



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agroindustrias**

**Tema:**

**EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLAS DE MAMEY (*Pouteria sapota*)  
A PARTIR DE LOS METODOS, FLUÍDOS SUPERCRÍTICOS Y  
PRENSADO EN FRIO, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO  
AGROINDUSTRIAL.**

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

**Autores:**

Maritza Marisol Alucho Quinaloa

Elvis Curi Muyulema Cuvi

**Tutor:**

Dra. Herminia Sanaguano PhD.

**Guaranda – Ecuador**

**2024**

EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLAS DE MAMEY (*Pouteria sapota*) A PARTIR DE LOS METODOS, FLUIDOS SUPERCRITICOS Y PENSADO EN FRIO, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO AGROINDUSTRIAL.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD.

**TUTORA**



Ing. Franz Patricio Verdecoto Mendoza MSc.

**PAR LECTOR**



Ing. Katherin Madeley Beltrán Moso MSc.

**PAR LECTORA**

### CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Nosotros, Alucho Quinaloa Maritza Marisol con C.I. 1751543560 y Muyulema Cuvi Elvis Curi con C.I. 0202161253, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

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

Alucho Quinaloa Maritza Marisol

C.I. 1751543560

Muyulema Cuvi Elvis Curi

C.I. 0202161253



Dra. Sanaguano Salguero Herminia del Rosario PhD

## INFORME DE PLAGIO

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS ACEITE DE MAMEY BORRADOR 4.  
docx

AUTOR

Maritza Alucho

RECuento de PALABRAS

19735 Words

RECuento de CARACTERES

107826 Characters

RECuento de PÁGINAS

127 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

17.2MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 25, 2024 12:58 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 25, 2024 1:01 PM GMT-5

### ● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Fuentes excluidas manualmente



.....  
Dra. Herminia Sanaguano PhD,  
TUTORA

## **DEDICATORIA**

Primeramente, le doy gracias a Dios por darme la sabiduría y fuerzas necesarias para culminar este proyecto de investigación, que, de haber sido solo por mí, no lo hubiera logrado este logro.

También a mi padre y hermanos (as) que con sus enseñanzas, paciencia y amor han logrado que yo pueda continuar alcanzando mi superación, sin el apoyo de ellos no estuviera hoy demostrando este proceso, gracias por confiar y creer en esta persona que los ama tanto.

**Maritza Alucho**

## **DEDICATORIA**

Querido Dios, padres, hermanos, docentes, Compañero, esta tesis es el resultado de años de esfuerzo y dedicación, y no habría sido posible sin su amor, apoyo y guía incondicional. A lo largo de mi educación, ustedes han estado a mi lado, animándome a perseguir mis sueños y superar todos los desafíos que se han presentado en el camino.

A ustedes, que han sido mi mayor fuente de inspiración, quiero dedicarles este logro. Gracias por siempre creer en mí y por alentarme a dar lo mejor de mí en cada paso que he dado. Sus sacrificios y constante apoyo han sido fundamentales para que pueda alcanzar mis metas académicas.

Esta tesis no solo es un reflejo de mi trabajo, sino también de su amor y sacrificio. Agradezco de todo corazón su paciencia, comprensión y motivación en los momentos difíciles. Su confianza en mis habilidades me ha dado la fuerza y la determinación para alcanzar este objetivo.

Espero que esta tesis les haga sentir orgullosos y les permita ver cuánto aprecio y valoro todo lo que han hecho por mí. Mi éxito es su éxito, y quiero que sepan que siempre llevaré conmigo los valores y lecciones que me han enseñado.

Con todo mi amor y gratitud.

**Elvis Muyulema**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios por demostrar su amor en mí, donde muchas veces sentí caer, pero me levanto aun con más fuerzas, me ayudo con la sabiduría y perseverancia para culminar con este primer proceso que es mi carrera universitaria.

Mi más profundo agradecimiento a Feliciano Alucho, mi pilar fundamental que me apoyo sin ningún interés, demostrando su gran amor, con consejos y valores que me ayudaron a crecer como persona y con metas por alcanzar.

Gracias a mis hermanos y hermanas por sus palabras de ánimos y por permitirme compartir muchos momentos de amor y felicidad que me han demostrado siempre.

Agradezco también a amigos y compañeros por compartir momentos de alegría, tristeza y demás experiencias en el transcurso de este proceso, donde con sus palabras me ayudaron a culminar la titulación.

También quiero reconocer y agradecer a mi tutora ing. Herminia Sanguano que a través de su guía y empatía se avanzó con la terminación de mi carrera universitaria, a la Universidad Estatal de Bolívar por permitirme ser parte de esta gran comunidad, así mismo agradezco de manera especial al Departamento de Investigación y Vinculación por ayudar con los recursos necesarios para llevar a cabo mi formación profesional que cuenta como una experiencia.

**Maritza Alucho**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis.

En primer lugar, a mi director de tesis, por su guía, apoyo y conocimientos que han sido fundamentales para llevar a cabo este proyecto. También agradezco a mis profesores y compañeros de carrera por su colaboración y orientación en este proceso de investigación.

Agradezco a mi familia por su constante apoyo y comprensión durante estos meses de arduo trabajo. Su amor incondicional y confianza en mí han sido un motor impulsor para seguir adelante y culminar este proyecto con éxito.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que participaron en los estudios de este trabajo, por su tiempo, disposición y aportes que han enriquecido los resultados obtenidos.

Gracias a todos por ser parte de este importante logro en mi formación académica. Su contribución ha sido fundamental y nunca la olvidaré.

**Elvis Muyulema**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>6</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes del origen del Mamey .....	6
2.1.1. Origen.....	6
2.2. Generalidades del Mamey.....	7
2.2.1. Clasificación taxonómica .....	7
2.2.2. Árbol .....	7
2.2.3. Fruto .....	8
2.2.4. Semilla .....	9
2.2.5. Composición Nutricional .....	11
2.3. Producción del mamey en Ecuador.....	12
2.4. Aprovechamiento de la semilla de mamey .....	13
2.5. Caracterización fisicoquímica de la semilla de mamey .....	14
2.5.1. Análisis proximal. ....	14
2.6. Métodos de extracción .....	14
2.6.1. Extracción por solventes .....	15
2.6.1.1. Extracción con fluido supercrítico (SFE) .....	15
2.6.1.2. Propiedades del CO2 como fluido supercrítico .....	16
2.6.2. Extracción por prensado en frío .....	16
2.7. Aceites vegetales.....	17
2.7.1. Composición del aceite de mamey.....	17
2.7.2. Calidad de aceites.....	17
2.7.2.1. Densidad relativa .....	18

2.7.2.2	Índice de refracción .....	18
2.7.2.3	Índice de acidez .....	19
2.7.2.4	Índice de saponificación .....	19
2.7.3	Uso del aceite de la semilla de mamey .....	19
2.8	Cromatografía de gases .....	20
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>22</b>
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	22
3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.1.1.	Localización de la investigación .....	22
3.1.2.	Situación geográfica y climática de la localidad .....	22
3.1.3.	Zona de vida .....	23
3.2.	METODOLOGÍA .....	23
3.2.1.	Material experimental .....	23
3.2.2.	Materiales de oficina .....	23
3.2.3.	Equipos y materias (Preparación de muestra) .....	23
3.2.4.	Equipos, materiales y reactivos (Extracción de aceite).....	24
3.2.5.	Equipos, materiales y reactivos (Cromatografía de gases) .....	24
3.2.6.	Factores en estudio .....	25
3.2.7.	Tratamientos.....	25
3.2.8.	Descripción de la unidad experimental .....	26
3.2.9.	Tipo de diseño experimental .....	26
3.2.10.	Manejo del experimento en laboratorio .....	28
3.2.10.1.	Caracterización de las semillas de mamey .....	28
3.2.10.2.	Extracción del aceite por fluidos supercríticos .....	30
3.2.10.3.	Extracción del aceite por prensado en frío .....	34
3.2.10.4.	Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído .....	36
3.2.10.5.	Identificación del perfil lipídico de los ácidos grasos .....	38
3.2.10.6.	Elaboración de un sérum facial con el aceite extraído .....	39
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>42</b>
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1.1.	Caracterización físico-químico de las semillas de mamey .....	42
4.1.2.	Análisis proximal de la semilla de mamey en fresco y húmedo .....	44

4.1.3. Extracción de aceite por dos métodos de extracción .....	45
4.1.3.1. Extracción de aceite por prensado en frío .....	45
4.1.3.2. Extracción de aceite por fluidos supercríticos .....	46
4.1.4. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por dos métodos .....	47
4.1.4.1. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por prensado en frío.....	47
4.1.4.2. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por fluidos supercríticos .....	48
4.1.5. Identificación del perfil lipídico de los ácidos grasos presentes .....	62
4.1.6. Elaboración de un sérum facial con el aceite extraído .....	68
4.2.    COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	71
4.2.1. Hipótesis Nula.....	71
4.2.2. Hipótesis Alternativa.....	71
4.2.3. Comprobación de hipótesis .....	71
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>73</b>
5.1.    CONCLUSIONES .....	73
5.2.    RECOMENDACIONES .....	74
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Clasificación taxonómica del mamey ( <i>Pouteria sapota</i> ) .....	7
2.	Composición nutricional del mamey .....	11
3.	Zonas productoras de mamey en Ecuador .....	12
4.	Localización de la investigación .....	22
5.	Datos de la situación geográfica y climática.....	22
6.	Factores de estudio.....	25
7.	Combinación de niveles .....	25
8.	Características del experimento .....	26
9.	Análisis de varianza ANOVA para el diseño en arreglo factorial <sup>2k</sup> .....	27
10.	Resultados del análisis de las propiedades físicas del mamey .....	42
11.	Resultados de la materia prima con humedad inicial del 36%.....	43
12.	Resultados del análisis químico de la materia prima .....	44
13.	Valores de extracción de aceite y rendimiento por prensado en frío .....	45
14.	Resultados de la extracción de aceite por fluidos super críticos.....	46
15.	Resultado de los parámetros de calidad en el aceite por el método prensado en frío.....	47
16.	Resultados obtenidos de los parámetros de calidad en el aceite por el método fluidos supercríticos .....	48
17.	Análisis de Varianza para Densidad relativa – Suma de Cuadrados Tipo III. 49	
18.	Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad relativa por Temperatura de extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD .....	49
19.	Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III .....	51
20.	Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III.....	53
21.	Análisis de Varianza para Índice de saponificación - Suma de Cuadrados Tipo III.....	54
22.	Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Saponificación por Presión de extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD .....	55
23.	Análisis de Varianza para Índice de refracción - Suma de Cuadrados Tipo III .....	56

<b>24.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Refracción por Presión de extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD .....	57
<b>25.</b> Análisis de varianza de las combinaciones de factores y niveles de extracción de aceite en base a Rendimiento .....	58
<b>26.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Presión de extracción Método: 95,0 porcentaje LSD .....	59
<b>27.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Temperatura de extracción Método: 95,0 porcentaje LSD .....	60
<b>28.</b> Compuestos del Aceite de mamey por métodos de extracción prensado en frío y fluidos supercríticos .....	65
<b>29.</b> Compuestos del Aceite de mamey fórmula general, formula estructural y función.....	66
<b>30.</b> Características del sérum facial.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Árbol de Mamey .....	8
2.	Fruto y semilla - Mamey .....	9
3.	Mamey con varias semillas .....	10
4.	Sistema de extracción con fluidos supercríticos .....	15
5.	Diagrama de flujo de extracción de aceite por fluidos supercríticos .....	33
6.	Diagrama de procesos de extracción de aceite por fluidos supercríticos.....	34
7.	Diagrama de flujo de extracción de aceite por prensado en frío.....	36
8.	Diagrama de flujo para la elaboración de un cosmético (sérum) con aceite de mamey .....	41
9.	Aceite extraído por prensado en frío .....	45
10.	Aceite extraído por fluidos supercríticos .....	46
11.	Gráfica de medias para densidad relativa vs presión de extracción.....	50
12.	Gráfica de interacción entre densidad relativa y presión de extracción.....	50
13.	Gráfica de medias acidez vs presión de extracción.....	52
14.	Gráfica de interacción entre los factores presión y temperatura de extracción en base a acidez.....	52
15.	Gráfica de medias pH vs presión de extracción .....	53
16.	Gráfica de interacción entre pH y presión de extracción .....	54
17.	Gráfica de medias Índice de Saponificación vs presión de extracción .....	55
18.	Gráfica de interacciones entre Índice de Saponificación y presión de extracción .....	56
19.	Gráfica de medias Índice de Refracción vs presión de extracción.....	57
20.	Gráfica de interacción entre Índice de Refracción y presión de extracción....	58
21.	Gráfica de medias rendimiento vs presión de extracción.....	59
22.	Gráfica de interacción entre rendimiento y presión de extracción.....	60
23.	Gráfica de medias rendimiento vs presión de extracción.....	61
24.	Gráfica de interacción entre rendimiento y presión de extracción.....	61
25.	Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “prensado en frío” .....	63

<b>26.</b> Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 1(200 bar – 40°C) .....	63
<b>27.</b> Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 2(200 bar – 60°C) .....	63
<b>28.</b> Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 3(300 bar – 40°C) .....	63
<b>29.</b> Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de “fluidos súpercríticos” T 4(300 bar – 60°C) .....	64
<b>30.</b> Etiqueta del producto .....	69
<b>31.</b> Producto .....	70

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>
<b>1.</b>	Mapa de ubicación de la investigación
<b>2.</b>	Informes de resultados
<b>3.</b>	Fotografías de la investigación
<b>4.</b>	Glosario de términos técnicos



## RESUMEN

El mamey (*Pouteria sapota*) es nativo de América Central, este árbol es importante debido a la versatilidad que ofrece las frutas, semillas y madera. El aceite contenido en las semillas tiene una aplicación industrial limitada, lo que resulta en un subaprovechamiento de estas semillas y, consecuentemente, disminuye el valor de la fruta. El objetivo fue extraer aceite de semilla de mamey (*Pouteria sapota*) a partir de los métodos, fluidos supercríticos y prensado en frío, para la elaboración de un producto agroindustrial. Se realizó una revisión bibliográfica sobre la matriz de estudio, métodos de extracción, caracterización de la matriz y el perfil lipídico. Las frutas de mamey fueron obtenidas de Los Ríos. Se aplicó un diseño experimental, en arreglo factorial  $2^k$  ( $2^2$ ), siendo las variables respuesta: densidad relativa, acidez, pH, índice de saponificación, índice de refracción y rendimiento. El método de prensado en frío tiene un rendimiento superior de 56,42%, en contraste con el método de extracción por supercríticos, donde el rendimiento es de 5,41%. En cuanto a la calidad del aceite, se evidencia mejores resultados con el método de extracción por fluidos supercríticos, donde la densidad relativa es de 0,919; acidez de 0,36%; pH de 4,21; índice de saponificación de 134,47 mg/g e índice de refracción de 1,468; el perfil lipídico del aceite de mamey mediante cromatografía de gases indica la composición de ácidos grasos presentes en el aceite, se destaca en mayor presencia el palmitic acid, methyl ester (13,03%), stearic acid, methyl ester (30,24%), oleic acid, methyl ester (40,94%), linoleic acid, methyl ester (7,62%), y phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester (6,08%). Se concluye que el aceite de mamey exhibe una diversidad de ácidos grasos que lo hacen versátil para aplicaciones cosméticas como el serum facial, que resultó con un pH de 5.

**Palabras clave:** Aceite de mamey, fluidos supercríticos, prensado en frío, mamey, cromatografía.

## SUMMARY

The mamey (*Pouteria sapota*) is native to Central America, and this tree is significant due to the versatility offered by its fruits, seeds, and wood. The oil contained in the seeds has limited industrial application, resulting in underutilization of these seeds and consequently diminishing the value of the fruit. The objective was to extract mamey seed oil (*Pouteria sapota*) using supercritical fluid and cold pressing methods for the production of an agro-industrial product. A literature review was conducted on the study matrix, extraction methods, matrix characterization, and lipid profile. The mamey fruits were obtained from Los Rios. An experimental design was applied, in a  $2^k (2^2)$ , with the response variables being relative density, acidity, pH, saponification index, refractive index, and yield. The cold pressing method has a superior yield of 56.42%, compared to the supercritical extraction method, where the yield is 5.41%. Regarding the quality of the oil, better results are evidenced with the supercritical fluid extraction method, where the relative density is 0.919; acidity is 0.36%; pH is 4.21; saponification index is 134.47 mg/g; and refractive index is 1.468. The lipid profile of mamey oil by gas chromatography indicates the composition of fatty acids present in the oil, with a higher presence of palmitic acid, methyl ester (13.03%), stearic acid, methyl ester (30.24%), oleic acid, methyl ester (40.94%), linoleic acid, methyl ester (7.62%), and phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester (6.08%). It is concluded that mamey oil exhibits a diversity of fatty acids that make it versatile for cosmetic applications such as facial serum, which resulted in a pH of 5.

**Key words:** Mamey oil, supercritical fluids, cold pressing, mamey, chromatography.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El mamey (*Pouteria sapota*) es nativo de América Central, este árbol es importante debido a la versatilidad que ofrece las frutas, semillas y madera; la forma del mamey puede variar, ya sea redonda u ovalada, dependiendo del tipo de cultivar. La corteza se presenta dura y rugosa, con un tono marrón oscuro, mientras que la pulpa de la fruta es dulce, suave y adquiere un color anaranjado o rojizo cuando alcanza su madurez (Guevara, 2020). Esta fruta exótica destaca por su elevado nivel de antioxidantes y sus propiedades saludables, siendo recomendable su incorporar en la alimentación, no obstante, se debe consumir con moderación, ya que un exceso puede desencadenar efectos adversos como vómitos, diarrea y malestar estomacal (Graziati, 2023).

El mamey cuenta con 1 y 4 semillas de aspecto liso y tono marrón oscuro, asimismo, la almendra presente en estas semillas constituye aproximadamente el 40%, siendo actualmente empleada como una valiosa fuente de aceites vegetales (Cervantes, 2022). El aceite es aplicado en la fabricación de diversos productos cosméticos, tales como jabones, ungüentos y acondicionadores capilares, además, se utiliza como calmante para problemas oculares y auditivos. Informes afines a la medicina tradicional insinúan que la semilla puede poseer beneficiosos efectos en el tratamiento de afecciones reumáticas, coronarias y renales (Ruiz, 2019).

Los fluidos supercríticos (SFE) emergen como opciones frente a los solventes convencionales en la obtención de extractos naturales. En este contexto, los SF presentan la capacidad de producir extractos naturales con niveles significativos de bioactividad y calidad, al mismo tiempo que excluyen cualquier posibilidad de toxicidad (Pico et al., 2019).

El proceso implica la fragmentación del material vegetal antes de ser introducido en una cámara de acero inoxidable y ser circulado a través de una muestra utilizando un fluido en estado supercrítico, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), bajo condiciones normales de presión y temperatura. Esta técnica, utilizada en la extracción de aceites esenciales, es altamente selectiva y provechosa para la

obtención de microcomponentes excelentes en productos naturales (Logroño & Lozano, 2019).

Por otro lado, la extracción por prensado tiene como objetivo liberar el aceite contenido en las partículas, aplicando fuerza externa para deformarlas y permitir la salida del aceite. Después de pasar por una prensa de tornillo, se obtiene aceite y una torta proteínica. El aceite se filtra para eliminar impurezas, obteniendo así aceite crudo filtrado (Yáñez, 2019). Sin embargo, una desventaja de este proceso en frío es que el aceite resultante contiene numerosas impurezas que deben eliminarse en etapas posteriores. Además, para conservar el aceite obtenido, es necesario almacenarlo en frascos a una temperatura de 12°C (Farinango, 2021).

Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo ofrecer una alternativa para la gestión de los residuos de mamey, explorando su potencial como una valiosa oportunidad para el sector agroindustrial local. Se centra en comprender los procesos de extracción supercrítica y prensado en frío de los residuos del mamey, con la finalidad de evaluar el contenido de extracto, la eficiencia del rendimiento y las ventajas asociadas con la tecnología supercrítica. El objetivo es obtener un producto con propiedades beneficiosas reconocidas, aplicable en la industria farmacéutica, cosmética, de higiene y aditivos alimentarios.

## 1.2. PROBLEMA

A nivel global, aproximadamente un tercio de la producción de alimentos destinada al consumo humano se pierde o desperdicia anualmente, lo que equivale a alrededor de 1300 millones de toneladas. Estas pérdidas son significativas, representando un 22% para las legumbres y oleaginosas, y un 45% para las frutas y hortalizas, lo que impacta negativamente en diferentes etapas de la cadena alimentaria (Ruiz, 2019). El aceite contenido en las semillas de mamey tiene una aplicación industrial limitada, lo que resulta en un subaprovechamiento de estas semillas y, consecuentemente, disminuye el valor de la fruta. Al considerar que las semillas se convierten en residuos, su uso completo se ve obstaculizado (Monteza & Saméme, 2019).

En consecuencia, existe una carencia de conocimiento científico sobre el potencial del mamey como materia prima para la extracción de aceites, así como sobre los métodos de fluidos supercríticos y prensado en frío para obtener estos aceites. La información disponible sobre la composición extraída de las semillas mediante estos métodos es limitada, lo que ha impedido que la industria considere la inclusión de este aceite en diversas aplicaciones agroindustriales.

En base a lo expuesto surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo extraer aceite de las semillas de mamey (*Pouteria sapota*) por los métodos, fluidos supercríticos y prensado en frío, para la elaboración de productos agroindustriales?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

- Extraer aceite de semilla de mamey (*Pouteria sapota*) partir de dos métodos, fluidos supercríticos y prensado en frío, para la elaboración de un producto agroindustrial.

#### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar las semillas de mamey mediante análisis fisicoquímico.
- Extraer el aceite de la semilla de mamey por los métodos, fluidos supercríticos y prensado en frío.
- Evaluar la calidad y rendimiento del aceite extraído por los dos métodos, mediante pruebas fisicoquímico.
- Identificar el perfil lipídico mediante cromatografía de gases.
- Elaborar un producto agroindustrial con el mejor tratamiento de aceite de la semilla de mamey extraído.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Nula**

La extracción por fluidos supercríticos y prensado en frío no influye en la calidad y rendimiento del aceite de la semilla de mamey.

### **Hipótesis Alternativa**

La extracción por fluidos supercríticos y prensado en frío influye en la calidad y rendimiento del aceite de la semilla de mamey.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se examina el origen del Mamey (*Pouteria sapota*) junto con sus componentes, beneficios y características. Es crucial destacar que, a pesar de los beneficios que brinda la fruta del mamey, su potencial en el campo de la Agroindustria ha sido subutilizado debido al finito conocimiento al respecto, por ello, se puntualizan también las propiedades de su semilla y los métodos de extracción de su aceite.

#### 2.1. Antecedentes del origen del Mamey

##### 2.1.1. Origen

El mamey (*Pouteria Sapota*) es un fruto exótico característico de climas tropicales, con sus orígenes en las selvas del sur de México y una distribución que abarca diversas regiones del mundo, como México, Florida, el sur de América, Filipinas, Vietnam y Bahamas (Ruiz, 2019). Así mismo, Villegas (2021) agrega que esta fruta es nativa de las regiones bajas de la zona tropical y húmeda de Centroamérica, incluyendo Guatemala, México y Panamá. Su cultivo se ha expandido a países de América del Sur como Ecuador, Venezuela, Colombia y Brasil y en lugares como República Dominicana, Cuba, Florida, Puerto Rico, Hawai, Bahamas y en naciones asiáticas como Filipinas y Malasia.

