



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

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

**Carrera de Agroindustrias**

**Tema:**

EXTRACCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE MORINGA  
(*Moringa oleífera*), MEDIANTE EL MÉTODO DE PENSADO EN FRÍO Y  
FLUÍDOS SUPER CRÍTICOS PARA LA APLICACIÓN 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:**

Sandy Adaya Agualongo Sinchipa

Carmen Roció Callan Chela

**Tutora:**

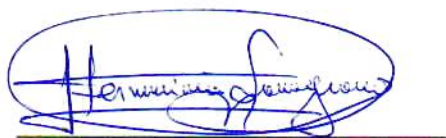
Dra. Herminia Sanaguano PhD

**Guaranda - Ecuador**

2025

“EXTRACCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (*Moringa oleífera*), MEDIANTE EL MÉTODO DE PRENSADO EN FRÍO Y FLUÍDOS SUPER CRÍTICOS PARA LA APLICACIÓN AGROINDUSTRIAL”.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



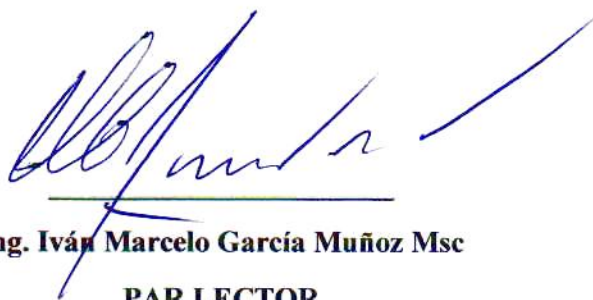
**Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD**

**Tutora**



**Ing. Darwin Núñez Torres MSc**

**PAR LECTOR**



**Ing. Iván Marcelo García Muñoz Msc**

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo Sandy Adaya Agualongo Sinchipa, con C.I. 0202296596 y Carmen Roció Callan Chela con C.I. 0202609236, 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 su respectivo autor(es).

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



Sandy Adaya Agualongo Sinchipa

C.I. 0202296596

e-mail: sanagualongo@mailes.ueb.edu.ec

Teléfono: 0991616332

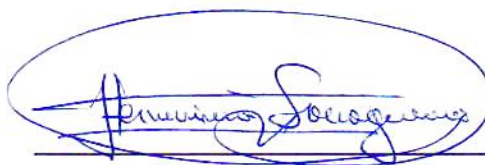


Carmen Roció Callan Chela

C.I. 0202609236

e-mail: ccallan@mailes.ueb.edu.ec

Teléfono: 0939363763



Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD

e-mail: hsanaguano@ueb.edu.ec

Teléfono: 0997865026



ESCRITURA N° 20240201004P01405

DECLARACIÓN JURAMENTADA

**OTORGAN:**  
SANDY ADAYA AGUALONGO SINCHIPA Y  
CARMEN ROCIO CHALAN CHELA  
CUANTÍA: INDETERMINADA  
Di 2 COPIA

**P.A.**

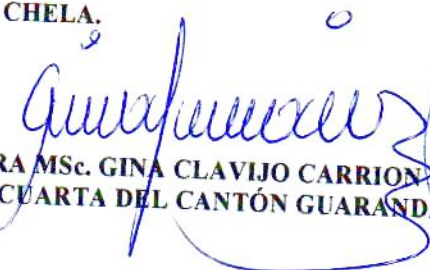
En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, ante mi **DOCTORA MS. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas **SANDY ADAYA AGUALONGO SINCHIPA**, de estado civil soltera y **CARMEN ROCIO CALLAN CHELA**, de estado civil soltera, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en comparecer en la parroquia San Simón, cantón Guaranda, provincia de Bolívar, con número celular cero nueve nueve uno seis uno seis tres tres dos; y, con correo electrónico [agualongosandy@gfmail.com](mailto:agualongosandy@gfmail.com) y la segunda, en comparecer domiciliada en la parroquia San Simón, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con número celular cero nueve tres nueve tres seis tres siete seis tres; y, con correo electrónico [carmencallan@gail.com](mailto:carmencallan@gail.com); hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de las comparecientes se adjuntan sus documentos personales como son las cédulas y certificados de votación, como documentos habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotras: **SANDY ADAYA AGUALONGO SINCHIPA**, de estado civil soltera y **CARMEN ROCIO CALLAN CHELA**, de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **EXTRACCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (Moringa oleifera) MEDIANTE EL MÉTODO DE PENSADO EN FRÍO Y FLUIDOS SUPER CRÍTICOS PARA LA APLICACIÓN AGROINDUSTRIAL**. Previo a la obtención del título de Ingenieras Agroindustriales, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a las comparecientes por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----



SRTA. SANDY ADAYA AGUALONGO SINCHIPA.  
C.C. 020289659-6



SRTA. CARMEN ROCIO CALLAN CHELA.  
C.C. 0202609236

  
DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION  
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



# Sandy Adaya Agualongo Sinchipa

## Tesis\_Moringa.Final.docx

 My Files

 My Files

 APJ Abdul Kalam Technological University, Thiruvananthapuram

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::10159:74401353

117 Páginas

Fecha de entrega

18 dic 2024, 7:22 p.m. GMT-5

17,302 Palabras

Fecha de descarga

18 dic 2024, 7:39 p.m. GMT-5

94,643 Caracteres

Nombre de archivo

Tesis\_Moringa.Final.docx

Tamaño de archivo

8.9 MB

## 7% Similitud general

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




### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

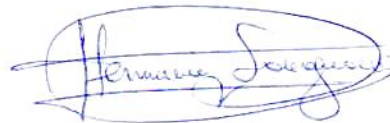
### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## DEDICATORIA

Agradezco a Dios, fuente infinita de sabiduría y amor, quien con su mano me ha sostenido en cada tropiezo y me ha llenado de fortaleza en los momentos más difíciles por guiarme a lo largo de este camino académico y permitirme alcanzar esta última etapa universitaria.

Dedicado a mis padres, cuyas palabras de aliento han sido la fuerza silenciosa que siempre me ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí y por enseñarme el valor de la perseverancia y la integridad.

A mis hermanos, por su amor y apoyo incondicional, por ser mis compañeros en esta aventura de la vida y por estar siempre ahí, compartiendo cada momento de alegría, lucha y aprendizaje.

A mis abuelos queridos, cuya sabiduría y experiencia me han guiado en cada paso. Su amor incondicional y sus valiosas enseñanzas han dejado en mí una huella imborrable que llevo con profundo cariño y gratitud.

A cada uno de los técnicos, docentes y tutores, quienes, con su conocimientos y dedicación, han sabido guiarme y poder culminar mi trabajo de titulación. Gracias por compartir su sabiduría y experiencia, por desafiarme a ir más allá de mis límites, y por su compromiso con mi crecimiento tanto personal como profesional.

**Sandy Agualongo**

## **DEDICATORIA**

A Dios por bendecirme y brindarme la fortaleza necesaria en cada paso que doy, logrando así hacer realidad unos de los objetivos más anhelados en mi vida.

Agradezco a todos aquellos que conforman el Departamento de Investigación, por permitirme el acceso a las instalaciones y equipos empleados en la ejecución de la investigación dándole un realce científico además de lo académico, de la misma manera quiero agradecer a la Ing. Paola Wilcaso, Ing. María Fernanda Quinteros, Ing. Isabel Paredes y a la Ing. Erika Cortés por brindarme sus conocimientos y apoyo durante el desarrollo del proyecto de investigación.

A mis amigos y compañeros por el apoyo brindado en este proceso de la vida universitaria, pero a la vez beneficioso para cada uno de nosotros.

**Carmen Callan**

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi Dios todo poderoso por a verme dado la dicha de la vida, salud y también por darme la oportunidad de terminar mis estudios por rodearme de persona que han sido un apoyo hasta el día de hoy. Un inmenso agradecimiento a mis hermanos quienes estuvieron conmigo en todo momento fueron un apoyo incondicional, por su cariño por sus palabras de ánimos para poder cumplir con todas mis metas y objetivos.

A ti, mi pequeño ángel, cuya luz guía cada paso que doy. Aunque tu presencia física no esté conmigo, siento tu amor infinito en cada instante, recordándome la fuerza que hay en mi corazón para seguir adelante.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Con su infinito amor y apoyo incondicional, han sido la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante en cada paso de este camino. Su respaldo moral y material ha sido esencial para alcanzar mis metas, y siempre les estaré profundamente agradecido por creer en mí y sostenerme en los momentos difíciles.

A mis abuelos, quienes con su sabiduría y sus palabras llenas de cariño supieron guiarme en cada etapa de mi vida. Su confianza y sus abrazos fueron un refugio en los momentos más duros y una fuente de inspiración para concluir mis estudios.

A mis amigos, que han sido parte esencial de mi proceso de formación. Con ellos aprenderás a valorar cada momento ya encontrar alegría y aprendizaje en cada experiencia compartida. Se convirtieron en confiados y en compañeros de risas y lágrimas, y les agradezco profundamente cada uno de los momentos que hemos vivido juntos.

**Sandy Agualongo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi vida. A mi familia, por ser mi refugio incondicional, por su apoyo en cada momento difícil y por creer en mí cuando más lo necesitaba. Sus palabras de aliento y su amor han sido el motor que me impulsó a continuar.

A mis docentes y asesores, quienes compartieron conmigo su conocimiento, tiempo y orientación. Su guía ha sido fundamental para alcanzar este logro, y su dedicación me ha inspirado a buscar siempre la excelencia.

El presente trabajo investigativo lo dedico en primer lugar a Dios por darme Salud y fuerzas en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria, de la misma manera agradezco al Departamento de Investigación por abrirme las puertas y darme la oportunidad de culminar con mi tesis en la que adquirir muchos conocimientos ya que será necesario para mi etapa en la vida profesional.

**Carmen Callan**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag.</b>
CAPITULO I	20
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	20
1.2. PROBLEMA	21
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos	22
1.4. HIPÓTESIS	23
1.4.1. Hipótesis Nula ( HO)	23
1.4.2. Hipótesis Alternativa ( Ha)	23
CAPITULO II	24
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	24
2.1. Origen	24
2.2. Generalidades de la Moringa	24
2.2.1. Clasificación taxonómica	24
2.2.2. Árbol	25
2.2.3. Viana de Moringa	26
2.2.4. Semillas de moringa	27
2.2.5. Composición de la semilla de moringa	27
2.2.6. Importancia de la semilla de moringa	28
2.3. Zonas de Producción en Ecuador	28
2.4. Aceite de moringa	29
2.4.1. Propiedades del aceite de moringa	29
2.5. Caracterización fisicoquímica de las semillas de moringa	29

2.5.1.	Análisis proximal	30
2.6.	Métodos de extracción	30
2.6.1.	Extracción por prensado en frio	30
2.6.1.1.	Características del prensado frio	30
2.6.2.	Extracción de fluidos super críticos (FSC)	31
2.6.2.1.	Características de fluidos súper críticos	32
2.6.3.	Proceso de Extracción con Fluidos Supercríticos	32
2.7.	Aceites Vegetales	33
2.7.1.	Calidad de aceite extraído	33
2.7.2.	Uso de aceites de las semillas de moringa	34
2.8.	Cromatografía	35
2.9.	Cremas nutritivas, humectantes, hidratante, emolientes y reparadoras	35
2.9.1.	Base de crema para uso cosmético	36
2.9.2.	Beneficios de las cremas hidratantes	36
CAPITULO III		37
3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	37
3.1.	Ubicación de la investigación	37
3.1.1.	Localización de la investigación	37
3.1.2.	Situación geográfica y climática de la localidad	37
3.1.3.	Zona de vida	38
3.2.	<b>METODOLOGÍA.</b>	38
3.2.1.	Material en estudio.	38
3.2.2.	Factores en estudio.	38
3.2.3.	Tratamientos.	39

3.2.4. Descripción técnica del ensayo	39
El diseño experimental utilizado en la investigación se caracteriza por tener dos factores experimentales, dos niveles y tres réplicas.	39
3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico.	40
3.2.6. Tipos de análisis.	41
3.2.6.1. Caracterización física de las semillas de moringa	41
3.2.6.2. Caracterización química de las semillas de moringa	42
3.2.6.3. Extracción del aceite por fluidos supercríticos	44
3.2.6.4. Extracción del aceite por prensado en frío	47
3.2.6.5. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído	50
3.2.6.6. Identificación de perfil lipídico de los ácidos grasos	51
3.2.6.7. Descripción y diagrama de flujo del proceso para la elaboración de la crema	51
<b>CAPITULO IV</b>	<b>53</b>
<b>4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>53</b>
4.1.1. Caracterización físico-químico de las semillas de moringa	53
4.1.2. Análisis químico de la semilla de moringa en base seca	54
4.1.3. Extracción de aceite por dos métodos	54
4.1.3.1. Extracción de aceite por prensado en frío.	54
4.1.3.2. Extracción de aceite por fluidos supercríticos	56
4.1.4. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por prensado en frío	63
4.1.5. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído por fluidos supercríticos	64

4.1.6. Identificación del perfil lipídico por cromatografía de gases	65
2.1.7. Elaboracion de la crema facial con el aciete obtenido	83
4.2. Comprobación de hipótesis	87
<b>CAPITULO IV</b>	<b>88</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	90
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Clasificación de la moringa (Moringa oleífera)	25
2	Composición proximal en un gramo de semilla de moringa.	28
3	Propiedades fisico-químicos de aceite de moringa	33
4	Localización de la investigación	37
5	Datos de la situación geográfica y climática	38
6	Factor de estudio	39
7	Tratamientos	39
8	Características del experimento.	40
9	Análisis de varianza ANOVA para el diseño en arreglo factorial $2^k$	41
10	Resultados del análisis de las propiedades físicas de moringa	53
11	Resultados del análisis químico de la materia prima	54
12	Valores de extracción de aceite y rendimiento por prensado en frío	55
13	Tratamientos	56
14	Resultados de la extracción de aceite por fluidos supercríticos	56
15	Resultados de la extracción de aceite de moringa por fluidos supercríticos	58
16	Análisis de Varianza para Rendimiento por fluidos supercríticos	58
17	Valor óptimo = 13,0733	59
18	Análisis de varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III	60
19	Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III	61
20	Análisis de Varianza para Densidad - Suma de Cuadrados Tipo III	62
21	Resultados de los parámetros de calidad en el aceite por el método prensado en frío.	64

<b>22</b> Resultados obtenidos de los parámetros de calidad en el aceite por el método fluidos supercríticos	65
<b>23</b> Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa T1	68
<b>24</b> Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T2	71
<b>25</b> Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T3	74
<b>26</b> Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T4	77
<b>27</b> Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – prensado en frío	80
<b>28</b> Compuestos del aceite de moringa por métodos de extracción prensado en frío y fluidos supercríticos	82
<b>29</b> Características de la crema a base de aceite de moringa	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
<b>1</b>	Árbol de Moringa	26
<b>2</b>	Viana de moringa seca	26
<b>3</b>	Semilla de la moringa	27
<b>4</b>	Equipo de prensa en frío	31
<b>5</b>	Equipo de fluido súper crítico	33
<b>6</b>	Diagrama de flujo de extracción de aceite por fluidos super críticos	46
<b>7</b>	Diagrama de procesos de extracción de aceite por fluidos supercríticos.	47
<b>8</b>	Diagrama de flujo de extracción de aceite por prensado en frío	49
<b>9</b>	Proceso de elaboración de la crema a base de aceite de moringa	52
<b>10</b>	Aceite de moringa extraído por el método de prensado en frío	55
<b>11</b>	Aceite extraído por fluidos supercríticos	57
<b>12</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para Rendimiento	60
<b>13</b>	Medias y 95,0 % de Flisher LSD	61
<b>14</b>	Medias y 95,0 % de Fisher LSD	62
<b>15</b>	Medias y 95,0 % de Fisher LSD	63
<b>16</b>	Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T1	67
<b>17</b>	Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T2	70
<b>18</b>	Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T3	73

<b>19</b> Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T4	76
<b>20</b> Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de prensado en frío.	79
<b>21</b> Etiqueta de la crema a base de aceite de moringa	85
<b>22</b> Producto agroindustrial	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Informe de resultados de la investigación
3.	Fotos de la Investigación
4.	Glosario de términos técnicos

## Resumen

La investigación se centra en la “Extracción de aceite a partir de las semillas de moringa (*Moringa Oleífera*), mediante el método de prensado en frío y fluido supercrítico para la aplicación agroindustrial”, se emplearon dos métodos de extracción: el prensado en frío y fluidos supercríticos, con el objetivo de determinar la eficiencia y calidad del aceite obtenido. El estudio destaca la importancia de la moringa, por su valor nutricional, también por sus propiedades y su potencial en la industria cosmética. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el impacto de factores como la presión y la temperatura, encontrando que la presión tiene un efecto significativo y positivo en la calidad del producto. Se aplicó un diseño experimental, en arreglo factorial  $2^k$ , siendo las variables respuesta: la calidad y el rendimiento. El método de prensado en frío tiene un rendimiento superior de 13,28%, en contraste con el método de fluidos supercríticos, donde el rendimiento es de 3,47%. En cuanto a la calidad del aceite, se evidencia mejores resultados con el método de fluidos supercríticos, donde la densidad relativa es de 0,99; acidez de 0,60%; pH de 5,52 e índice de refracción de 1,47; el perfil lipídico del aceite de moringa mediante cromatografía de gases indica la composición de ácidos grasos presentes en el aceite, se destaca mayormente el ácido oleico (54,10%), ácido behénico (10,83%), ácido elaídico (8,75%), ácido palmítico (8,74%), ácido esteárico (7,90%), ácido eicosénico (5,80%) y ácido araquídico (4,60%). Se concluye que el aceite de moringa exhibe una diversidad de ácidos grasos que lo hacen versátil para las aplicaciones cosméticas como la crema hidratante, que resultó con un pH de 6,07 en la normativa NTE INEN 2 142:2013.

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

## SUMMARY

The research focuses on the “Extraction of oil from moringa seeds (*Moringa Oleífera*), using the cold pressing and supercritical fluid method for agroindustrial application”. Two extraction methods were used: cold pressing and supercritical fluids, with the aim of determining the efficiency and quality of the oil obtained. The study highlights the importance of moringa, for its nutritional value, also for its properties and its potential in the cosmetics industry. An analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the impact of factors such as pressure and temperature, finding that pressure has a significant and positive effect on product quality. An experimental design was applied, in a  $2^k$ , factorial arrangement, with the response variables being quality and yield. The cold pressing method has a higher yield of 13.28%, in contrast to the supercritical fluid method, where the yield is 3.47%. Regarding the quality of the oil, better results are evident with the supercritical fluid method, where the relative density is 0.99; acidity of 0.60%; pH of 5.52 and refractive index of 1.47; the lipid profile of moringa oil by gas chromatography indicates the composition of fatty acids present in the oil, mainly oleic acid (54.10%), behenic acid (10.83%), elaidic acid (8.75%), palmitic acid (8.74%), stearic acid (7.90%), eicosene acid (5.80%) and arachidic acid (4.60%). It is concluded that moringa oil exhibits a diversity of fatty acids that make it versatile for cosmetic applications. It is concluded that moringa oil exhibits a diversity of fatty acids that make it versatile for cosmetic applications such as moisturizing cream, which results in a pH of 6.07 in the NTE INEN 2 142:2013 regulations.

**Keywords:** Moringa oil, extraction, cold pressing, supercritical fluids, moringa, chromatography.

## **CAPITULO I**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

La moringa es una especie vegetal frecuentemente denominada árbol milagroso o árbol de la vida, es un arbusto con múltiples usos: se consumen sus hojas, raíces, semillas (Cadman, 2021). Las semillas se usan en alimentos y cosméticos para reducir las arrugas en la cara, rejuvenecer la piel y rejuvenecer el cuerpo tanto por dentro como por fuera (Gabriel, 2019). El aceite es altamente valorado por su contenido en ácido oleico, ácido behénico y otros ácidos grasos insaturados, así como por su alto valor nutricional y su capacidad para mejorar la salud en diversas formas (Gómez, 2023).

Las técnicas de extracción de prensado en frío y fluidos supercríticos son ampliamente utilizados en la industria para obtener aceites de diversas materias primas, cada uno ofrece ventajas específicas en términos de calidad y rendimiento, lo que los hace adecuados para diferentes aplicaciones (Fernández, y otros, 2018).

El prensado en frío utiliza presión mecánica sin calor ni químicos, preservando las propiedades nutricionales y organolépticas, aunque con un menor rendimiento (Guillaume, 2023). En cambio, la extracción con fluidos supercríticos, como el CO<sub>2</sub>, opera a alta presión y temperatura, permitiendo una extracción más selectiva y eficiente sin residuos tóxicos, mientras que el prensado en frío es más accesible donde el método de fluidos supercríticos ofrece mayor pureza y rendimiento (Carbonel , 2020).

En la industria de cosméticos se utilizan los aceites y grasas, para la elaboración de diversos productos tales como cremas hidratantes, sérum entre otros, esto se debe a su composición que les permita resistir la rancidez oxidativa e hidrolítica para evitar su descomposición, siendo necesario someterlos a procesos de estabilización química para asegurar su calidad (Isseimi, 2021).

## **1.2. PROBLEMA**

En Ecuador, la producción de moringa ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años debido a sus múltiples beneficios nutricionales y medicinales, sin embargo, la falta de estudios y valoración adecuada sobre la producción y aprovechamiento de las semillas de moringa limita su potencial económico y comercial a nivel nacional, la producción no se valora ni se utiliza de manera práctica especialmente en lo que respecta a la extracción de aceite de sus semillas (Guevara, 2022).

A nivel intermedio, el desafío se centra en la capacitación y asesoramiento técnico a los agricultores y pequeñas empresas sobre las mejores prácticas para el cultivo, cosecha y procesamiento de las semillas de Moringa. Existe poca evidencia científica sobre los métodos de extracción que maximicen el rendimiento y la calidad del aceite, es crucial para integrar el aceite de moringa en prácticas industriales y comerciales más amplias (Cordero, Falcón, & Vásquez, 2024).

