, por favor deguste y asigne una puntuación del 1 al 5 a las muestras en función de su preferencia, siendo; 1- me disgusta mucho 2 – no me gusta, 3- ni me gusta ni me disgusta, 4- me gusta, 5- me gusta mucho.

Muestras	Ponderación de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
859					
632					
981					
465					
324					

¡¡Muchas Gracias!!



#### Test de aceptabilidad

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Frente usted tiene cuatro (4) muestras de gomitas de flor Jamaica con inclusión de cascara de banano, por favor deguste y asigne una puntuación del 1 al 5 a las muestras en función de su preferencia, siendo; 1- me disgusta mucho 2 – no me gusta, 3- ni me gusta ni me disgusta, 4- me gusta, 5- me gusta mucho.

Muestras	Ponderación de 1 a 5				
	1	2	3	4	5
786					
137					
268					
553					

¡¡Muchas Gracias!!

## Anexo 2. Resultados del analisis foliar de polvo de Flor de Jamaica.



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalab@lapavic.com.ec](mailto:nemalab@lapavic.com.ec)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. Fax: (593)

29/07/2024

Pág: 1 / 1

Cliente: JIRON ALVARADO NAILY GISEL J.LAMILLA MOROCHIO JORDY

Remitente: SRS.JIRON Y LAMILLA

Propiedad: TESIS

Localización: Sitio Parruquia MACHALA Cantón EL ORO Provincia

Documento No: 00662523

Fecha de Muestreo: 19/06/2024

Fecha de Ingreso: 19/07/2024

Fecha de Salida: 29/07/2024

### Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE FOLIAR

Cód. Muestra	No. de Muestra	% en Materia Seca								p.p.m.						Relaciones		
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	Na	B	K/Mg	K/N	N/S	
35112	POLVINO DE FLOR DE JAMAICA	1.65	0.30	2.14	0.97	0.17	--	--	31.2	9.2	81.5	112.3	205.4	--	12.59	1.30	0.00	



### Niveles Normales de Una Planta en Producción (Foliar) (Fuente: INIAP)

Cultivo:	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	Na	B

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este laboratorio.

Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

BIOD. MARTHA MOREIRA I.  
Jefe de Laboratorio

Gerente Técnico

INCI S.A. SUCURSAL EL CAMBIO

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

## Anexo 3. Gomas a base de extracto de Flor de Jamaica con adición de cáscara de banano y

### Vitamina C.