Dentro de la familia Sapotáceas se encuentran diversas especies arbóreas que producen una amplia gama de frutos de valor comercial, entre ellas, el zapote o mamey se destaca por su gran potencial frutícola (Villatoro, 2020). A pesar de los numerosos beneficios que ofrece este recurso fitogenético y de la documentada variabilidad de su producción, ésta se ha visto limitada por varios factores. Entre estos factores se incluyen prácticas de recolección basadas en la extracción y su explotación en menor escala en huertos de traspatio y en sistemas agroforestales, donde suele estar asociado con otras especies frutales (M. Rodríguez et al., 2021).



## 2.2. Generalidades del Mamey

### 2.2.1. Clasificación taxonómica

El mamey (*Pouteria sapota*) pertenece a la familia botánica *Sapotaceae*, la cual posee alrededor de 450 especies en el neotrópico, comprendiendo desde el sur de los EE.UU hasta Chile y Paraguay. Dichas especies, en su mayoría árboles o arbustos, prevalecen en las regiones de selva tropical húmeda de baja altitud (Ruiz, 2019). La clasificación taxonómica de *Pouteria sapota* se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Clasificación taxonómica del mamey (Pouteria sapota)*

Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledoneas
Orden	Ebanales
Familia	Sapotaceae
Genero	Pouteria
Especie	Sapota

Nota: Tomado de (Ruiz, 2019).

### 2.2.2. Árbol

El árbol de mamey es visualmente atractivo, con una copa abierta y un tronco central robusto que da lugar a pocas ramas grandes. Alcanza alturas de hasta 40 metros, con un diámetro del tronco de hasta 1.5 metros. La madera posee un tono que va desde café rosáceo hasta grisáceo, es resistente y pesada (Ruiz, 2019). El autor Villegas (2021), indica que el árbol posee látex y tienen una tendencia a crecer originando tres o cuatro ramas cercanas una de las otras en el tronco. Cuando esto sucede, es recomendable mover algunas de ellas de forma que el árbol despliegue una estructura buena basada en ramas.

## **Figura 1.**

### *Árbol de Mamey*



Nota: Tomado de (Ruiz, 2019)

Por otro lado, Villatoro (2020), indica que el mamey es un árbol que puede obtener una altura de 12 a 30 metros, con un tronco recto y una corteza interna enérgicamente rosada que expresa un aroma similar al de las almendras y un sabor amargo. Origina una cantidad considerable de látex blanco y presenta flores de matiz blanquecina. Aunque se propaga mediante semillas, debido a las variaciones en los frutos de las nuevas plantas, actualmente se opta la multiplicación por injerto de aquellos árboles que provoquen los frutos de mayor calidad y sabor.

### **2.2.3. Fruto**

Los frutos del mamey presentan características sensoriales providenciales y un alto valor nutricional, ya que contienen vitaminas A, C y E, fibra, carbohidratos, minerales y diversos carotenoides (Goenaga, 2019). La pulpa del fruto es suave, de agradable textura y sabor dulce, de color naranja o rojo cuando está madura. Comúnmente se emplea como ingrediente en la fabricación de productos como yogures, panadería, helados, postres, etc (Tacias et al., 2021).

Existe una importante variedad morfológica en el mamey en lo que concierne a los caracteres de su fruto. Indagaciones a nivel molecular revelen una formidable variabilidad genética tanto entre sujetos como entre poblaciones. Al igual que en las poblaciones silvestres, las poblaciones cultivadas exponen tasas de polimorfismo superiores al 75% (M. Rodríguez et al., 2021). La forma del mamey varía de esférica a ovoide o elíptica, con dimensiones que fluctúan entre 10 y 20 cm

de longitud. Intrínsecamente alberga de una a cuatro semillas oleosas de color café brillante, que contienen entre un 40% y un 60% de lípidos, y expulsan un aroma característico a almendra (Tacias et al., 2021).

El fruto es una baya, con dimensiones que fluctúan entre 3,6 y 20,3 cm de longitud en la mayoría de sus variedades. Su sabor dulce, que recuerda al de la almendra, es distintivo y singular. Entre las enzimas que intervienen en el proceso de ablandamiento de la pulpa se hallan la poligalacturonasa, la pectinmetilesterasa y la celulosa (Ruiz, 2019). En una fracción comestible de 100 g de pulpa, se encuentran alrededor de 67,5 g de agua, 1,41 g de proteína, 26,98 g de carbohidratos, 0,74 g de fibra y 1,32 g de cenizas. Conjuntamente, contiene 46,7 mg de calcio, 1,57 mg de niacina, 22,9 mg de fósforo y 18,4 mg de ácido ascórbico (Cervantes, 2022).

### **Figura 2.**

*Fruto y semilla - Mamey*



Nota: Fruto del árbol de mamey. Tomado de (Ruiz, 2019)

Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2020), este fruto se destaca por poseer un 75% de agua y tener un eminente contenido de carbohidratos, vitamina A, C, hierro, fósforo y calcio. Su característico color se inculpa a su alto contenido de carotenoides, los cuales despliegan efectos antioxidantes fundamentales para la salud, al salvaguardar las células y fortalecer el sistema inmunológico. El autor Villegas (2021) añade que, para la comercialización no necesariamente es codiciado poseer el tamaño máximo del fruto.

#### **2.2.4. Semilla**

Las semillas del mamey alojan un contenido de aceite que fluctúa entre el 45% y el 60%, el cual se utiliza en heterogéneas industrias como la fabricación de cremas,

cosméticos, detergentes y productos farmacéuticos. El aceite es también usado como linimento para calmar dolores reumáticos y musculares, y se ha empleado proverbialmente como remedio contra la caspa y la pérdida de cabello (Villegas, 2021). Además, según Tacias et al. (2021), el mamey contiene de una a cuatro semillas oleosas de color café brillante, con un contenido de lípidos que varía entre el 40% y el 60%. La industria cosmética aprovecha este aceite para obtener tintes para el cabello, shampoo, jabón y otros productos.

El autor Villatoro (2020), menciona que, la semilla posee diversas utilidades tradicionales medicinales, cosméticos y alimenticios. Según Lino & Lino (2019), el fruto del mamey puede contener desde una hasta cuatro semillas. Investigaciones muestran que la forma circular del fruto concierne con un mayor número de semillas, simbolizando alrededor del 26% del peso total del fruto. El tamaño de las semillas varía según el número presente en cada fruta, con un peso de al menos 40 g en frutos con múltiples semillas. Las semillas tienen forma elipsoidal y dimensiones aproximadas de 10 cm de largo por 6 cm de ancho.

### **Figura 3.**

*Mamey con varias semillas*



Nota: Fruto del mamey con varias semillas. Tomado de (Lino & Lino, 2019)

Por otra parte, Cervantes (2022) señala que, a lo largo de varias culturas, las semillas han sido utilizadas desde tiempos antiguos como sustitutos de alimentos y bebidas, como demuestra el caso de la soya, utilizada como alternativa al café. Según Villegas (2021), en el caso de las semillas con una testa gruesa, el proceso de germinación puede demorar, por lo que se necesita escarificar, es decir, romper o eliminar la capa externa de la semilla.

Las semillas del mamey poseen una superficie dura brillante y de color carmelita oscuro, pero en el lado ventral tiene una franja más estrecha (hilo) de color carmelita claro (Ruiz, 2019). Se usa tanto de forma oral como aplicadas localmente para tratar enfermedades renales, reumatismo, afectos pectorales y como sedativo para malestares oculares y auditivos. Además, contienen una grasa blanca con propiedades equivalentes a la vaselina, que las hace útiles en la industria de cremas, jabonera, cosméticos, lubricantes y otros usos farmacéuticos (Villatoro, 2020).

### 2.2.5. Composición Nutricional

El mamey es un fruto con un valor nutricional significativo, aunque en gran medida pasa desapercibido para la mayoría de los consumidores (Aranguren & Pérez, 2018). Sus propiedades funcionales se deben a la presencia de vitaminas, minerales y compuestos fenólicos, lo que confiere al fruto una notable actividad antioxidante (Amaya et al., 2019).

**Tabla 2.**

*Composición nutricional del mamey*

<b>Compuesto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad (100 g)</b>
Agua	g	67,5
Carbohidratos	g	26,9
Proteína	g	1,4
Fibras	g	0,7
Cenizas	g	1,3
Grasas	g	0,1
Calcio	mg	46,7
Ácido ascórbico	mg	18,4
Hierro	mg	1,0
Vitamina A	mg	115,0
Tiamina	mg	0,01
Riboflavina	mg	0,02

Nota: La tabla presenta la composición química y valor nutricional de la pulpa de mamey en 100 gramos de pulpa comestible. Tomado de (Aranguren & Pérez, 2018).

Consumir mamey ofrece beneficios nutricionales y saludables que desempeñan un papel importante en la prevención de enfermedades en los seres humanos (Ruiz, 2019). Este fruto no solo es una excelente fuente de energía, sino que también posee cualidades sensoriales atractivas. Además, posee nutrientes, como vitaminas, minerales y carotenoides en cantidades significativas, lo que favorece la revitalización celular y promueve la vitalidad corporal (Calderón, 2023).

### 2.3. Producción del mamey en Ecuador

En Ecuador, el cultivo de este árbol se concentra en la región costa. El mantenimiento de estas plantaciones no demanda grandes esfuerzos, ya que el suelo local es naturalmente fértil y cuenta con los nutrientes necesarios para el desarrollo óptimo de estos árboles. (Lino & Lino, 2019). Cabe mencionar que en nuestro país existe una amplia variedad de frutos que aún no han sido sometidos a procesos de industrialización, entre los cuales se encuentra el mamey (Contreras, 2021).

Según López & Moreira (2017), los pequeños productores del área de Deseo, Yaguachi, en la provincia de Guayas, confirman que tanto el mamey se encuentra presentes y se cultivan en la región. Katherine Martínez León, autora del proyecto "Implementación de una planta agroindustrial procesadora de mermelada de mamey Cartagena en el cantón Milagro", indica que la fruta se encuentra en fincas y haciendas de Milagro y Yaguachi, además de otros sectores que se presentan a continuación en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

*Zonas productoras de mamey en Ecuador*

<b>Provincia</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Sector</b>
Guayas	Milagro	Recinto Las Avispas, Mariscal Sucre, Simón Bolívar.
	Yaguachi	El Deseo, Recinto la Violeta, km 26, Taura
Los Ríos	Babahoyo	Recinto Mata Cacao
	Vinces	San Lorenzo
El Oro	Machala	Arenillas

Nota: Tomado de (López & Moreira, 2017)

No se encuentran registros sobre la producción y áreas cultivadas de mamey por instituciones como MAGAP, SICA, INIAP, FEDEXPORT e INEC. Sin embargo, se menciona que son cultivos permanentes y se utilizan como especies de barrera vegetal en zonas como Milagro y Yaguachi. Aunque en las regiones de origen se cultivan en pequeñas áreas y a menudo como parte de sistemas agroforestales, no hay plantaciones comerciales significativas (Ortiz, 2021).

#### **2.4. Aprovechamiento de la semilla de mamey**

Según Vargas & Pérez (2018), los desechos de biomasa están emergiendo como un subproducto importante en la industria agroindustrial en la actualidad. Estos desechos poseen el potencial de impulsar el crecimiento económico, social y ambiental a nivel global. Sin embargo, para que este potencial se materialice, es fundamental mantener un equilibrio entre las actividades industriales y la protección del medio ambiente en todas las etapas, desde el tratamiento de las materias primas hasta la gestión y disposición final de los residuos generados.

El autor García (2018) indica que, el mamey es una fruta con aplicaciones medicinales en todas sus partes. La semilla en particular se aprovecha para extraer aceites esenciales utilizados en la industria cosmetológica, mientras que la cáscara tiene aplicaciones en el ámbito ambiental. Con su deliciosa pulpa, el mamey se convierte en una fruta de uso integral, capaz de fortalecer las actividades productivas y generar divisas.

La semilla puede ser utilizada como sustituto del chocolate tradicional, desarrollando un polvo a partir de las semillas de mamey, ofreciendo un producto con un color y sabor atractivos para los amantes del chocolate que desean evitar la cafeína. Este sustituto, derivado del zapote mamey, presenta características que lo hacen equiparable al chocolate comercial disponible en la región de México, lo que le brinda una excelente oportunidad para destacarse en el mercado (Cervantes, 2022).

El mamey, conocido por sus semillas de color marrón oscuro y forma lisa, contiene entre 1 a 4 semillas, cuya almendra constituye aproximadamente el 40% de su composición y se emplea actualmente como fuente de aceites vegetales (Cervantes, 2022). Esta semilla tiene diversos usos, entre ellos la extracción de aceite para la

elaboración de productos cosméticos. Este aceite es altamente valorado en la industria de la belleza debido a sus propiedades beneficiosas para fortalecer uñas, cabello y mejorar la piel (Lino & Lino, 2019).

## **2.5. Caracterización fisicoquímica de la semilla de mamey**

Para la industria alimentaria, la noción de calidad no se limita exclusivamente a las características químicas de los productos, sino también de la parte física. En el caso específico del mamey, factores como el peso del fruto, el color y el sabor de la pulpa son determinantes (Aranguren & Pérez, 2018). El aceite extraído de la semilla del zapote, con su alto contenido de lípidos que oscila entre el 45% y el 60%, ha sido objeto de diversas investigaciones. Estas investigaciones se centran en su proceso de extracción, composición química, propiedades fisicoquímicas, así como en sus posibles aplicaciones y usos potenciales (García, 2018).

### **2.5.1. Análisis proximal.**

El análisis proximal implica determinar los niveles de grasa, humedad, cenizas, fibra y proteína presentes en los alimentos. En el caso de análisis realizados en matrices alimentarias, es esencial llevar a cabo cada etapa con meticulosidad, desde la recolección de la muestra hasta el procesamiento y la selección del método analítico, con el fin de obtener resultados fiables que puedan respaldar la toma de decisiones informadas. Los informes resultantes deben ser evaluados utilizando criterios estadísticos y sometidos a una revisión comparativa con los estándares vigentes para cada producto (Catalán, 2021).

## **2.6. Métodos de extracción**

Existen varios métodos para extraer el aceite de las semillas, algunos de los cuales son más eficientes que otros en términos de rendimiento. Estos métodos pueden incluir procesos mecánicos, como el prensado, el uso de solventes, o una combinación de ambas técnicas (Montes, 2020).



### 2.6.1. Extracción por solventes

El empleo de solventes es el método más eficiente para la extracción de aceite, ya que permite obtener la mayor cantidad de aceite contenido en las semillas, y puede realizarse en procesos por lotes o continuos. Además, este método es más rápido, pero también más costoso en comparación con el proceso de prensado en frío (Montes, 2020).

### 2.6.2. Extracción con fluido supercrítico (SFE)

La utilización de fluidos supercríticos se basa en el empleo de un fluido como una alternativa solvente. El término SFE se refiere a un estado en el que una sustancia se encuentra bajo condiciones de presión y temperatura que superan su punto crítico. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico es el más comúnmente utilizado en esta técnica. La extracción mediante fluidos presurizados se alinea con las demandas actuales del mercado, que buscan promover procesos con impacto ambiental mínimo, más limpios desde el punto de vista ecológico, cumpliendo con las regulaciones sobre el uso de solventes contaminantes y satisfaciendo la creciente preferencia del consumidor por productos naturales (A. Rodríguez, 2019).

En la Figura 4 se presenta las fases y se destaca la existencia de la zona supercrítica sobre el punto crítico.

**Figura 4.**

*Sistema de extracción con fluidos supercríticos*



Nota: Relaciones binarias entre los ingredientes de un sistema de extracción con fluidos supercríticos. Tomado de (A. Rodríguez, 2019)

La densidad del fluido en estado supercrítico es significativamente mayor que la de un gas, siendo de 100 a 1000 veces más densa, y comparativamente similar a la de un líquido. La extracción mediante fluidos supercríticos es una técnica que investiga las propiedades solvatantes de un fluido por encima de su punto crítico (A. Rodríguez, 2019).

Se puede mejorar la eficiencia de este proceso y hacerlo económicamente viable mediante la regulación de los parámetros operativos, como la temperatura, presión, composición del solvente, tiempo de extracción, velocidad de flujo y preparación del material, entre otros (Barotto, 2021). En contraste con los métodos convencionales de extracción por solvente, la técnica SFE prescinde del uso de disolventes dañinos y tóxicos, optando en su lugar por utilizar sustancias como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que es naturalmente abundante (Montes, 2020).

### **2.6.3. Propiedades del CO<sub>2</sub> como fluido supercrítico**

El dióxido de carbono supercrítico es preferido por varias razones. En primer lugar, es económicamente accesible y se encuentra comercialmente disponible con altos niveles de pureza. Además, no es inflamable ni tóxico, a diferencia de muchos solventes orgánicos. Sus temperaturas y presiones críticas son moderadas (31.1 °C y 72.84 atm), lo que lo hace adecuado para la extracción de compuestos sensibles al calor. Desde el punto de vista del proceso, al ser un gas a temperatura ambiente, es seguro de manejar y no deja residuos de solvente en los productos finales. Sin embargo, este gas presenta desafíos debido a su falta de polaridad, lo que puede complicar la extracción de analitos polares (A. Rodríguez, 2019).

A pesar de estas limitaciones, el dióxido de carbono sigue siendo el solvente más utilizado debido a su asequibilidad, su perfil ambientalmente amigable, su seguridad (no tóxico, no explosivo y no inflamable) y sus propiedades favorables en estado supercrítico, como alta difusividad y densidad, que garantizan una excelente capacidad de transporte y extracción (Barotto, 2021).

### **2.6.4. Extracción por prensado en frío**

La máquina de prensado en frío facilita la extracción del aceite, lo que resulta en un producto de alta calidad y mejora el proceso de filtrado utilizando tela de lienzo

(Cuchiye, 2023). Aunque el prensado es el método más común, no es el más eficiente debido a la pérdida de aceite que queda atrapado en la tela de prensado (Torres & Castillo, 2018). Una ventaja notable del método de prensado en frío es su carácter respetuoso con el medio ambiente, ya que no implica el uso de solventes orgánicos, lo que a su vez elimina los costos asociados con la eliminación de dichos solventes (Montes, 2020).

Este proceso requiere el uso de prensas hidráulicas, donde se coloca una pasta previamente preparada en capas delgadas sobre discos filtrantes llamados capachos. Para que la extracción de aceite sea exitosa con este método, es necesario que la pasta tenga un bajo contenido de humedad, lo que facilita el drenaje de las fases líquidas a través de la torta (Cuchiye, 2023).

## **2.7. Aceites vegetales**

Los aceites están compuestos por nutrientes con una variedad de ácidos grasos. Estos son significativos no solo debido a su alto contenido energético, sino también por las vitaminas liposolubles que contienen (Gómez & Arrieta, 2020). Los aceites vegetales extraídos de semillas oleaginosas son elementos fundamentales en la industria alimentaria. A nivel mundial, los principales aceites vegetales que han dominado el mercado debido a su alta productividad son el aceite de soja y el de palma. Los aceites vegetales presentan una composición de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, siendo el ácido oleico y el palmítico los más predominantes por lo general (Aldas et al., 2023).

### **2.7.1. Composición del aceite de mamey**

El aceite de semilla de mamey tiene una composición similar a algunos aceites vegetales industriales, como el de palma, pero contiene ácido esteárico saturado, similar a la manteca de cacao. Debido a su alto contenido de ácidos oleicos y linoleico, permanece líquido a temperatura ambiente. Presenta propiedades físicas y químicas específicas, como un peso molecular promedio de 872.46 g/mol, un bajo índice de acidez y un contenido reducido de ácidos grasos libres después de la refinación. Además, contiene 40% de ácidos grasos saturados, 50% de monoinsaturados y 8% de poliinsaturados (Lino & Lino, 2019).

## **2.7.2 Calidad de aceites**

El método de cultivo, que incluye el uso de fertilizantes, abonos, pesticidas y otros productos químicos, así como la temporada de cosecha y el manejo y almacenamiento del material vegetal, ya sea fresco, seco o fermentado, también ejerce una influencia significativa en la calidad del aceite obtenido. Además, factores ambientales como el clima, la contaminación, las enfermedades y las plagas, así como aspectos edáficos, variaciones geográficas, factores genéticos y evolutivos, y el tipo de almacenamiento, también desempeñan un papel crucial (Bedón & León, 2022).

### **2.7.2.1 Densidad relativa**

La densidad es una propiedad física que indica la cantidad de masa de una muestra o un objeto dividida por su volumen. No existen unidades de densidad relativa, pero la densidad aparente se expresa en miligramos por mililitro, aunque en los contratos comerciales suele expresarse en kilogramos por litro. En el aire, el término peso litro también se utiliza para describir el número de operaciones por unidad de volumen a una temperatura dada para una gravedad específica determinada, definida como la relación entre un volumen dado de aceite y el mismo volumen de agua (Puebla, 2019).

El picnómetro es un dispositivo simple utilizado para medir la densidad de líquidos con alta precisión. Sin embargo, requiere calibración y debe usarse a una temperatura específica. Su diseño permite la liberación de cualquier burbuja de aire en el líquido para una lectura más precisa de la densidad. Además, puede ser utilizado con diversos tipos de muestras (Ramírez, 2023).

### **2.7.2.2 Índice de refracción**

El índice de refracción, refleja la velocidad de la luz en una muestra de aceite y señala la concentración de una sustancia disuelta, como aceite en un disolvente. Además, facilita la identificación de los componentes en mezclas de aceites y la evaluación de la pureza de cada aceite. Los índices de refracción en sustancias grasas típicamente oscilan entre 1.4600 y 1.5000 a temperaturas de 15 a 20°C. Sin

embargo, las determinaciones se realizan a diferentes temperaturas según el tipo de grasa: 25°C para aceites, 40°C para grasas poco hidrogenadas, 60°C para grasas hidrogenadas y 80°C para ceras (Vásquez, 2021).

### **2.7.2.3 Índice de acidez**

La acidez de los aceites es el resultado de la descomposición de los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos por las enzimas lipasas, un proceso que se ve favorecido cuando los olivos o las habas de girasol y soja se cosechan en malas condiciones o con una madurez inadecuada. El grado de acidez indica la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite; cuanto mayor es el grado de acidez, menor es la calidad (Baños, 2019).

El índice de acidez es un parámetro clave para evaluar la calidad de un aceite comestible, ya que indica la proporción de ácidos grasos libres presentes en él. Se expresa como la cantidad de KOH en miligramos necesarios para neutralizar todos los ácidos grasos libres presentes en el aceite (Parada, 2021).

### **2.7.2.4 Índice de saponificación**

El índice de saponificación es un parámetro crucial empleado para caracterizar y valorar la calidad de grasas y aceites destinados al consumo humano. Se define como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar 1 gramo de aceite. El equivalente de saponificación (ES) representa la cantidad de gramos de aceite saponificados por 56.1 gramos (o 1 equivalente) de hidróxido de potasio (Rea, 2021).

## **2.7.3 Uso del aceite de la semilla de mamey**

La semilla del mamey posee diversos usos medicinales, alimenticios y cosméticos (Villegas, 2021). Los cosméticos son productos para el cuidado personal que incluyen limpieza, perfumería y protección de la piel. Se utilizan aceites, como el de mamey, en la fabricación de productos capilares y cosméticos debido a sus propiedades estimulantes del crecimiento del cabello y antioxidantes. Se producen diversos productos cosméticos utilizando aceite de semilla de mamey, como rímel, cremas y champús (Montes, 2020).