A escala local, el desafío radica en la falta de conocimiento y recursos de los productores de moringa para implementar técnicas de extracción de aceite en frío y fluido supercrítico. La investigación en este ámbito también podría impulsar de manera innovaciones tecnológicas y promover el uso de métodos de extracción más ecológicos y sostenibles, por lo tanto, es esencial abordar esta brecha en el conocimiento para maximizar los beneficios que el aceite de moringa puede ofrecer a nivel global, tanto en términos de salud pública como de desarrollo económico y sostenible (Toro, 2021).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Extraer el aceite a partir de semillas de moringa (*Moringa oleifera*), mediante el método de prensado en frío y fluido súper crítico para la aplicación agroindustrial.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar las semillas de moringa mediante propiedades fisicoquímicas, para conocer los beneficios que proporciona la materia prima moringa (*Moringa oleifera*).
- Extraer y evaluar los aceites obtenidos por el método de prensado en frío y fluidos supercríticos, mediante pruebas fisicoquímicas.
- Identificar el contenido de ácidos grasos de los mejores tratamientos, mediante cromatografía de gases para la aplicación agroindustriales.
- Elaborar un producto con el aceite extraído de moringa del mejor tratamiento obtenido.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

La extracción por los métodos de fluidos supercríticos y prensado en frío no influye en el rendimiento y calidad del aceite de semillas de moringa.

$$H_0 = T1 = T2 = T3 = T4 = \dots = Tn$$

### **1.4.2. Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )**

La extracción por los métodos de fluidos supercríticos y prensado en frío influye en el rendimiento y calidad del aceite de semillas de moringa.

$$H_a \neq T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq \dots Tn$$

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Origen**

La Moringa (*Moringa oleífera*) es una planta comúnmente conocida como árbol milagroso o árbol de la vida, es originario del noroeste de India y Pakistán (Naranajo, 2021). El término Moringa es un término español que se deriva de murum-kay, un nombre que el pueblo tamil otorga a la *Moringa oleífera*. El epíteto específico oleífera, que se traduce como "portador de aceite", se refiere a la habilidad de la planta para producir aceite. (Gómez, 2023).

Es una planta de rápido desarrollo y fácil de cultivar, lo que la convierte en una opción interesante para la sostenibilidad ambiental y socioeconómica (BBC News Mundo, 2019). Este árbol es conocido por su resistencia a condiciones adversas y su capacidad de crecer en climas áridos y semiáridos, lo que ha contribuido a su difusión y cultivo en diversas partes del mundo, es conocida por su potencial nutricional y medicinal, ya que sus hojas, semillas, raíces y vainas inmaduras se utilizan para tratar diversas dolencias (Pérez, 2020).

#### **2.2. Generalidades de la Moringa**

##### **2.2.1. Clasificación taxonómica**

La moringa comprende 13 especies de árboles que se encuentran en temperaturas tropicales y subtropicales, la especie más popular es la *Moringa oleífera*, que es originaria de Kerala, India, esta variedad se cultiva principalmente en los trópicos (Miranda, 2021).

**Tabla 1.**

*Clasificación de la moringa (Moringa oleífera)*

<b>Taxonomía moringa (<i>moringa oleífera</i>)</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnaliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Moringaceae,
Género	Moringa

*Nota:* La presente tabla presenta la clasificación taxonómica de la moringa. Tomada de (Rodríguez & Marichal, 2022)

### **2.2.2. Árbol**

El árbol de moringa (*Moringa oleífera*) es conocido por su rápida tasa de crecimiento y su capacidad para adaptarse a diferentes climas y suelos. Según, María (2017), menciona que es un árbol que se encuentra en la mayoría de las zonas tropicales del mundo, puede llegar a medir 10 m de altura y de 20-40 cm de diámetro, es fácil de identificar por su combinación inconfundible de caracteres, hojas grandes, pinnadas, que alcanzan unos 60 cm de longitud, el fruto es una cápsula ligera, leñosa y seca, que alcanza hasta los 50 cm y las semillas tiene una longitud de 1,37-0,94cm y un ancho de 1,23-0,89cm.

## Figura 1

### *Árbol de Moringa*



*Nota:* La figura presenta el árbol de moringa. Tomado de (Benito, 2022)

### 2.2.3. Viana de Moringa

La vaina de la moringa o también llamada fruto o cápsula son largas y delgada presentando una forma cilíndrica y ligeramente triangular en su sección transversal, su longitud varía entre 30 y 45 centímetros, aunque en condiciones óptimas puede alcanzar hasta 60 centímetros en su etapa de crecimiento, las vainas exhiben un color verde brillante (Clem, 2018).

Cuando están maduras adquieren un color marrón la superficie es lisa y algo fibrosa, volviéndose más leñosa, cada vaina alberga entre 12 y 35 semillas, cuya cantidad depende del tamaño y la madurez de la vaina, las semillas están dispersas en filas y son redondeadas a ovaladas, con un diámetro aproximado de 1 centímetro (Gerbeaud, 2019).

## Figura 2

### *Viana de moringa seca*



*Nota:* La figura presenta la vaina de moringa seca (Gerbeaud, 2019).

#### **2.2.4. Semillas de moringa**

Las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) constituyen un elemento esencial de esta planta, presentan una forma que varía entre redonda y ovalada, y su tamaño suele ser de aproximadamente 1 centímetro de diámetro cuando están maduras, las semillas adquieren un color que oscila entre marrón oscuro y negro (Marroquin, 2018).

#### **Figura 3**

*Semilla de la moringa*



*Nota.* La figura presente se las semillas de moringa Tomado de (Mannise, 2022)

Las semillas de moringa contienen alrededor del 40% de aceite en peso, este aceite es rico en ácidos grasos mono insaturados, especialmente ácido oleico (omega 9), que representa aproximadamente el 70% del contenido de grasa en el aceite, también contienen ácidos grasos esenciales incluyendo ácido oleico que es beneficioso para la salud (Paniagua & Chora, 2016).

#### **2.2.5. Composición de la semilla de moringa**

La semilla es conocida por su alto valor nutricional y múltiples beneficios para la salud, a continuación, se detalla la composición proximal de la semilla de moringa, la cual incluye su contenido en macronutrientes principales:

**Tabla 2.**

*Composición proximal en un gramo de semilla de moringa.*

<b>Composición</b>	<b>Semilla</b>
Grasa (gr)	32.50
Proteínas (gr)	39.57
Humedad (%)	6.52-7.5
Fibras (gr)	5.00
Cenizas (%)	5.46-6.63

*Fuente.* (Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano , 2023 )

### **2.2.6. Importancia de la semilla de moringa**

La moringa es una planta de gran importancia debido a sus propiedades nutricionales y medicinales, sus hojas, por ejemplo, contienen altas cantidades de vitamina A, C y calcio, lo que las hace muy nutritivas, además tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, analgésicas y antimicrobianas, entre otras, es de suma importancia para las comunidades rurales en países en vías de desarrollo, debido que puede ayudar a combatir la malnutrición y proporcionar una fuente de ingresos mediante la venta de sus productos (Viáfara, 2016).

Estas semillas cobran importancia debido a sus propiedades nutricionales y medicinales ya que contienen altas cantidades de proteínas funcionales de alto valor y una coagulante natural, lo que las hace útiles para el tratamiento del agua y la producción de fertilizantes orgánicos, además las semillas también contienen aceite de moringa, que tiene propiedades antioxidantes y antiinflamatorias y se utiliza en la cosmética y la medicina, por consiguiente, las semillas de la moringa son una parte importante de la planta y tienen múltiples usos y beneficios (González et., 2018).

### **2.3. Zonas de Producción en Ecuador**

La moringa se puede cultivar en varias zonas de Ecuador, preferiblemente en regiones cálidas y secas, pero también puede crecer en regiones tropicales húmedas, algunos de los principales productores de moringa en Ecuador destacan Santa Elena, El Oro, Guayas, en general la moringa es una planta resistente que puede

adaptarse a distintas condiciones climáticas y de suelo, por lo que se puede cultivar en diversas zonas del país (Landázuri, 2018).

En el país, durante el año 2020 se vendió aproximadamente 86,096 toneladas métricas de moringa, la región costera la que cuenta con mayor producción, siendo esta de 45,195 toneladas métricas (Vistin, 2020).

#### **2.4. Aceite de moringa**

El aceite de moringa tiene varias propiedades beneficiosas para la piel y el cabello debido a su contenido de ácido oleico, ácidos grasos omega 3 y vitaminas A, C y E que le atribuyen propiedades hidratantes, nutritivas, antioxidantes y antiinflamatorias (Nicolás, 2021). También se ha reportado que puede combatir la fatiga de la piel y su producción de aceite, proporcionando una apariencia más saludable, el aceite de moringa también es utilizado en productos para el cabello para brindar hidratación y nutrición. Sin embargo, es recomendable consultar a un médico antes de usar el aceite de moringa como complemento alimenticio o para tratar cualquier condición de salud (Garrido, 2018).

##### **2.4.1. Propiedades del aceite de moringa**

El aceite de moringa tiene varios beneficios para la piel y el cabello debido a sus propiedades hidratantes, nutritivas, antioxidantes, esto se le atribuye a sus propiedades analgésicas, antidiabéticas, vasodilatadoras de protección del hígado, y de purificación del agua (Ballesteros, 2021). Además, se ha encontrado que su uso puede tener un efecto antimicrobiano y antiinflamatorio que puede ayudar a prevenir la formación de puntos negros y tratar problemas de acné, suele usarse como cualquier suplemento que debe consultarse con un médico antes de usar como complemento alimenticio o para tratar cualquier condición de salud (BODYTECH, 2020).

#### **2.5. Caracterización fisicoquímica de las semillas de moringa**

La caracterización fisicoquímica de las semillas de moringa implica el análisis de sus propiedades físicas y químicas, estos análisis son cruciales para comprender su valor nutricional, funcionalidad y posibles aplicaciones en diversas industrias (Burgos & Castro, 2019).

### **2.5.1. Análisis proximal**

El análisis proximal de alimentos fue creado a mediados del siglo XIX con el objetivo de lograr una clasificación extensa y exacta de los elementos de los alimentos. Este procedimiento implica la determinación analítica de los parámetros: humedad, cenizas, grasas brutas, proteínas, fibra bruta, además del extracto libre de nitrógeno, que simboliza el contenido aproximado de azúcares y almidones y se obtiene a través de diferencia, en lugar de un análisis directo (Zapata, 2017).

### **2.6. Métodos de extracción**

La extracción es un procedimiento empleado en los laboratorios de química con el propósito de separar un compuesto específico de una mezcla sólida o líquida, esta técnica se basa en las diferencias de solubilidad que presentan los componentes de la mezcla en un disolvente apropiado, dependiendo de las propiedades de la mezcla y del compuesto objetivo, se aplican diversos métodos de extracción para lograr la separación deseada (Sánchez, 2020).

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

Prensado en frío es un método de extracción que se utiliza en la producción de aceites y jugos, este proceso implica la extracción de líquidos de frutas, verduras o semillas sin aplicar calor, lo que ayuda a preservar los nutrientes y las propiedades naturales de los ingredientes, esto ayuda a mantener intactos los nutrientes y los sabores naturales del aceite (León, 2016).

##### **2.6.1.1. Características del prensado frío**

**Preservación de nutrientes:** El prensado en frío conserva los nutrientes, como vitaminas, antioxidantes, ácidos grasos esenciales, y compuestos fenólicos, mejor que otros métodos de extracción que utilizan calor.

**Proceso simple y natural:** No requiere de solventes ni de aditivos, lo que hace que el proceso sea más natural.

**Menor impacto ambiental:** No se generan residuos químicos o tóxicos, y el consumo energético es bajo en comparación con otros métodos.

## Figura 4

### *Equipo de prensa en frío*



*Nota.* El equipo que se muestra en la imagen se encuentra en los laboratorios Urku Mikuna.

### **2.6.2. Extracción de fluidos súper críticos (FSC)**

La extracción con fluidos supercríticos (FSC) es un método que aprovecha las propiedades singulares de los fluidos operando por encima de su punto crítico, especialmente utilizando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico, para obtener compuestos químicos de muestras sólidas complejas (Chamba, 2021). Los fluidos en estado supercrítico, como el CO<sub>2</sub>, combinan las características de los gases y los líquidos, permitiendo que se difundan a través de los sólidos como un gas y disuelvan materiales como un líquido, esto facilita la extracción de compuestos específicos de las muestras sólidas (Carpio, Tapia, & Molleda, 2022).

Los fluidos supercríticos son sustancias sometidas a condiciones de presión y temperatura por encima de su punto crítico, lo que significa que se encuentran en un estado entre líquidos y gases, con densidades similares de los líquidos y viscosidades similares de los gases (Vargas, 2018). Estos líquidos tienen muchas propiedades únicas, como la capacidad de disolver solutos, miscibilidad con gases permanentes y la capacidad de formar compuestos específicos, los fluidos supercríticos se utilizan en diversos campos, como la industria alimentaria, industria agrícola, la industria farmacéutica, la (Velasco et al., 2017).

### 2.6.2.1. Características de fluidos súper críticos

**Alta densidad:** Aunque no tiene una fase líquida definida, el fluido supercrítico tiene una densidad que se acerca a la de los líquidos, lo que le permite disolver solutos de manera eficaz.

**Difusión alta:** Su capacidad para penetrar en materiales sólidos es alta, lo que facilita la extracción de compuestos en matrices complejas.

**Propiedades de disolución variables:** Dependiendo de la presión y temperatura, los fluidos supercríticos pueden comportarse de manera similar a solventes orgánicos no polares (como el hexano) o polares (como el agua), lo que permite extraer una amplia gama de compuestos, como aceites, terpenos, antioxidantes, flavonoides, etc (Chamba, 2021).

### 2.6.3. Proceso de Extracción con Fluidos Supercríticos

El proceso de extracción con fluido supercrítico (también conocido como extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico) generalmente implica los siguientes pasos:

**Selección del fluido supercrítico:** El fluido más utilizado es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), debido a su bajo costo, facilidad de obtención y porque no es tóxico ni inflamable. El CO<sub>2</sub> se utiliza en su estado supercrítico cuando se encuentra a presiones superiores a 7.4 MPa y temperaturas superiores a 31.1°C (FEDER, 2022).

**Cámara de extracción:** El material a extraer se coloca en una cámara donde el CO<sub>2</sub> supercrítico fluye a través de la muestra. A medida que el CO<sub>2</sub> entra en la fase supercrítica, disuelve los compuestos solubles en él.

**Separación de los extractos:** Después de la extracción, la mezcla de CO<sub>2</sub> y los compuestos disueltos pasa a un separador, donde se reduce la presión, lo que provoca que los compuestos extraídos se precipiten y se separen del CO<sub>2</sub>.

## Figura 5

### *Equipo de fluido súper crítico*



*Nota.* El equipo que se muestra en la imagen se encuentra en los laboratorios de la UEB.

## 2.7. Aceites Vegetales

Los aceites vegetales son grasas líquidas que se extraen de las semillas, frutos o nueces de plantas oleaginosas, están compuestos principalmente por triglicéridos y contienen una combinación de diferentes ácidos grasos, se utilizan en la cocina, la industria alimentaria, la fabricación de productos cosméticos y de cuidado personal, y en la producción de biodiesel (Bionature , 2023).

### 2.7.1. Calidad de aceite extraído

#### Tabla 3.

#### *Propiedades físico-químicos de aceite de moringa*

Índices de calidad	Literatura
Índice de refracción	1,459 - 1,625
pH	$\leq 6$
Índice de acidez (mg de KOH/g)	3,80-6,20
Densidad relativa (gr/ml)	0,84-0,99

*Fuente.* (Ferrer, Zumalacárregui, & Mazorra, 2020)

#### a) Densidad relativa

La densidad relativa es una medida que compara la densidad de una sustancia con la densidad del agua, se calcula dividiendo la densidad de la sustancia entre la densidad del agua a una temperatura específica, por ejemplo, si la densidad relativa

es mayor que 1, significa que la sustancia es más densa que el agua (Mettler-Toledo International Inc, 2021). Un picnómetro es una herramienta sencilla empleada para determinar con exactitud la densidad de líquidos, ya que su principal característica es mantener un volumen estable al añadir un líquido a él. Su uso común es para contrastar las densidades de dos líquidos, con el picnómetro midiendo cada uno de ellos de manera individual y contrastando sus masas (Cromtek, 2021).

#### **b) Índice de refracción**

El índice de refracción es una medida de cómo la luz se desvía al pasar de un medio a otro, donde cada sustancia tiene un índice de refracción característico que depende de la velocidad de la luz en ese medio en comparación con la velocidad en el vacío (HANNA instruments, 2022).

#### **c) Índice de acidez**

El índice de acidez es una medida que se utiliza para determinar la cantidad de ácidos presentes en una sustancia, en el caso de los aceites y grasas, el índice de acidez nos indica la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el aceite, es importante tener en cuenta este índice, ya que un alto índice de acidez puede indicar que el aceite está rancio o en mal estado (HANNA, 2022).

#### **d) Índice de pH**

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua se define como la concentración de iones de hidrógeno en el agua, el pH del aceite de semillas varía según el tipo de semilla y el proceso de extracción, los aceites vegetales, incluidos los de semillas, suelen tener un pH ácido (Diccionario de cáncer del NCI, 2020).

### **2.7.2. Uso de aceites de las semillas de moringa**

El aceite de moringa tiene diversos usos tanto en el ámbito cosmético como en la cocina. A continuación, se mencionan algunos de los usos más comunes del aceite de moringa:

**Uso cosmético:** El aceite de moringa es conocido por sus propiedades emolientes, nutritivas, antioxidantes e hidratantes, que se utiliza en productos para el cuidado de la piel y el cabello debido a sus beneficios para pieles sensibles, maduras, con quemaduras, imperfecciones, etc.

**Beneficios para la piel:** El aceite de moringa es conocido por su alto contenido en ácido oleico, ácidos grasos omega 3 y vitaminas A, C y E, estas propiedades hidratantes y nutritivas ayudan a aportar confort a la piel seca y a devolver suavidad al cabello dañado (Melba, 2024).

## **2.8. Cromatografía**

La cromatografía de gases (GC, por sus siglas en inglés) es una técnica cromatográfica utilizada para separar y analizar los diferentes componentes de una muestra gaseosa o volátil, la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de un mechero de una columna cromatográfica, la elución se produce mediante el flujo de una fase móvil de gas inerte, que no interactúa con las moléculas del analito, sino que su única función es transportar el analito a través de la columna (Sanz, 2023).

La cromatografía gas-sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC) son las dos formas principales de cromatografía de gases; en la GSC, los analitos se separan dentro de la columna y luego se usa un detector para medir la cantidad de componentes que salen de la columna; en GLC, los compuestos de la muestra se distribuyen entre la fase estacionaria de la columna y el gas portador; la interacción entre los compuestos y la fase estación (Bouzán, 2022).

La cromatografía de gases se utiliza ampliamente en diversas aplicaciones, como el análisis de compuestos volátiles en muestras ambientales, alimentos, productos farmacéuticos y muchos otros campos. Es una técnica valiosa para separar y determinar la cantidad de compuestos gaseosos debido a sus numerosas ventajas (Melba, 2024).

## **2.9. Cremas nutritivas, humectantes, hidratante, emolientes y reparadoras**

Las cremas nutritivas son aquellas que nutren las células de la piel, aportan lípidos y agua, haciendo que la piel esté más tersa y firme. Ricas en vitaminas y antioxidantes, estas cremas proporcionan a la piel nutrientes esenciales y ayudan a mantenerla sana y brillante. Las cremas humectantes tienen la función de atraer y retener la humedad en la piel, siendo ideales para climas secos, evitando la deshidratación y manteniéndola suave (Martin, 2020).

Las cremas emolientes son ricas en lípidos y ayudan a suavizar y reparar la barrera cutánea, proporcionando comodidad y flexibilidad, finalmente, las cremas reparadoras están diseñadas para restaurar la función de la piel y pueden contener ingredientes que promueven la regeneración celular (Márquez, 2020)

### **2.9.1. Base de crema para uso cosmético**

La utilización de la crema base implica trabajo con una emulsión básica lista para enriquecer con ingredientes activos, que puede ser enriquecida con ingredientes activos como ácidos hialurónicos, vitaminas y extractos naturales, así como personalizar su aroma y color. Esta base puede ser utilizada como un vehículo para otros ingredientes activos que se deseen incorporar, como antioxidantes o emolientes, convirtiéndose en la opción ideal para iniciar un régimen de cuidado de la piel (Ines, 2023).

### **2.9.2. Beneficios de las cremas hidratantes**

Una crema hidratante es fundamental para mantener la piel hidratada, prevenir la sequedad, proteger la barrera cutánea, prevenir el envejecimiento prematuro, mejorar la elasticidad, reducir la inflamación y la irritabilidad, preparar la piel para la aplicación del maquillaje, unificar el tono de la piel y aportar sensación de confort inmediato. Ayuda a prevenir la sequedad, irritación, descamación y piel atópica. También refuerza la barrera protectora de la piel, previene la pérdida de agua y combate las amenazas externas. También proporciona una sensación de confort después de la limpieza, eliminando algunos aceites naturales de la piel (SPOTLIGHT LAUNCHEMETRICS , 2022).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1.Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en el Departamento de Investigación y Vinculación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, perteneciente a la Universidad Estatal de Bolívar, ubicada en la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar.

##### 3.1.1. Localización de la investigación

**Tabla 4.**

*Localización de la investigación*

<b>Provincia</b>	<b>Bolívar</b>
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Dirección	Laguacoto II. Km.1 ½ Vía Guaranda -San Simón
Establecimiento	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de producción	Departamento de Investigación y Vinculación

*Nota.* Elaboración propia.

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

La situación geográfica y climática de la Universidad Estatal de Bolívar, campus Laguacoto, se presenta a continuación.

**Tabla 5.**

*Datos de la situación geográfica y climática*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Altitud promedio	2622 msnm
Latitud	01°36'52" S
Longitud	78°59'54" W
Temperatura Máxima	21 °C
Temperatura Mínima	7 °C
Temperatura Media	14.4 °C
Precipitación media anual	980 mm
Humedad Relativa	70%
Heliofanía promedio	900 /horas/luz/año
Velocidad de viento	6 m/s

*Fuente.* (Estación Meteorológica de la Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2023).