Es así que, en la industria cosmética, el mamey es frecuentemente utilizado debido a sus propiedades suavizantes e hidratantes, atribuidas a su contenido de carotenos que actúan como antirradicales libres. Asimismo, se utiliza en la formulación de productos de belleza para manos y cuerpo, especialmente indicados para pieles sensibles o delicadas (García, 2018).

También se destaca que posee beneficios como la presencia de vitaminas A, C y carotenos, los cuales contribuyen al mantenimiento de la salud ocular, refuerzan el sistema inmunológico y actúan como potentes antioxidantes. Además, fortalece el cabello, promoviendo su crecimiento y previniendo la caída, y sus propiedades son beneficiosas para la salud y el crecimiento de las pestañas. Gracias a su alto contenido de antioxidantes, es excelente para el cuidado de la piel, protegiéndola contra los daños causados por la exposición al sol y mejorando su aspecto general (Melara, 2023).

El aceite de semilla de mamey se incorpora en cremas corporales para hidratar la piel, con una textura más ligera que otros aceites. También se utiliza en la formulación de champús, acondicionadores, mascarillas capilares, serums y cremas para peinar, proporcionando vitaminas y ácidos grasos para estimular el crecimiento, fortalecer, hidratar y prevenir la caída del cabello (Valenzo & Baltierra, 2023)

## **2.8 Cromatografía de gases**

La cromatografía de gases se ha vuelto esencial para analizar la composición de grasas debido a la complejidad de los ácidos grasos y las limitaciones de los métodos convencionales. En este proceso, la muestra se trata para obtener un extracto concentrado de ácidos grasos, transformándolos en ésteres simples de metanol en lugar de glicerol (Montes, 2020). Este método de separación física se aplica en diversas ramas de la ciencia y se basa en el principio de retención selectiva para separar los componentes de una mezcla y determinar sus cantidades (Villatoro, 2020).

La identificación y análisis de ácidos grasos en aceites se realiza principalmente mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), lo

que permite evaluar y caracterizar el aceite para su uso en aplicaciones industriales (Montes, 2020) .

La cromatografía gaseosa es una técnica en la que la muestra se volatiliza e inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica, donde la elución ocurre mediante el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de otros tipos de cromatografía, en este proceso la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito; su función principal es transportar el analito a través de la columna (Villatoro, 2020).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en las instalaciones de los laboratorios de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 3.1.1. Localización de la investigación

**Tabla 4.**

*Localización de la investigación*

<b>Ubicación:</b>	<b>Localidad</b>
Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Sector:	Laguacoto II
Parroquia:	Veintimilla
Dirección:	Laguacoto II km ½ vía Guaranda-San Simón
Establecimiento:	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de producción:	Departamento de Investigación y Vinculación

*Nota:* La tabla presenta datos tomados por los autores para la presente investigación.

##### 3.1.2. Situación geográfica y climática de la localidad

**Tabla 5.**

*Datos de la situación geográfica y climática*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Altitud	2612 masl
Latitud	01°36'40" sur
Longitud	78°59'50" oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	13 °C
Temperatura máxima	26,44 °C
Humedad	60%

*Nota:* Datos tomados a partir de la Estación Meteorológica de la Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2019.



### **3.1.3. Zona de vida**

Según la clasificación de las zonas de vida de L. Holdridge, el sitio corresponde al piso Bosque Húmedo Montano bajo o templado se extiende desde los 2.000 hasta los 3.000 m.s.n.m. con una temperatura de 12 a 18 °C. Con 2.000 mm de precipitación, cubre una superficie de 4.588 Km<sup>2</sup> (14.7 %) de la superficie total.

## **3.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.1. Material experimental**

- Semillas de mamey (Obtenido de la provincia de Los Ríos)

### **3.2.2. Materiales de oficina**

- Libreta de apuntes
- Computadora
- Regla
- Calculadora
- Marcadores
- Hojas de papel bond
- Impresora
- Cinta adhesiva
- Escritorio
- Silla
- Regla

### **3.2.3. Equipos y materias (Preparación de muestra)**

- Balanza analítica
- Mufla
- Estufa eléctrica
- Secador
- Crisoles
- Cuchillos
- Envases plásticos

- Lavacaras
- Envases de vidrios

#### **3.2.4. Equipos, materiales y reactivos (Extracción de aceite)**

- Balanza analítica (marca OHAUS, país de origen Europa)
- Molino
- Extractor de fluidos supercríticos (marca Applied Separations, serie 710200066440, país de origen USA)
- Equipo prensado en frío.
- Envases plásticos
- Vasos de precipitación
- Probetas
- Viales de vidrio
- Envases de vidrio color ámbar
- Dedales
- Espátula
- CO<sub>2</sub> (marca Linde, país de origen Ecuador- Guayaquil)

#### **3.2.5. Equipos, materiales y reactivos (Cromatografía de gases)**

- Balanza analítica (marca OHAUS, país de origen Europa)
- Vortex (marca Fisher Scientific, país de origen USA)
- Espectrómetro de masas (marca Agilent Technologies 5977 AMSD, serie US1439M1416, país de origen USA)
- Cromatografía de gases (marca Agilent Technologies 7890A, serie CN12181050, país de origen USA)
- Extractora de gases (marca Flores Valles, serie FL 6155, país de origen España)
- Espátula
- Viales screw 2 mL (marca Agilent Technologies, serie 5182-0716 país de origen USA)
- Filtros agilent 0,45µm (marca Agilent Technologies, serie 51905262, país de origen USA)

- Insertos (Agilent Technologies, serie 5181-1270, país de origen USA)
- Hexano HPLC (marca Fisher chemical, país de origen Canadá)
- Helio (marca Linde, país de origen Ecuador- Guayaquil)

### 3.2.6. Factores en estudio

Los elementos tomados en cuenta para la extracción de aceite de la semilla de mamey mediante la técnica de fluidos supercríticos son los siguientes: El Factor A que corresponde a la presión de extracción con dos niveles, y el Factor B que indica la temperatura de extracción, también con dos niveles.

**Tabla 6.**

*Factores de estudio*

Factores	Código	Nivel
Presión de extracción	A	$a_1$ : 200 bar
		$a_2$ : 300 bar
Temperatura de extracción	B	$b_1$ : 40°C
		$b_2$ : 60°C

*Nota:* La tabla presenta los tratamientos a ser realizados por los autores para la presente investigación.

### 3.2.7. Tratamientos

Los tratamientos constituyen la combinación de cada uno de los niveles con un diseño factorial  $2^k$  que intervienen en el estudio.

**Tabla 7.**

*Combinación de niveles*

Tratamiento	Código	Niveles	
		A	B
1	$a_1b_1$	200 bar	40°C
2	$a_1b_2$	200 bar	60°C
3	$a_2b_1$	300 bar	40°C

4                       $a_2b_2$                       300 bar                      60°C

*Nota:* La tabla presenta los tratamientos a ser realizados por los autores para la presente investigación.

### 3.2.8. Descripción de la unidad experimental

Se detalla los procedimientos experimentales en relación a los factores de estudio, niveles y las variables respuesta en relación al diseño utilizado.

**Tabla 8.**

*Características del experimento*

Atributos del Diseño		Niveles	Unidades
Factorial			
Número de factores experimentales	2	Presión de extracción	2 bar
		Temperatura de extracción	2 °C
Número de replicas	2		
Unidades experimentales	8		
Grados de libertad para el error	4		
Tamaño de la muestra	43		
	0 g		
		Densidad relativa	
		Acidez	%
Respuestas experimentales	6	pH	
		Índice de saponificación	mg/g
		Índice de refracción	
		Rendimiento	

*Nota:* La tabla presenta los datos a ser utilizados por los autores para la presente investigación.

### 3.2.9. Tipo de diseño experimental

Se empleó un diseño experimental  $2^k$ , que incluyó dos factores con dos niveles. El modelo estadístico correspondiente es el siguiente:

### Modelo matemático del diseño $2^k$

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

#### Donde:

$\mu$ : efecto medio global

$\tau_i$ : efecto del nivel  $i$ -ésimo del factor A

$\beta_j$ : efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$(\tau\beta)_{ij}$ : efecto de la interacción entre  $\tau_i$  y  $\beta_j$

$\varepsilon_{ijk}$ : error aleatorio en la combinación  $ijk$ .

### Análisis de varianza (ANOVA) para diseño $2^k$

#### Tabla 9.

*Análisis de varianza ANOVA para el diseño en arreglo factorial  $2^k$*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	$F_0$	Valor-p
Efecto A	$SC_A$	1	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	$P(F > F_0)$
Efecto B	$SC_B$	1	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	$P(F > F_0)$
Efecto AB	$SC_{AB}$	1	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E$	$4(n-1)$	$CM_E$		
Total	$SC_T$	$n2^2 - 1$			

*Nota.* Tomado de Análisis y diseño de experimentos, por Gutiérrez & Salazar (2012).

### Pruebas de rangos múltiples

Método LSD (Diferencia mínima significativa)

$$LSD = |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)} \quad (2)$$

**Donde:**

**k:** número de tratamientos.

$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$  : valor absoluto entre las medias muestrales.

$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)}$  : distribución T de Student con N-k grados de libertad que corresponden al error.

$CM_E$  : cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla ANOVA.

$n_i, n_j$  : número de observaciones para los tratamientos *i* y *j*, respectivamente.

### **3.2.10. Manejo del experimento en laboratorio**

#### **3.2.10.1. Caracterización de las semillas de mamey**

El análisis proximal de humedad, cenizas, fibra, grasas y proteínas en semilla de mamey se llevó a cabo la metodología AOAC.

##### ***3.2.10.1.1. Determinación de humedad***

El contenido de humedad fue determinado siguiendo la norma técnica AOAC 925.10; según esta normativa, los crisoles limpios fueron secados en estufa a 130 °C durante 1 hora, tras este periodo, se enfriaron en un desecador por 45 minutos, y se procedió a pesar el crisol vacío, llevando a cabo la manipulación con pinzas. Se añadió una cantidad de muestra triturada de 3 g, al crisol, registrando su peso. La cápsula se introdujo en la estufa a 130 °C, repitiendo el ciclo de secado y pesado hasta obtener dos mediciones consecutivas constantes.

Para el cálculo del contenido de humedad, se empleó la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_0} * 100 \quad (3)$$

**Donde:**

**M<sub>1</sub>:** masa recipiente más muestra de húmeda (g)

**M<sub>2</sub>:** masa del recipiente más muestra seca (g)

**M<sub>0</sub>:** masa del recipiente (g)

#### ***3.2.10.1.2. Determinación de cenizas***

Se cuantificó la cantidad de cenizas en las matrices de estudio mediante el método AOC 923.03. Se procedió al secado del crisol de porcelana en la mufla a 550°C por 1 hora, seguido se colocó en el desecador durante 1 hora y se procedió a pesar. El tiempo de incineración varía entre 1-2 horas, después se pesó 1 g de la muestra en el crisol de porcelana, el cual se colocó en la mufla a 550°C. La muestra se incineró calentando el crisol con la tapa ubicada hasta conseguir cenizas de color blanco. Al ultimar el proceso de incineración, se trasladó el crisol con la muestra a un desecador durante 1 hora antes de llevar a cabo el pesaje correspondiente. El contenido de ceniza se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Contenido de cenizas en la muestra} = \frac{W_2 - W_1}{S} * 100 \quad (4)$$

**W<sub>1</sub>:** peso del crisol de porcelana antes de la incineración (g)

**W<sub>2</sub>:** peso del crisol de porcelana después de la incineración (g)

**S:** peso de la muestra (g)

#### ***3.2.10.1.3. Determinación de fibra***

Se determinó la cantidad de fibra mediante el método AOAC 522, para lo cual se pesó 1 g de muestra en el matraz y se añadió 100 mL de ácido sulfúrico, la mezcla se llevó a ebullición a 220°C durante 1 hora evitando derrames. Se instaló un

embudo con papel filtro en otro matraz, filtrando la solución sobre el papel y lavando este con agua hirviendo. Para la digestión en fibra, se transfirió el residuo del papel al matraz, mediante una espátula, añadiendo 100 mL de hidróxido de sodio, y llevándolo a ebullición 220°C durante 1 hora. Después de dejar reposar y retirar de la plancha, se filtró cuidadosamente y se lavó el residuo con agua hirviendo.

Una vez completado el filtrado, el papel con la muestra se colocó en la estufa a 130°C durante 10 minutos para evitar la pérdida de la muestra por el calor. Posteriormente, se dejó enfriar en un desecador durante 45 minutos y se registró el peso final.

#### ***3.2.10.1.4. Determinación de grasa***

Se determinó la cantidad de grasa en las muestras de estudio utilizando el método AOAC 2003.06, para lo cual, se pesó 1 g de muestra y se colocó en el equipo Soxhlet, previamente tarado con los cazos, después se añadió 50 mL de hexano por 2 horas para realizar la extracción. Al final, se recuperó el solvente y los cazos se colocaron en una estufa a 130°C durante 10 minutos para obtener la grasa de las muestras. Posteriormente, se dejaron enfriar en un desecador durante 45 minutos y se registró el peso final.

#### ***3.2.10.1.5. Determinación de proteína***

Se cuantificó la cantidad de proteína en las muestras por el método AOAC 2001/ Volumetría, Kjeldahl 15104, que establece la Determinación del Contenido de Nitrógeno y los cálculos para el contenido de proteína en unidad (F:6.25)%.

#### **3.2.10.2. Extracción del aceite por fluidos supercríticos**

El aceite de mamey resulta beneficioso en la elaboración de productos cosméticos gracias a sus propiedades que fortalecen las uñas, cabello y mejoran la salud de la piel. Su composición, es similar a algunos aceites vegetales industriales, destaca por la presencia de ácido esteárico saturado, al tener una elevada concentración de



ácidos oleicos y linoleico, el aceite de mamey permanece en estado líquido a temperatura ambiente (Lino & Lino M, 2019).

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades relacionadas con la producción de aceite se encuentran clasificadas dentro de la categorización C-1040 "Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal.

En el proceso de obtención del aceite de mamey por fluidos supercríticos, se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recepción de la materia prima
- b) Limpieza
- c) Secado
- d) Molienda
- e) Extracción
- f) Envasado
- g) Almacenado

A continuación, se describe el procedimiento para la obtención del aceite.

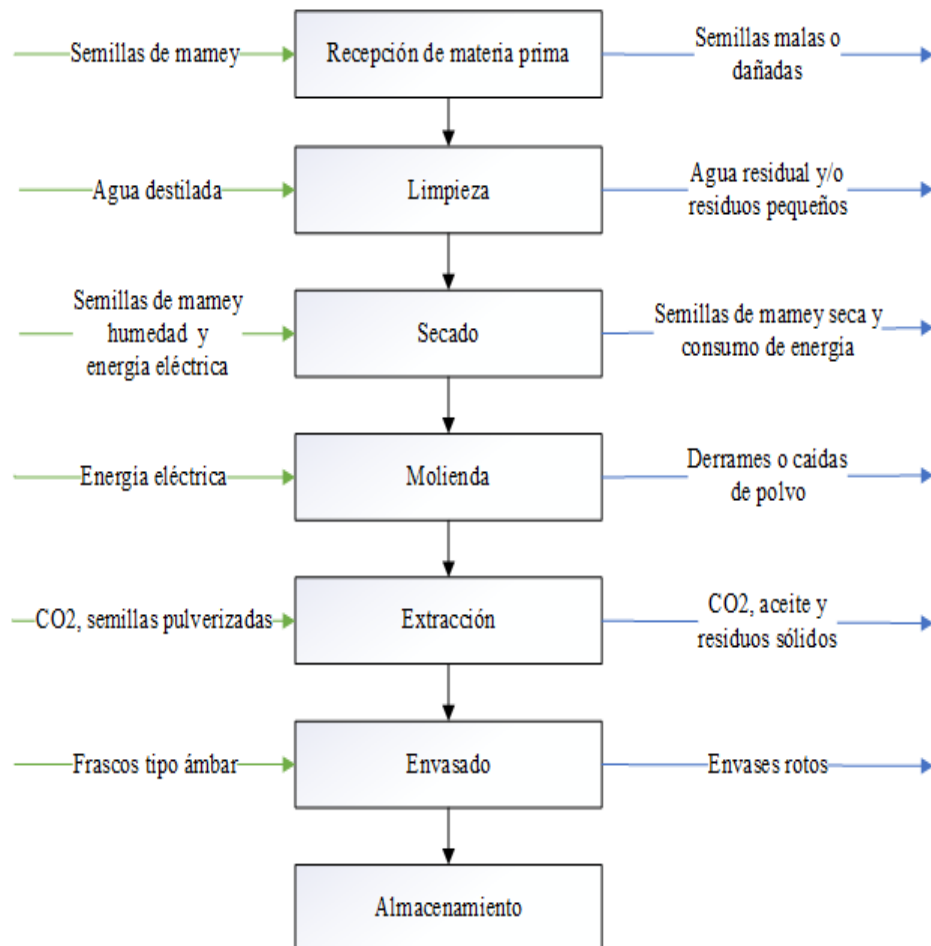
- a) **Recepción de la materia prima.** Se obtuvo las semillas de mamey, considerando la maduración de la fruta para sus siguientes operaciones., separando las semillas en mal estado o dañadas.
- b) **Limpieza.** Las semillas se lavaron cuidadosamente con agua destilada para remover las impurezas y otros materiales adheridos. En esta etapa se generó agua destilada residual y residuos sólidos.
- c) **Secado.** Las semillas fueron secadas en un deshidratador durante 8 horas a temperatura de 65°C, proceso en el cual se romperá el piztle, posterior, se llevó nuevamente las semillas al secador a 45°C durante 14 horas, hasta un contenido de humedad <7%. En esta etapa se generó residuos de la materia prima y el consumo de energía eléctrica.

- d) **Molienda.** Las semillas obtenidas pasaron por un proceso de reducción de tamaño, teniendo cuidado de que los trozos fueran de tamaño uniforme. Esta etapa generó derrames y caídas del polvo.
- e) **Extracción:** Se emplearon 430 g de semillas pulverizadas, para el proceso de extracción se utilizó un sistema Helix SFE, este sistema consta de un depósito de disolvente (CO<sub>2</sub>, Linde SA con 99,95% de pureza), un módulo de bomba de CO<sub>2</sub> / módulo de control y un vaso o módulo base. La operación se llevó a cabo a temperaturas de 40 y 60 °C, con presiones de 200 y 300 bares. Durante esta fase, se generaron corrientes de salida que incluyeron CO<sub>2</sub>, aceites y residuos sólidos de la matriz. Este procedimiento se repitió para las cuatro muestras del diseño experimental. Posteriormente, se determinó el rendimiento del aceite extraído, calculado como la relación entre el volumen de extracto obtenido y el volumen de muestra inicialmente colocado en el recipiente de extracción.
- f) **Envasado.** El aceite se envaso en recipientes de color ámbar. En esta etapa, se descartó las etiquetas o envases dañados.
- g) **Almacenado.** El aceite se almaceno en un lugar oscuro para protegerlos de la luz a una temperatura de 4°C.

## Diagrama de flujo de extracción de aceite de semilla de mamey por fluidos supercríticos

**Figura 5.**

*Diagrama de flujo de extracción de aceite por fluidos supercríticos*



### Legenda

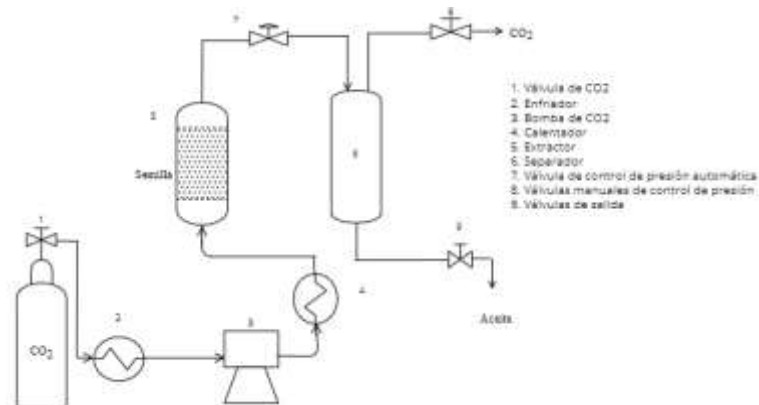
- Entrada de insumos, servicios básicos, etc. Que no contengan químicos
- Salida de residuos no orgánicos

*Nota:* La figura presente el diagrama de flujo de extracción de aceite por fluidos supercríticos realizado por los autores de la presente investigación, realizado en el programa Visio.

## Diagrama de proceso de extracción de aceite de semilla de mamey por fluidos supercríticos

**Figura 6.**

*Diagrama de procesos de extracción de aceite por fluidos supercríticos*



*Nota:* La figura presente el diagrama de procesos de extracción de aceite por fluidos supercríticos realizado por los autores de la presente investigación.

### 3.2.10.3. Extracción del aceite por prensado en frío

En el proceso de obtención del aceite de semilla de mamey por prensado en frío, se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recepción de la materia prima
- b) Limpieza y lavado
- c) Secado
- d) Molienda
- e) Prensado en frío
- f) Filtrado
- g) Envasado
- h) Almacenado

A continuación, se describe el procedimiento para la obtención del aceite.

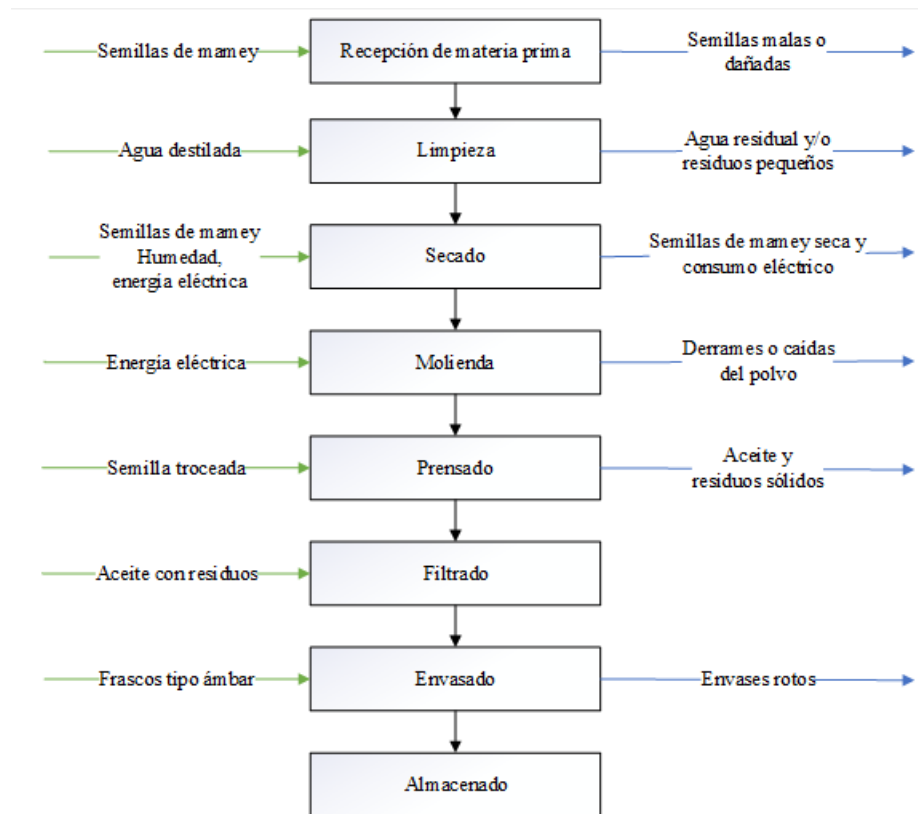
- a) **Recepción de la materia prima.** Se obtuvo las semillas de mamey, considerando la maduración de la fruta para sus siguientes operaciones., separando las semillas en mal estado o dañadas.

- b) **Limpieza y lavado.** Las semillas se lavaron cuidadosamente con agua destilada para remover las impurezas y otros materiales adheridos. En esta etapa se generó agua destilada residual y residuos sólidos.
- c) **Secado.** Las semillas fueron secadas en un deshidratador durante 8 horas a temperatura de 65°C, proceso en el cual se romperá el paxtle, posterior, se llevó nuevamente las semillas al secador a 45°C durante 14 horas, hasta un contenido de humedad de aproximadamente de <7%. En esta etapa se generó residuos de la materia prima y el consumo de energía eléctrica.
- d) **Molienda.** Las semillas obtenidas pasaron por un proceso de reducción de tamaño, considerando que los trozos fueran de tamaño uniforme. Como resultado se generó derrames de la materia prima
- e) **Prensado en frío:** Se emplearon 430 g de semillas de mamey, las cuales se introdujeron en la prensa, se consideró los siguientes parámetros: temperatura inicial de 150 °C por una hora; temperatura intermedia de 200 °C; velocidad de extracción 30 rpm por una hora y presión de 200 a 100 kPa. Durante todo el procedimiento el operario de la prensa supervisó y controló todos los parámetros mencionados; en esta fase se produjo pérdida de materia prima y derrames de aceite.
- f) **Filtrado.** Para la filtración se utilizó un tamiz de tela para eliminar las impurezas obtenidas durante la extracción del aceite. Como resultado de esta etapa fueron residuos sólidos y derrames de aceite.
- g) **Envasado.** El aceite se envaso en recipientes de color ámbar. Las etiquetas o envases dañados fueron retiradas.
- h) **Almacenado.** El aceite fue almacenado en un lugar oscuro para protegerlos de la luz a una temperatura de 4°C.

## Diagrama de flujo de extracción de aceite de semilla de mamey por prensado en frío

Figura 7.

Diagrama de flujo de extracción de aceite por prensado en frío



### Leyenda

- Entrada de insumos, servicios básicos, etc. Que no contengan químicos
- Salida de residuos no orgánicos

Nota: La figura presente el diagrama de flujo de extracción de aceite por prensado en frío realizado por los autores de la presente investigación, realizado en el programa Visio.

### 3.2.10.4. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído

Para la evaluación de la calidad del aceite se consideró la normativa INEN para los distintos parámetros como densidad, acidez, índice de refracción e índice de refracción. Se consideró la normativa de Grasas y Aceites NTE INEN 2421, los siguientes parámetros:

#### ***3.2.10.4.1. Determinación de pH***

Se pesó 3 g de muestra de aceite en un vaso de precipitación, luego se introdujo el electrodo y se procedió a anotar el valor reflejado en el potenciómetro.

#### ***3.2.10.4.2. Determinación de la densidad***

La determinación de la densidad se llevó a cabo conforme a la normativa NTE INEN 35, para lo cual, se lavó repetidamente el picnómetro con alcohol y agua destilada para evitar alteraciones en los resultados. A continuación, se colocó 5 mL de muestra en el picnómetro y se sometió a baño María a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 30 minutos. Posteriormente, se dejó reposar el picnómetro, asegurándose de retirar cualquier líquido presente durante 30 minutos. Finalmente, se registraron los pesos del picnómetro con la muestra y del picnómetro vacío.

#### ***3.2.10.4.3. Índice de refracción***

El índice de refracción se llevó a cabo de acuerdo con la Normativa NTE INEN 42, donde se pesó 1 g de muestra y se colocó en el refractómetro para obtener el valor correspondiente, el cual fue registrado.

#### ***3.2.10.4.4. Acidez***

Se determinó la acidez de acuerdo con la Normativa NTE INEN 38, para lo cual se pesó 2,5 g de muestra y se disolvió en una solución compuesta por 50 mL de éter y 50 mL de alcohol al 95%. Posteriormente, se procedió a valorar con hidróxido de sodio, utilizando fenolftaleína como indicador. Finalmente, se realizó el cálculo del miligramo de NaOH necesario para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 g de muestra.

#### ***3.2.10.4.5. Índice de saponificación***

El índice de saponificación se llevó a cabo de acuerdo con la Normativa NTE INEN 40, donde, se pesaron 2 g de la muestra y se colocó en un vaso de precipitación, sobre el cual se añadió 25 mL de hidróxido de potasio (KOH), asegurándose de cubrir bien la muestra. Luego, se colocó el vaso en un baño María hirviente durante

60 minutos, agitándolo frecuentemente. Tras la saponificación de 60 minutos, se incorporó una solución indicadora de fenolftaleína al 1% y se valoró con ácido clorhídrico al 0,5 N hasta que desapareció la titulación de la muestra.

#### **3.2.10.4.6. Rendimiento**

El rendimiento fue calculado en base al peso de aceite extraído sobre el peso de semillas usadas en términos porcentuales (%p/p), en base a la siguiente ecuación:

$$\% = \left( \frac{M_1}{M_2} \right) * 100 \quad (5)$$

**Donde:**

%: rendimiento del proceso de extracción.

$M_1$ : masa final del aceite.

$M_2$ : masa inicial de la semilla

#### **3.2.10.5. Identificación del perfil lipídico de los ácidos grasos**

La identificación del perfil lipídico se llevó a cabo mediante cromatografía de gases, donde se utilizó una columna DB-WAXetr (60 m × 0,250 mm × 0,25 μm), como gas portador se empleó el helio a un flujo de 1 mL/min. La inyección de 1 μL de muestra derivatizada se realizó en modo Split (modo con división) con una relación de 1:20.

La temperatura de la cámara de inyección se estableció en 210 °C. Durante el análisis, la temperatura del horno se programó inicialmente desde 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min. Posteriormente la temperatura se elevó a 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min. Finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos.



### 3.2.10.6. Elaboración de un sérum facial con el aceite extraído

El sérum cosmético puede ser a base de agua o aceite, es un producto altamente concentrado, su característica distintiva radica en su capacidad para penetrar rápidamente en las capas más profundas de la piel gracias a su fácil absorción, sin dejar un residuo grasoso. Este producto proporciona una elevada concentración de principios activos, lo que contribuye a obtener una piel más tersa, suave, clara y sedosa (Reyes, 2022).

La clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU.4) de todas las Actividades Económicas, enmarca en la categoría específica C2023.31” la fabricación de cosméticos y perfumes: perfumes y aguas de colonia, cremas solares y preparados bronceadores, preparados de belleza y de maquillaje y preparados para manicura.

En el proceso para la elaboración de un cosmético (sérum), se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recepción de la materia prima
- b) Pesado
- c) Mezcla
- d) Enfriamiento
- e) Envasado
- f) Etiquetado

A continuación, se describe el procedimiento para la elaboración de un cosmético.

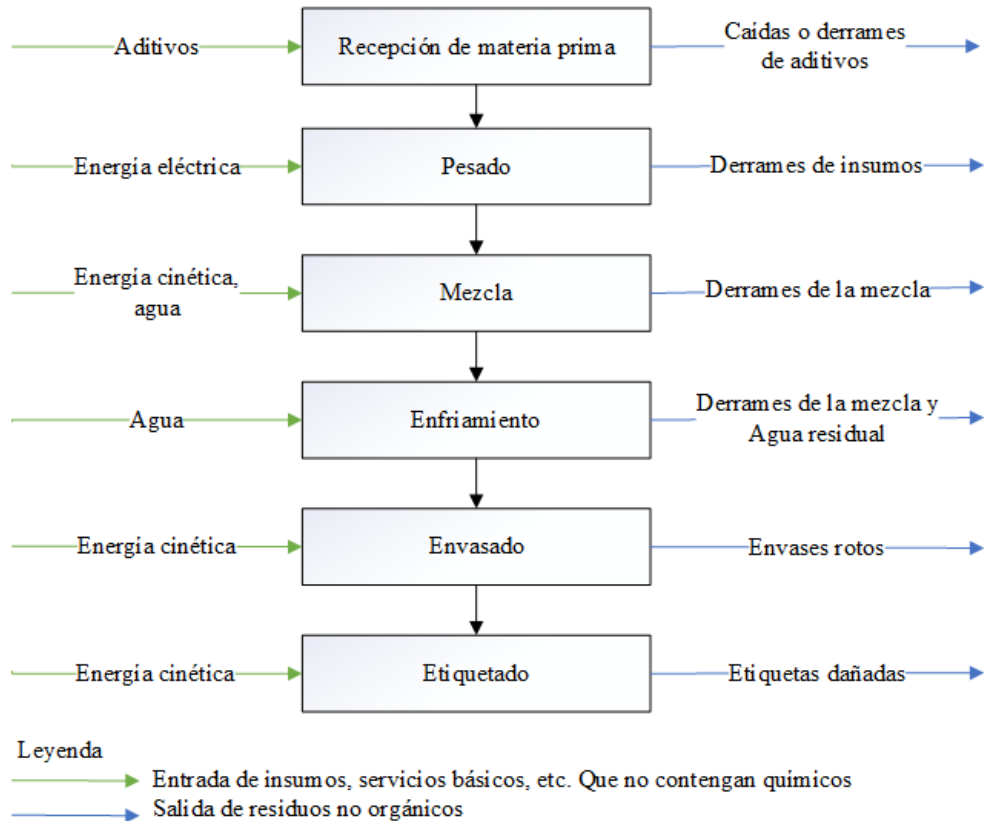
- a) **Recepción de la materia prima.** Se obtuvo los materiales de uso cosmético como vitamina E acuosa, ácido hialurónico al 1%, aceite de semilla de mamey, glicerina vegetal, goma xantán y conservante (Cosgard).
- b) **Pesado.** Este proceso consiste en pesar cada uno de los aditivos a mezclar. Pesar 4,5 g de vitamina E acuosa, 1,5 g de ácido hialurónico (1%), 1,5 g de aceite de semilla de mamey, 0,6 g de glicerina vegetal, 0,3 g de Goma Xantán y 0,3 g de Cosgard.

- c) **Mezclado.** En esta etapa se utilizó un frasco pequeño de vidrio, en el cual se mezclaron los aditivos previamente pesados, en otro recipiente se mezcló homogéneamente la goma xantan con la glicerina. Posterior, con la ayuda de una batidora, se mezclaron los dos productos anteriores, hasta obtener una masa tipo gel sin ningún rastro de grumos. A este gel se le midió el pH.
- d) **Enfriamiento.** Una vez obtenido la mezcla se le enfrió para su posterior proceso.
- e) **Envasado.** El sérum fue envasado en envases de vidrio ámbar tipo gotero. Durante la etapa del envasado se generan residuos de envases rotos o dañados y posibles derrames del sérum.
- f) **Etiquetado.** En esta etapa el producto fue etiquetado, donde se dio a conocer el nombre comercial, aporte para la piel fácil, contenido neto e ingrediente utilizados. Se generó etiquetas rotas al momento de ser puestas en el envase.

## Diagrama de flujo para la elaboración de un sérum facial con el aceite extraído

Figura 8.

Diagrama de flujo para la elaboración de un cosmético (sérum) con aceite de mamey



Nota: La figura presente el diagrama de flujo de la elaboración del sérum a partir del aceite de mamey realizado por los autores de la presente investigación, realizado en el programa Visio.

### 3.2.11. Análisis de datos

Se utilizaron programas estadísticos como Statgraphics para analizar datos cuantitativos, aplicando métodos inferenciales para probar hipótesis mediante el análisis de varianza (ANOVA) (Rodríguez et al., 2021). Además, se emplearon herramientas básicas de Office, como Excel.

## CAPITULO IV

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1. Caracterización físico-químico de las semillas de mamey

##### Análisis de las propiedades físicas

Los valores promedios de longitud, diámetro, peso de la fruta, peso de la cascara, peso de la pulpa, peso de la semilla y el número de semillas, se detallan en la Tabla 10. La fruta fue recolectada entre los meses de septiembre-diciembre del año 2023; la cosecha fue realizada al azar, con una muestra de 30 frutos de características uniformes.

##### Tabla 10.

*Resultados del análisis de las propiedades físicas del mamey*

Parámetro	Respuesta
Longitud (mm)	80,55
Diámetro (mm)	68,12
Peso fruta (g)	217,39
Peso de cascara (g)	33,69
Peso de pulpa (g)	156,44
Peso de semilla (g)	21,94
Numero de semilla	1

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

Para determinar la longitud (80,55 mm) y diámetro (68,12 mm) de la semilla se utilizó el pie de rey, el peso de la semilla se registró después de lavarla con agua destilada para eliminar la pulpa (21,94 g), también se pesó la pulpa (156,44 g), y cáscara (33,69 g). La primera capa (pixtle) se retiró después de un proceso de secado de 8 horas a 65°C; posteriormente, la muestra se introdujo el deshidratador por 14 horas a 45°C. La semilla presento una humedad final de 7%.

Según Contreras (2021), el peso de la fruta es de 276 g, en contraste con el peso promedio de las frutas utilizadas en este estudio que fue de 217,39 g; para Lino &

Lino M (2019), destaca que la semilla del mamey tiene un peso de 19,4 g, mientras que en la presente el peso promedio de las semillas es de 21,94 g, debido a las condiciones de clima y cosecha de la fruta varia en su peso.

### **Caracterización de la materia prima**

La caracterización de la materia prima se detalla en la Tabla 11 , donde indica que la matriz de estudio comienza con un contenido inicial de humedad del 36%. Se han considerado los valores promedio de diversos parámetros, como el peso de la semilla con pixtle (19,57 g), peso de la semilla sin pixtle (10,80 g), la longitud de la semilla sin pixtle (42,56 mm), diámetro de la semilla sin pixtle (22,51 mm) y, peso del pixtle (8,93 g).

**Tabla 11.**

*Resultados de la materia prima con humedad*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
Peso de semilla con pixtle (g)	19,57
Peso de semilla sin pixtle (g)	10,80
Longitud semilla sin pixtle (mm)	42,56
Diámetro semilla sin pixtle (mm)	22,51
Peso de pixtle (g)	8,933

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

De acuerdo con investigaciones previas realizadas por Lino & Lino M (2019), indican que el peso de la semilla con pixtle es de 20 g, mientras que, la longitud de la semilla sin pixtle es de 6,46 cm. Además, la investigación de Escurra (2021), informa que la longitud de la semilla del mamey variedad cartagena es de 6 cm.

Por otra parte, en la presente investigación el contenido de humedad registrado en la materia prima se situó en el 7%, con un peso final de 7,243 g, no obstante, la investigación de Monteza & Saméme (2019), indica que, al aplicar una temperatura de secado de 60–70°C, el porcentaje de humedad de la semilla es de 6,54%, con un peso de muestra posterior al secado de 4,67 g; de manera similar, Jurado-Erazo et

al. (2023), informan un porcentaje de humedad del 6,01% al realizar el secado a una temperatura de 110°C.

#### 4.1.2. Análisis químico de la semilla de mamey en base seca

Se seleccionó una muestra representativa de 30 semillas de mamey y se determinaron en triplicado el porcentaje de humedad, cenizas, fibra, grasa y proteínas. La Tabla 12 detalla los resultados del análisis químico de la semilla de mamey en su estado seco.

**Tabla 12.**

*Resultados del análisis químico de la materia prima*

Variable	Método	Estado seco
Humedad (%)	Pérdida de peso (AOAC 925.10)	7,87
Cenizas (%)	Calcinación (AOAC 923.03)	2,50
Fibra (%)	Gravimetría (NTE INEN 522)	9,55
Grasas (%)	Soxhlet (AOAC 2003.06)	53,93
Proteína (%)	Kjeldahl (AOAC 2001)	12,17

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

Según los hallazgos de Palacios-Pérez & Luna-Suárez (2023), se establece que las semillas de mamey presentan un contenido de humedad del 15.79%, debido a su estado de maduración de la fruta y una cantidad notable de fibra del 10.25%.

Según Rojas & Flórez (2019), la cantidad de cenizas obtenida de la semilla en base seca del mamey es de 2,48%; así mismo, de acuerdo con Lino & Lino M (2019), las grasas contenidas en la almendra del mamey son de 45,37%, finalmente, Arunasree et al. (2023), señalan que en base seca, la semilla tiene un contenido de proteína de 12,36%.

### 4.1.3. Extracción de aceite por dos métodos

#### 4.1.3.1. Extracción de aceite por prensado en frío

La cantidad de muestra utilizada en el proceso de extracción de aceite, se presenta en la Tabla 13 donde se logró obtener 242,6 mL de aceite a partir de 430 g de muestra, alcanzando así un rendimiento del 56,41%. Además, en la Figura 9 se visualiza el aceite de mamey extraído por el método de prensado en frío.

**Tabla 13.**

*Valores de extracción de aceite y rendimiento por prensado en frío*

<b>Variable</b>	<b>Cantidad</b>
P. muestra (g)	430
Aceite extraído mL	242,6
%Rendimiento	56,4186

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

**Figura 9.**

*Aceite extraído por prensado en frío*



*Nota:* Muestra del aceite de mamey extraído por prensado en frío

En comparación, según Lino & Lino M (2019), utilizando el mismo método, ofrece un rendimiento de 45,37% utilizando 300 g de muestra. Además, la investigación de Cuchiye (2023), señala que el método de prensado en frío con la matriz de aguacate logra un rendimiento del 64% en la obtención de aceite.

#### 4.1.3.2. Extracción de aceite por fluidos supercríticos

Los resultados correspondientes a los diversos tratamientos, se presentan en la Tabla 14, donde se considera la combinación de los factores de presión y temperatura, junto con el rendimiento obtenido en cada uno.

**Tabla 14.**

*Resultados de la extracción de aceite por fluidos supercríticos*

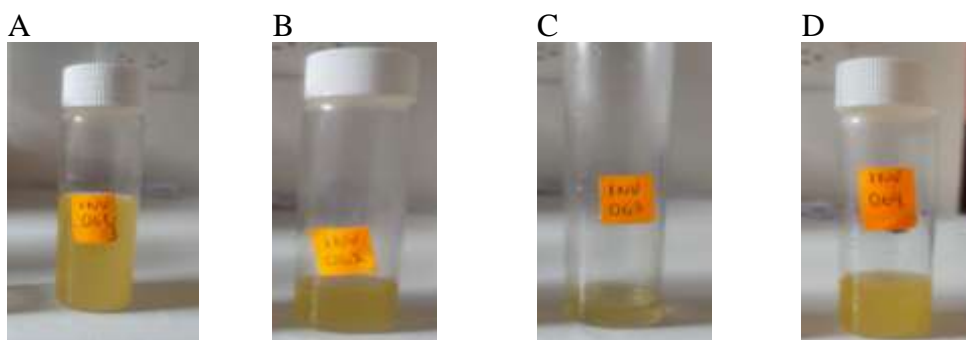
Tratamiento	Masa (g)	Presión (bar)	T (°C)	V Extraído (mL)		Promedio (mL)	Rendimiento (%)
				R1	R2		
1	430	200	40	8,3584	7,6346	7,9965	1,8596
2	430	200	60	9,2375	10,7992	10,01835	2,3298
3	430	300	40	11,271	11,6674	11,4692	2,6672
4	430	300	60	23,8461	22,6562	23,25115	5,4072

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

En la Figura 10 se visualiza el aceite extraído por fluidos supercríticos bajo diferentes condiciones de presión y temperatura.

**Figura 10.**

*Aceite extraído por fluidos supercríticos*



*Nota.* La figura A exhibe el aceite extraído bajo las condiciones del tratamiento 1, la figura B indica el aceite extraído bajo las condiciones del tratamiento 2, la figura C muestra el aceite extraído bajo las condiciones del tratamiento 3 y la figura D indica el aceite extraído bajo las condiciones del tratamiento 4.

La Tabla 14 exhibe los resultados derivados del proceso de extracción de aceite de mamey, se destaca que al operar a una presión de 300 bares y a una temperatura de



60°C se genera mayor cantidad de aceite, logrando un rendimiento del 5,41%. En comparación, los resultados obtenidos por Carpio-Jiménez et al. (2022), indican que al trabajar a 300 bares y 45°C se obtuvo un rendimiento inferior, alcanzando el 1,97%.; de manera similar, los hallazgos de Mamani (2019), revelan un rendimiento del 3,7% mediante el método de fluidos supercríticos, en condiciones experimentales de 137 bares y 45 °C.

#### 4.1.4. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por dos métodos

##### 4.1.4.1. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por prensado en frío

Los resultados correspondientes a la calidad del aceite de mamey extraído mediante el método de prensado en frío, evaluados conforme a la normativa de Grasas y Aceites NTE INEN 2421, se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15.**

*Resultado de los parámetros de calidad en el aceite por el método prensado en frío.*

Parámetro	Unidad	Valor	Método de ensayo	Min.	Máx.
Densidad relativa	-	0,914	NTE INEN 35	0,909	0,915
Acidez	%	0,571	NTE INEN 38	-	0,5
pH	-	6,199	-	4	7
Índice de saponificación	de (mg/g)	149,197	NTE INEN 40	119	-
Índice de refracción	-	1,46	NTE INEN 42	1,466	1,4685

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

Los valores obtenidos para los distintos parámetros son los siguientes: densidad relativa, 0,914, ubicándose dentro de los rangos especificados por la NTE INEN 35 (0,909 a 0,915); acidez, 0,571, en concordancia con la NTE INEN 38 que establece un máximo de 0,5; pH, 6,199, en línea con el rango de pH para el aceite de oliva (4 a 7); índice de saponificación, 149,197, cumpliendo con los estándares de calidad definidos por la NTE INEN 40, que establece un rango mínimo de 119 (a mayor

valor, mayor calidad del aceite); e índice de refracción, 1,46, en concordancia con la NTE INEN 42, que especifica un rango máximo de 1,466 a 1,4685. Estos resultados reflejan la conformidad del aceite de mamey con los parámetros de calidad establecidos por las normativas correspondientes.

#### 4.1.4.2. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por fluidos supercríticos

La Tabla 16 presenta los resultados de la evaluación de la calidad del aceite de mamey obtenido mediante el método de fluidos supercríticos, llevado a cabo conforme a las especificaciones de la Normativa de Grasas y Aceites NTE INEN 2421.

**Tabla 16**

*Resultados obtenidos de los parámetros de calidad en el aceite por el método fluidos supercríticos*

Parámetro	ud.	T1	T2	T3	T4	Método de ensayo	Min.	Máx.
Densidad relativa	-	0,921	0,919	0,919	0,918	NTE INEN 35	0,909	0,915
Acidez	%	0,365	0,49	0,58	0,36	NTE INEN 38	-	0,5
pH	-	4,06	3,97	4,05	4,21	-	4	7
Índice de saponificación	$\frac{mg}{g}$	127,20	127,33	130,96	134,47	NTE INEN 40	119	-
Índice de refracción	-	1,46	1,45	1,465	1,468	NTE INEN 42	1,466	1,469

*Nota.* Datos obtenidos en los laboratorios de Investigación de la UEB (2024).