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

La moringa crece en tierras bajas y calidas con temperaturas de 25 °C y 35 °C, aunque puede tolerar temperaturas más altas, es muy resistente a la sequía y puede crecer en áreas con precipitaciones mínimas, lo que la hace ideal para regiones áridas o semiáridas (Macías, 2017).

## **3.2.METODOLOGÍA.**

### **3.2.1. Material en estudio.**

- Moringa (*Moringa oleifera*) (Obtenida de la provincia de Santa Elena)

### **3.2.2. Factores en estudio.**

Los factores que fueron considerados para la extracción de aceite a partir de semillas de moringa (*Moringa oleifera*), mediante el método de fluido súper crítico son: Factor A: Temperatura de extracción con dos niveles y Factor B: Presión de extracción con dos niveles.

**Tabla 6.***Factor de estudio*

Factor	Código	Nivel
Temperatura de extracción	A	$a_1$ :40 °C
		$a_2$ :60 °C
Presión de extracción	B	$b_1$ :200 bar
		$b_2$ :350 bar

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

### 3.2.3. Tratamientos.

Los tratamientos constituyen la combinación de cada uno de los niveles con un diseño en arreglo factorial  $2^k$  que intervienen en el estudio, se presentan a continuación:

**Tabla 7.***Tratamientos*

Tratamiento	Código	Método	Niveles	
			A	B
1	$a_1b_1$	Fluido supercrítico	40 °C	350 bar
2	$a_1b_2$	Fluido supercrítico	60 °C	350 bar
3	$a_2b_1$	Fluido supercrítico	60 °C	200 bar
4	$a_2b_2$	Fluido supercrítico	40 °C	200 bar

*Nota.* La tabla presenta los tratamientos a ser realizados por los autores (Agualongo S & Callan C, 2023) para la presente investigación.

### 3.2.4. Descripción técnica del ensayo

El diseño experimental utilizado en la investigación se caracteriza por tener dos factores experimentales, dos niveles y tres réplicas.

**Tabla 8.**

*Características del experimento.*

<b>Atributos del Diseño Factorial</b>	
Número de factores experimentales	2
Número de niveles factor A	2
Número de niveles factor B	2
Número de replicas	3
Unidades experimentales	12
Tamaño de muestra	376,56 g
Respuestas experimentales	2

*Nota.* Elaboración propia

### **3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico.**

Se aplicó un diseño experimental en arreglo factorial  $2^k$ , el modelo matemático empleado es el siguiente:

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

**Donde:**

$\mu$ : efecto medio global

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

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

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

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

❖ **Modelo de análisis de varianza**

Para ver la variabilidad de cada elemento se empleó un análisis de varianza, el cual se presenta en la tabla 9.

**Tabla 9.**

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

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>Valor-p</b>
Efecto A	SC <sub>A</sub>	1	CM <sub>A</sub>	CM <sub>A</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> )
Efecto B	SC <sub>B</sub>	1	CM <sub>B</sub>	CM <sub>B</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> )
Efecto AB	SC <sub>AB</sub>	1	CM <sub>AB</sub>	CM <sub>AB</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> )
Error	SC <sub>E</sub>	4(n - 1)	CM <sub>E</sub>		
Total	SC <sub>T</sub>	$n2^2 - 1$			

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

### ❖ Modelo de Pruebas de Rangos Múltiples

Para ver la diferencia entre medias se empleó el método de diferencia mínima significativa (LSD), cuyo modelo matemático se expresa de la siguiente manera:

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

**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.

### 3.2.6. Tipos de análisis.

#### 3.2.6.1. Caracterización física de las semillas de moringa

Para evaluar las características físicas de la semilla de moringa, se consideraron factores como tamaño, color, peso, cáscara y textura, cada uno con sus propios

criterios para la selección de las semillas. A continuación, se presentan las características de cada factor.

**Tamaño:** Las semillas fueron ovaladas, con una longitud entre 1,5 y 2,5 cm.

**Color:** Se observaron en tonos de marrón claro a oscuro.

**Peso:** El peso promedio de cada semilla estuvo entre 0,1 y 0,3 g.

**Cáscara:** Presentaron una cáscara dura y resistente, que protegía el embrión interno y dificultaba el proceso de extracción.

**Textura:** La superficie fue lisa, mientras que la dureza de la cáscara resultó ser un factor importante a considerar.

### **3.2.6.2. Caracterización química de las semillas de moringa**

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

#### **a) Determinación de humedad**

El contenido de humedad fue determinado siguiendo la norma técnica AOAC 925.10; según esta normativa, los crisoles fueron limpiados y secados en estufa a 130 ° C durante una hora, una vez transcurrido este periodo de tiempo, se enfriaron en un desecador por una hora, seguido se tomó el peso de cada uno de los crisoles con la ayuda de una pinza, se añadió 3 g de muestra molida, finalmente, la capsula se introdujo en la estufa a 130 ° C.

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

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_0} * 100$$

**Donde:**

$M_1$ : masa de recipiente más muestra de húmeda (*gr*).

$M_2$ : nada del recipiente más muestra seca (*gr*).

$M_0$ : masa del recipiente (*gr*).

#### **b) Determinación de cenizas**

Para la determinación de cenizas se utilizó el método AOC 923.03, para lo cual se los crisoles de porcelana en la mufla a 550 ° C por 1 hora, después fueron secados en un desecador durante 1 hora y se procedió a pesar. Después, se procedió a pesar 1 g de la muestra y se colocó en la mufla a 550 ° C. La muestra fue incinerada hasta obtener cenizas de tonalidad blanca. Al finalizar el proceso de incineración, el crisol con la muestra fue llevado a un desecador por 1 hora antes de realizar el proceso de pesaje correspondiente.

El contenido de ceniza se calculó mediante la siguiente ecuación:

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

**Donde:**

$W_1$ : peso del crisol de porcelana antes de la incineración (g).

$W_2$ : peso del crisol de porcelana después de la incineración (g).

$S$ : peso de la muestra (g).

#### **c) Determinación de fibra**

El método AOAC 522 fue utilizado para determinar la cantidad de fibra. En este proceso, se pesó 1 g de muestra en el matraz y se añadieron 100 mL de ácido sulfúrico. La mezcla fue hervida a 220°C durante 1 hora para prevenir derrames. Se colocó un embudo con papel de filtro en un matraz distinto, y se aplicó la solución al papel y se lavó con agua caliente.

Para la digestión en fibra, se trasladó el desecho del papel al matraz a través de una espátula, se incorporó 100 ml de hidróxido de sodio y se calentó a 220°C durante un tiempo de 1 hora. Tras permitir que reposara y ser removido de la plancha, se filtró y se lavó el desecho con agua calentada.

#### **d) Determinación de grasa**

El método AOAC 2003.06 se utilizó para determinar la cantidad de grasa en las muestras estudiadas. Para ello, se pesó 1 g de muestra y se introdujo en el equipo Soxhlet, previamente tarado con los casos. Luego, se añadieron 50 ml de hexano durante 2 horas para llevar a cabo la extracción. Finalmente, se extrajo el disolvente

y los recipientes fueron puestos en una estufa a 130°C durante 10 minutos para extraer la grasa de las muestras. Luego, se pusieron en un desecador durante 45 minutos y se registró el peso final.

#### **e) Determinación de proteína**

Se cuantificó la cantidad de proteína en las muestras siguiendo la norma UNE-EN 15104, que establece de determinación del contenido de nitrógeno y los cálculos para el contenido de proteína cruda mediante el método Dumas, inicialmente, pesaron 1 gr de muestra y el patrón control, en este caso, la sulfamida, la cual facilito la determinación del porcentaje de nitrógeno total.

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

El aceite de moringa es beneficioso para la piel y el cabello debido a su capacidad de hidratación, nutrición y protección antioxidante. Se utiliza en productos cosméticos y se recomienda especialmente para pieles secas y maduras.

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 moringa por fluidos supercríticos, se realizó acorde a las etapas de a. Recepción de la materia prima; b. Limpieza; c. Obtención de la semilla; d. Triturado; e. Extracción y f. Envasado. A continuación, se describe cada una de las etapas del proceso de obtención del aceite de moringa.

**Recepción de la materia prima:** Las semillas de moringa, se obtuvieron de la provincia de Santa Elena, para la recepción se consideró el estado de maduración y se evitó seleccionar semillas en mal estado o dañadas.

**Limpieza:** Las semillas fueron limpiadas con agua destilada con la finalidad de eliminar impurezas y materiales extraños.

**Obtención de la semilla:** La semilla está recubierta por una cascara externa, por lo tanto, se procedió a eliminar este material para así obtener la semilla.

**Secado:** Las semillas de moringa se secaron en un deshidratador durante 8 horas a temperatura de 40 °C, este proceso se realizó con el fin de estandarizar el contenido de humedad de cada semilla.

**Molienda:** Se trituro las semillas de moringa, para permitir una mayor exposición de la fibra de la semilla, este proceso facilitó la difusión del solvente durante la extracción, con el fin de obtener un mayor rendimiento y calidad del aceite de moringa.

**Extracción:** Se utilizaron 376,56 gramos de semillas pulverizadas para el procedimiento de extracción. Este sistema incluye 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. El proceso se realizó a temperaturas de 40 y 60 °C, con presiones de 200 y 350 bares. En esta etapa, se produjeron corrientes de emisión que contenían CO<sub>2</sub>, aceites y desechos sólidos de la matriz. Este método se aplicó a las cuatro muestras del diseño experimental. Luego, se estableció el rendimiento del aceite extraído, calculado como la proporción entre el volumen de extracto conseguido y el volumen de muestra que se puso inicialmente en el recipiente.

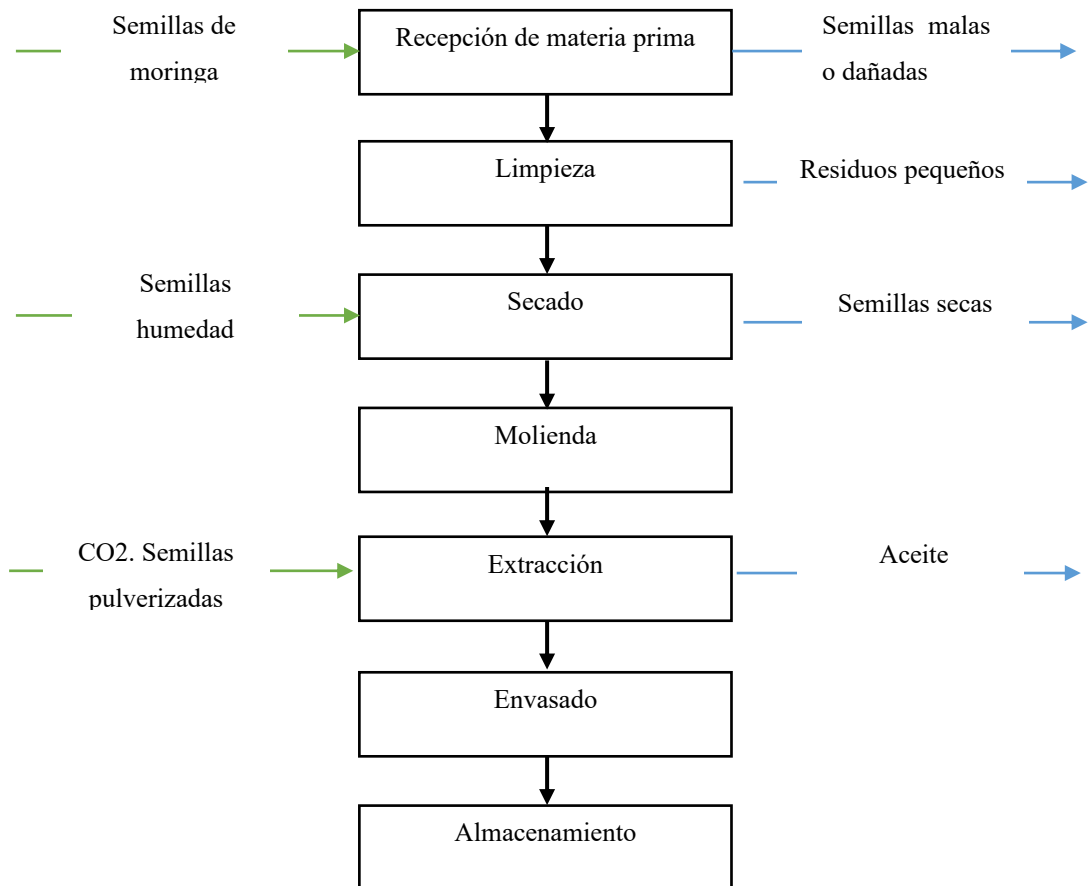
**Envasado:** Se envaso rápidamente para evitar su oxidación, y conservar su calidad y propiedades.

**Almacenado:** El aceite se almacenó en un lugar oscuro a 4°C.

## Diagrama de flujo del proceso de obtención de aceite de semillas de moringa por fluidos súper críticos

Figura 6

Diagrama de flujo de extracción de aceite por fluidos súper críticos



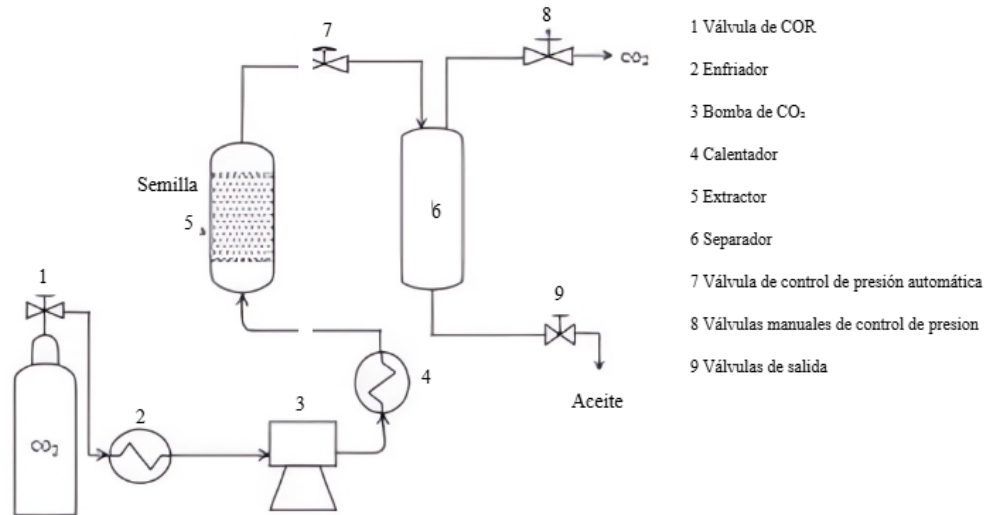
→ Entrada de insumos, servicios básicos, etc. Que no contiene químicos

→ Salida de residuos no orgánicos

## Diagrama del equipo para la extracción por fluidos supercríticos

Figura 7

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.

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

Para obtener el aceite de semillas de moringa 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.

**Recepción de la materia prima:** Las semillas de moringa, se obtuvieron de la provincia de Santa Elena, para la recepción se consideró el estado de maduración y se evitó seleccionar semillas en mal estado o dañadas.

**Limpieza:** Las semillas fueron limpiadas con agua destilada con la finalidad de eliminar impurezas y materiales extraños.

**Obtención de la semilla:** La semilla está recubierta por una cascara externa, por lo tanto, se procedió a eliminar este material para así obtener la semilla.

**Secado:** Las semillas de moringa se secaron en un deshidratador durante 8 horas a temperatura de 40 °C, este proceso se realizó con el fin de estandarizar el contenido de humedad de cada semilla.

**Molienda:** Se trituró las semillas de moringa, para permitir una mayor exposición de la fibra de la semilla, este proceso facilitó la difusión del solvente durante la extracción, con el fin de obtener un mayor rendimiento y calidad del aceite de moringa.

**Prensado:** Se empleó 376,56 g de semillas de moringa, las cuales fueron introducidas en la prensa, que tuvo los siguientes parámetros: temperatura inicial de 110 °C por una hora; temperatura intermedia de 200 °C; velocidad de extracción 21,8 rpm por una hora y presión de 200 a 100 kPa. Durante todo el procedimiento se supervisó y controló todos los parámetros antes mencionados; en esta fase se produjo pérdida de materia prima y derrames de aceite.

**Filtrado:** 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

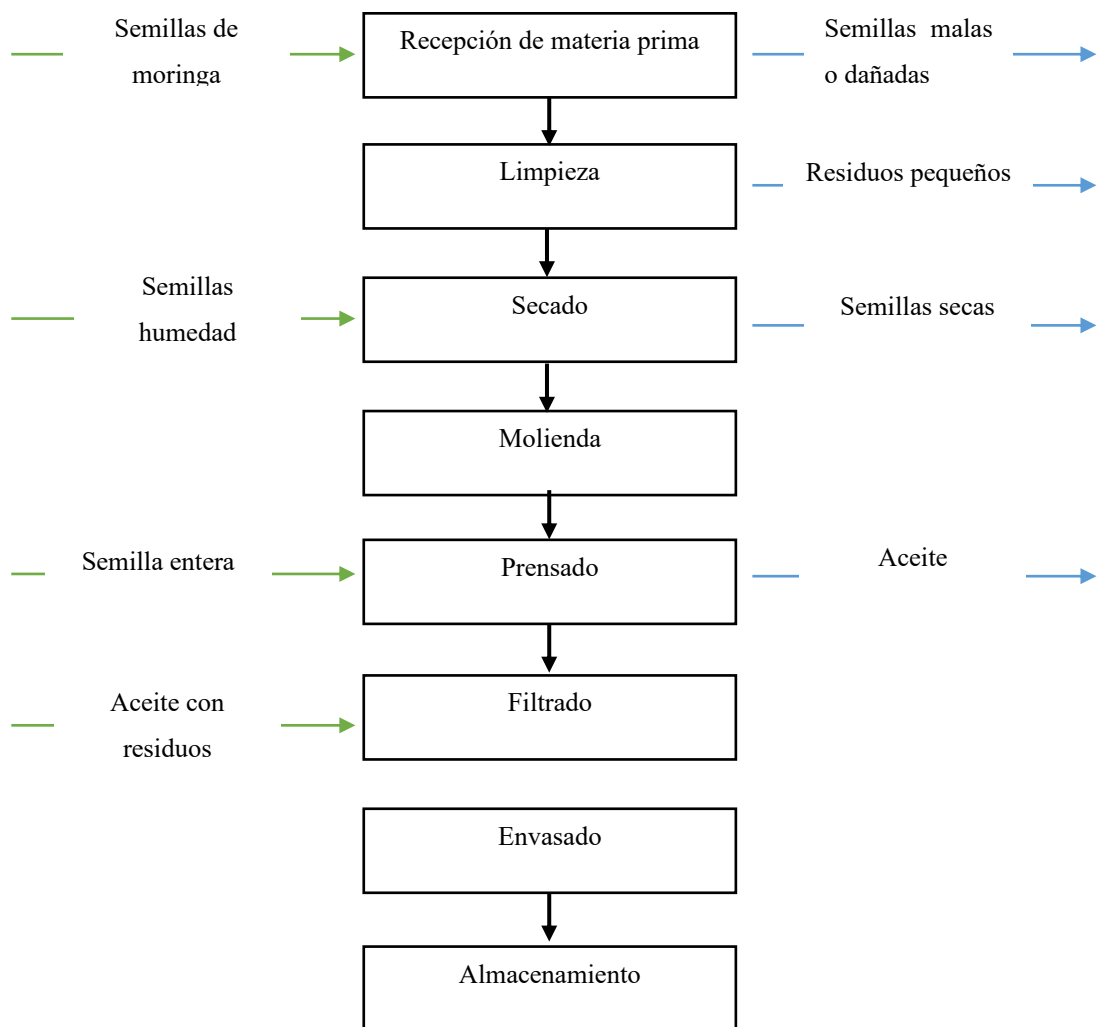
**Envasado:** Se envaso de manera rápida para evitar su oxidación y conservar su calidad y propiedades.

**Almacenado:** El aceite se almaceno en un lugar oscuro a 4°C.

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

Figura 8

Diagrama de flujo de extracción de aceite por prensado en frío



Entrada de insumos, servicios básicos, etc. Que no contiene químicos

Salida de residuos no orgánicos

### **3.2.6.5. Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite extraído**

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

#### **a) 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.

#### **b) 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, el cual fue colocado en el refractómetro para su posterior lectura.

#### **c) Grado de Acidez**

Se determinó la acidez de acuerdo con la Normativa NTE INEN 38, para lo cual se pesó 1,25 g de muestra y se disolvió en una solución compuesta por 12,5 mL de éter y 12,5 mL 95% de alcohol, luego se llevó a cabo la valoración con hidróxido de sodio, utilizando fenolftaleína como indicador. Finalmente, se llevó a cabo la determinación del miligramo de NaOH requerido para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 gramo de muestra.

#### **d) Índice de saponificación**

El proceso de saponificación se realizó conforme a la Normativa NTE INEN 40. En este proceso, se pesaron 2 g de la muestra y se puso en un vaso de precipitación, a lo que se le añadieron 25 mL de hidróxido de potasio (KOH), garantizando la cubrición adecuada de la muestra. Después, se puso el vaso en un baño María durante 60 minutos, agitándolo con regularidad. Después de la saponificación, se añadió una solución indica

#### **e) Densidad relativa**

La determinación de la densidad se realizó de acuerdo con la normativa NTE INEN 35, lo que implicó lavar el picnómetro de manera reiterada con alcohol y agua destilada para prevenir cambios en los resultados. Luego, se introdujeron 5 mL de

muestra en el picnómetro y se sumergió en un baño María a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  por 30 minutos. Luego, se dejó el picnómetro en reposo durante 30 minutos, garantizando la eliminación de cualquier líquido presente. Para concluir, se registraron los pesos del picnómetro con la muestra y del picnómetro en vacío.

#### **3.2.6.6. Rendimiento**

El rendimiento fue calculado en base al peso de aceite extraído sobre el peso de semillas usadas en términos porcentuales (%p/p), tal como se indica a continuación:

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

**Donde:**

%: rendimiento del proceso de extracción.

$M_1$ : masa final del aceite.

$M_2$ : masa inicial de la semilla

#### **3.2.6.6. Identificación de perfil lipídico de los ácidos grasos**

El análisis por cromatografía de gases fue realizado mediante un cromatógrafo de gases, donde se utilizó una columna DB-WAXetr ( $60 \text{ m} \times 0,250 \text{ mm} \times 0,25 \mu\text{m}$ ), como gas portador se empleó el helio a un flujo de 1 mL/min. La inyección de 1  $\mu\text{L}$  de muestra de esterificada se realizó en modo Split. La temperatura de la cámara del inyector fue  $250^\circ\text{C}$ . La temperatura del detector de masa  $260^\circ\text{C}$ . La identificación de los componentes fue con el banco de datos del sistema de CG-EM DE NIST 14.

#### **3.2.6.7. Descripción y diagrama de flujo del proceso para la elaboración de la crema**

Para la elaboración de la crema hidratante, se realizaron las siguientes actividades: a) Recepción de materia prima; b) Pesado; c) Calentamiento; d) Mezclado; e) Agitado; f) Envasado y g) Almacenado. A continuación, se describe cada una de las etapas del proceso:

**Recepción de materia prima y pesado:** Se utilizó el aceite de moringa previamente extraído, con una pipeta se extrajo 2 mL y 10 gr de la base de crema, los cuales fueron depositados en diferentes vasos precipitados.

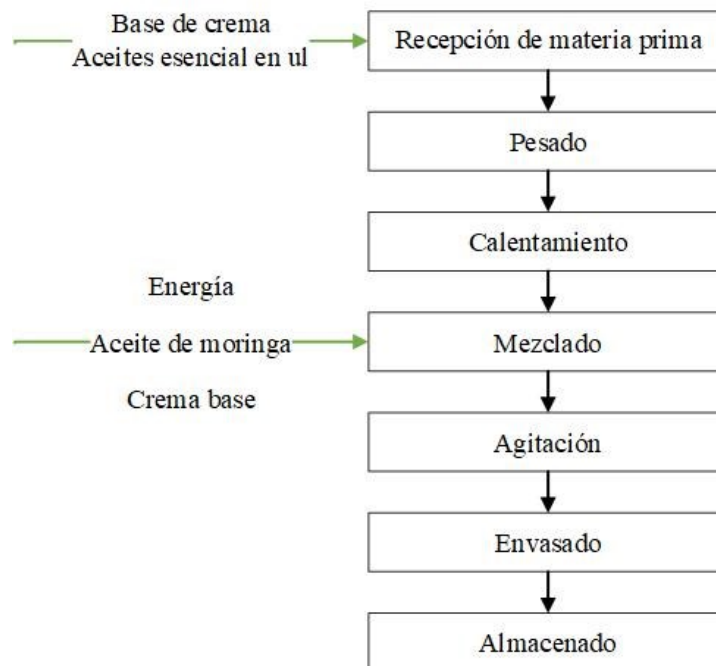
**Calentamiento y mezclado:** Los vasos de precipitación con la base de la crema fueron calentados a 40 ° C en el equipo durante 30 min, después de ese tiempo se procedió a tomar 2 gr de aceite esencial de moringa y se mezcló con la crema.

**Agitación:** La mezcla se llevó a baño maría durante 30 min, con agitación constante hasta que el aceite con la crema se homogenice.

**Envasada y almacenado:** Con el producto ya estable se procedió a envasar en envases aptos para este tipo de producto y se almaceno en un lugar fresco, seco y limpio, sin contaminación.

**Figura 9**

*Proceso de elaboración de la crema a base de aceite de moringa*



## CAPITULO IV

### 4.1.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

##### Análisis de las propiedades físicas

Se obtuvieron los valores promedio de diámetro longitudinal, diámetro ecuatorial, peso de la semilla, peso de la cáscara y peso de la semilla con cáscara. Las semillas fueron recolectadas en enero de 2024 mediante una cosecha aleatoria, con una muestra total de 54 semillas.

##### Tabla 10.

*Resultados del análisis de las propiedades físicas de moringa*

Parámetro	Valor
Peso de semilla + cascara (g)	0,39
Peso de cascara (g)	0,12
Peso de semilla(g)	0,28
Diámetro Longitudinal (mm)	7,39
Diámetro Ecuatorial (mm)	7,46

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

Los resultados obtenidos sobre los parámetros físicos provienen de una muestra que fue secada durante 8 horas a 40°C, la semilla presentó una humedad final de 5%. La longitud (7,39 mm) y el diámetro (7,46 mm) se midieron con un pie de rey.

Según (Sánchez et al., 2022), la semilla de moringa tiene un peso promedio de 0,34 g, una longitud de 11,38 mm y un diámetro de 10,26 mm; estos valores contrastan con los obtenidos en la presente investigación, donde el peso promedio de la semilla fue de 0,28 g, la longitud de 7,39 mm y el diámetro de 7,46 mm; en consecuencia, las semillas utilizadas en este estudio presentan características de menor tamaño.

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

Se seleccionó una muestra representativa de 54 semillas de moringa, y se determinó, por triplicado el porcentaje de humedad, cenizas, fibra, grasa y proteínas. La tabla 11 presenta los resultados del análisis químico de la semilla de moringa en su estado seco.

**Tabla 11.**

*Resultados del análisis químico de la materia prima*

Variable	Método	Respuesta
Humedad (%)	Pérdida de peso (AOAC 925.10)	5,84
Cenizas (%)	Calcinación (AOAC 923.03)	4,08
Fibra (%)	WEENDE	12,14
Proteína (%)	DUMAS	38,95
Grasas (%)	Soxhlet (AOAC 2003.06)	34,44

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

En la investigación presentada por (Humanez, 2021) se menciona que las semillas de moringa contienen entre 5,70 y 8,90 % de humedad, 36,70 % de grasa cruda, 4,40 a 6,90 % de cenizas y 38,40 % de proteína; para (Troncos, 2023) la cantidad de fibra en las semillas es de 20,50 %. Estos valores son similares a los obtenidos en la presente investigación, especialmente en los parámetros de humedad, cenizas, fibra y proteínas; sin embargo, en el caso de la fibra, las semillas analizadas en este estudio presentan un contenido superior, con un valor de 34,44 %.

#### 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 12 donde se obtuvo 50 mL de aceite a partir de 376,56 g de muestra, alcanzando así un rendimiento del 13,28%. Además, en la figura 8 se visualiza el aceite de moringa extraído por el método de prensado en frío.

**Tabla 12.**

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

<b>Variable</b>	<b>Cantidad</b>
Peso de muestra (g)	376,56
Aceite extraído (g)	50
Rendimiento (%)	13,28

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

**Figura 10**

*Aceite de moringa extraído por el método de prensado en frío*



*Nota.* Muestra del aceite de moringa extraído por prensado en frío

Según (León et al., 2022), menciona que durante el proceso de compresión, las semillas se introducen en una prensa mecánica, en esta etapa, se aplica presión junto con un calentamiento, lo que se denomina prensado en frío. La presión generada provoca la ruptura de las células oleaginosas de las semillas, liberando el aceite, este aceite fluye hacia el exterior, mientras que las partes sólidas, conocidas como torta, permanecen en la prensa. Este método permite una extracción efectiva del aceite, preservando gran parte de sus propiedades.

En comparación, según (Marin, 2021), el uso del mismo método produjo un rendimiento del 11,92% con una muestra de 400,60 g; por su parte, la investigación de Cristian (2023), indica que el método de prensado en frío aplicado a la matriz de aguacate logró un rendimiento del 64% en la extracción de aceite. En la presente investigación, se obtuvo un rendimiento del 13,28%, extrayendo 50 g de aceite a partir de 376,56 g de semilla.

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

Los resultados de los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 14, considerando la combinación de factores de presión y temperatura, junto con el rendimiento obtenido en cada tratamiento.

**Tabla 13**

*Tratamientos*

Presión	Temperatura	Niveles
200	40	-1
350	60	+1

**Tabla 14.**

*Resultados de la extracción de aceite por fluidos supercríticos*

Tratamiento	Masa (g)	Presión (bar)	Temperatura (°C)	Peso de Extraído			Promedio	Rendimiento (%)
				R1	R2	R3		
1	376,56	350	40	6,20	6,18	6,63	6,34	1,6832
2	376,56	350	60	12,48	13,12	13,62	13,07	3,4722
3	376,56	200	40	3,19	3,16	3,55	3,30	0,8768
4	376,56	200	60	3,61	2,89	3,07	3,19	0,8468

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

Según Vargas (2018), afirma que al ingresar el CO<sub>2</sub> al equipo de extracción por fluidos supercríticos, comienza un proceso que involucra varias etapas: el CO<sub>2</sub> se comprime a alta presión, aumentando su temperatura hasta alcanzar el estado supercrítico, en la que se calienta aún más para asegurarse de que esté en las condiciones óptimas antes de entrar en contacto con el material a extraer. A continuación, el CO<sub>2</sub> supercrítico se introduce en una columna que contiene semillas de moringa trituradas, donde actúa como un disolvente eficaz, disolviendo compuestos lipofílicos como aceites, durante su proceso, el CO<sub>2</sub> interactúa con estos compuestos, facilitando su solubilización, un proceso influenciado por la temperatura y presión. Finalmente, el CO<sub>2</sub> cargado con los compuestos extraídos se dirige a una cámara de separación, donde se reduce la presión, provocando su

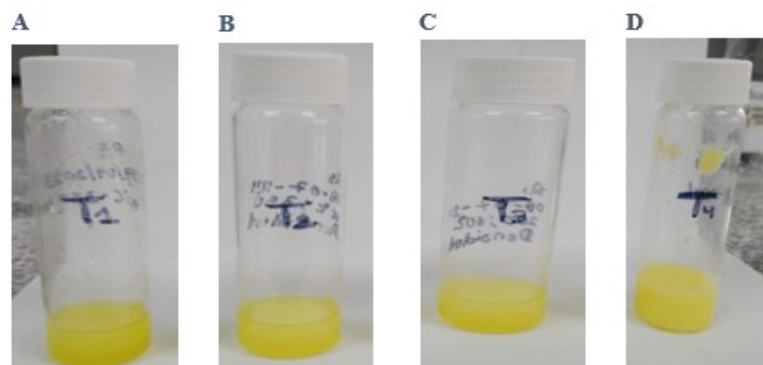
expansión, esto disminuye la solubilidad de los compuestos, lo que permite su precipitación y separación del fluido, facilitando así su recolección en el fondo de la cámara.

Se resalta que los resultados del proceso de extracción de aceite de moringa indican que, al operar a una presión de 350 bar y a una temperatura de 60°C, se genera una mayor cantidad de aceite, alcanzando un rendimiento del 30,93%. En contraste, los resultados obtenidos por Pantoja (2016), muestra que, bajo las mismas condiciones de operación 350 bares y 60°C, el rendimiento de la semilla de maracuyá fue menor (15,7%); Asimismo, el mismo autor revela un rendimiento del 14,5% para la semilla de mora, también utilizando el método de fluidos supercríticos en condiciones experimentales de 350 bares y 60°C.

La figura 11 exhibe el aceite extraído por fluidos supercríticos bajo diferentes condiciones de presión y temperatura.

### Figura 11

*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 extraído bajo las condiciones del tratamiento 4.

#### 4.1.4. Resultado de la extracción de los aceites de moringa para determinar el rendimiento

Los valores presentados en la Tabla 15 de 1 y -1 para el factor temperatura corresponden a 60°C y 40°C, respectivamente. Por otro lado, los valores 1 y -1 para la presión se refieren a 350 bar y 200 bar, respectivamente.

**Tabla 15.***Resultados de la extracción de aceite de moringa por fluidos supercríticos*

<b>Temperatura</b>	<b>(° C)</b>	<b>Presión (Bar)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
1		-1	3,61
-1		-1	3,19
-1		1	6,20
1		1	12,48
1		-1	2,89
-1		-1	3,16
-1		1	6,18
1		1	13,12
1		-1	3,07
-1		-1	3,55
-1		1	6,63
1		1	13,62

La tabla 15 describe los resultados registrados para rendimiento (%) de los 4 tratamientos planteados y sus réplicas, de la presente investigación, donde se evidencia que el tratamiento T2 adquirió un rendimiento promedio de 13,12 % en contraste con los demás tratamientos.

**Tabla 16.***Análisis de Varianza para Rendimiento por fluidos supercríticos*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A: Temperatura	28,4592	1	28,4592	167,02	0,0000
B: Presión	122,624	1	122,624	719,64	0,0000
AB	33,8016	1	33,8016	198,37	0,0000
Error total	1,02238	6	0,170397		
Total (corr.)	185,90718	9			

La Tabla 16 presenta el ANOVA correspondiente a la variable rendimiento, desglosado por cada uno de los efectos, donde, se evidencia que los factores A y B muestran diferencias altamente significativas, dado que su valor p es menor a 0,05. Además, se observa que la interacción entre ambos factores también presenta

diferencias significativas, lo que confirma que tanto los factores individuales como su interacción contribuyen al desarrollo de la presente investigación.

Dada la existencia de diferencias significativas entre los factores estudiados, se realizó el coeficiente de regresión para el rendimiento.

**Tabla 17.**

*Valor óptimo = 13,0733*

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Temperatura	40	60	60
Presión	200	350	350

La tabla 17 muestra la combinación de los niveles de los factores que maximiza el rendimiento en la región indicada; la combinación óptima de 60°C y 350 bar logra un rendimiento del 13,0733%. Por lo tanto, tanto la temperatura como la presión, en sus niveles más altos, contribuyen positivamente a la maximización del rendimiento.

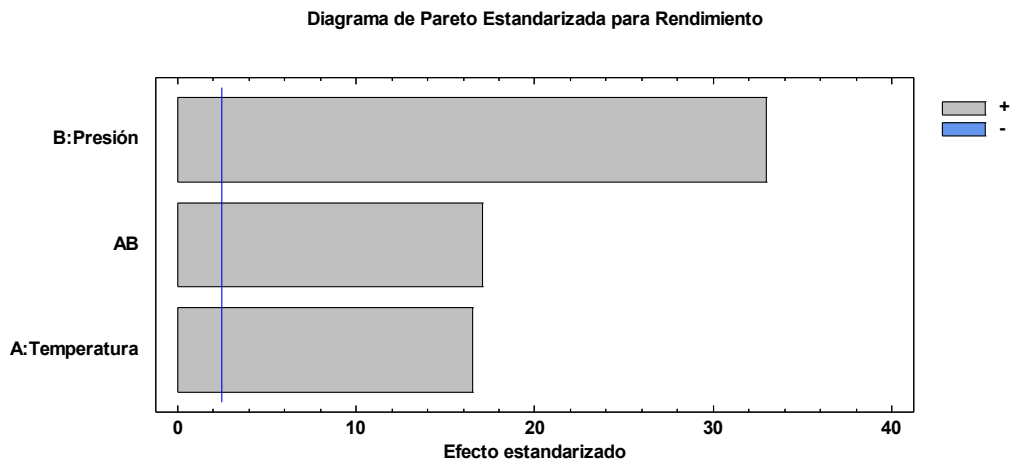
La ecuación del modelo ajustado es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Rendimiento} = & 16,9289 - 0,441944 * \text{Temperatura} - 0,0670444 \\
 & * \text{Presión} + 0,00218222 * \text{Temperatura} * \text{Presión}
 \end{aligned}$$

Al utilizar este modelo, se indica que tanto la temperatura como la presión afectan de manera significativa al rendimiento, pero la forma en que interactúan crea para optimizar el rendimiento al ajustar ambas variables simultáneamente.

**Figura 12**

*Diagrama de Pareto Estandarizado para Rendimiento*



En la figura 12, se presenta un diagrama de Pareto estandarizado que analiza diversos factores que influyen en el rendimiento del proceso, se destaca tres barras que representan factores e interacciones: la presión (B), muestra el mayor efecto estandarizado positivo y es el más influyente; la interacción entre temperatura y presión (AB), y la temperatura (A), presentan un efecto positivo. El gráfico incluye una línea vertical azul en el punto cero, que delimita los efectos negativos de los positivos; en este caso, todos los efectos son positivos

**Interacciones de los aceites obtenidos por el método de fluidos super críticos para determinar la significancia.**

**Tabla 18.**

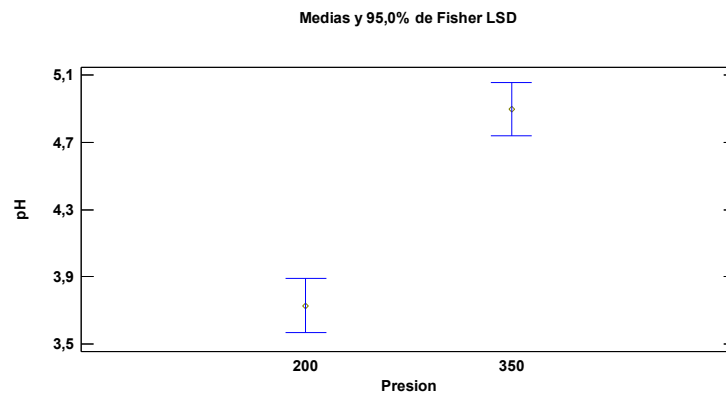
*Análisis de varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión	4,10904	1	4,10904	70,36	0,0000
B: Temperatura	0,377365	1	0,377365	6,46	0,0346
INTERACCIONES					
AB	7,71845	1	7,71845	132,17	0,0000
RESIDUOS	0,467188	8	0,0583985		
TOTAL (CORREGIDO)	12,672	11			

La tabla 18 presenta el análisis de ANOVA para el pH, donde se resalta que tanto los factores como la interacción son significativos; sin embargo, el factor presión muestra un nivel de significancia muy alto, lo que indica que la presión tiene un alto impacto sobre el pH.

**Figura 13**

*Medias y 95,0 % de Fisher LSD*



La figura 13 ilustra las diferencias entre las medias de los niveles del factor presión, se destaca que el nivel de pH es significativamente mayor cuando se trabaja a una presión de 350 bares, mientras que se observa un descenso en los valores de pH al reducir la presión. Esta tendencia indica una relación directa entre la presión y el nivel de pH, por lo cual, un incremento en la presión favorece un ambiente más alcalino en el proceso de extracción.

### Análisis de varianza de la acidez

**Tabla 19.**

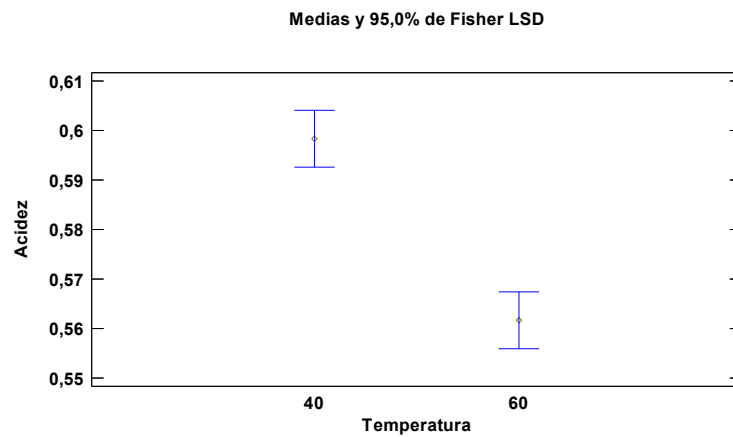
*Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión	0,0001333	1	0,000133	1,78	0,2191
B: Temperatura	0,0040333	1	0,004033	53,78	<b>0,0001</b>
INTERACCIONES					
AB	3,333E-05	1	3,33E-05	0,44	0,5237
RESIDUOS	0,0006	8	0,000075		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0048	11			

La tabla 19 presenta el ANOVA para la acidez del aceite extraído, en el cual se destaca que la temperatura tiene un impacto altamente significativo, evidenciado por un valor de  $p$  de 0,0001, por lo tanto, los cambios en la temperatura afectan notablemente la acidez, mientras que factores como la presión no influyen significativamente sobre la acidez.

**Figura 14**

*Medias y 95,0 % de Fisher LSD*



La figura 14 muestra que a medida que se incrementa la temperatura a 60°C, la acidez del producto disminuye en comparación con la temperatura de 40°C; esta diferencia en los niveles de acidez entre las temperaturas de 40°C y 60°C es estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95%.

### **Análisis de varianza de la densidad**

**Tabla 20.**

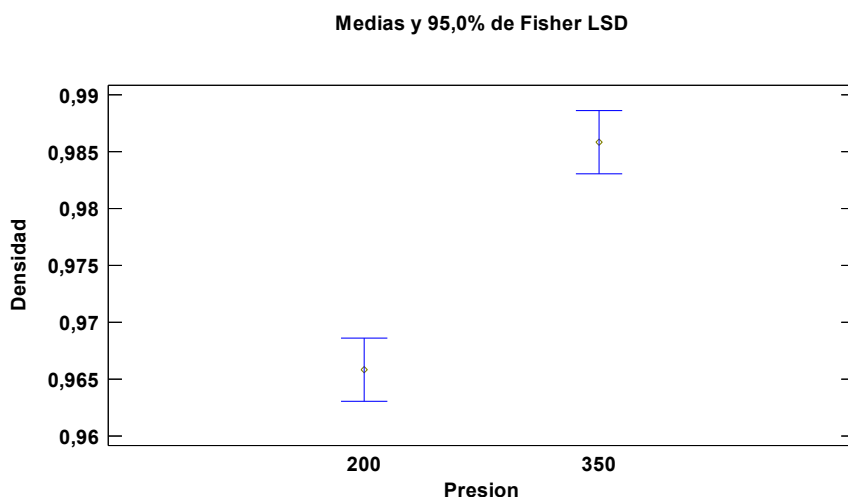
*Análisis de Varianza para Densidad - Suma de Cuadrados Tipo III*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A: Presión	0,0012	1	0,0012	69,57	0,0000
B: Temperatura	0,0019763	1	0,0019763	114,57	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,0022413	1	0,0022413	129,93	0,0000
RESIDUOS	0,000138	8	1,725E-05		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0055557	11			

La tabla 20 analiza el análisis de varianza para densidad, donde se destaca que todos los factores y la interacción son altamente significativos, al tener valores – p inferiores a 0.05.

**Figura 15**

*Medias y 95,0 % de Fisher LSD*



La figura 15 presenta las medias de los niveles del factor A en relación con la densidad, evidenciando un efecto estadísticamente significativo en la obtención del aceite de moringa, con un nivel de confianza del 95,0%. Se observó que, al alcanzar una presión de 350 bares, se logra una ligera elevación en la densidad del aceite; sin embargo, este aumento no se considera significativo.