Los parámetros analizados incluyen la densidad relativa, cuya determinación sigue la Normativa NTE INEN 35; la acidez, medida según la Normativa NTE INEN 38; el pH, cuya referencia se basa en el rango de 4 a 7 establecido para el aceite de oliva; el índice de saponificación, evaluado según la Normativa NTE INEN 40; y el índice de refracción, medido de acuerdo con la Normativa NTE INEN 42.

## ANOVA en base a Densidad Relativa

**Tabla 17.**

*Análisis de Varianza para Densidad relativa – Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión de extracción	0,000231125	1	0,000231125	4,05	0,1146
B: Temperatura de extracción	0,000528125	1	0,000528125	9,25	<b>0,0384</b>
INTERACCIONES					
AB	0,000946125	1	0,000946125	16,56	<b>0,0152</b>
RESIDUOS	0,0002285	4	0,000057125		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00193387	7			
A: Presión de extracción	0,000231125	1	0,000231125	4,05	0,1146

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

La Tabla 17 descompone la variabilidad de densidad relativa en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P, que evalúan la significancia estadística de cada factor, revelan que dos de ellos poseen un impacto significativo estadísticamente en la densidad relativa, con un nivel de confianza del 95.0%, dado que sus valores-P son menores a 0.05.

## Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad relativa por Temperatura de extracción

**Tabla 18.**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Densidad relativa por Temperatura de*

*extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD*

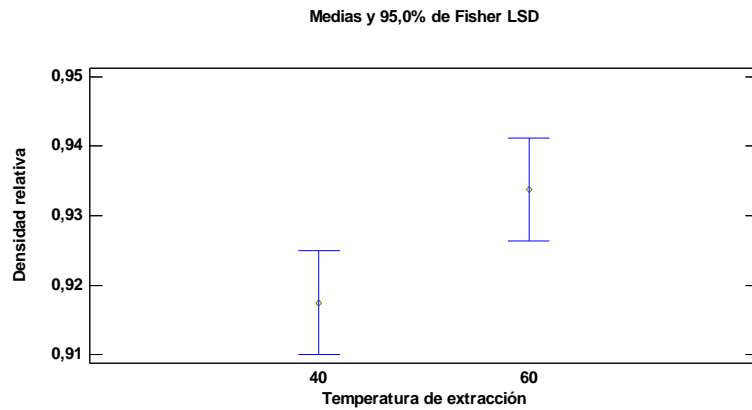
Temperatura de extracción	de Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
40	4	0,9175	0,00377905	X
60	4	0,93375	0,00377905	X
<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia +/-</b>	<b>Límites</b>	
40 – 60	*	<b>-0,01625</b>	0,0148384	

Nota: \* indica una diferencia significativa.

La Tabla 18 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. En función a la temperatura de extracción 40-60 existe una diferencia estimada de -0,01625.

**Figura 11.**

*Gráfica de medias para densidad relativa vs presión de extracción*

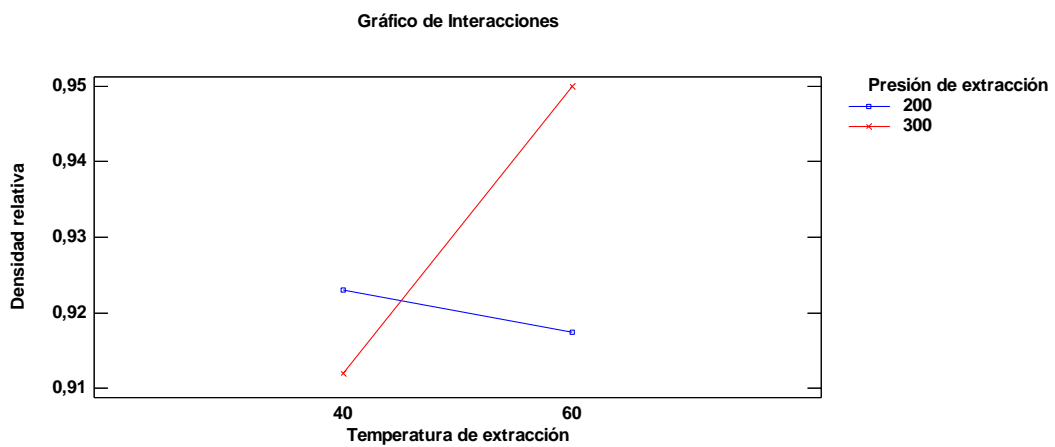


Nota: la figura indica los niveles del factor temperatura de extracción 40 y 60°C

La Figura 11 muestra las medias de los niveles del factor B en función a la densidad relativa, las cuales tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la obtención del aceite de mamey con un 95,0% de confianza.

**Figura 12.**

*Gráfica de interacción entre densidad relativa y presión de extracción*



Nota: La figura indica interacción entre temperatura y presión de extracción en relación a la densidad relativa.

La Figura 12 muestra que la densidad relativa es mayor cuando la presión de extracción es de 300 bares y a una temperatura de 60 °C, lo cual indica una diferencia significativa.

### ANOVA en base a Acidez

**Tabla 19.**

*Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III*

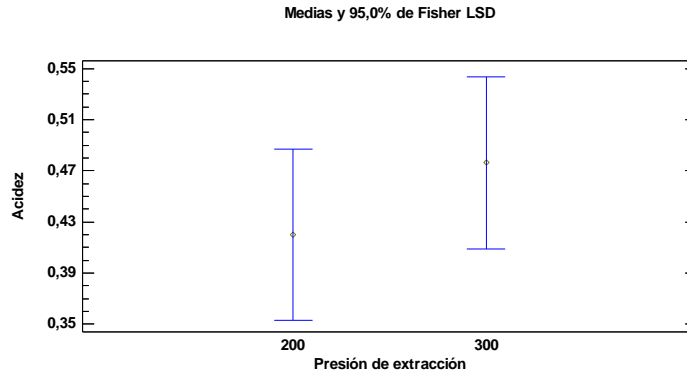
Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Presión de extracción	0,00632813	1	0,00632813	1,35	0,3095
B: Temperatura de extracción	0,000036125	1	0,000036125	0,01	0,9342
INTERACCIONES					
AB	0,101926	1	0,101926	21,78	0,0095
RESIDUOS	0,0187185	4	0,00467963		
TOTAL	0,127009	7			
(CORREGIDO)					

Nota: La tabla muestra significancia estadística para la interacción de los factores A y B

La Tabla 19 descompone la variabilidad de Acidez en contribuciones debido a varios factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P, el cual pertenece a la interacción de los factores A y B es menor que 0,05, este factor posee un efecto significativo estadísticamente sobre Acidez con un 95,0% de nivel de confianza.

**Figura 13.**

*Gráfica de medias acidez vs presión de extracción*



*Nota:* la figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar

La Figura 13 proporciona información sobre la relación entre la presión de extracción y la acidez, y cómo varían a medida que cambia la presión de extracción.

**Figura 14.**

*Gráfica de interacción entre los factores presión y temperatura de extracción en base a acidez*



*Nota:* La figura indica la interacción entre temperatura y presión de extracción en relación a la acidez.

La Figura 14 muestra que la acidez es mayor cuando la temperatura de extracción es de 40 °C y la presión es de 300 bares, lo cual indica una diferencia significativa.

## ANOVA en base a pH

**Tabla 20.**

*Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III*

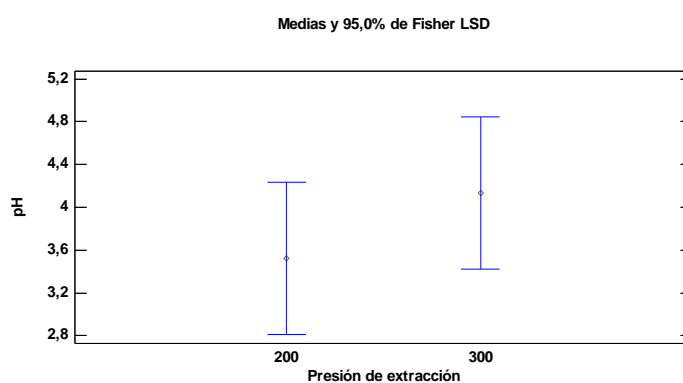
Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Presión de extracción	0,741153	1	0,741153	1,41	0,3007
B:Temperatura de extracción	0,54132	1	0,54132	1,03	0,3676
INTERACCIONES					
AB	0,28918	1	0,28918	0,55	0,4994
RESIDUOS	2,10232	4	0,52558		
TOTAL (CORREGIDO)	3,67397	7			

Nota: La tabla muestra que para pH no hay significancia estadística de factores e interacciones

La Tabla 20 correspondiente al ANOVA, descompone la variabilidad de pH en contribuciones debidas a varios factores. Los valores P son utilizados para evaluar la significancia estadística de cada uno de estos factores. Dado que ninguno de los valores P es inferior a 0,05, se concluye que, con un nivel de confianza del 95,0%, ninguno de los factores o interacciones ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre el pH.

**Figura 15.**

*Gráfica de medias pH vs presión de extracción*

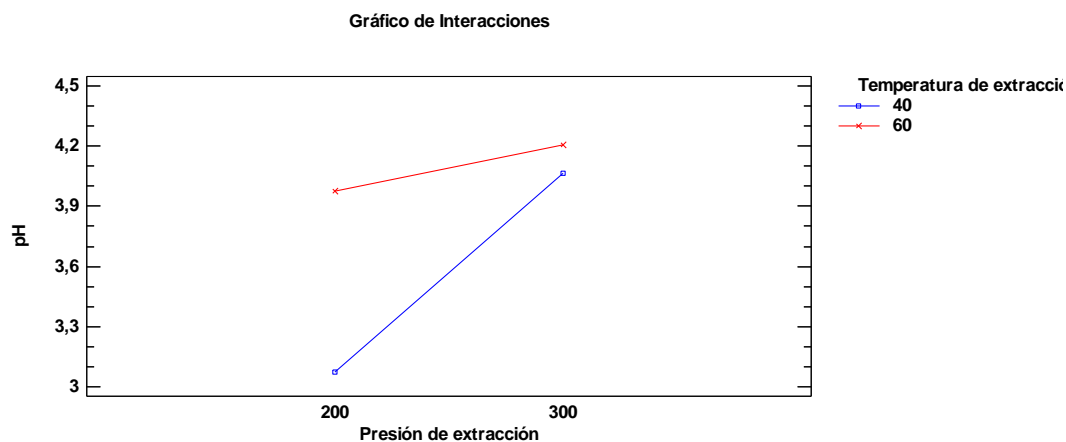


Nota: la figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar.

La Figura 15 indica la relación entre la presión de extracción y el pH mostrando cómo estos parámetros varían a medida que la presión de extracción experimenta cambios.

**Figura 16.**

*Gráfica de interacción entre pH y presión de extracción*



*Nota:* La figura indica la interacción entre presión y temperatura de extracción en relación al pH.

La Figura 16 muestra que en relación al pH no hay interacción entre temperatura y presión de extracción.

### ANOVA en base a Índice de Saponificación

**Tabla 21.**

*Análisis de Varianza para Índice de saponificación - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Presión de extracción	1349,27	1	1349,27	14,79	<b>0,0184</b>
B:Temperatura de extracción	1,6155	1	1,6155	0,02	0,9006
INTERACCIONES					
AB	34,1923	1	34,1923	0,37	0,5735
RESIDUOS	365,022	4	91,2554		
TOTAL (CORREGIDO)	1750,1	7			

*Nota:* La tabla indica que existe significancia estadística para el factor A

La Tabla 21 indica la variabilidad del Índice de Saponificación en contribuciones atribuibles a diversos factores. La significancia estadística de cada factor es evaluada mediante los valores p. Dado que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Índice de saponificación con un 95,0% de nivel de confianza.



## Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Saponificación por Presión de extracción

**Tabla 22**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Saponificación por Presión de extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD*

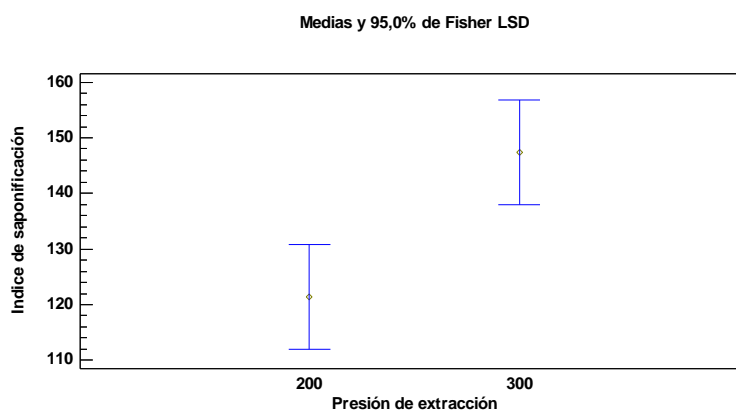
Presión extracción	de Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
200	4	121,439	4,77638	X
300	4	147,412	4,77638	X
Contraste	Sig.	Diferencia +/-	Límites	
200 – 300	*	<b>-25,9737</b>	18,7545	

Nota: \* indica una diferencia significativa.

La Tabla 22 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. En función a la presión de extracción 200-300 existe una diferencia estimada de -25,973.

**Figura 17.**

*Gráfica de medias Índice de Saponificación vs presión de extracción*

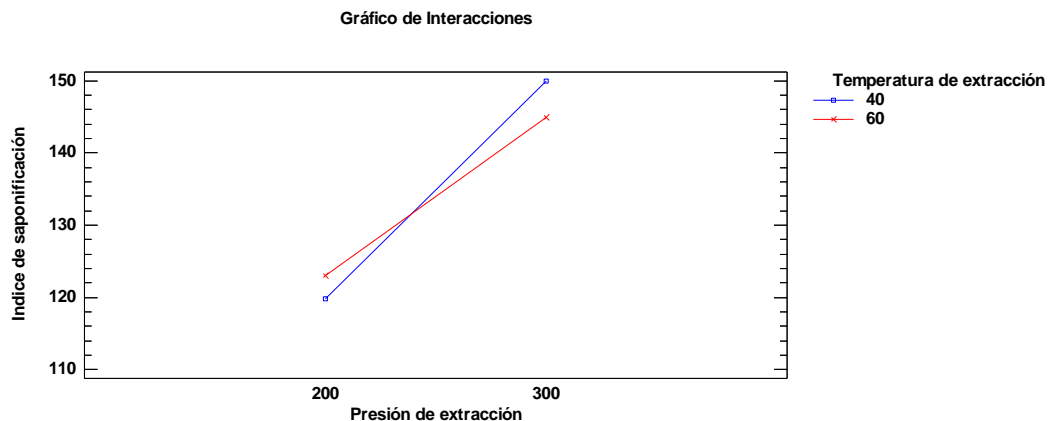


Nota: la figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar.

La Figura 17 ilustra la relación existente entre la presión de extracción y el índice de saponificación, ofreciendo una representación visual de cómo estas variables fluctúan en respuesta a los cambios en la presión de extracción.

**Figura 18.**

*Gráfica de interacciones entre Índice de Saponificación y presión de extracción*



*Nota:* La figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar.

La Figura 18 muestra que en relación al índice de saponificación es mayor cuando se extrae el aceite a una temperatura de extracción de 40 °C y a una presión de 300 bares.

### ANOVA en base a Índice de Refracción

**Tabla 23.**

*Análisis de Varianza para Índice de refracción - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Presión de extracción	0,00045	1	0,00045	18,00	0,0132
B:Temperatura de extracción	0	1	0	0,00	1,0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0002	1	0,0002	8,00	0,0474
RESIDUOS	0,0001	4	0,000025		

*Nota:* La tabla indica que existe significancia en el factor A y en la interacción A y B

La Tabla 23 indica la variabilidad del Índice de Refracción en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P, que valúan la significancia estadística de cada factor, revelan que dos de ellos poseen un impacto estadísticamente significativo en la densidad relativa, con un nivel de confianza del 95.0%, dado que sus valores-P son menores a 0.05.

## Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Saponificación por Presión de extracción

**Tabla 24**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Refracción por Presión de extracción. Método: 95,0 porcentaje LSD*

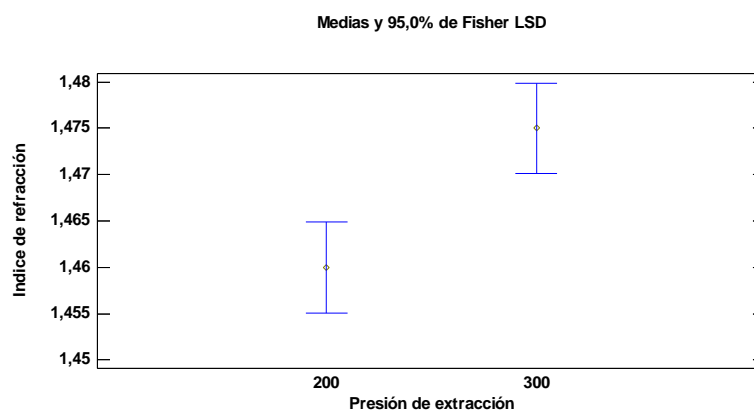
Presión de extracción	de Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
200	4	1,46	0,0025	X
300	4	1,475	0,0025	X
Contraste	Sig.	Diferencia +/-	Límites	
200 – 300	*	<b>-0,015</b>	0,00981625	

Nota: \* indica una diferencia significativa.

La Tabla 24 emplea un procedimiento de comparación múltiple para establecer cuáles medias son significativamente disímiles de otras. En función a la presión de extracción 200-300 existe una diferencia estimada de -0,015.

**Figura 19.**

*Gráfica de medias Índice de Refracción vs presión de extracción*

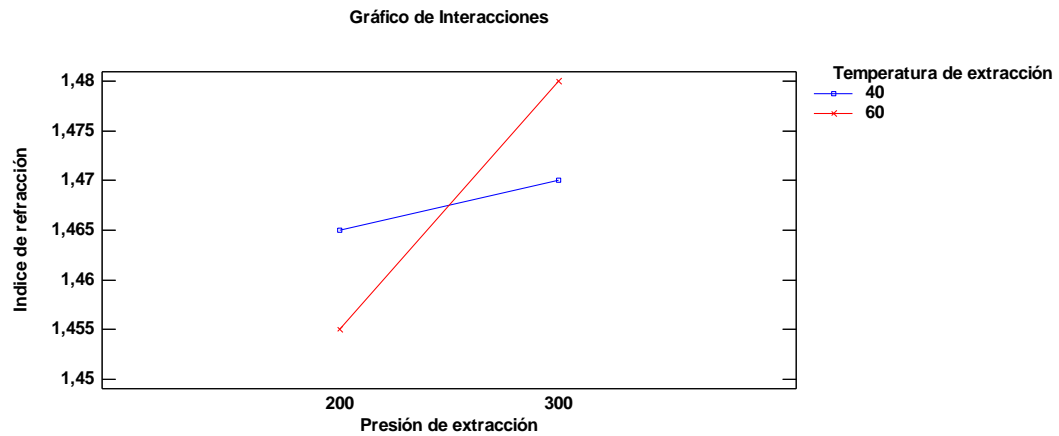


Nota: la figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar.

La Figura 19 ilustra la relación existente entre la presión de extracción y el índice de refracción, ofreciendo una representación visual de cómo estas variables fluctúan en respuesta a los cambios en la presión de extracción.

**Figura 20.**

*Gráfica de interacción entre Índice de Refracción y presión de extracción*



*Nota:* La figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar.

La Figura 20 muestra que a temperatura de 60 °C y a presión de 300 bares el índice de refracción es mayor.

#### **ANOVA en base a rendimiento**

**Tabla 25.**

*Análisis de varianza de las combinaciones de factores y niveles de extracción de aceite en base a Rendimiento*

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Presión de extracción	7,54856	1	7,54856	245,96	0,0001
B: Temperatura de extracción	5,15366	1	5,15366	167,92	0,0002
INTERACCIONES					
AB	2,57759	1	2,57759	83,99	0,0008
RESIDUOS	0,122761	4	0,0306904		
TOTAL	15,4026	7			
(CORREGIDO)					

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

La Tabla 25 correspondiente al ANOVA, descompone la variabilidad de Rendimiento en contribuciones debidas a varios factores. La significancia estadística de cada factor se evalúa mediante los valores p. Dado que tres de estos valores p son inferiores a 0,05, se concluye que dichos factores ejercen un impacto

estadísticamente significativo en el rendimiento, con un nivel de confianza del 95,0%.

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Presión de extracción

**Tabla 26.**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Presión de extracción*

*Método: 95,0 porcentaje LSD*

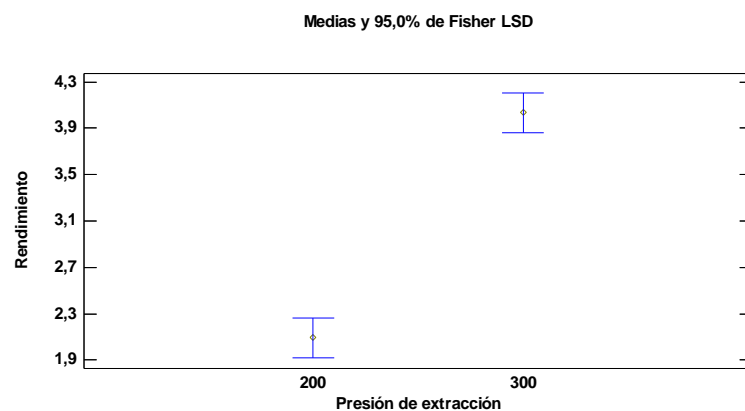
Presión de extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
200	4	2,0945	0,0875933	X
300	4	4,03725	0,0875933	X
Contraste	Sig.	Diferencia +/-	Límites	
200 – 300	*	-1,94275	0,343935	

Nota: \* indica una diferencia significativa.

En la Tabla 26 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para identificar qué medias muestran diferencias estadísticamente significativas entre sí. De esta forma, en función a la presión de extracción 200-300, existe una diferencia estimada de -1,94275.

**Figura 21.**

*Gráfica de medias rendimiento vs presión de extracción*



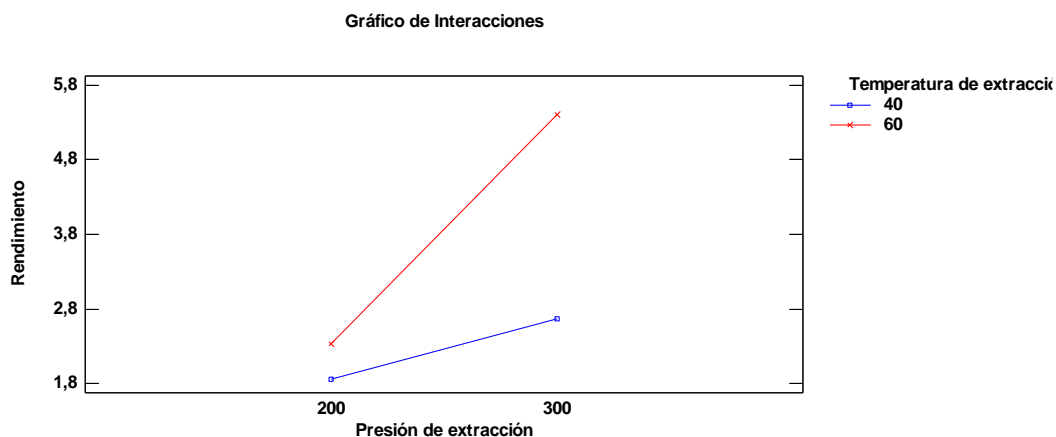
Nota: La figura indica los niveles del factor presión de extracción 200 y 300 bar

La Figura 21 ilustra la relación existente entre la presión de extracción y el rendimiento, ofreciendo una representación visual de cómo estas variables fluctúan

en respuesta a los cambios en la presión de extracción. Además, indica una diferencia estadísticamente significativa entre sí.

**Figura 22.**

*Gráfica de interacción entre rendimiento y presión de extracción*



*Nota:* La figura indica la interacción entre el rendimiento con la presión de extracción.

La Figura 22 ilustra que el rendimiento es mayor a una temperatura de extracción de 60°C y a presión de 300 bares, indicando que existe diferencia significativa.

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Temperatura de extracción

**Tabla 27**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por Temperatura de extracción*

*Método: 95,0 porcentaje LSD*

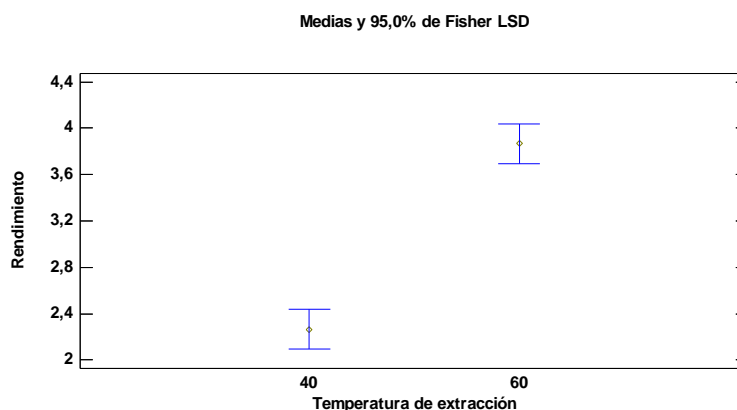
Temperatura de extracción	de Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
40	4	2,26325	0,0875933	X
60	4	3,8685	0,0875933	X
<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia +/-</b>	<b>Límites</b>	
40 – 60	*	-1,60525	0,343935	

*Nota:* \* indica una diferencia significativa.

La Tabla 27 emplea un procedimiento de comparación múltiple para establecer cuáles medias son significativamente disímiles de otras. En función a la temperatura de extracción 40-60 existe una diferencia estimada de -1,60525.

### Figura 23.

*Gráfica de medias rendimiento vs presión de extracción*

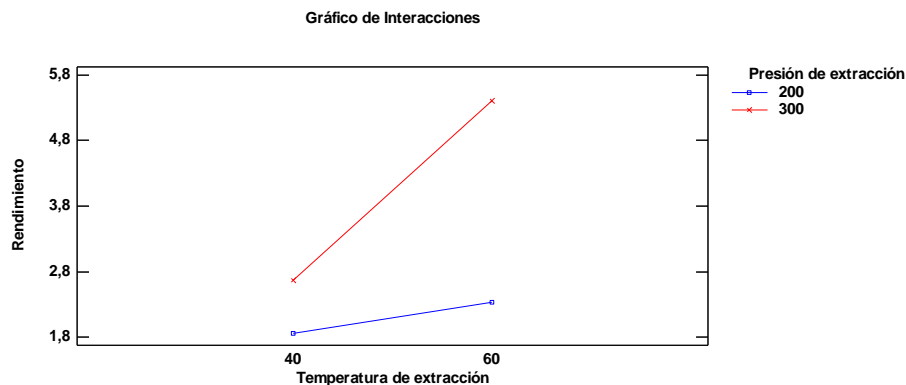


*Nota:* la figura indica los niveles del factor temperatura de extracción 40 y 60°C

La Figura 23 ilustra la relación existente entre la temperatura de extracción y el rendimiento, ofreciendo una representación visual de cómo estas variables fluctúan en respuesta a los cambios en la presión de extracción. Además de indicar una diferencia estadísticamente significativa entre sí.

### Figura 24.

*Gráfica de interacción entre rendimiento y presión de extracción*



*Nota:* La figura indica la interacción entre temperatura y presión de extracción en relación al rendimiento.

La Figura 24 muestra que el rendimiento es mayor cuando la temperatura de extracción es de 60°C y la presión es de 300 bares, lo cual indica una diferencia significativa.

#### **4.1.5. Identificación del perfil lipídico de los ácidos grasos presentes**

Para la determinación del perfil de ácidos grasos se llevó a cabo la esterificación de la siguiente manera: De 20 a 30  $\mu$ L de aceite, se realizó una hidrólisis utilizando 2 mL de solución metanólica de KOH 0.5M preparada en metanol grado HPLC, la solución se llevó a ebullición por 10 minutos con agitación constante. Transcurrido este tiempo se adiciono 1 ml de solución metanólica de HCl, se colocó los tubos con las muestras a baño maría a temperatura de 50 °C por 25 minutos. Posteriormente pasado este tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente, se agregó 3 mL de agua destilada y agitar.

Para extraer los ésteres metílicos de los ácidos grasos se añadió 10 mL de hexano grado cromatográfico y se agito contantemente, finalmente el extracto de hexano se inyectó a un val cromatográfico para posterior separación en el cromatógrafo de gases. Las Figura 25, Figura 26,

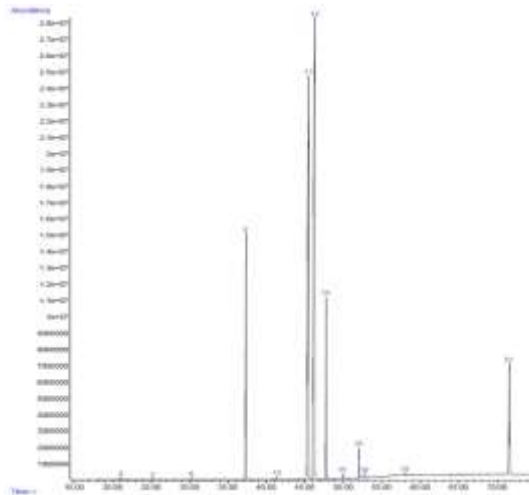
Figura 27,

Figura 28 y Figura 29 indican el perfil lipídico mediante cromatografía de gases, por método de extracción de prensado en frio y fluidos supercríticos.



**Figura 25.**

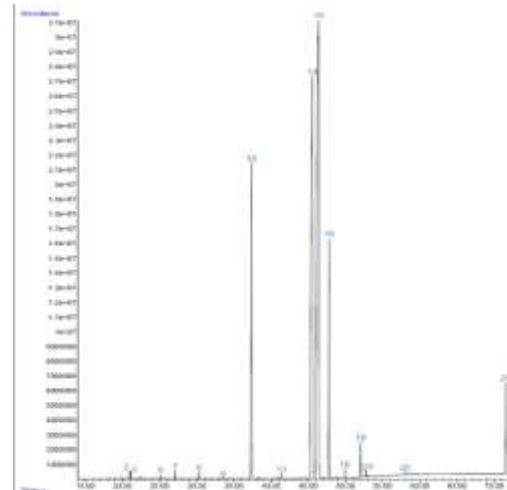
*Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “prensado en frío”*



*Nota:* Para visualizar todos los componentes presentes en el aceite de mamey ir a Anexo 2.

**Figura 26.**

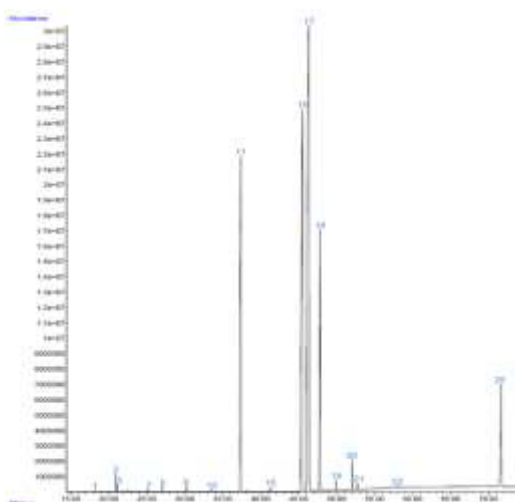
*Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 1(200 bar – 40°C)*



*Nota:* Para visualizar todos los componentes presentes en el aceite de mamey ir a Anexo 2.

**Figura 27.**

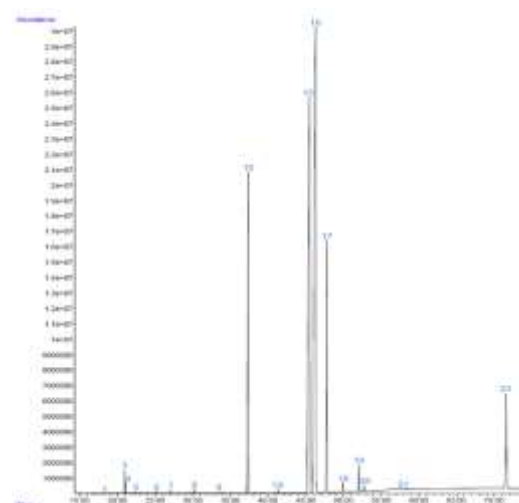
*Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 2(200 bar – 60°C)*



*Nota:* Para visualizar todos los componentes presentes en el aceite de mamey ir a Anexo 2.

**Figura 28.**

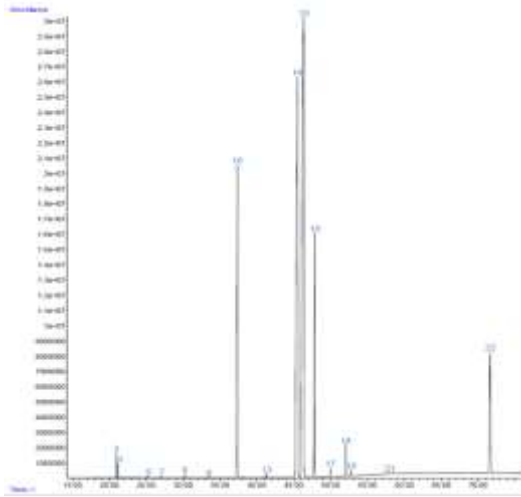
*Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases “fluidos súpercríticos” T 3(300 bar – 40°C)*



Para visualizar todos los componentes presentes en el aceite de mamey ir a Anexo 2.

**Figura 29.**

*Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de “fluidos súpercríticos” T 4(300 bar – 60°C)*



Nota: Para visualizar todos los componentes presentes en el aceite de mamey ir a Anexo 2.



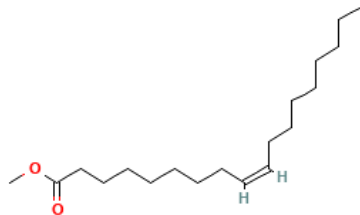
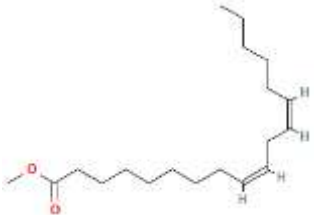
**Tabla 28.***Compuestos del Aceite de mamey por métodos de extracción prensado en frío y fluidos supercríticos*

N°					Compuesto	Tiempo de retención (min)					Área (%)				
PF	FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4		PF	FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4	PF	FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4
8	10	11	10	10	Palmitic acid, methyl ester	37,319	37,370	37,362	37,362	37,353	10,05	12,64	14,533	13,79	13,03
11	14	16	15	14	Stearic acid, methyl ester	45,462	45,556	45,400	45,484	45,484	33,90	33,45	27,500	29,18	30,24
12	15	17	16	15	Oleic acid, methyl ester	46,311	46,255	46,252	46,251	46,252	41,50	41,07	42,520	41,76	40,94
14	16	18	17	16	Linoleic acid, methyl ester	47,750	47,789	47,783	47,853	47,853	6,20	6,70	8,417	8,29	7,62
21	26	25	23	22	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71,595	71,585	71,587	71,591	71,606	6,64	4,04	4,890	4,91	6,08

Nota: PF: Extracción por prensado en frío; FSC T1: Extracción por fluidos supercríticos tratamiento 1; FSC T2: Extracción por fluidos supercríticos tratamiento 2; FSC T3: Extracción por fluidos supercríticos tratamiento 3; FSC T4: Extracción por fluidos supercríticos tratamiento 4

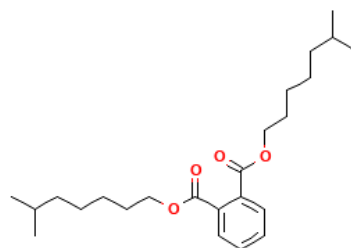
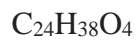
**Tabla 29**

*Compuestos del Aceite de mamey fórmula general, formula estructural y función.*

Compuesto	Fórmula general	Fórmula estructural	Función
Palmitic acid, methyl ester	$C_{17}H_{34}O_2$		Puede provocar la relajación de los vasos sanguíneos y generar efectos que combaten la inflamación (Lin et al., 2019)
Stearic acid, methyl ester	$C_{19}H_{38}O_2$		Se emplea en cosmética, industria farmacéutica y biomédica como adyuvante terapéutico y agente de administración de fármacos. También tiene aplicaciones en lubricantes y plásticos (Patti et al., 2021).
Oleic acid, methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$		Se emplea en la producción de detergentes, emulsionantes, agentes humectantes, estabilizadores, tratamientos textiles, plastificantes para tintas de duplicación, cauchos, ceras, oleonitrilo, aceites secantes, cefalosporina S, alcanolamidas, alcoholes y ácidos grasos y estándar de referencia cromatográfica (Haz-Map, 2022).
Linoleic acid, methyl ester	$C_{19}H_{34}O_2$		Se emplea en productos cosméticos para el acondicionamiento de la piel, actuando como emoliente y contribuyendo como ingrediente fragante (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2024b).

---

Phthalic acid,  
bis(6-  
methylheptyl)  
ester



Son usados como plastificantes para ablandar el cloruro de polivinilo, se encuentran en productos como, artículos de cuidado personal, detergentes, envases, juguetes, pinturas, productos farmacéuticos, alimentos y textiles, así como en aplicaciones domésticas como cortinas de baño, tapicería de vinilo, adhesivos y envoltorios de alimentos (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2024a).

---

*Nota:* Estos son los compuestos que presentan una mayor área en el análisis cromatográfico.

En el caso de Jiménez (2021), se identificaron como ácidos predominantes en la semilla del mamey el ácido esteárico (27,8%), el oleico (49,6%) y el linoleico (13,0%) mediante el método de extracción Soxhlet. Contrariamente, mediante el método de prensado en frío, se registró una mayor concentración del ácido esteárico (33,90%), seguido del oleico (41,50%) y el linoleico (6,20%), aunque con un área menor en comparación. Por otra parte, según la investigación de Lino & Lino M (2019), el aceite de mamey obtenido por extracción con éter de petróleo contiene ácido linoleico (10,12%), palmítico (9,33%), oleico (64,12%) y esteárico (15,20%); en comparación con la extracción por fluidos supercríticos, donde el tratamiento 3 obtuvo el ácido palmítico (13,79%), esteárico (29,18%), oleico (41,76%), linoleico (8,29%).

Por tanto, la utilización de los métodos de extracción Soxhlet y el método de prensado en frío utilizado en la presente investigación revela diferencias notables en la concentración de ácidos, siendo el ácido esteárico más prominente en el método de prensado en frío. Aunque el oleico y el linoleico muestran concentraciones más altas en el método de extracción Soxhlet. Por otro lado, en el método de éter de petróleo, se observa una mayor proporción de ácido oleico, mientras que en el tratamiento 3 de la extracción por fluidos supercríticos, el ácido esteárico y el oleico son más predominantes.

#### **4.1.6. Elaboración de un sérum facial con el aceite extraído**

Después de combinar los ingredientes cosméticos, tales como vitamina E acuosa, ácido hialurónico, aceite de semilla de mamey, glicerina vegetal, goma xantán y conservante (cosgard), se obtuvo el sérum facial. Este producto se caracteriza por su color amarillo, aroma a fruta de mamey, apariencia emulsionada y un pH de 5.0. Los parámetros se detallan en la Tabla 30.

**Tabla 30.**

*Características del sérum facial*

Parámetros	Especificación
Color	Amarillo pálido
Olor	Característico de mamey
Aspecto	Emulsión
pH	5.0

*Nota:* La tabla presenta las características organolépticas y físicas del sérum

Según la investigación de (Ratnasari et al., 2023) el rango de pH estándar para un sérum cosmético es de 4,5 a 6,5, sin embargo, se observó que el producto natural a base de extracto de pepino presentaba un pH 6,69, lo que lo hace inapropiado para uso cutáneo, a pesar de esto, se demostró que era más estable durante un período de almacenamiento de 21 días sin utilizar conservantes.

De manera similar, Ega et al. (2019), mencionan que el suero facial elaborado a base de extracto de vaina de cacao, debido a su capacidad antioxidante, presenta un pH de 7.32, junto con un aroma característico a cacao y de textura homogénea.

Se diseñó una etiqueta para el sérum facial, la cual incluye el nombre del producto, el contenido y la lista de ingredientes utilizados en su elaboración. La representación visual de esta etiqueta se presenta en la Figura 30, además, la Figura 31 presenta la presentación del aceite de mamey en un envase color ámbar.

**Figura 30.**

*Etiqueta del producto*



*Nota:* La imagen presenta la etiqueta del sérum facial

**Figura 31.**

*Producto*



*Nota:* La imagen presenta el producto en un envase ámbar.



## **4.2. COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS**

### **4.2.1. Hipótesis Nula**

$H_0$ : La extracción por fluidos supercríticos y prensado en frío no influye en el rendimiento y calidad del aceite de la semilla de mamey.

### **4.2.2. Hipótesis Alternativa**

$H_a$ : La extracción por fluidos supercríticos y prensado en frío influye en el rendimiento y calidad del aceite de la semilla de mamey.

### **4.2.3. Comprobación de hipótesis**

Se acepta la hipótesis alterna ya que se observa un rendimiento superior en el método de extracción por prensado en frío, mientras que, en cuanto a la calidad del aceite, se evidencia mejores resultados con el método de extracción por fluidos supercríticos.

Para los parámetros de calidad del aceite extraído por fluidos supercríticos, la tabla ANOVA para Densidad relativa (Tabla 17) indica que se acepta la hipótesis alternativa, esto se debe a la presencia de evidencia estadísticamente significativa en el factor Temperatura de extracción (valor - p de 0,0384) y en la interacción doble entre el factor A y B, donde el valor-p es de 0,0152.

La tabla ANOVA para Acidez (Tabla 19), evidencia la aceptación de la hipótesis alternativa, debido que existe evidencia estadísticamente significativa en la interacción AB con un valor - p de 0,0095.

De acuerdo con la tabla ANOVA para Índice de Saponificación (Tabla 21), indica que se acepta la hipótesis alternativa, puesto que, existe evidencia significativa en el factor A: Presión de extracción con un valor-p de 0,0184.

Finalmente, la tabla ANOVA para Índice de Refracción (Tabla 23), muestra que, existe evidencia significativa para aceptar la hipótesis alternativa, debido que el

factor A tiene un valor-p de 0,0132 y la doble interacción AB que tiene un valor-p de 0,0474.

Los resultados de la tabla ANOVA para Rendimiento (Tabla 25) presentada en esta sección respaldan la aceptación de la hipótesis alternativa, debido que existe evidencia estadística altamente significativa el factor A: Presión de extracción donde el valor-p de 0,0001, en el factor B: Temperatura de extracción con un valor-p de 0,0002 y en la interacción AB con un valor – p de 0,0008.

## CAPITULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- La caracterización físicoquímica de las semillas de mamey se realizó mediante un análisis, que incluyó la determinación del contenido de humedad (7.87% según el método AOAC 925.10), cenizas (2.50% según el método AOAC 923.03), fibra (9.55% mediante el método NTE INEN 522), grasa (53.93% según el método AOAC 2003.06) y proteína (12.17% según el método AOAC 2001), en base seca. Estos resultados ofrecen una visión de las propiedades de la semilla de mamey, datos esenciales para el procesamiento y almacenamiento de las semillas en futuras aplicaciones agroindustriales.
- Se realizó la extracción del aceite de la semilla de mamey utilizando los métodos de fluidos supercríticos y prensado en frío, donde se observa mayor rendimiento de 56,42% con 430 g de muestra mediante el método de prensado en frío, lo que destaca su eficacia en la extracción de aceite. En contraste, el rendimiento obtenido por fluidos supercríticos fue más bajo de 5,41% con la misma cantidad de muestra, lo cual señala que este método en tema de rendimiento no es tan eficaz.
- El aceite de mamey extraído mediante el método de prensado en frío tiene propiedades físicoquímicas ligeramente distintas, demostrando que la mejor calidad del aceite fue por el método de extracción por fluidos supercríticos encontrándose dentro de la Normativa NTE INEN de Grasas y Aceites 2421.
- El análisis del perfil lipídico del aceite de mamey mediante cromatografía de gases ha proporcionado información sobre la composición de ácidos grasos presentes en el aceite, se destaca en mayor presencia el palmitic acid, methyl ester (13,03%), stearic acid, methyl ester (30,24%), oleic acid, methyl ester (40,94%), linoleic acid, methyl ester (7,62%), y phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester (6,08%). Estos resultados revelan la diversidad de ácidos grasos en el aceite de mamey, por lo cual es versátil en su aplicación en industrias, como la cosmética, alimentaria o farmacéutica.
- Dentro de la elaboración del producto tiene una concentración de pH de 5.0; lo cual, está apto para la aplicación en la piel sin reacciones secundarias.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis adicionales para obtener una comprensión más profunda de otros componentes y propiedades de las semillas de mamey, como compuestos fenólicos, vitaminas y minerales. Esto puede proporcionar información adicional sobre su potencial valor nutricional y funcional.
- Dada la eficiencia destacada del método de prensado en frío, se recomienda priorizar este método para la extracción de aceite de semillas de mamey en aplicaciones agroindustriales. Sin embargo, es importante realizar investigaciones adicionales para optimizar los parámetros de este método y mejorar aún más el rendimiento.
- A pesar del rendimiento más bajo, el método de fluidos supercríticos puede tener ventajas en términos de selectividad y calidad del aceite. Se sugiere explorar ajustes en los parámetros de este método para mejorar el rendimiento y considerar aplicaciones específicas donde sus propiedades puedan ser ventajosas.
- Realizar pruebas adicionales para comprender mejor las propiedades funcionales del aceite extraído por ambos métodos, como pruebas de estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante para evaluar la idoneidad del aceite en diversas aplicaciones industriales.
- Realizar aplicaciones prácticas sobre la utilización del aceite de mamey en industrias como la alimentaria o farmacéutica, debido a sus componentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldas, J., Jacome, M. D., Castro, K. V., Zambrano, D. M., Revilla, K., Zambrano, R. M., & Arguello, J. A. (2023). Caracterización fisicoquímica de aceite de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) considerando distintos métodos de extracción. *Innovaciencia*, 11(1). <https://doi.org/10.15649/2346075X.3518>
- Amaya, J., Salazar, G., & Paz, L. (2019). *Desarrollo de una bebida fermentada a base de mamey (Mammea americana L.) con la adición de Lactobacillus casei* [Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19877/1/TESIS%20MAMEY%20ORIGINAL%2029%20DE%20MAYO.pdf>
- Aranguren, M., & Pérez, J. (2018). *El mamey colorado (Pouteria sapota Jacq): Generalidades y aspectos de su cultivo*. <https://www.researchgate.net/publication/325450485>
- Arunasree, T., Sneka, S., Chandara, A., & Keerthana, S. (2023). Development of bread from sapota seeds. *IJARIE-ISSN*, 9(5), 2395–4396.
- Baños, J. (2019). *Determinación del grado de acidez por volumetría de neutralización en muestras comerciales de aceite de oliva*. Guayaquil-Ecuador: Univeridad de Guayaquil.
- Barotto, A. (2021). Extracción verde de aceites esenciales. *Investigación Joven*, 8(2), 36–46. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/140964/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/140964/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bedón, K., & León, N. (2022). *Extracción Del Aceite Esencial De Matico (Piper Aduncum) Mediante El Método De Arrastre De Vapor* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9349/1/PC-002353.pdf>

- Calderón, M. (2023). *Evaluación Sensorial Y Físicoquímica De Mermelada Elaborada A Base De Pulpa De Mamey (Mammea Americana) Y Tumbo (Pasiflora Quadrangularis)* [Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11571/Calderon%20Quiroga%20Martha%20Juleisi%20Cristilda.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Carpio-Jiménez, C., Tapia, P., & Molleda, R. S. (2022). Contenido de ácidos grasos, propiedades físicoquímicas y actividad antioxidante de los aceites de *Chenopodium Quinoa Willd* y *Amaranthus Caudatus* extraídos por fluidos supercríticos. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 88(1), 39–51. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i1.374>
- Catalán, R. (2021, January 31). *Análisis Proximales en Alimentos*. TSI Life Science. <https://tecnosolucionescr.net/blog/278-analisis-proximales-en-alimentos>
- Centro Nacional de Información Biotecnológica. (2024a). *Resumen de compuestos de PubChem para CID 33934, ftalato de diisooctilo*.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica. (2024b). *Resumen de compuestos de PubChem para CID 5284421, linoleato de metilo*.
- Cervantes, M. E. (2022). Aprovechamiento de la almendra de la semilla del fruto del zapote mamey como sustituto de chocolate. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 8306–8315. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i6.3998](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3998)
- Contreras, L. (2021). *Manejo agronómico del cultivo de Mamey Cartagena (Mammea Americana)*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Cuchi, C. (2023). *Extracción Por Prensado En Frio Y Valoración De Las Características Físicoquímicas Y Sensoriales Del Aceite De Dos Variedades De Aguacate” (Persea Americana)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9992/1/MUTC-001419.pdf

Ega, S., Aprilia, S., Aryani, R., & Purwanti, L. (2019). Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of face serum containing cocoa pod husk phytosome (Theobroma cacao L.). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 9(10), 110–115. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2019.91015>

Escurra, X. (2021). *Efecto de la proporción pulpa: agua sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en néctar de mamey (Mammea Americana L.) variedad cartagena*. Universidad Privada Anterior Orrego.