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

Los resultados correspondientes a la calidad del aceite de moringa 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 21.

**Tabla 21.**

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

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>
Densidad relativa	-	0,942	NTE INEN 35	0,909	0,915
Acidez	%	0,53	NTE INEN 38	-	0,5
pH	-	4,423	-	4	7
Índice de refracción	-	1,47	NTE INEN 42	1,466	1,4685

La densidad relativa fue de 0,942, situándose dentro de los rangos establecidos por la NTE INEN 35 (0,909 a 0,915); la acidez se registró en 0,53, en concordancia con la NTE INEN 38, que establece un límite máximo de 0,5; el pH fue de 4,423, alineándose con el rango aceptable para el aceite de oliva (4 a 7); y el índice de refracción alcanzó 1,47, cumpliendo con las especificaciones de la NTE INEN 42, que indica un rango máximo de 1,466 a 1,4685. Estos resultados evidencian que el aceite de moringa se ajusta a los parámetros de calidad establecidos por las normativas pertinentes, por tanto, es un producto de alta calidad.

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

La Tabla 22 presenta los resultados de la evaluación de la calidad del aceite de moringa 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 22.**

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

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>
Densidad relativa	-	0,990	0,988	0,996	0,933	NTE INEN 35	0,909	0,915
Acidez	%	0,60	0,57	0,56	0,60	NTE INEN 38	-	0,5
pH	-	5,522	4,272	4,706	2,747		4	7
Índice de refracción		1,47	1,47	1,47	1,47	NTE INEN 42	1,466	1,4685

Se analizaron diversos parámetros que son fundamentales para la caracterización del aceite, comenzando con la densidad relativa, cuya determinación se llevó a cabo siguiendo la Normativa NTE INEN 35; además, se midió la acidez del aceite conforme a la Normativa NTE INEN 38, lo que permite evaluar su calidad y estabilidad; el pH fue determinado en un rango de 4 a 7, que es el estándar establecido para el aceite de oliva. También se evaluó el índice de saponificación, de acuerdo con la Normativa NTE INEN 40 y, finalmente, se midió el índice de refracción según la Normativa NTE INEN 42.

#### **4.1.6. Identificación del perfil lipídico por cromatografía de gases**

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 un hidrolisis 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 esteres metílicos de los ácidos grasos se añadió 10 mL de hexano grado cromatográfico y se agito constantemente, finalmente el extracto de hexano

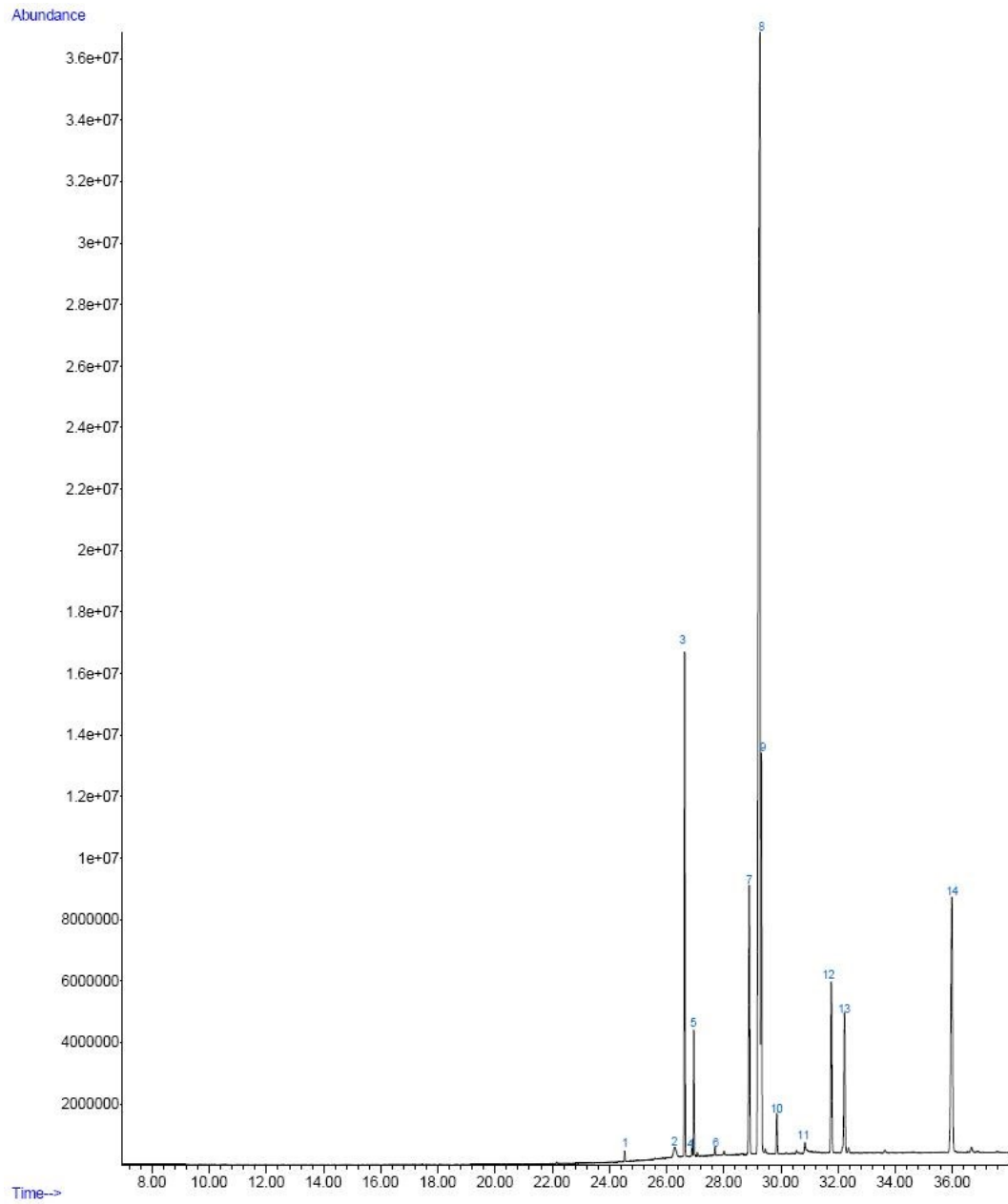
se inyecta a un val cromatográfico para posterior separación en el cromatógrafo de gases. Las Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19 y Figura 20 indican el perfil lipídico mediante cromatografía de gases, por método de extracción de prensado en frío y fluidos supercríticos.

### **Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa**

La figura 16 muestra el cromatograma para los compuestos de perfil lipídico presentes en el tratamiento T1 (a1b2) correspondientes a la combinación de los factores: 40°C, 350 bares. Se destaca en mayor abundancia el Oleic acid, methyl ester.

**Figura 16**

*Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T1*



**Tabla 23.***Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa T1*

N°	Compuesto	RT	% Área
1	Myristic acid, methyl ester	24,533	0,16
2	Lignoceric acid methyl ester	26,286	1,02
3	Palmitic acid, methyl ester	26,633	8,55
4	Hexaethylene glycol monododecyl ether	26,885	0,13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26,953	2,03
6	Margaric acid methyl ester	27,692	0,20
7	Stearic acid, methyl ester	28,891	6,85
8	Oleic acid, methyl ester	29,265	52,37
9	Elaidic acid, methyl ester	29,338	7,17
10	Linoleic acid, methyl ester	29,855	0,88
11	Linolenic acid, methyl ester	30,838	0,29
12	Arachidic acid methyl ester	31,761	4,60
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,223	4,52
14	Behenic acid, methyl ester	35,973	10,07

*Fuente.* Trabajo experimental 2024

La tabla 23 indica la identificación de 14 compuestos presentes en el tratamiento T1 correspondiente a la combinación de los factores: 40°C, 350 bares. El perfil de los picos analizados muestra siete picos mayoritarios con diferentes tiempos de retención y porcentaje de área, los compuestos de perfil lipídico se identificaron usando GC/MSD.

El primer pico Oleic acid, methyl ester se observó al 29,265 minuto de retención con 52,37% de área, el segundo pico Behenic acid, methyl ester, al 35,973 minutos de retención con 10,07 % de área, el tercer pico Palmitic acid, methyl ester se observó a los 26,633 minutos de retención con un 8,55 % de área, el cuarto pico Elaidic acid, methyl ester se identificó a los 29, 338 minutos de retención con 7,17% área, el quinto pico Stearic acid, methyl ester a los 28,891 minutos de retención con 6,85 % de área, el sexto pico Arachidic acid, methyl ester se identificó a los 31,761 minutos de retención con 4,60% de área y finalmente se observó el séptimo pico

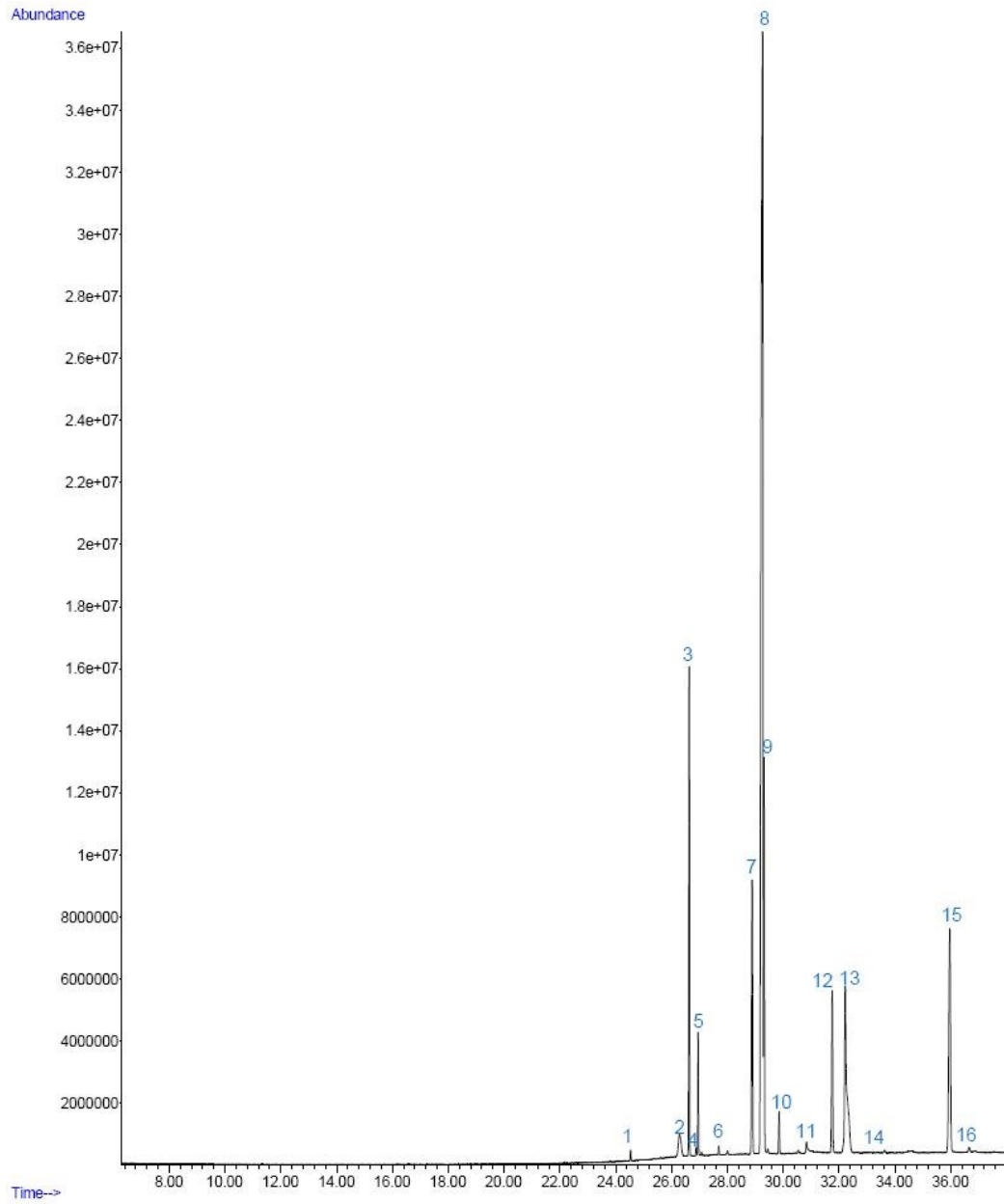
cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester a los 32, 223 minutos de retención con 4,52 % de área.

El perfil de los picos de los compuestos de ácidos grasos de aceite de moringa observado en el cromatograma es similar a los descritos por Sobrados (2018), que menciona que los ácidos predominantes en la semilla de moringa son el ácido oleico (68,9%), el linoléico (3,8%), el esteárico (10,8%), el palmítico (3,6%), el behémico (6,3%), el mirística (1,5%) y el lignocérico (0,13%) mediante el método de extracción enzimática con presa expeller. De igual manera, según la investigación de Madril (2022), se determinaron como ácidos principales en la semilla de moringa el ácido esteárico (11,85%), el behénico (6,90%), palmítico (5,73%), lignocérico (1,21%), oleico (75,48%), eláidico (3,80%) y el linoleico (0,55%).

En la figura 17 se muestra el cromatograma para los compuestos de perfil lipídico presentes en el tratamiento T2 (a2b2) correspondientes a la combinación de los factores: 60°C, 350 bares. Se destaca en mayor abundancia el pico 8, correspondiente al Oleic acid, methyl ester.

### Figura 17

*Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T2*



**Tabla 24.***Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T2*

<b>N°</b>	<b>Compuesto</b>	<b>RT</b>	<b>% Área</b>
1	Myristic acid, methyl ester	24,532	0,17
2	Lignoceric acid methyl ester	26,279	1,28
3	Palmitic acid, methyl ester	26,632	8,74
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26,884	0,14
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26,952	2,10
6	Margaric acid methyl ester	27,689	0,16
7	Stearic acid, methyl ester	28,892	6,99
8	Oleic acid, methyl ester	29,270	51,65
9	Elaidic acid, methyl ester	29,320	7,18
10	Linoleic acid, methyl ester	29,853	0,95
11	Linolenic acid, methyl ester	30,836	0,35
12	Arachidic acid methyl ester	31,759	4,59
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,222	5,80
14	15-Crown-5	32,359	0,16
15	Behenic acid, methyl ester	35,970	9,59
16	1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	36,658	0,21

*Fuente.* Trabajo experimental 2024.

En la tabla 24 se identificaron 16 compuestos presentes en el tratamiento T2 correspondiente a la combinación de los factores: 60°C, 350 bares. El perfil de los picos analizados muestra siete picos mayoritarios con diferentes tiempos de retención y porcentaje de área, los compuestos de perfil lipídico se identificaron usando GC/MSD.

El primer pico Oleic acid, methyl ester se observó al 29,270 minuto de retención con 51,65% de área, el segundo pico Behenic acid, methyl ester, al 35, 970 minutos de retención con 9,59 % de área, el tercer pico Palmitic acid, methyl ester se observó a los 26,632 minutos de retención con un 8,74 % de área, el cuarto pico Elaidic acid, methyl ester se identificó a los 29, 320 minutos de retención con 7,18% área, se observó un quinto pico Stearic acid, methyl ester a los 28,892 minutos de retención

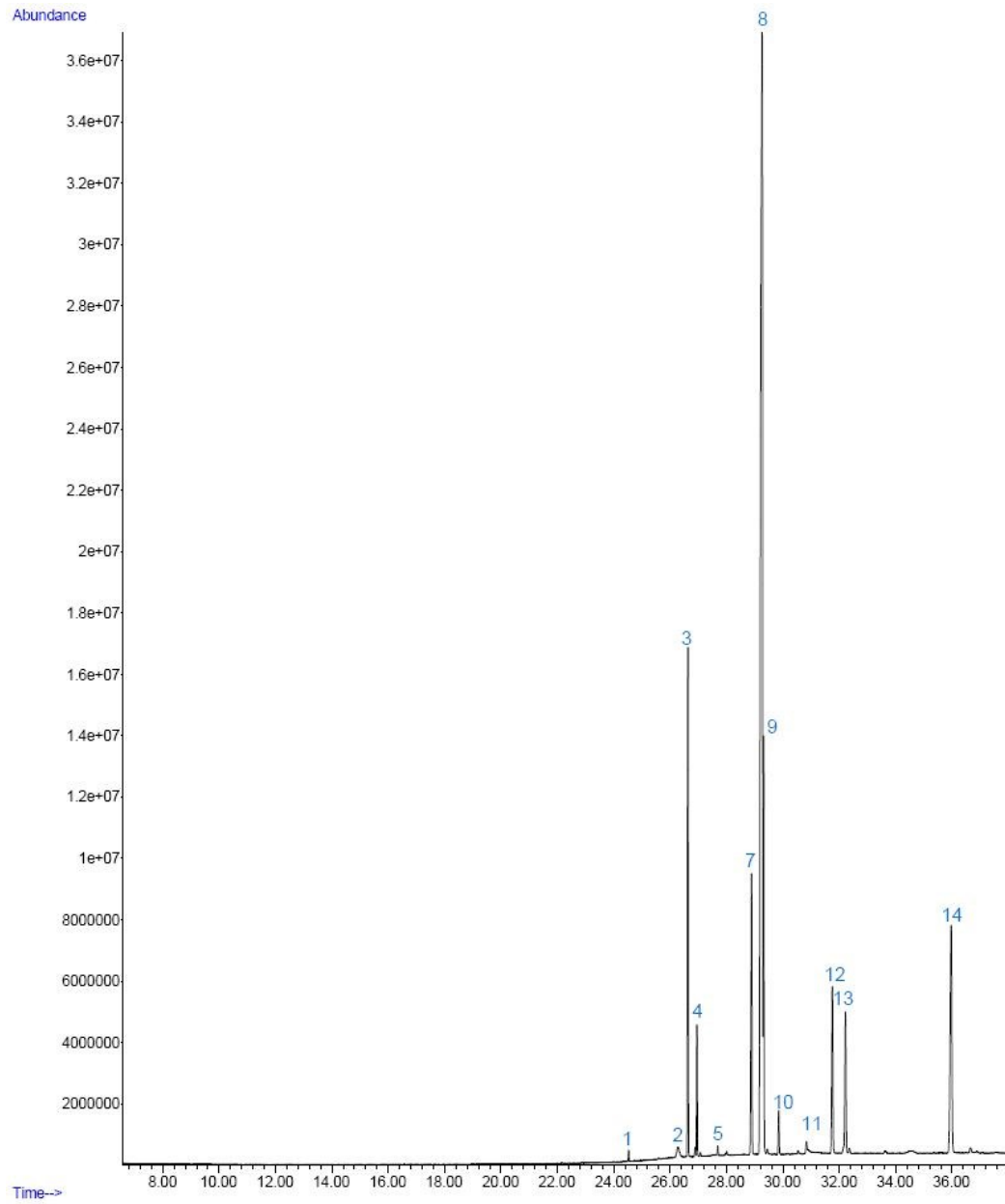
con 6,99% de área, el sexto pico cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester se identificó a los 32,222 minutos de retención con 5,80% de área y finalmente se observó el séptimo pico Arachidic acid, methyl ester a los 31,759 minutos de retención con 4,59% de área.

El perfil de los picos de los compuestos de ácidos grasos de aceite de moringa observado en el cromatograma es similar a los descritos por (Sobrados, 2018) que identificó ácidos predominantes en la semilla de moringa, entre ellos se destaca el ácido oleico (68,9%), el linoléico (3,8%), el esteárico (10,8%), el palmítico (3,6%), el behémico (6,3%), el mirística (1,5%) y el lignocérico (0,13%) mediante el método de extracción enzimática con presa expeller, Por otra parte, según la investigación de (Madril, 2022), se determinaron como ácidos principales en la semilla de moringa el ácido esteárico (11,85%), el behémico (6,90%), palmítico (5,73%), lignocérico (1,21%), oleico (75,48%), elaídico (3,80%) y el linoleico (0,55%).

En la figura 18 se presenta el cromatograma para los compuestos de perfil lipídico presentes en el tratamiento T3 (a2b1) correspondientes a la combinación de los factores: 60°C, 200 bares. Se destaca en mayor abundancia el pico 8, correspondiente al Oleic acid, methyl ester.

## Figura 18

*Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T3*



**Tabla 25.***Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T3*

Nº	Compuesto	RT	% Área
1	Myristic acid, methyl ester	24,531	0,16
2	Lignoceric acid methyl ester	26,278	1,46
3	Palmitic acid, methyl ester	26,629	8,53
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26,906	0,73
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26,951	1,15
6	Margaric acid methyl ester	27,689	0,16
7	Stearic acid, methyl ester	28,881	4,24
8	Oleic acid, methyl ester	29,253	54,10
9	Elaidic acid, methyl ester	29,287	7,07
10	Linoleic acid, methyl ester	29,851	0,90
11	Linolenic acid, methyl ester	30,836	0,44
12	Arachidic acid methyl ester	31,762	4,19
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,218	5,67
14	Behenic acid, methyl ester	35,961	8,79

Fuente: Trabajo experimental 2024.

En la tabla 25 se identificaron 14 compuestos presentes en el tratamiento T3 correspondiente a la combinación de los factores: 60°C, 200 bares. El perfil de los picos analizados muestra siete picos mayoritarios con diferentes tiempos de retención y porcentaje de área, los compuestos de perfil lipídico se identificaron usando GC/MSD.

El primer pico Oleic acid, methyl ester se observó al 29,253 minuto de retención con 54,10% de área, el segundo pico Behenic acid, methyl ester, al 35, 961 minutos de retención con 8,79 % de área, el tercer pico Palmitic acid, methyl ester se observó a los 26,629 minutos de retención con un 8,53 % de área, el cuarto pico Elaidic acid, methyl ester se identificó a los 29, 287 minutos de retención con 7,07% área, se observó el quinto pico cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester a los 32,218 minutos de retención con 5,67% de área, el sexto pico Stearic acid, methyl ester se identificó a los 28,881 minutos de retención con 4,24% de área y finalmente se observó el

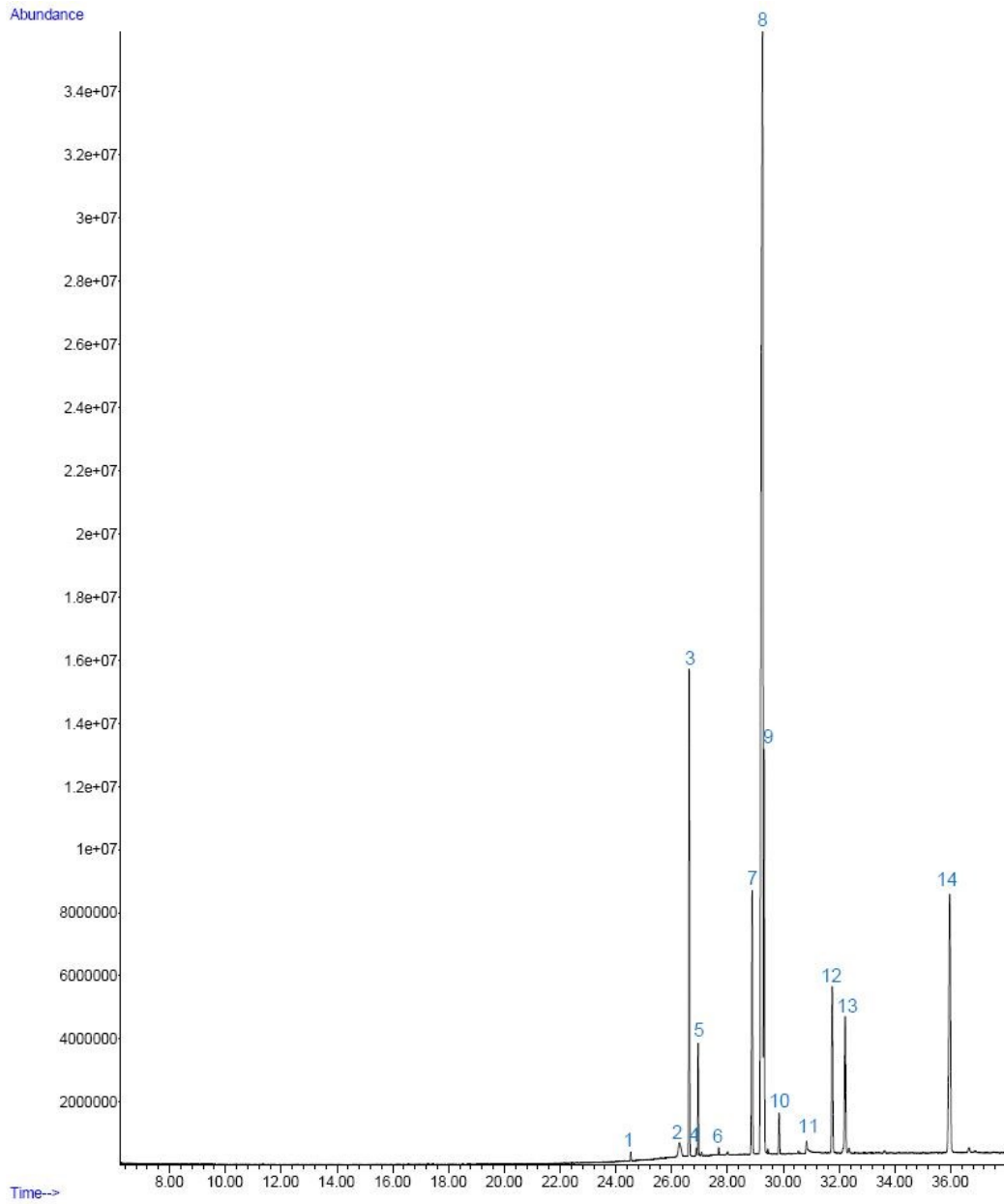
séptimo pico Arachidic acid, methyl ester a los 31,762 minutos de retención con 4,19% de área.

El perfil de los picos de los compuestos de ácidos grasos de aceite de moringa observado en el cromatograma es similar a los descritos por (Andi, 2023) que identificó como ácidos predominantes en la semilla de moringa al ácido oleico (65,7%), el palmitico (9,3%), el esteárico (7,4%) y el behémico (8,6%) para la elaboración de un biocombustible a partir del aceite extraído de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*). Por otra parte, según la investigación de (Ramírez, 2022), se determinaron como ácidos principales en la semilla de moringa el ácido esteárico (6%), el behénico (7%), palmítico (6%) y el oleico (81%).

En la figura 19 se presenta el cromatograma para los compuestos de perfil lipídico presentes en el tratamiento T4 (a1b1) correspondientes a la combinación de los factores: 40°C, 200 bares. Se destaca el pico 8 correspondiente al Oleic acid, methyl ester.

### Figura 19

*Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de fluidos supercríticos – T4*



**Tabla 26.**

*Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – T4*

N°	Compuesto	RT	% Área
1	Myristic acid, methyl ester	24,531	0,14
2	Lignoceric acid methyl ester	26,274	1,37
3	Palmitic acid, methyl ester	26,630	8,47
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26,884	0,13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26,951	1,78
6	Margaric acid methyl ester	27,689	0,15
7	Stearic acid, methyl ester	28,887	7,90
8	Oleic acid, methyl ester	29,258	37,24
9	Elaidic acid, methyl ester	29,312	8,75
10	Linoleic acid, methyl ester	29,851	0,91
11	Linoleic acid, methyl ester	30,835	0,27
12	Arachidic acid methyl ester	31,757	4,35
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,219	3,85
14	Behenic acid, methyl ester	35,969	10,26

*Fuente:* Trabajo experimental 2024.

En la tabla 26 se identificaron 14 compuestos presentes en el tratamiento T4 correspondiente a la combinación de los factores: 40°C, 200 bares. El perfil de los picos analizados muestra siete picos mayoritarios con diferentes tiempos de retención y porcentaje de área, los compuestos de perfil lipídico se identificaron usando GC/MSD.

El primer pico Oleic acid, methyl ester se observó al 29,258 minuto de retención con 37,24% de área, el segundo pico Behenic acid, methyl ester, al 35,969 minutos de retención con 10,26% de área, el tercer pico Elaidic acid, methyl ester, al 29,312 minutos de retención con 8,75% de área, el cuarto pico Palmitic acid, methyl ester se observó a los 26,630 minutos de retención con un 8,47% de área, se observó el quinto pico Stearic acid, methyl ester a los 28,887 minutos de retención con 7,90% de área, el sexto pico Arachidic acid, methyl ester se identificó a los 31,757 minutos

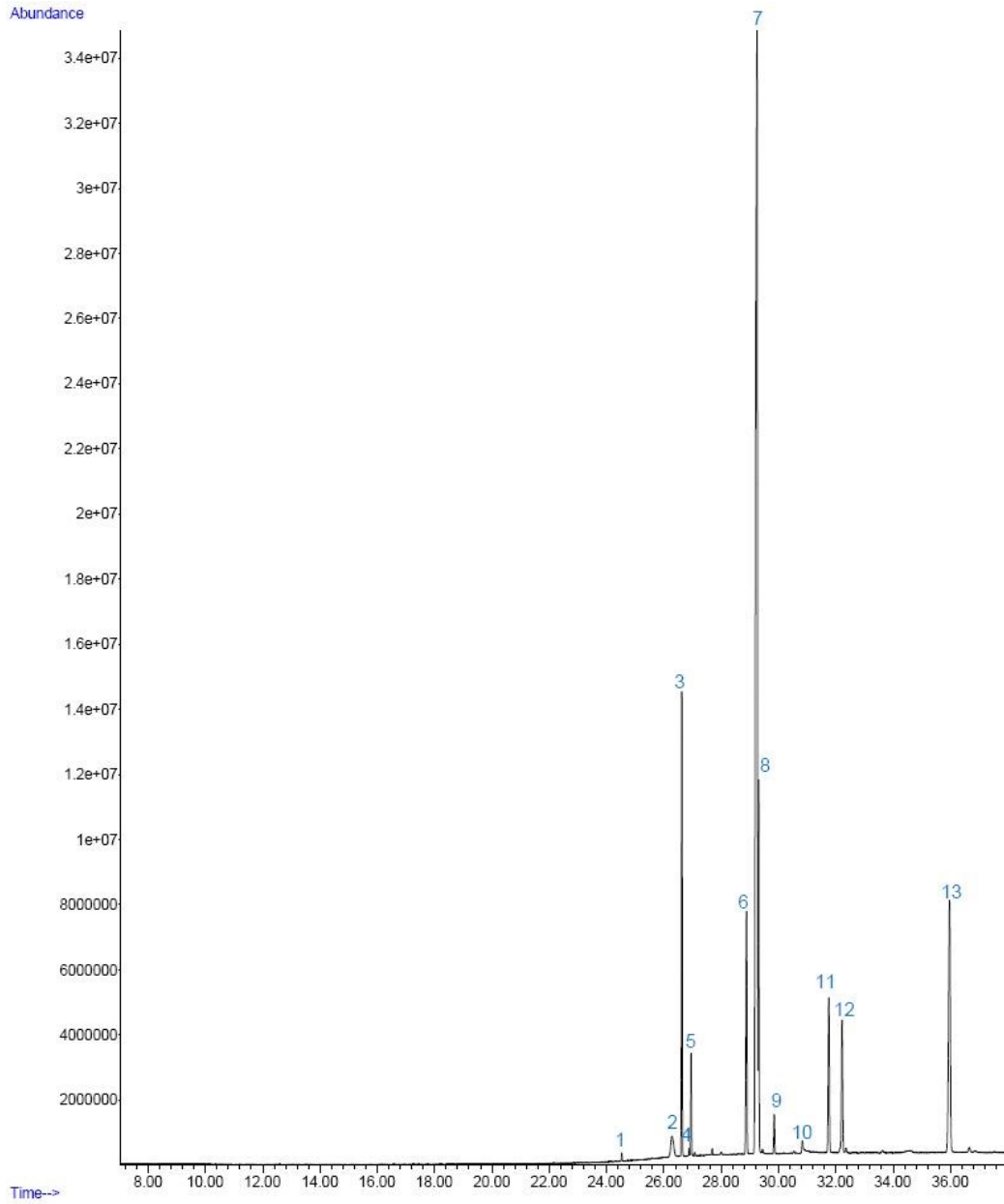
de retención con 4,35% de área y finalmente se observó el séptimo pico cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester a los 32, 218 minutos de retención con 3,85% de área.

El perfil de los picos de los compuestos de ácidos grasos de aceite de moringa observado en el cromatograma es similar a los descritos por (Andi, 2023), que identificó la presencia del ácido oleico (65,7%), el palmitico (9,3%), el esteárico (7,4%) y el behémico (8,6%) para la elaboración de un biocombustible a partir del aceite extraído de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*). Por otra parte, según la investigación de Ramírez (2022), se determinaron como ácidos principales en la semilla de moringa el ácido esteárico (6%), el behénico (7%), palmítico (6%) y el oleico (81%).

La figura 20 se muestra el cromatograma para los compuestos de perfil lipídico presentes en el tratamiento T5 (prensado en frío), donde se destaca el pico 7, correspondiente al Oleic acid, methyl ester.

## Figura 20

*Cromatograma de los compuestos de perfil lipídico presentes en aceite de moringa extraído por el método de prensado en frío.*



**Tabla 27.**

*Compuestos de perfil lipídico presentes en el aceite de moringa – prensado en frío*

N°	Compuesto	RT	% Área
1	Myristic acid, methyl ester	24,531	0,13
2	Lignoceric acid methyl ester	26,285	1,86
3	Palmitic acid, methyl ester	26,628	8,43
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26,883	0,13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26,950	1,72
6	Stearic acid, methyl ester	28,880	6,17
7	Oleic acid, methyl ester	29,249	53,06
8	Elaidic acid, methyl ester	29,305	7,25
9	Linoleic acid, methyl ester	29,850	0,90
10	Linoleic acid, methyl ester	30,834	0,44
11	Arachidic acid methyl ester	31,755	4,34
12	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,218	3,93
13	Behenic acid, methyl ester	35,967	10,83

*Fuente.* Trabajo experimental 2024.

La tabla 27 presenta la identificación de los 13 compuestos presentes en el tratamiento T5 correspondiente a la extracción de prensado en frío, donde el perfil de los picos analizados muestra siete picos mayoritarios con diferentes tiempos de retención y porcentaje de área, los compuestos de perfil lipídico se identificaron usando GC/MSD.

El primer pico Oleic acid, methyl ester se observó al 29,249 minuto de retención con 53,06% de área, el segundo pico Behenic acid, methyl ester, al 35,967 minutos de retención con 10,83 % de área, el tercer pico Palmitic acid, methyl ester se observó a los 26,628 minutos de retención con un 8,43 % de área, el cuarto pico Elaidic acid, methyl ester se identificó a los 29, 305 minutos de retención con 7,25% área, se observó el quinto pico Stearic acid, methyl ester a los 28,880 minutos de retención con 6,17% de área, el sexto pico Arachidic acid, methyl ester se identificó a los 31,755 minutos de retención con 4,34% de área y finalmente se observó el

séptimo pico cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester a los 32, 218 minutos de retención con 3,93 % de área.

El perfil de los picos de los compuestos de ácidos grasos de aceite de moringa observado en el cromatograma es similar a los descritos por Andi (2023), donde se identificaron como ácidos predominantes en la semilla de moringa al ácido oleico (65,7%), el palmitico (9,3%), el esteárico (7,4%) y el behémico (8,6%) destacando su potencial para la elaboración de un biocombustible a partir del aceite extraído de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*). Por otra parte, según la investigación de Ramírez (2022), se determinó como ácidos principales en la semilla de moringa al ácido esteárico (6%), el behénico (7%), palmítico (6%) y el oleico (81%)

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

Número de Pico					Tiempo de retención (min)					Porcentaje de Área (%)					
FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4	PF	Compuestos	FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4	PF	FSC T1	FSC T2	FSC T3	FSC T4	PF
3	3	3	3	3	Palmitic acid, methyl ester	26,633	26,632	26,629	26,630	26,628	8,55	8,74	8,53	8,47	8,43
7	7	7	7	6	Stearic acid, methyl ester	28,891	28,892	28,881	28,887	28,880	6,85	6,99	4,24	7,90	6,17
8	8	8	8	7	Oleic acid, methyl ester	29,265	29,270	29,253	29,258	29,249	52,37	51,65	54,10	37,24	53,06
9	9	9	9	8	Elaidic acid, methyl ester	29,338	29,320	29,287	29,312	29,305	7,17	7,18	7,07	8,75	7,25
12	12	12	12	11	Arachidic acid methyl ester	31,761	31,759	31,762	31,757	31,755	4,60	4,59	4,19	4,35	4,34
13	13	13	13	12	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32,223	32,222	32,218	32,290	32,218	4,52	5,80	5,67	3,85	3,93
14	15	14	14	13	Behenic acid, methyl ester	35,973	35,970	35,961	35,969	35,967	10,07	9,59	8,79	10,26	10,83

*Nota.* 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; PF: Extracción por prensado en frío

### 2.1.7. Elaboracion de la crema facial con el aciete obtenido

La crema hidratante formulada a base de aceite de moringa se caracteriza por presentar un pH de 6,07, la textura es homogénea y agradable al tacto, la apariencia es uniforme y un aroma característico. En la Tabla 29 se detallan de forma más extensa las características de la crema.

**Tabla 29.**

*Características de la crema a base de aceite de moringa*

<b>Parámetro</b>	<b>Propiedad observada</b>
pH	El pH se de 6,07 lo cual es óptimo para la piel, lo que garantiza una compatibilidad dermatológica ideal y ayuda a evitar la irritación.
Homogeneidad	La crema mostró una perfecta distribución de los ingredientes sin signos de separación, lo que asegura estabilidad durante todo el período de almacenamiento.
Apariencia	El color y la textura de la crema permanecieron estables durante un período de 2 meses, sin cambios significativos debido a la oxidación o degradación.
Aroma	Se identificó un aroma natural, suave y agradable, derivado de la moringa, que persistió por hasta 4 horas después de la aplicación. No se detectaron olores rancios o desglosados.
Blandura	La crema proporcionó una textura suave al tacto, mejorando la sensación en la piel al aplicarla, sin residuos.
Lavabilidad	Fácilmente lavable con agua corriente sin necesidad de jabón adicional. La piel se sentía limpia y sin residuos grasos tras el lavado.
Absorción	La crema fue absorbida rápidamente por la piel en menos de 2 minutos, dejando una sensación ligera y sin grasa.

Según (Mudda & Anne, 2018), menciona que el pH de la crema se mantiene en un rango de 5,5 a 7,0, el cual es óptimo para productos dermatológicos, este rango

asegura que el producto sea adecuado para pieles sensibles, ya que respeta el manto ácido natural de la piel, minimizando la posibilidad de irritación o alteraciones del equilibrio cutáneo.

**Nombre del producto:**

Crema Hidratante con Aceite de Moringa

**Descripción corta:**

Nutre y suaviza la piel, proporcionando hidratación profunda con los beneficios naturales del aceite de moringa.

**Tamaño del envase:**

30 ml

**Ingredientes activos:**

- Aceite de Moringa (*Moringa oleifera*): Rico en antioxidantes, vitaminas A, C y E, que ayudan a revitalizar y regenerar la piel.
- *Glicerina*: Suaviza la piel y mejora su capacidad para retener la hidratación.

**Propiedades:**

- Aporta elasticidad y firmeza a la piel.
- Ideal para todo tipo de piel, especialmente piel seca y sensible.

**Modo de uso:**

1. Aplique una pequeña cantidad sobre la piel limpia y seca.
2. Masajea suavemente hasta que se absorba por completo.
3. Utilice diariamente para mantener la hidratación de la piel.

**Precauciones:**

- Evite contacto directo con los ojos. En caso de contacto, enjuagar con abundante agua.

- Si experimenta irritación o enrojecimiento, suspenda su uso y consulte a un dermatólogo.

**Almacenaje:**

- Conservar en un lugar fresco y seco, alejado de la luz directa y la humedad.

En la figura 19 se presenta la etiqueta comercial diseñada para el producto agroindustrial, la cual incluye información sobre las propiedades de la crema para el consumidor. Adicionalmente, en la figura 20 se observa el producto terminado, en su presentación final.

**Figura 21**

*Etiqueta de la crema a base de aceite de moringa*



*Nota:* Se presenta la etiqueta de la crema hidratante

**Figura 22**

*Producto agroindustrial*



*Nota:* Se presenta el producto final

#### **4.2.Comprobación de hipótesis**

Se acepta la hipótesis alternativa, debido a que el método de extracción con fluidos supercríticos influye significativamente en el rendimiento y la calidad del aceite de semillas de moringa. De acuerdo a los parámetros de estudios realizados durante la experimentación y con los datos obtenidos al realizar el análisis estadístico nos refleja el valor óptimo 13,0733%, siendo las condiciones de 60°C y 350 bares. Asimismo, para los valores de pH y densidad, el valor – p es altamente significativo a 350 bares.

## CAPITULO IV

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Los aceites de moringa extraídos por prensado en frío y por el método de fluidos supercríticos presentan características fisicoquímicas distintivas que permiten evaluar sus aplicaciones potenciales. El aceite extraído mediante prensado en frío alcanzó un rendimiento del 13,28% con densidad relativa de 0,942, acidez de 0,53%, pH de 4,4 e índice de refracción de 1,47, lo cual indica una alta estabilidad y pureza, ideal para su uso en cosmética y alimentación.
- Los aceites obtenidos por fluidos supercríticos, en particular el tratamiento T2 (350 bares, 60°C), presentan un rendimiento menor (3,47%) pero una densidad relativa de 0,988 y acidez de 0,57%, por tanto, tiene una calidad superior en cuanto a pureza y estabilidad frente a oxidación; en contraste, el tratamiento T4 (200 bares, 60°C) mostró menor rendimiento (0,84%) y un pH más bajo (2,75), por tanto, el prensado en frío resulta más eficiente en rendimiento y el uso de fluidos supercríticos permite obtener aceite de mayor calidad.
- El perfil de ácidos grasos del aceite de moringa extraído incluye una variedad de compuestos de alto valor, con predominancia del ácido oleico (51,65% de área), seguido de otros ácidos como el palmito, esteárico, elaídico, araquídico, cis-13-eicosenoico y behénico. El ácido oleico, un ácido graso monoinsaturado, es conocido por sus beneficios para la salud cardiovascular y su estabilidad frente a la oxidación, lo que hace que el aceite de moringa sea una opción atractiva para aplicaciones en la industria alimentaria y cosmética.
- La crema hidratante formulada con el aceite de moringa extraído demostró excelente estabilidad y propiedades sensoriales favorables a lo largo de un periodo de almacenamiento de dos meses, sin signos de oxidación o degradación. Con un pH de 6,07, la crema resultó adecuada para el uso tópico, ofreciendo una textura suave al tacto y una rápida absorción (2 minutos), sin dejar sensación grasa en la piel; su aroma natural y suave, característico de la moringa, persiste hasta cuatro horas después de la aplicación y brinda una experiencia agradable al usuario. Estos resultados demuestran que el aceite de

moringa es una base excelente para productos cosméticos naturales, gracias a su estabilidad y propiedades hidratantes.

## 5.2.Recomendaciones

- Realizar estudios complementarios acerca de los compuestos bioactivos presentes en las semillas de moringa, como antioxidantes y compuestos fenólicos, para obtener un perfil más completo de sus beneficios.
- Por el método de extracción de fluidos supercríticos, el rendimiento tuvo variaciones debido a los cambios de presión y temperatura, por tanto, se debe realizar un diseño de experimentos que evalúe un rango más amplio de temperaturas y presiones, permitiendo encontrar las condiciones óptimas para maximizar el rendimiento de extracción para el aceite de moringa.
- En el prensado en frío se reportó pérdidas de materia prima y derrames, es aconsejable revisar y ajustar el sellado, así como la configuración de la prensa para reducir estas pérdidas, de esta manera el rendimiento, el proceso y la eficacia mejorará de manera significativa.
- Comparar los costos de cada método de extracción para determinar la viabilidad económica a nivel industrial, considerando la relación entre rendimiento y calidad del aceite extraído.
- Evaluar la estabilidad del perfil de ácidos grasos durante el almacenamiento y procesamiento del aceite, para establecer la mejor forma de conservación para aplicaciones a largo plazo.
- Realizar estudios de aceptación en usuarios para evaluar la percepción y preferencia del producto en comparación con otras cremas hidratantes naturales y comerciales, lo cual permitirá ajustar la formulación en función de las preferencias del mercado.