Farinango, W. (2021). *Diseño de un proceso industrial para obtener aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus Globulus Labill) en la empresa IFG INNOVACIONES AGROPECUARIAS IBARRA-ECUADOR*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

García, Y. (2018). *Propagación del cultivo de mamey (Pouteria sapota Jacq), en Jaguey Grande* [Universidad de Matanzas]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/113/Propagaci%20del%20cultivo%20del%20mamey%20en%20Jag%20Grande%20%28Yosvanis%20Garc%20ada%20Manes%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Goenaga, R. (2019). DRY MATTER PRODUCTION AND NUTRIENT CONTENT OF MAMEY SAPOTE GROWN ON AN ACID ULTISOL. *Experimental Agriculture*, 55(3), 386–394. <https://doi.org/10.1017/S0014479718000054>

Gómez, W., & Arrieta, E. (2020). Estudio de la calidad del aceite Rio de Oro por su índice de refracción asociado con varias frituras. *Bistua*, 8(1), 17–20. <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2020.4171>

Graziati, G. (2023, March 17). *Fruta granada: propiedades, beneficios y contraindicaciones*. Ecología Verde.

- Guevara, J. (2020). *Extracción y microencapsulado de carotenoides con actividad antioxidante a partir de Pouteria sapota*. Universidad Técnica de Ambato.
- Haz-Map. (2022). *Oleato de metilo*. Haz-Map, Información Sobre Sustancias Químicas Peligrosas y Enfermedades Profesionales.
- Hernández, A. (2017). *Modelización de la extracción de aceites vegetales con CO2 en condiciones supercríticas* [Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/87655073.pdf
- Jiménez, E. (2021). *Extracción acuosa enzimática de aceites vegetales no convencionales*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Jurado-Eraza, D., Tulcán-Cuasapud, Y., & Rojas, A. (2023). Perspectivas de valorización de residuos de frutas a partir de sus características físicas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num1\\_art:3016](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:3016)
- Lin, J.-H., Ting, P.-C., Lee, W.-S., Chiu, H.-W., Chien, C.-A., Liu, C.-H., Sun, L.-Y., & Yang, K.-T. (2019). Palmitic acid methyl ester induces G2/M arrest in human bone marrow-derived mesenchymal stem cells via the p53/p21 Pathway. *Stem Cells International*, 2019, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2019/7606238>
- Lino, M., & Lino M. (2019). *Obtención de aceite a partir de la semilla de zapote mamey (Pouteria Sapota) para su uso como biocombustible*. Universidad de Guayaquil.
- Logroño, P., & Lozano, J. (2019). *Estudio de diversidad química cualitativa y cuantitativa de aceites esenciales provenientes de diferentes variedades de rosas híbridas de té*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- López, L., & Moreira, C. (2017). *Estudio de Factibilidad y Plan de Exportación de la pulpa de mamey congelado hacia el mercado español*.



- Mamani, A. (2019). *Propuesta de formulación de un producto a partir de aceites esenciales de especies aromáticas del sector valle de la paz extraído por arrastre de vapor y fluidos supercríticos*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Melara, J. (2023). *Beneficios del hueso de mamey y cómo aprovecharlo*. Cocina Fácil.
- Montes, V. (2020). *Estudio Monográfico Sobre Obtención De Aceites Y Material Particulado Para Uso Cosmético A Partir De Residuos Como Semillas, Generadas En La Agroindustria Cordobesa* [Universidad de Córdoba].  
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/1a2d48c1-5c0e-4c40-96d8-fa45245bdc54/content
- Monteza, S., & Saméme, J. (2019). *Extracción, caracterización y determinación del tiempo de vida útil, del aceite de semilla de zapote (Matisia Cordata, Bonpl)*. Universidad Señor de Sipán.
- Ortiz, B. (2021). *Estudio de viabilidad para la comercialización de productos derivados del mamey en la ciudad de Guayaquil* [Universidad Agraria del Ecuador].  
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORTIZ%20PENNA%20BEATRIZ%20LISSETTE.pdf
- Palacios-Pérez, F., & Luna-Suárez, S. (2023). Estudio de la composición química de semillas de Zapote negro. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 70, 708–713.
- Parada, I. (2021, July 21). *¿Cuál es el pH del aceite vegetal?* YuBrain.  
<https://www.yubrain.com/ciencia/quimica/el-ph-del-aceite-vegetal/>
- Patti, A., Lecocq, H., Serghei, A., Acierno, D., & Cassagnau, P. (2021). The universal usefulness of stearic acid as surface modifier: applications to the

- polymer formulations and composite processing. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 96, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2021.01.024>
- Pico, S., Jaimes, J., López, L., & Murillo, C. (2019). Supercritical extraction of bioactive compounds from cocoa husk: study of the main parameters. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, 91, 95–105.
- Puebla, U. d. (23 de Noviembre de 2019). *APENDICE A- Descripción de Análisis del Aceite*. Obtenido de APENDICE A- Descripción de Análisis del Aceite: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mepi/gutierrez\\_a\\_ba/apendiceA.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mepi/gutierrez_a_ba/apendiceA.pdf)
- Ramírez, K. (2023). *Determinación Del Índice De Refracción Y Densidad Relativa En Aceites*. <https://www.coursehero.com/file/204046353/TECNOLOGIADEACEITESYGRASASpdf/>
- Ratnasari, N., Puspariki, J., & Farhan. (2023). Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan serum dari ekstrak buah mentimun (*Cucumis Sativus L.*) Sebagai antioksidan. *Journal of Holistic and Health Sciences (Jurnal Ilmu Holistik Dan Kesehatan)*, 7(1), 9–16. <https://doi.org/10.51873/jhhs.v7i1.227>
- Rea, L. (2021). *APENDICE A-Descripción de Análisis del Aceite*.
- Rodríguez, A. (2019). *Evaluación del etanol como cosolvente en el proceso de extracción con fluido supercrítico - CO<sub>2</sub> para obtener aceite de maíz de la empresa Grupo Rocío [Universidad Nacional de Trujillo]*. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i6.3998](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3998)
- Rodríguez, C., Breña, J., & Esenarro, D. (2021). *Las variables en la metodología de la investigación científica* (1st ed.). Área de innovación y desarrollo, SL.
- Rodríguez, M., Medina, V., & Torres, M. (2021). Variabilidad genética en mamey (Pouteriasapota(JAQ).H.E. Moore&Stearn) basada en marcadores moleculares y morfología de fruto. *Ecucba*, 8(16), 6–11. <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/192/170>

- Ruiz, A. (2019). *Bebida en polvo a base de semilla de mamey (Pouteria Sapota)* [Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2291>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, November 27). *El mamey, una dulce fruta exótica*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-mamey-una-dulce-fruta-exotica#:~:text=El%20mamey%20pertenece%20a%20la,semilla%20se%20le%20llamada%20pixtle>.
- Tacias, V. G., Rosales, A., Rodrigues, R. C., Castañeda, D., Díaz, P. F., Torrestiana, B., Jiménez, E. F., & Fernández, R. (2021). Aqueous Extraction of Seed Oil from Mamey Sapote (*Pouteria sapota*) after Viscozyme L Treatment. *Catalysts*, *11*(6), 748. <https://doi.org/10.3390/catal11060748>
- Torres, A. F., & Castillo, W. E. (2018). Extracción y caracterización de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) obtenido por prensado en frío y solvente orgánico. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, *4*(1), 29–40. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v4i1.2059>
- Valenzo, V., & Baltierra, S. (2023). *Propiedades y beneficios del aceite de hueso de mamey*. Conjunto de LAR de México. <https://www.conjuntolar.com/index.php/blog/post/propiedades-y-beneficios-del-aceite-de-hueso-de-mamey#:~:text=El%20aceite%20de%20hueso%20de%20mamey%20se%20usa%20para%20formular,para%20barba%2C%20cejas%20y%20pesta%C3%B1as>.
- Vargas, Y. A., & Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vásquez, D. (2021). *Índice De Refracción De Los Aceites Y Determinar De Su Grado Brix* [Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía].

<https://es.scribd.com/document/542595828/Indice-de-Refraccion-diana-Vasquez>

Villatoro, E. (2020). *Evaluación del rendimiento extractivo de la fracción lipídica de la semilla del zapote (Pouteria sapota) utilizando la técnica de extracción Soxhlet y su caracterización fisicoquímica para su utilización industrial* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1846\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1846_Q.pdf)

Villegas, G. (2021). *Manejo agronómico del cultivo de mamey colorado (Pouteria sapota)* [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10343/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yáñez, K. (2019). *Extracción y caracterización del aceite de la Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) por la técnica de fluido supercrítico con Dióxido de Carbono*. Universidad Central del Ecuador.

## ANEXOS


### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



*Fuente:* (Google maps, 2021).

## Anexo 2. Informes de resultados

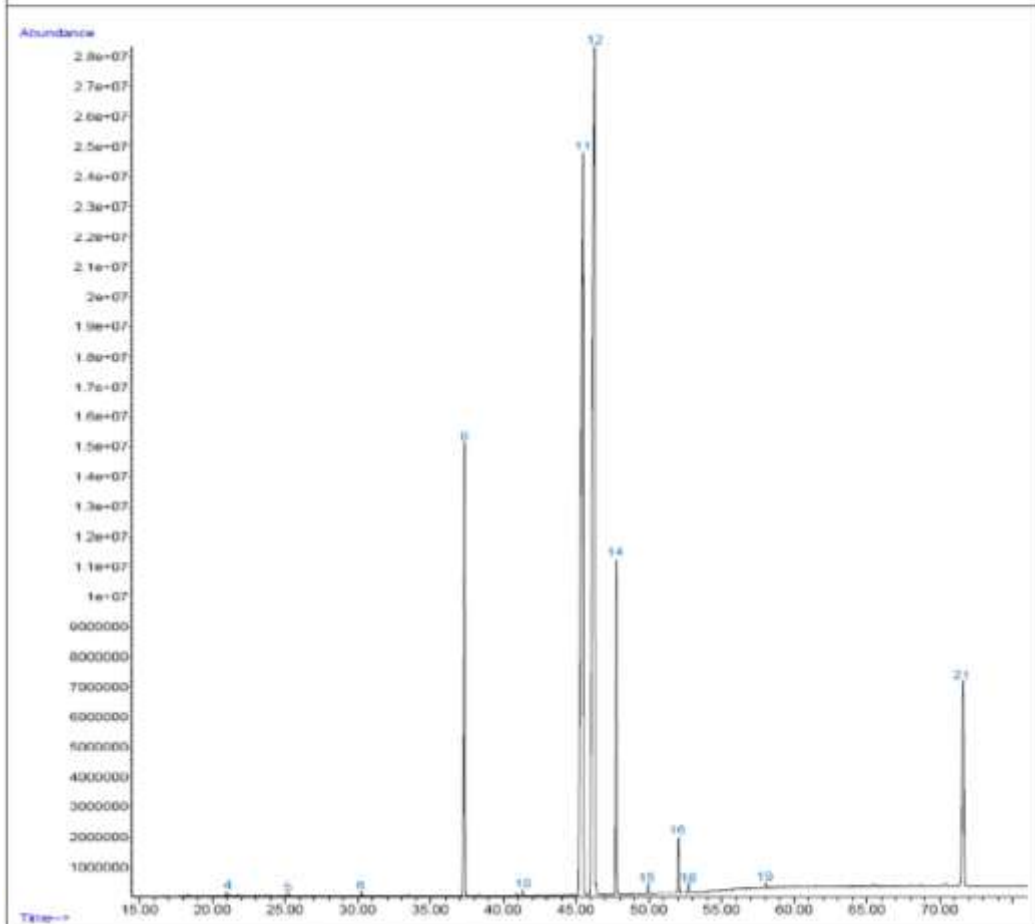
Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Prensado en frío


	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

### INFORME DE ENSAYOS N°063-2024


Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa
<b>Muestra</b>	Aceite de semillas de mamey - Método de extracción de Prensado en frío
<b>Código asignado UEB</b>	INV 060
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 350 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación del perfil lípido mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas
<b>Fecha de recepción</b>	26 de enero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	26 de enero al 05 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	06 de febrero de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

### RESULTADOS OBTENIDOS



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>	GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A		
<b>DETECTOR</b>	AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD		
<b>COLUMNA</b>	Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)		
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>	<p><b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Gas portador:</b> Helio a un flujo de 1 mL/min <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en inyección splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min; posteriormente la temperatura se elevó de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 76 minutos</p>		
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Caprylic acid methyl ester	18.292	0.02
2	Benzaldehyde	20.935	0.05
3	Benzaldehyde dimethyl acetal	21.118	0.01
4	Hexadecane	21.710	0.02
5	Benzoic acid, methyl ester	25.202	0.03
6	Myristic acid, methyl ester	30.225	0.07
7	Pentadecanoic acid, methyl ester	33.478	0.03
8	Palmitic acid, methyl ester	37.319	10.05
9	2,4-Di-tert-butylphenol	40.905	0.04
10	Margaric acid methyl ester	41.308	0.11
11	Stearic acid, methyl ester	45.462	33.90
12	Oleic acid, methyl ester	46.311	41.50
13	Linoleic acid, methyl ester	47.750	6.20
14	Octadecanoic acid, 17-methyl-, methyl ester	48.747	0.02
15	Linolenic acid, methyl ester	49.927	0.15
16	Arachidic acid methyl ester	52.024	0.86

	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunaco II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Versión</b>	1
			<b>Año</b>	2024
			<b>Página</b>	Página 3 de 3

17	Methyl 9-eicosenoate	52.584	0.08
18	11-Eicosenoic acid, methyl ester	52.712	0.15
19	Behenic acid, methyl ester	58.033	0.07
20	1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	65.459	0.04
21	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71.595	6.64

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
 Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14. L.



ING. FAVIAN BAYAS  
 099316224

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 99 031 6224



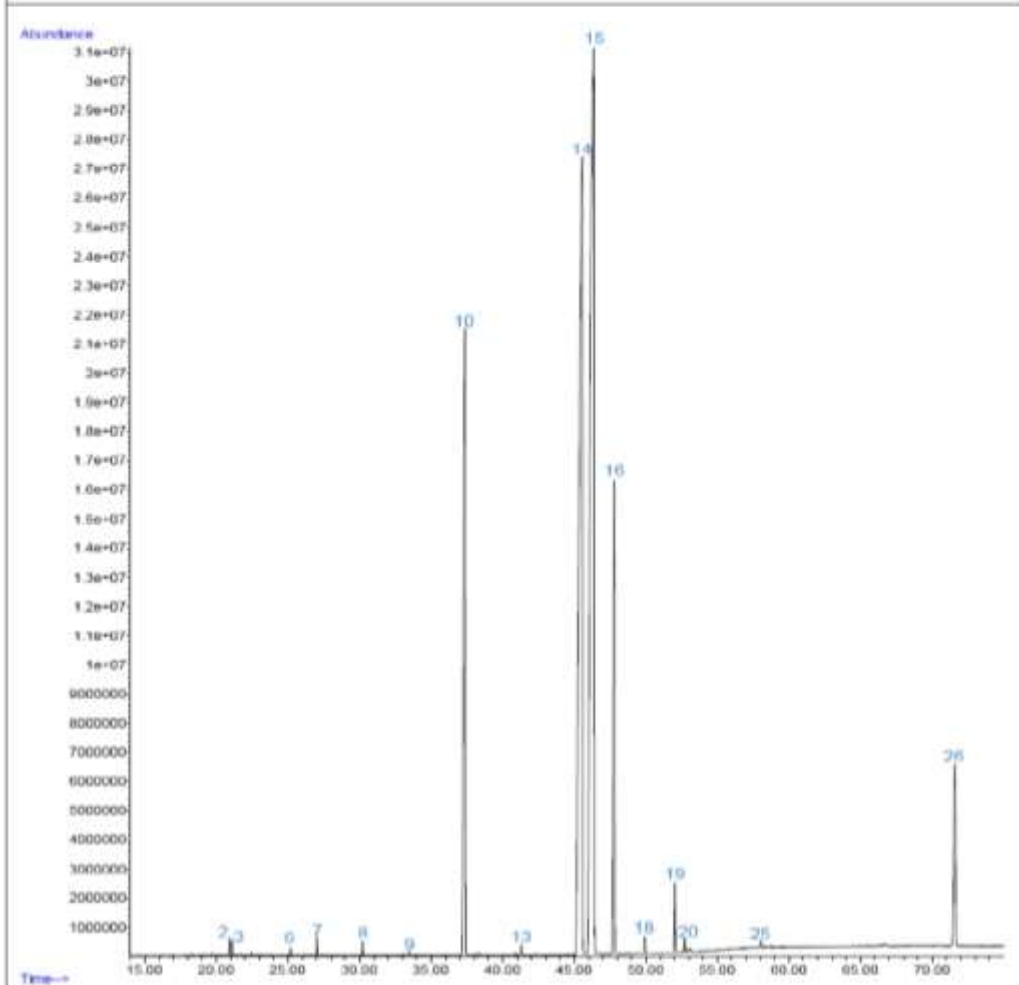
Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T1


	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagacelo II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

**INFORME DE ENSAYOS N°064-2024**


Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa
<b>Muestra</b>	Método de extracción Fluidos Supercríticos (SFE) T1
<b>Código asignado UEB</b>	INV 061
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 5 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación del perfil lípido mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas
<b>Fecha de recepción</b>	26 de enero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	26 de enero al 05 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	06 de febrero de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Gas portador:</b> Helio a un flujo de 1 mL/min <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en inyección splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min; posteriormente la temperatura se elevó de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 76 minutos	
N°	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Nonanal dimethyl acetal	19,691	0,02
2	Benzaldehyde	20,933	0,11
3	Benzaldehyde dimethyl acetal	21,115	0,09
4	Capric acid methyl ester	21,720	0,01
5	Benzoic acid, methyl ester	22,451	0,02
6	Lauric acid, methyl ester	25,199	0,05
7	Benzyl alcohol	27,037	0,14
8	Myristic acid, methyl ester	30,222	0,12
9	Pentadecanoic acid, methyl ester	33,477	0,05
10	Palmitic acid, methyl ester	37,370	12,64
11	Palmitoleic acid, methyl ester	38,371	0,03
12	2,4-Di-tert-butylphenol	40,900	0,03
13	Margaric acid methyl ester	41,304	0,14
14	Stearic acid, methyl ester	45,556	33,45
15	Oleic acid, methyl ester	46,255	41,07
16	Linoleic acid, methyl ester	47,789	6,70

	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 3 de 3

17	Octadecanoic acid, 17-methyl-, methyl ester	48,749	0,02
18	Linolenic acid, methyl ester	49,935	0,19
19	Arachidic acid methyl ester	52,029	0,72
20	Methyl 9-eicosenoate	52,587	0,26
21	11-Eicosenoic acid, methyl ester	52,714	0,15
22	Heptaethylene glycol monododecyl ether	52,915	0,03
23	Octaethylene glycol monododecyl ether	53,017	0,03
24	Octaethylene glycol monododecyl ether	53,110	0,05
25	Behenic acid, methyl ester	58,034	0,07
26	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71,585	4,04


Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14. L.