## BIBLIOGRAFIA

- Ballesteros, A. (29 de Junio de 2021). *HERBAL ESSEMCE* .  
<https://herbalessencesla.com/es-la/ingredientes/aceite-de-moringa-dorada/>
- BBC News Mundo. (18 de Enero de 2019). *BBC News Mundo*.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160118\\_salud\\_moringa\\_planta\\_venezuela\\_lb](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160118_salud_moringa_planta_venezuela_lb)
- Benito, G. (28 de Abril de 2022). *LA NACION*.  
<https://www.lanacion.com.ar/revista-jardin/para-que-sirve-la-moringa-el-arbol-milagroso-nid28042022/>
- Bionature . (25 de Julio de 2023). *Bionature* . <https://www.bionature.es/blog/aromaterapia/que-son-aceites-vegetales-cuales-mejores-para-cuidado-facial-y-corporal>
- BODYTECH. (06 de Noviembre de 2020). *Bodytech*.  
<https://bodytech.com.co/blog/bienestar/aceite-de-moringa-super-planta-para-la-belleza-652/>
- Bouzán, M. (24 de Agosto de 2022). *ELBS* . <https://escuelaelbs.com/que-es-cromatografia-gases/>
- Cadman, B. (30 de Abril de 2021). *Medical News Today* .  
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/moringa#:~:text=La%20moringa%20oleifera%20es%20una,y%20beneficios%20para%20la%20salud.>
- Carbonel . (01 de Octubre de 2020). *Carbonel* .  
<https://carbonell.mx/es/blog/entry/que-beneficios-aporta-el-aceite-prensado-en-frio/>

- Carpio, C. d., Tapia, P., & Molleda, R. S. (30 de Septiembre de 2022). *Scielo*.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2022000100039&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2022000100039&script=sci_arttext&tlng=en)
- Chamba, M. M. (20 de Abril de 2021). *UTPL*. <https://noticias.utpl.edu.ec/fluidos-supercriticos-la-solucion-para-crear-productos-ecoamigables>
- Clem, C. (28 de Junio de 2018). *Ruche et 3 Pintades*. <http://1ruche3pintades.overblog.com/2018/06/1-huile-de-moringa-et-le-secret-de-la-presse-piteba.html>
- Cordero, H. D., Falcón, J. d., & Vásquez, V. d. (2024). *Scielo*.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2665-02902023000200075&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02902023000200075&lng=es&nrm=iso)
- Cromtek. (02 de Junio de 2021). <https://www.cromtek.cl/2020/09/11/como-medir-densidades-con-un-picnometro/>
- Diccionario de cáncer del NCI. (2020). *Cancer.gov*.  
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>
- Fernández, J., Pascua, G., Ibo, M., Salvá, B., Guevara, A., & Encina, C. (2018). *Efecto del tratamiento enzimático de la semilla de moringa (Moringa oleifera) sobre las características físico-químicas del aceite obtenido por extracción con prensa expeller*. Trujillo: Scientia Agropecuaria.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n3/a08v9n3.pdf>
- Ferrer, C., Zumalacárregui, B., & Mazorra, M. (2020). *Scielo*.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612020000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612020000400001)

- Gabriel, M. (2019). “*OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE*. Calloa : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.  
[http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4396/GABRIEL\\_FIQ\\_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4396/GABRIEL_FIQ_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Garrido, L. C. (2018). *Universidad Complutense de Madrid*.  
<https://www.ucm.es/otri/complutransfer-extraccion-mediante-co2-supercritico>
- Gerbeaud. (07 de Febrero de 2019). *GERBEAUD*.  
<https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/moringa-oleifera-semis-culture-entretien,2237.html>
- Gómez, A. (08 de Noviembre de 2023). *Infobase*.  
<https://www.infobae.com/mexico/2023/11/09/que-es-la-moringa-para-que-sirve-y-como-debe-consumirse/>
- González, D., Flores, E. N., García, R. R., & Romero, J. C. (25 de Octubre de 2018). *Ciencia UNAM*.  
[https://ciencia.unam.mx/leer/261/Beneficios\\_nutritivos\\_y\\_medicinales\\_de\\_la\\_moringa](https://ciencia.unam.mx/leer/261/Beneficios_nutritivos_y_medicinales_de_la_moringa)
- Guevara, D. (2022). *cia.uagraria*.  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUEVARA%20ACOSTA%20DENISE%20LISETTE.pdf>
- Guillaume, G. (24 de Agosto de 2023). *SOWÉ Botanic Lab*.  
<https://www.sowelab.com/es/blogs/aceite-cosmetico/aceite-prensado-en-frio?srsId=AfmBOoo92CnxpC-pCjefrtpx3TMgE6RG8CXTCxovp7-ImsK5PNXMHaBv>

- HANNA. (01 de Junio de 2022). *HANNA® instruments Ecuador*.  
<https://hannainst.ec/blog/laboratorio-boletines/como-medir-con-exactitud-el-indice-de-refraccion/>
- Ines, C. (2023). *BOR* . <https://www.bor.com.ar/blog/5-cremas-nutritivas-humectantes-hidratantes.html>
- Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano . (Noviembre de 2023 ).  
*Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano*.  
[https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-recombinante#:~:text=El%20ADN%20recombinante%20\(rADN\)%20es,puede%20ser%20copiado%20o%20expresado.](https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-recombinante#:~:text=El%20ADN%20recombinante%20(rADN)%20es,puede%20ser%20copiado%20o%20expresado.)
- Isseimi. (2021). *isseimi*. <https://www.isseimi.es/blog/que-es-industria-cosmetica/>
- Landázuri, A. (15 de Junio de 2018). *ResearchGate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/329758209\\_Proyecto\\_Moringa\\_en\\_Ecuador\\_un\\_Componente\\_Investigacion\\_Multidisciplinaria](https://www.researchgate.net/publication/329758209_Proyecto_Moringa_en_Ecuador_un_Componente_Investigacion_Multidisciplinaria)
- León, G. S. (30 de Junio de 2016). *Endocrino y Nutricion*.  
<https://www.endocrino.cat/es/blog-endocrinologia.cfm/ID/6156/ESP/zumo-prensado-frio-nueva-moda-para-consumir-frutas-y-verduras.htm>
- Macías, B. R. (2017). *Espol*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51761/1/T-110026.pdf>
- Mannise, R. (16 de Agosto de 2022). *ECOCOSAS*. <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/semillas-de-moringa/>

- Márquez, G. (2020). *Iderma*.  
<https://www.iderma.es/es/blog.cfm/ID/14096/ESP/diferencias-entre-cremas-hidratantes-y-emolientes.htm>
- Marroquin, N. R. (21 de Marzo de 2018). *AgroNegociosPerú*.  
<https://agronegociosperu.org/2017/03/21/la-semilla-de-moringa-es-probada-con-exito-para-potabilizar-el-agua/>
- Martin, C. (2020). *Iderma*.  
<https://www.iderma.es/es/blog.cfm/ID/14096/ESP/diferencias-entre-cremas-hidratantes-y-emolientes.htm>
- Mettler-Toledo International Inc. (18 de Marzo de 2021). *Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved.*
- Miranda, N. (17 de Mayo de 2021). *Moringa de la India (Moringa oleifera)*.  
<https://ecuador.inaturalist.org/taxa/165529-Moringa-oleifera>
- Mudda, M., & Anne, R. (2018). *Researchgate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/324979156\\_Formulation\\_and\\_evaluation\\_of\\_anti-inflammatory\\_cream\\_by\\_using\\_Moringa\\_oleifera\\_seed\\_oil](https://www.researchgate.net/publication/324979156_Formulation_and_evaluation_of_anti-inflammatory_cream_by_using_Moringa_oleifera_seed_oil)
- Naranajo, M. (28 de Febrero de 2021). *Primicias*.  
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/negocios/moringa-seducer-agricultores-ecuatorianos/#:~:text=La%20moringa%2C%20que%20alcanza%20los,sobre%20el%20nivel%20del%20mar.>

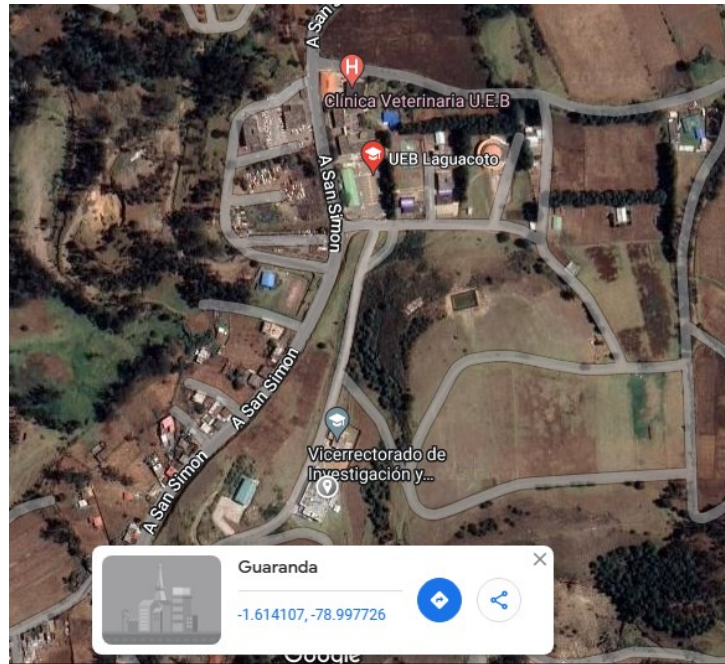
- Nicolás, A. (11 de Noviembre de 2021). *TELVA*.  
<https://www.telva.com/belleza/cremas/2021/11/27/619d5f8501a2f1d94a8b45a5.html>
- Paniagua, A., & Chora, J. (2016). *Ecorfan*.  
[https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_de\\_la\\_Salud/vol3num9/Revista\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Salud\\_V3\\_N9\\_5.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num9/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N9_5.pdf)
- Pérez, Á. (01 de Marzo de 2020). *Salud | La Revista | El Universo*.  
<https://www.eluniverso.com/larevista/2020/02/28/nota/7760226/te-moringa-beneficios-salud-ecuador/ç>
- Quendi, S. (24 de Julio de 2024). *Primicias*.  
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/negocios/moringa-seduca-agricultores-ecuatorianos/>
- Rodríguez, J. H., & Marichal, I. I. (2022). *SCIELO*, Efectos benéficos de la Moringa oleífera en la salud de las personas .  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252022000100017](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252022000100017)
- Rojas, L. R. (20 de Abril de 2017). *Buenas Prácticas de Manufactura*.  
<https://bpmalimentos.wordpress.com/recepcion-de-materia-primaria/>
- Sánchez, J. (08 de Junio de 2020). *Ecología Verde*.  
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- Sanz, J. (03 de Octubre de 2023). *Infinitia*.  
<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/cromatografia-de-gases-una-herramienta-de-analisis-versatil-para-su-aplicacion-en-la-industria/>

- SPOTLIGHT LAUNCHEMETRICS . (08 de Noviembre de 2022). *Yo Belleza* .  
<https://www.elmundo.es/yodona/belleza/2022/11/08/6367e448fc6c8313578b459f.html>
- Toro, J. (2021). *Universidad del Valle*. <https://g.co/about/du9ytn>
- Vargas, J. R. (2018). *Idus.us.e*.  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82249/JOS%C3%89%20REYES%20VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velasco, R., Villada, H., & Carrera, J. (2007). *Scielo*.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v18n1/art09.pdf>
- Viáfara, J. (18 de Junio de 2016). *Catorce6*. <https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/bienestar/12549-lo-que-encuentran-asia-africa-y-america-latina-en-la-moringa>
- Vistin, R. (2020). *ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO Y FRUTA CON LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE EXTRACTO DE MORINGA (Moringa oleífera)*. Riobamba : ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO .  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17052/1/27T00525.pdf>
- Yoeleany. (30 de Junio de 2023). Tipos de inidicadores:  
<https://tiposdeindicadores.com/indice-de-saponificacion/>
- Zapata, R. B. (2017). *Cinética de la Transesterificación del Aceite de Palma*. Santander: Universidad Industrial de Santander.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v5n1/v5n1a08.pdf>

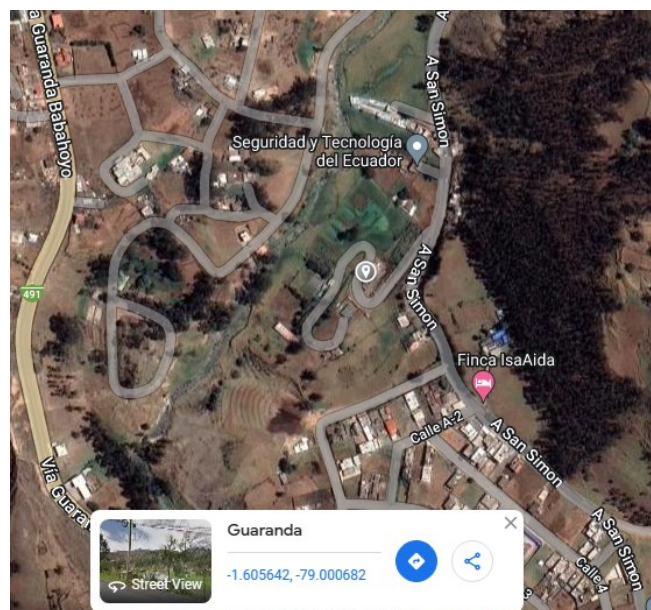
## ANEXOS

### Anexo 1.

#### *Mapa de ubicación de la investigación*



*Nota.* La imagen muestra el mapa y coordenadas del laboratorio de vinculación de la UEB. Tomado de “Google Maps”



*Nota.* Mapa y coordenadas del laboratorio general de la UEB. Toma do de “Google Maps”

**Anexo 2.**

*Informe de resultados de la investigación*

**Informe de resultados de la caracterización física de las semillas de moringa  
seca caracterización física de las semillas de moringa seca**

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

**INFORME DE ENSAYOS N°212**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	
<b>Solicitante</b>	Carmen Callan – Sandy Agualongo
<b>Muestra</b>	Semillas de moringa
<b>Código asignado UEB</b>	INV226
<b>Estado de la muestras</b>	Fresco
<b>Envase de recepción</b>	Envases de vidrio
<b>Análisis requerido(s)</b>	Caracterización física
<b>Fecha de recepción</b>	05 de febrero de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	05-16 de febrero de 2024
<b>Fecha de informe</b>	04 de septiembre de 2024
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
<b>Código laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Peso de la semilla [cm]</b>	<b>Peso del residuo [cm]</b>	<b>Peso semilla sin residuo [cm]</b>	<b>Diámetro longitudinal [cm]</b>	<b>Diámetro ecuatorial [cm]</b>
INV226	Semillas de moringa	0,39	0,12	0,28	7,39	7,46

Los resultados obtenidos fueron en base a un muestreo realizado.



**Ing. Faván Bayas, PhD.**  
**Director DIVIUEB**

# Informe de resultados de la caracterización química de las semillas de moringa seca

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

## INFORME DE ENSAYOS N°213

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Carmen Callan – Sandy Agualongo
Muestra	Semillas de moringa
Código asignado UEB	INV226
Estado de la muestras	Fresco
Envase de recepción	Envases de vidrio
Análisis requerido(s)	Análisis de humedad, ceniza, grasa, fibra, proteína
Fecha de recepción	18 de marzo de 2024
Fecha de análisis	18 marzo -26 de abril de 2024
Fecha de informe	04 de septiembre de 2024
Técnico (s) asignado	MPWF

### RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV226	Semillas de moringa	Grasa	%	AOAC 2003.06	34,44
		Humedad		AOAC 925.10	5,84
		Ceniza		AOAC 923.03	4,08
		Fibra		WEENDE	12,14
		Proteína		DUMAS	38,95

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

  
Ing. Faván Bayas, PHD.  
Director DIVIUEB

# Informe de resultados obtenidos por el método de fluidos supercríticos de las semillas de moringa pulverizadas

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

## INFORME DE ENSAYOS N°214

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Carmen Callan – Sandy Agualongo
Muestra	Semillas de moringa
Código asignado UEB	INV226
Estado de la muestras	Fresco
Envase de recepción	Envases de vidrio
Análisis requerido(s)	Extracción por fluidos supercríticos
Fecha de recepción	04 de abril de 2024
Fecha de análisis	04 de abril-26 de junio de 2024
Fecha de informe	04 de septiembre de 2024
Técnico (s) asignado	MPWF

### RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Método	Condiciones	Peso extracto [g]
INV226	Semillas de moringa	SFE	350 bares – 40°C	5,93
INV226	Semillas de moringa	SFE	250 bares – 60°C	6,80
INV226	Semillas de moringa	SFE	200 bares – 60°C	6,47
INV226	Semillas de moringa	SFE	200 bares – 40°C	6,73

Las condiciones de extracción son indicadas por el proyecto de investigación en bases a tres réplicas.



Ing. Favián Bayas, PhD.  
Director DIVIUEB

**Informe de resultados de los parámetros fisicoquímicos para el aceite de moringa 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> 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 2

**INFORME DE ENSAYOS N°215**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	
<b>Solicitante</b>	Carmen Callan – Sandy Agualongo
<b>Muestra</b>	Aceite de semillas de moringa
<b>Código asignado UEB</b>	INV163- INV164- INV165-INV166- INV167
<b>Estado de la muestras</b>	Viscoso
<b>Envase de recepción</b>	Envases de vidrio
<b>Análisis requerido(s)</b>	Densidad relativa, índice de acidez, pH,
<b>Fecha de recepción</b>	02 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	02-24 de julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	04 de septiembre de 2024
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF

**RESULTADOS OBTENIDOS**

**PARAMETROS FISICOQUÍMICOS**

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV163	Aceite de semillas de moringa (350 bares – 40 °C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,60
		Densidad	-----	INEN 35	0,99
		pH	-----	Potenciómetro	5,52
INV164	Aceite de semillas de moringa (350 bares – 690 °C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,57
		Densidad	-----	INEN 35	0,99
		pH	-----	Potenciómetro	4,27
INV165	Aceite de semillas de moringa (200 bares – 60 °C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,56
		Densidad	-----	INEN 35	1,00
		pH	-----	Potenciómetro	4,71
INV166	Aceite de semillas de moringa (200 bares – 40 °C)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,60
		Densidad	-----	INEN 35	0,93
		pH	-----	Potenciómetro	2,75
INV167	Aceite de semillas de moringa (Prensado en frío)	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	0,53

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


		Densidad	-----	INEN 35	0,94
		pH	-----	Potenciómetro	4,42

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



Ing. Favián Bayas, PhD  
Director DIVIUEB

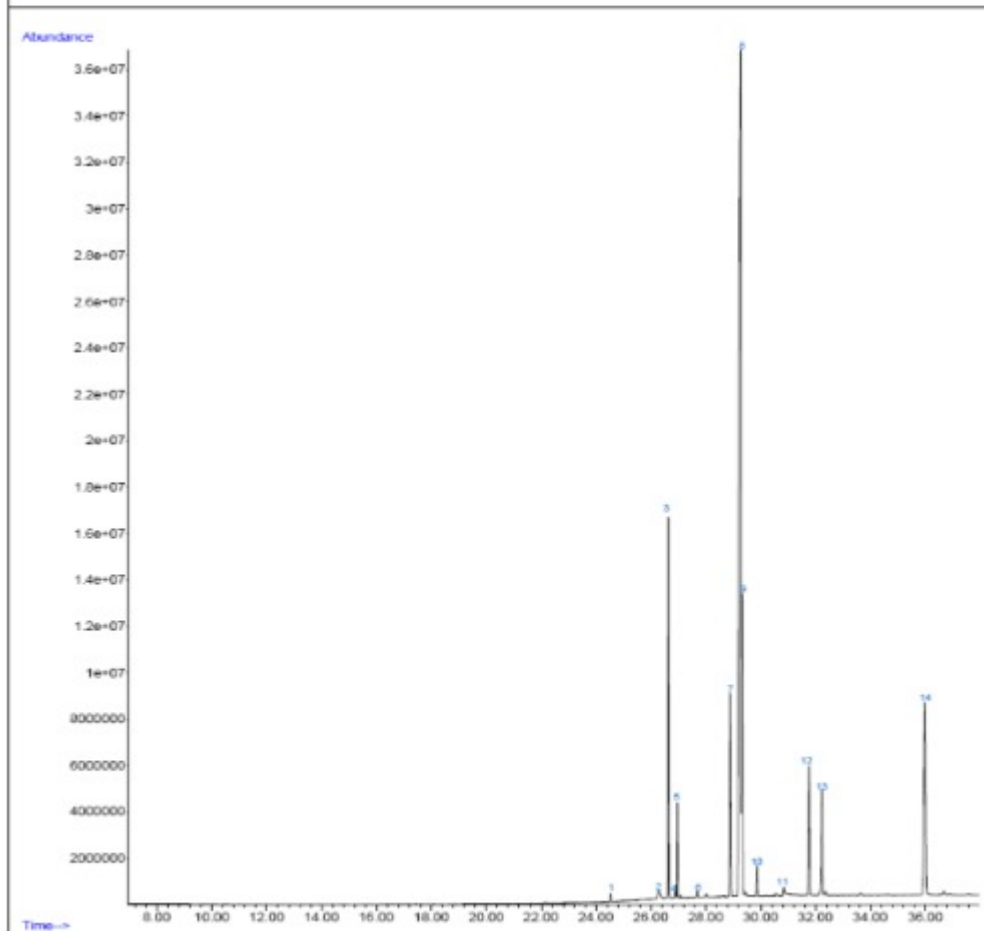
# Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T1


	<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 1 de 2

## INFORME DE ENSAYOS N°189-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sandy Adaya Agualongo Sinchipa - Carmen Rocío Callan Chela
<b>Muestra</b>	Aceite de moringa 350 bares, 40°C
<b>Código asignado UEB</b>	INV 163
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 10 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>	09 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 18 julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	18 julio 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 2