INGENIERO FAVIÁN BAYAS MOREJÓN  
DIRECTOR DIVIUEB

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T2

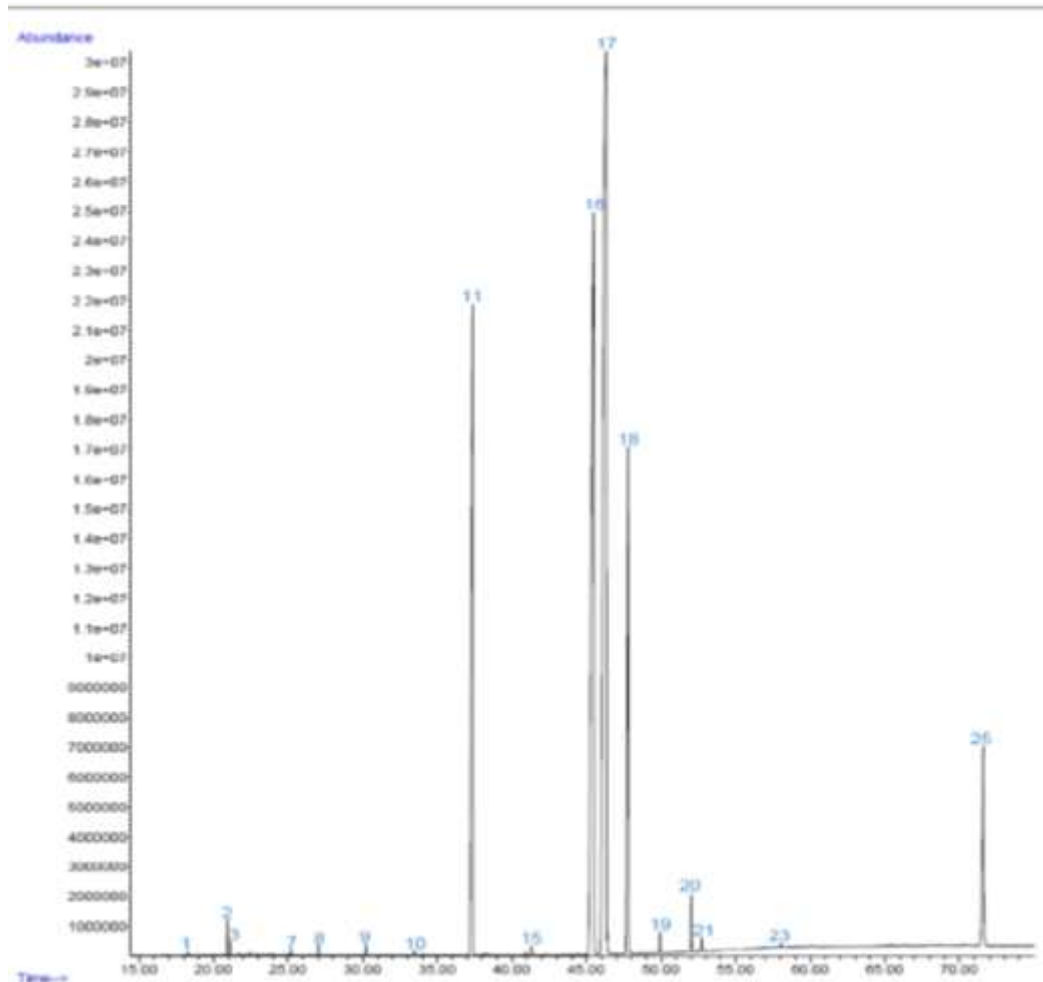
	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	FPG12-01
	Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

**INFORME DE ENSAYOS N°065-2024**

**Descripción de la muestra**


<b>Solicitantes</b>	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa
<b>Muestra</b>	Método de extracción Fluidos Supercríticos (SFE) T2
<b>Código asignado UEB</b>	INV 062
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 5 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación del perfil lípido mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas
<b>Fecha de recepción</b>	26 de enero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	26 de enero al 05 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	06 de febrero de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Gas portador:</b> Helio a un flujo de 1 mL/min <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en inyección splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min; posteriormente la temperatura se elevó de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 76 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Caprylic acid methyl ester	18,288	0,030
2	Benzaldehyde	20,932	0,267
3	Benzaldehyde dimethyl acetal	21,115	0,090
4	Capric acid methyl ester	21,715	0,020
5	Benzoic acid, methyl ester	22,450	0,020
6	Heptadecane, 2-methyl-	22,916	0,010
7	Lauric acid, methyl ester	25,199	0,040
8	Benzyl alcohol	27,036	0,100
9	Myristic acid, methyl ester	30,220	0,120
10	Pentadecanoic acid, methyl ester	33,476	0,057
11	Palmitic acid, methyl ester	37,362	14,533
12	7-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	38,112	0,030
13	Palmitoleic acid, methyl ester	38,368	0,030
14	2,4-Di-tert-butylphenol	40,899	0,040
15	Margaric acid methyl ester	41,304	0,127
16	Stearic acid, methyl ester	45,400	27,500

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 3 de 3

17	Oleic acid, methyl ester	46,252	42,520
18	Linoleic acid, methyl ester	47,783	8,417
19	Linolenic acid, methyl ester	49,929	0,243
20	Arachidic acid methyl ester	52,022	0,657
21	Methyl 9-eicosenoate	52,587	0,020
22	11-Eicosenoic acid, methyl ester	52,711	0,160
23	Behenic acid, methyl ester	58,032	0,047
24	Octaethylene glycol monododecyl ether	66,371	0,025
25	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71,587	4,890

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
 Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14. L.




DESARROLLADO POR:  
**ING. FAVIAN BAYAS MOREJÓN**

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
 Teléf. (+593) 99 031 6224



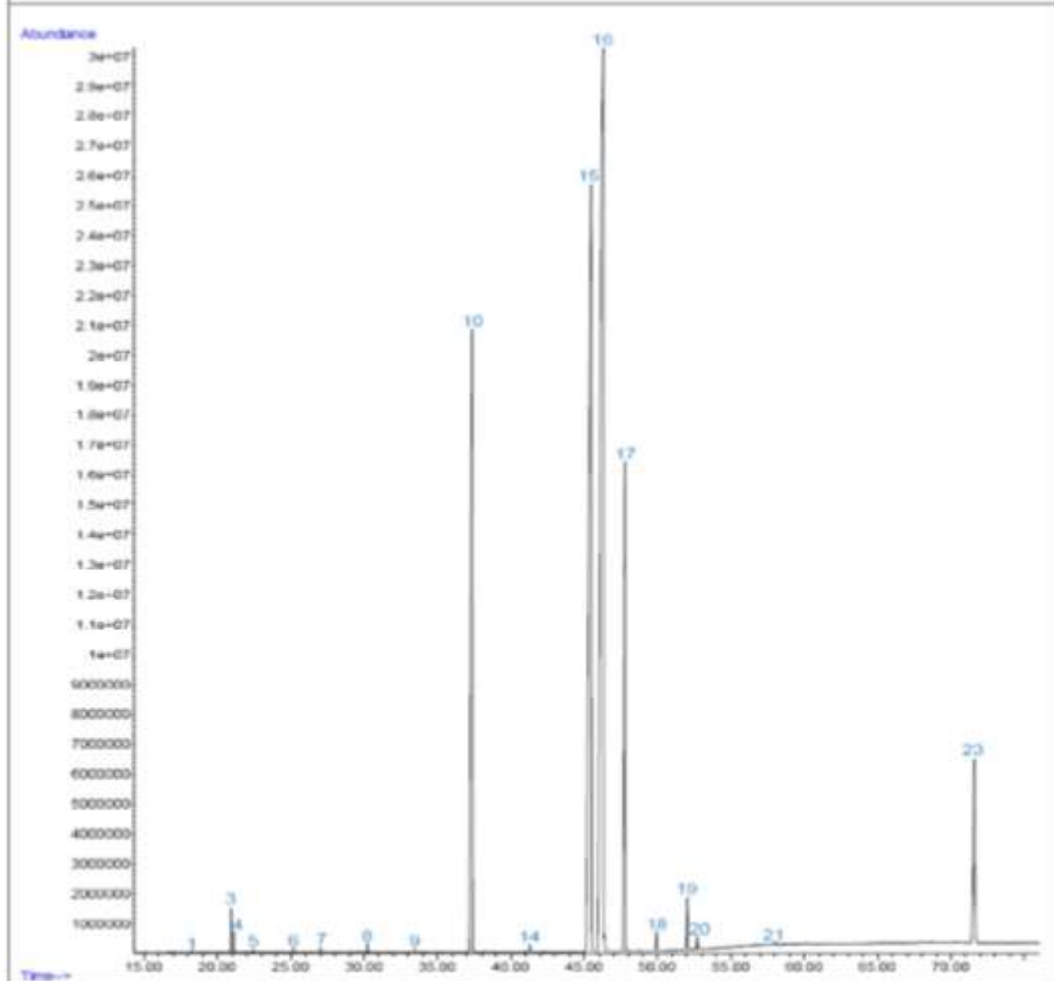
Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T3


	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunasto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYOS N°066-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa
<b>Muestra</b>	Método de extracción Fluidos Supercríticos (SFE) T3
<b>Código asignado UEB</b>	INV 063
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 5 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación del perfil lipídico mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas
<b>Fecha de recepción</b>	26 de enero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	26 de enero al 05 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	06 de febrero de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR


RESULTADOS OBTENIDOS



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Código</b>	FG12-01
			<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	2024
			<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<p><b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Gas portador:</b> Helio a un flujo de 1 mL/min <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en inyección splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min; posteriormente la temperatura se elevó de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 76 minutos</p>	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Caprylic acid methyl ester	18,289	0,02
2	Benzaldehyde	20,931	0,32
3	Benzaldehyde dimethyl acetal	21,115	0,14
4	Capric acid methyl ester	21,802	0,01
5	Benzoic acid, methyl ester	22,755	0,03
6	Lauric acid, methyl ester	25,199	0,04
7	Benzyl alcohol	27,033	0,06
8	Myristic acid, methyl ester	30,220	0,10
9	Pentadecanoic acid, methyl ester	33,424	0,05
10	Palmitic acid, methyl ester	37,362	13,79
11	7-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	38,114	0,03
12	Palmitoleic acid, methyl ester	38,369	0,02
13	2,4-Di-tert-butylphenol	40,901	0,03
14	Margaric acid methyl ester	41,306	0,12
15	Stearic acid, methyl ester	45,484	29,18
16	Oleic acid, methyl ester	46,251	41,76



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagacoto II, Km 1 1/2, vía a San Sebastián, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 3 de 3

17	Linoleic acid, methyl ester	47,853	8,29
18	Linolenic acid, methyl ester	49,931	0,25
19	Arachidic acid methyl ester	52,023	0,65
20	Methyl 9-eicosenoate	52,586	0,02
21	11-Eicosenoic acid, methyl ester	52,713	0,15
22	Behenic acid, methyl ester	58,035	0,05
23	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71,591	4,91

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
 Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14. L.



Escaneado digitalmente por:  
**LIVIRO FAVIAN BAYAS**  
 DIRECTOR

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
 Telef. (+593) 99 031 6224

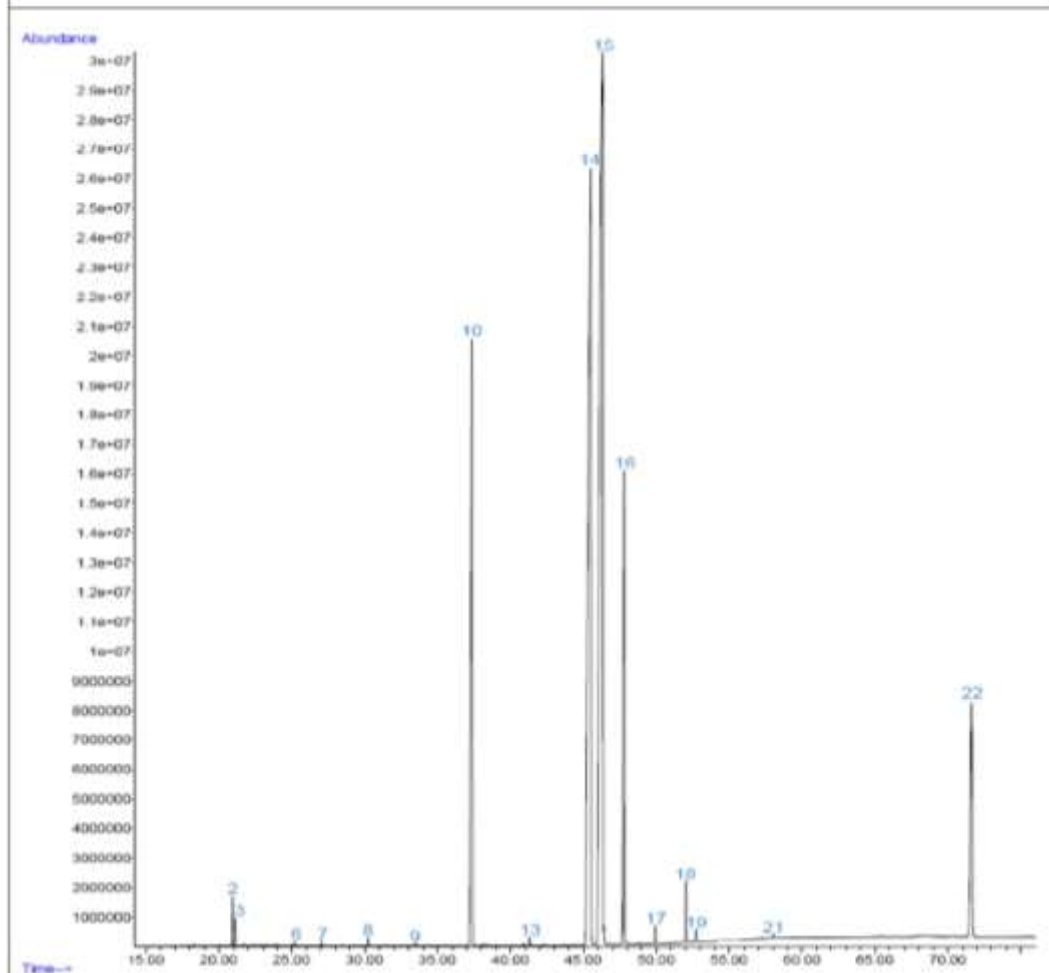
Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T4


	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	FPG12-01
	Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

**INFORME DE ENSAYOS N°067-2024**

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa
<b>Muestra</b>	Método de extracción Fluidos Supercríticos (SFE) T4
<b>Código asignado UEB</b>	INV 064
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 5 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación del perfil lípido mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas
<b>Fecha de recepción</b>	26 de enero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	26 de enero al 05 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	06 de febrero de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Gas portador:</b> Helio a un flujo de 1 mL/min <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en inyección splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 70 °C durante 5 minutos, se incrementó de 70 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min; posteriormente la temperatura se elevó de 180 °C a 200 °C a razón de 1.5 °C/min y finalmente se incrementó de 200 °C a 250 °C a razón de 3 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 76 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Caprylic acid methyl ester	18,288	0,02
2	Benzaldehyde	20,930	0,36
3	Benzaldehyde dimethyl acetal	21,114	0,17
4	Hexadecane	21,701	0,02
5	Benzoic acid, methyl ester	22,448	0,02
6	Lauric acid, methyl ester	25,198	0,03
7	Benzyl alcohol	9028,354	0,04
8	Myristic acid, methyl ester	30,221	0,08
9	Pentadecanoic acid, methyl ester	33,475	0,04
10	Palmitic acid, methyl ester	37,353	13,03
11	7-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	38,112	0,03
12	2,4-Di-tert-butylphenol	40,897	0,03
13	Margaric acid methyl ester	41,307	0,12
14	Stearic acid, methyl ester	45,484	30,24
15	Oleic acid, methyl ester	46,252	40,94
16	Linoleic acid, methyl ester	47,853	7,62

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2024
		<b>Página</b>	Página 3 de 3

17	Linolenic acid, methyl ester	49,931	0,21
18	Arachidic acid methyl ester	52,027	0,54
19	Methyl 9-eicosenoate	52,590	0,02
20	11-Eicosenoic acid, methyl ester	52,714	0,15
21	Behenic acid, methyl ester	58,040	0,06
22	Phthalic acid, bis(6-methylheptyl) ester	71,606	6,08

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
 Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14. L.



Ing. Favien Bayas Morejón PhD.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 99 031 6224

# Informe de resultados para proteína y fibra de las semillas de mamey



## INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.101091a

### DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ALUCHO QUINALOA MARITZA MARISOL
Dirección:	PICHINCHA / QUITO / QUITUMBE / E9 540-119 Y 541
Teléfono:	099 140 5265

### DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Semillas de mamey		
Lote:	--	Contenido declarado:	100g
Fecha de elaboración:	--	Fecha de vencimiento:	--
Fecha de recepción:	2024/02/28	Hora de recepción:	11:53:28
Fecha de análisis:	2024/01/28	Fecha de emisión:	2024/03/05
Material de envase:	--		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característica	Olor:	Característica
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

### RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Proteína	12.17	076.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
Fibra bruta	9.55	%	MFQ-06	NTE INEN 522-P013 Gravimetría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica S.A. Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos a valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionado con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que puedan afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 0.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018).

Quím. Mercedes Parra  
Jefe División Físico Químico -  
Instrumental



Informe de resultados de los parámetros fisicoquímicos para el aceite de mamey extraído por los métodos prensados en frío y fluidos supercríticos

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Lagunilla 1, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2024
		Página	Página 1 de 2

**INFORME DE ENSAYOS N°068**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Maritza Alucho – Elvis Muyulema				
<b>Muestra</b>	Aceite de semillas de Mamey (Prensado en frío), Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 200 bares/40°C), Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 200bares/ 60°C), Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 300 bares/40°C), Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 300 bares/ 60°C).				
<b>Código asignado UEB</b>	INV60-INV61-INV62- INV63- INV64				
<b>Estado de la muestras</b>	Viscosos				
<b>Envase de recepción</b>	Botellas de vidrio color ámbar				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Índice de acidez, Densidad, índice de saponificación, pH				
<b>Fecha de recepción</b>	22 de Enero del 2024				
<b>Fecha de análisis</b>	23-26 de Enero del 2024				
<b>Fecha de informe</b>	6 de Febrero del 2024				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS FISICOQUÍMICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV60	Aceite de semillas de Mamey (Prensado en frío)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,57
		Densidad	-----	INEN 35	0,91
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	149,19
		pH	-----	Potenciómetro	6,19
INV61	Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 200 bares; 40°C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,50
		Densidad	-----	INEN 35	0,92
		Índice de saponificación	mg/g	INEN	140,19
		pH	-----	Potenciómetro	4,06
INV62	Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 200 bares/60°C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,58
		Densidad	-----	INEN 35	0,92
		Índice de saponificación	mg/g	INEN	138,32
		pH	-----	Potenciómetro	3,97



<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guano, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2024</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

INV63	Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 300 bares/40°C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,48
		Densidad	-----	INEN 35	0,91
		Índice de saponificación	mg/g	INEN	152,19
		pH	-----	Potenciómetro	4,05
INV64	Aceite de semillas de mamey (Fluidos Supercríticos 300 bares/60°C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,34
		Densidad	-----	INEN 35	0,91
		Índice de saponificación	mg/g	INEN	167,52
		pH	-----	Potenciómetro	4,21

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres réplicas.

  
 Ing. Favián Bayas, PhD  
**Director DVIUEB**

Informe de resultados de la caracterización de las semillas de mamey seca y fresca

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Lagacota II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2024
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°069

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Elvis Muyulema – Maritza Alucho				
Muestra	Semillas de mamey fresca y seca				
Código asignado UEB	INV450 – INV440				
Estado de la muestras	Pulverizadas				
Envase de recepción	Bolsas plásticas				
Análisis requerido(s)	Humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra				
Fecha de recepción	04 de septiembre de 2023				
Fecha de análisis	04 - 07 de septiembre de 2023				
Fecha de informe	06 de febrero de 2024				
Técnico (s) asignado	MPWF-MIPV				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV440	Semillas de mamey seca	Humedad	%	AOAC 925.10	7,87
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,50
		Grasa	%	AOAC 2003.06	53,93
		Proteína	%	DUMAS	29,13
		Fibra	%	WEENDE	40,55
INV450	Semillas de mamey fresca	Humedad	%	AOAC 925.10	30,83
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,16
		Grasa	%	AOAC 2003.06	36,02
		Proteína	%	DUMAS	14,69
		Fibra	%	WEENDE	43,47
Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.					
 <p style="text-align: center;">Ing. Favian Bayas, PhD. Director DIVUEB</p>					



Informe de resultados de proteína total para la semilla de mamey fresca y deshidratada, con tres réplicas

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunas 8, Km 1 1/2, vía a San Eloy, Cacha Guandá, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Código	PPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 1

INFORME N° 049-2024

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Martza Mariol Alucho Quinaico y Elvis Curi Muyulema Cuví					
Muestra	Semilla de mamey deshidratado y semilla de mamey fresca					
Código asignado UEB	INV- 440, INV- 450					
Estado de la muestra	Sólido					
Envase de recepción	Frascos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total					
Fecha de recepción	09/08/2023					
Fecha de análisis	09/08/2023					
Fecha de informe	30/01/2024					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 440	Semilla de mamey deshidratado, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	29,00	29,13
	Semilla de mamey deshidratado, R 2				29,75	
	Semilla de mamey deshidratado, R 3				28,63	
INV- 450	Semilla de mamey fresca, R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	14,69	14,69
	Semilla de mamey fresca, R2				14,81	
	Semilla de mamey fresca, R3				14,56	

El análisis se lo realizó con tres réplicas.

  
  
**Dr. Fevian Bayas Morejón**  
 Director DIVIUEB

Informe de resultados de los parámetros bromatológicos para las semillas de mamey pulverizadas

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Laguarda 3, Km 1 1/2, vía a San Sebastián, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2024
		Página	Página 1 de 1

**INFORME DE ENSAYOS N°070**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
Solicitante	Elvis Muyulema – Maritza Alucho			
Muestra	Semillas de mamey secas			
Código asignado UEB	INV440			
Estado de la muestras	Pulverizadas			
Envase de recepción	Frascos de vidrio			
Análisis requerido(s)	Proceso de extracción por fluidos supercríticos (SFE)			
Fecha de recepción	08 de enero de 2024			
Fecha de análisis	08-19 de enero 2024			
Fecha de informe	06 de febrero de 2023			
Técnico (s) asignado	MPWF			
RESULTADOS OBTENIDOS				
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS				
Código laboratorio	Muestra	Método	Condiciones	Peso extracto [g]
INV440	Semillas de mamey secas	SFE	200 bares – 40°C	7,99
INV440	Semillas de mamey secas	SFE	200 bares – 60°C	10,01
INV440	Semillas de mamey secas	SFE	300 bares – 40°C	11,46
INV440	Semillas de mamey secas	SFE	300 bares – 60°C	23,25

Las condiciones de extracción son indicadas por el cliente.

  
 Ing. Peván Bayas, PhD  
 Director DIVUEB

### Anexo 3. Fotografías de la investigación

#### Caracterización física del mamey



#### Caracterización química del mamey



#### Extracción del aceite de mamey por prensado en frío





### Extracción del aceite de mamey por fluidos supercríticos



### Evaluación de la calidad del aceite extraído



### Identificación del perfil lipídico por cromatografía de gases



Elaboración del serúm facial con el aceite extraído



#### Anexo 4. Glosario de términos técnicos

- **Analizador elemental.** - También conocido como análisis elemental orgánico o microanálisis elemental, determina las cantidades de carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N), azufre (S) y oxígeno (O) presentes en una muestra (Montes, 2020).
- **Fluidos supercríticos.** - Se denomina fluido supercrítico a cierta sustancia pura que se encuentra operando en condiciones de presión y temperatura por encima de su punto crítico (Barotto, 2021).
- **Prensado en Frio.** – El prensado en frío es un método ancestral de prensado o exprimido de las semillas para extraer el aceite que contienen. No interviene ningún otro factor, sólo la fuerza ejercida por la máquina (prensa hidráulica) sobre las semillas o frutos que se procesan (Cuchipec, 2023).
- **CO<sub>2</sub>.** – Es un gas inerte, no reacciona químicamente con el aceite que se extrae, no es tóxico, es incoloro e inodoro y, al mantener bajas las temperaturas, no se dañan los componentes que podrían resultar dañados por la temperatura (Barotto, 2021).
- **Cromatografía.** – El análisis realizado para identificar los compuestos del aceite y determinar sus porcentajes relativos en la fracción volátil se lleva a cabo mediante técnicas de cromatografía de gases (Villatoro, 2020).
- **Ácido elágico.** – . El ácido elágico está presente en las plantas como elagitanino, que se activa bajo estrés a ácido elágico (Gómez & Arrieta, 2020).