<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> 250°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 50 °C durante 1 minuto, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 10 °C/min durante 5 minutos; posteriormente la temperatura se elevó de 100 °C a 250 °C a razón de 10 °C/min durante 12 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 38 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Myristic acid, methyl ester	24.533	0.16
2	Lignoceric acid methyl ester	26.286	1.02
3	Palmitic acid, methyl ester	26.633	8.55
4	Hexaethylene glycol monododecyl ether	26.885	0.13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26.953	2.03
6	Margaric acid methyl ester	27.692	0.20
7	Stearic acid, methyl ester	28.891	6.85
8	Oleic acid, methyl ester	29.265	52.37
9	Elaidic acid, methyl ester	29.338	7.17
10	Linoleic acid, methyl ester	29.855	0.88
11	Linolenic acid, methyl ester	30.838	0.29
12	Arachidic acid methyl ester	31.761	4.60
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32.223	4.52
14	Behenic acid, methyl ester	35.973	10.07

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



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

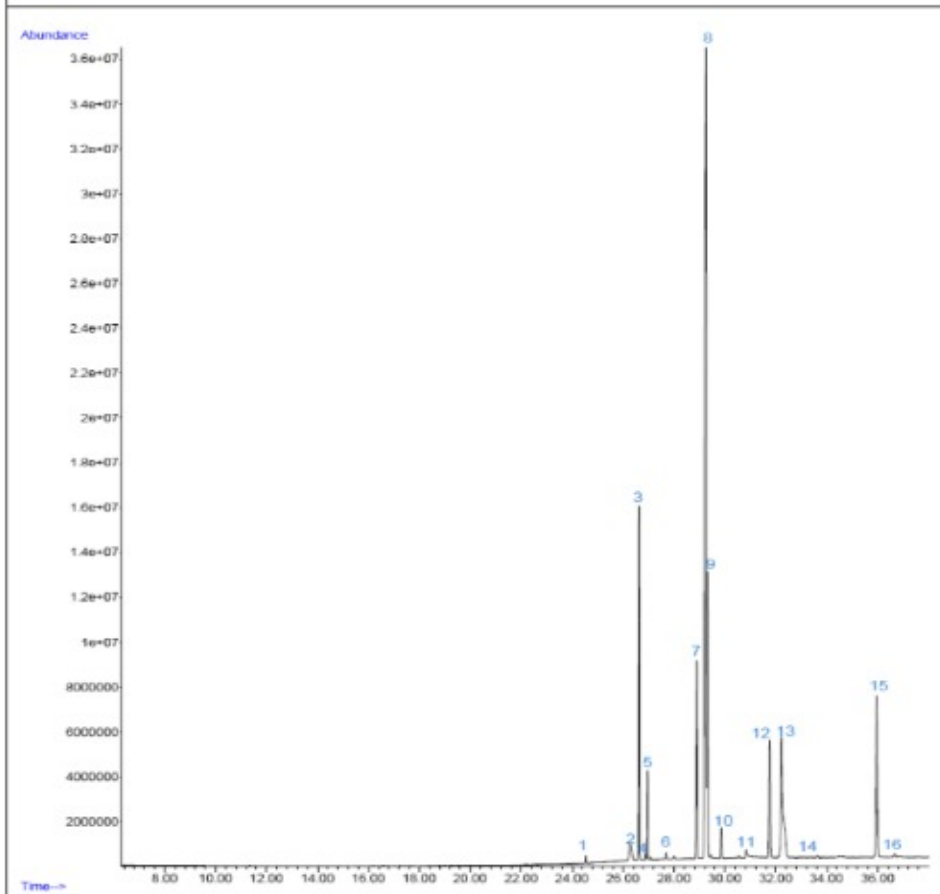
## Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T2

	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto 8, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 2

### INFORME DE ENSAYOS N°190-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sandy Adaya Agualongo Sinchipa - Carmen Rocío Callan Chela
<b>Muestra</b>	Aceite de moringa 350 bares, 60°C
<b>Código asignado UEB</b>	INV 164
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 10 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>	09 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 18 julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	18 julio 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>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2024</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>


<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> 250°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 50 °C durante 1 minuto, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 10 °C/min durante 5 minutos; posteriormente la temperatura se elevó de 100 °C a 250 °C a razón de 10 °C/min durante 12 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 38 minutos	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Myristic acid, methyl ester	24.532	0.17
2	Lignoceric acid methyl ester	26.279	1.28
3	Palmitic acid, methyl ester	26.632	8.74
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26.884	0.14
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26.952	2.10
6	Margaric acid methyl ester	27.689	0.16
7	Stearic acid, methyl ester	28.892	6.99
8	Oleic acid, methyl ester	29.270	51.65
9	Elaidic acid, methyl ester	29.320	7.18
10	Linoleic acid, methyl ester	29.853	0.95
11	Linolenic acid, methyl ester	30.836	0.35
12	Arachidic acid methyl ester	31.759	4.59
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32.222	5.80
14	15-Crown-5	32.359	0.16
15	Behenic acid, methyl ester	35.970	9.59
16	1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	36.658	0.21

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



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

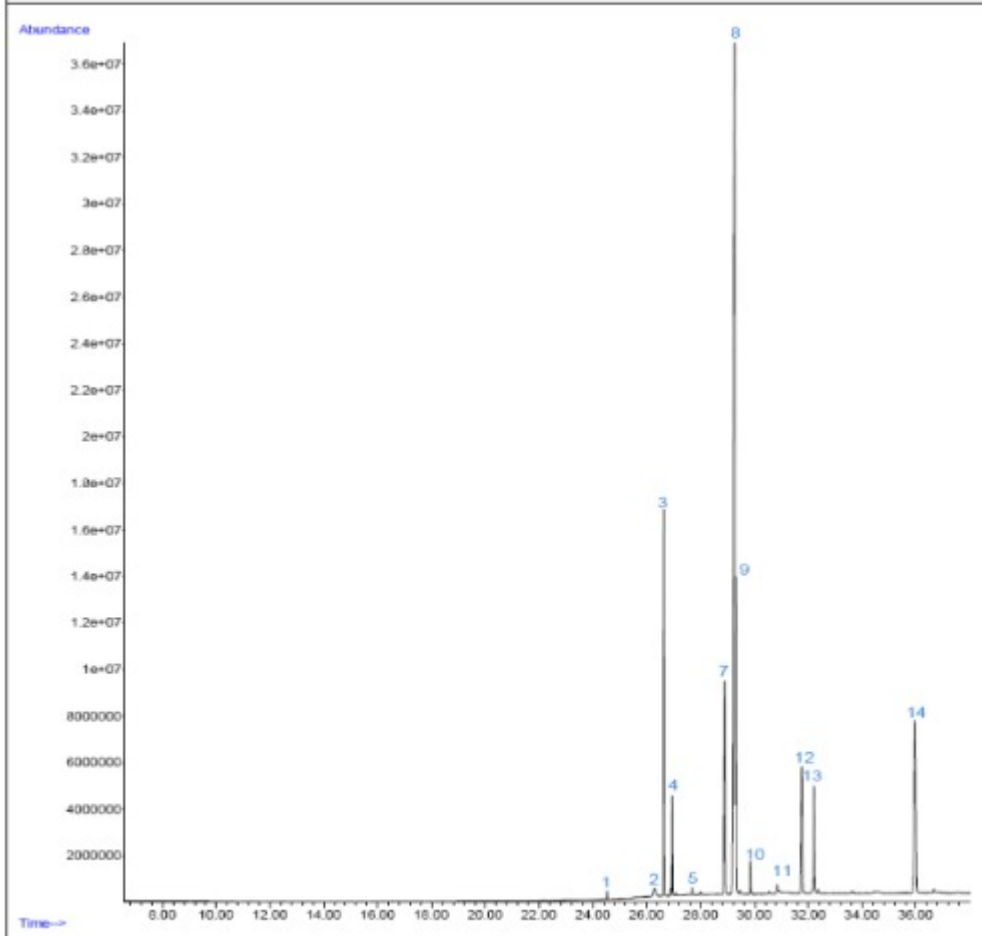
## Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T3

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

### INFORME DE ENSAYOS N°191-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sandy Adaya Agualongo Sinchipa - Carmen Rocío Callan Chela
<b>Muestra</b>	Aceite de moringa 200 bares, 60°C
<b>Código asignado UEB</b>	INV 165
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 10 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>	09 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 18 julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	18 julio 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 2

<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> 250°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 50 °C durante 1 minuto, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 10 °C/min durante 5 minutos; posteriormente la temperatura se elevó de 100 °C a 250 °C a razón de 10 °C/min durante 12 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 38 minutos		
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Myristic acid, methyl ester	24.531	0.16
2	Lignoceric acid methyl ester	26.278	1.46
3	Palmitic acid, methyl ester	26.629	8.53
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26.906	0.73
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26.951	1.15
6	Margaric acid methyl ester	27.689	0.16
7	Stearic acid, methyl ester	28.881	4.24
8	Oleic acid, methyl ester	29.253	54.10
9	Elaidic acid, methyl ester	29.287	7.07
10	Linoleic acid, methyl ester	29.851	0.90
11	Linolenic acid, methyl ester	30.836	0.44
12	Arachidic acid methyl ester	31.762	4.19
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32.218	5.67
14	Behenic acid, methyl ester	35.961	8.79

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



ING. FAVIAN BAYAS MOREJÓN

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

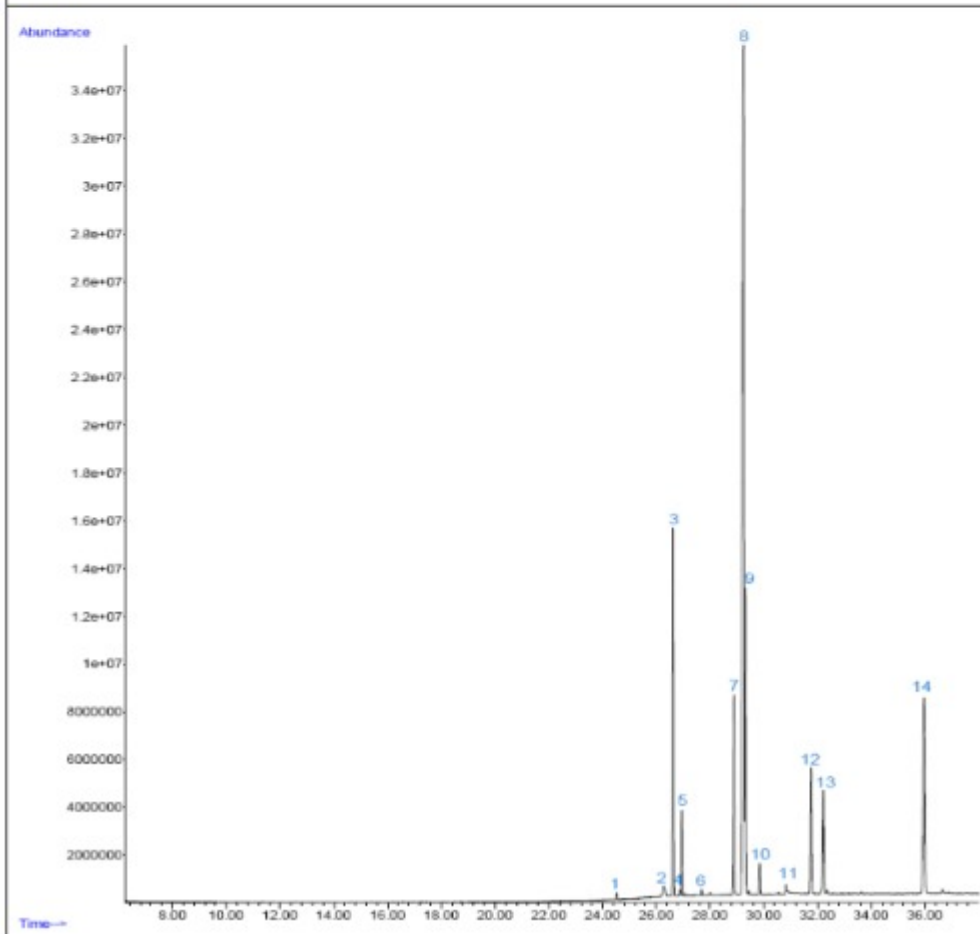
# Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Fluidos Supercríticos T4

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

## INFORME DE ENSAYOS N°192-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sandy Adaya Agualongo Sinchipa - Carmen Rocío Callan Chela
<b>Muestra</b>	Aceite de moringa 200 bares, 40 °C
<b>Código asignado UEB</b>	INV 166
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 10 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>	09 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 18 julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	18 julio 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 2


<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> 250°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 50 °C durante 1 minuto, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 10 °C/min durante 5 minutos; posteriormente la temperatura se elevó de 100 °C a 250 °C a razón de 10 °C/min durante 12 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 38 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Myristic acid, methyl ester	24.531	0.14
2	Lignoceric acid methyl ester	26.274	1.37
3	Palmitic acid, methyl ester	26.630	8.47
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26.884	0.13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26.951	1.78
6	Margaric acid methyl ester	27.689	0.15
7	Stearic acid, methyl ester	28.887	7.90
8	Oleic acid, methyl ester	29.258	37.24
9	Elaidic acid, methyl ester	29.312	8.75
10	Linoleic acid, methyl ester	29.851	0.91
11	Linoleic acid, methyl ester	30.835	0.27
12	Arachidic acid methyl ester	31.757	4.35
13	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32.219	3.85
14	Behenic acid, methyl ester	35.969	10.26

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



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

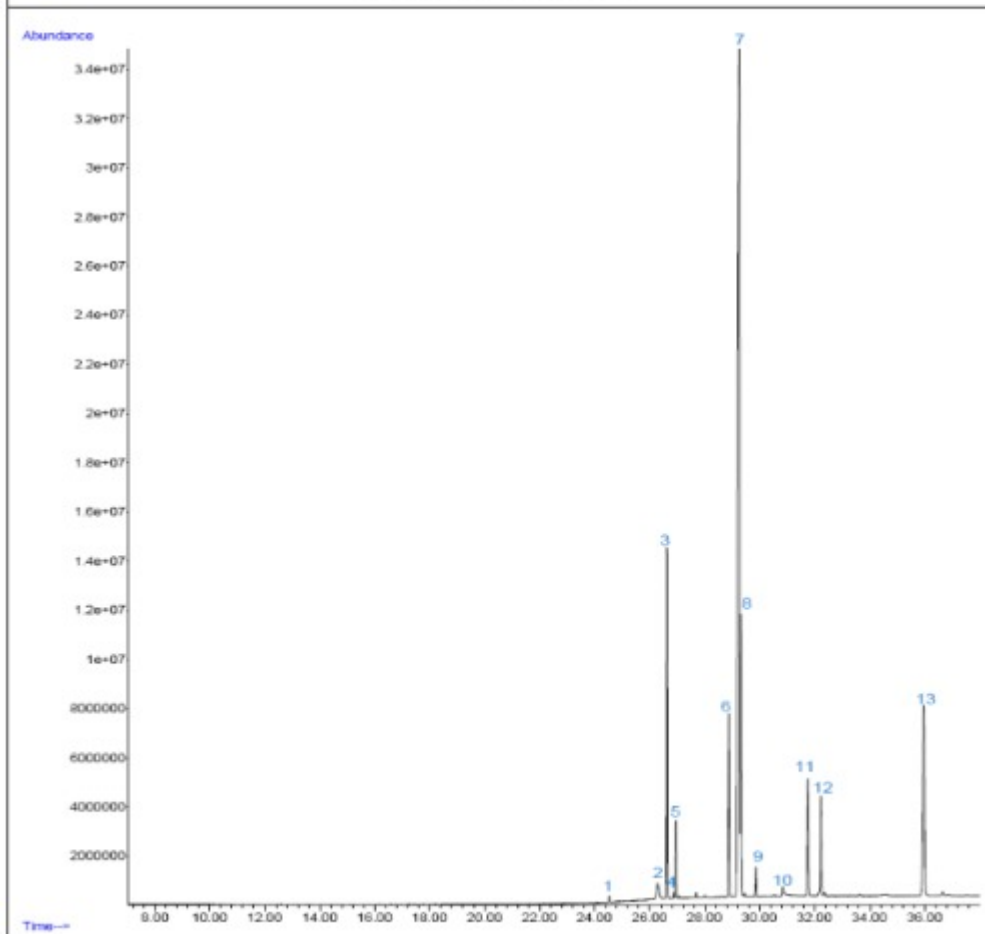
# Informe de resultados Análisis de Cromatografía - Método de extracción Prensado en frío

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

## INFORME DE ENSAYOS N°193-2024

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sandy Adaya Agualongo Sinchipa - Carmen Rocío Callan Chela
<b>Muestra</b>	Aceite de moringa prensado en frío
<b>Código asignado UEB</b>	INV 167
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 10 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>	09 de julio de 2024
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 18 julio de 2024
<b>Fecha de informe</b>	18 julio de 2024
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

## RESULTADOS OBTENIDOS



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

<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> 250°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 50 °C durante 1 minuto, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 10 °C/min durante 5 minutos; posteriormente la temperatura se elevó de 100 °C a 250 °C a razón de 10 °C/min durante 12 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 38 minutos		
<b>N°</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Myristic acid, methyl ester	24.531	0.13
2	Lignoceric acid methyl ester	26.285	1.86
3	Palmitic acid, methyl ester	26.628	8.43
4	Palmitoleic acid, methyl ester	26.883	0.13
5	Palmitoleic acid, methyl ester	26.950	1.72
6	Stearic acid, methyl ester	28.880	6.17
7	Oleic acid, methyl ester	29.249	53.06
8	Elaidic acid, methyl ester	29.305	7.25
9	Linoleic acid, methyl ester	29.850	0.90
10	Linoleic acid, methyl ester	30.834	0.44
11	Arachidic acid methyl ester	31.755	4.34
12	cis-13-Eicosenoic acid, methyl ester	32.218	3.93
13	Behenic acid, methyl ester	35.967	10.83

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



INGRIDO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.

**Director DIVIUEB**

**Teléf. (+593) 99 031 6224**

### Anexo 3.

*Fotos de la Investigación*

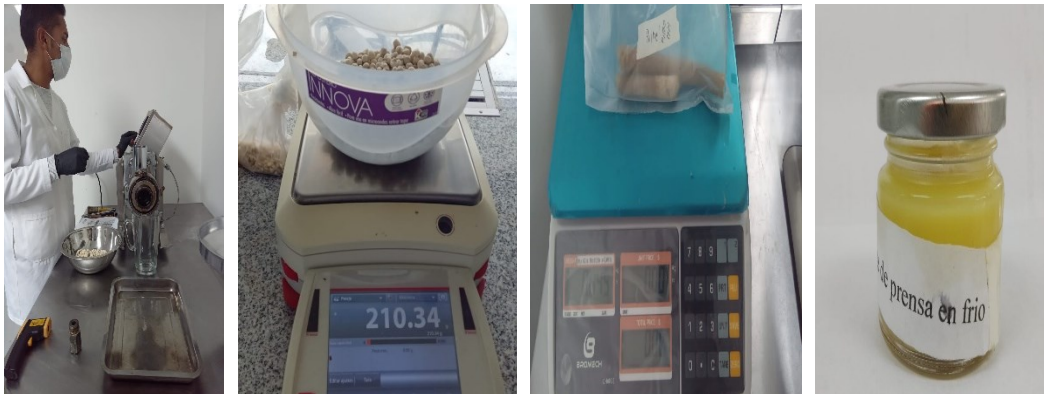
#### Caracterización de la semilla de moringa



#### Caracterización química de las semillas de moringa



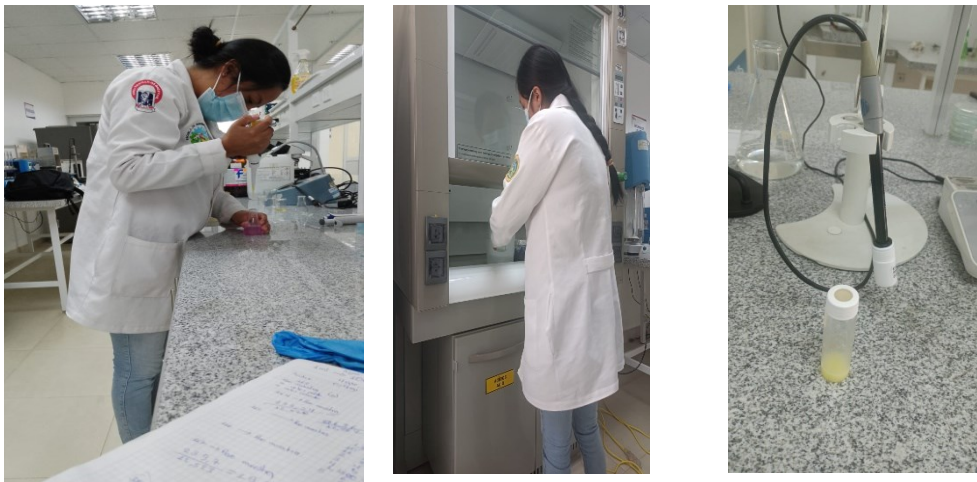
#### Extracción del aceite de semillas de moringa por prensado en frío



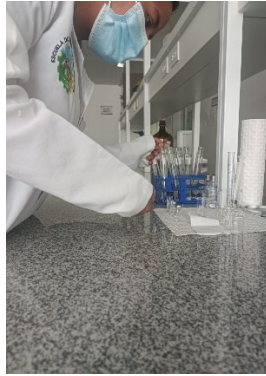
## Extracción de aceite de semillas de moringa por fluidos super críticos



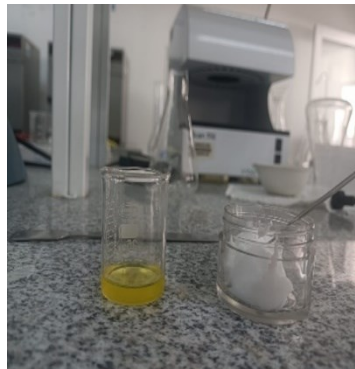
## Evaluación de la calidad del aceite extraído



## Identificación de perfil lipídicos



## Elaboración de la crema hidratante



#### **Anexo 4.**

##### *Glosario de términos técnicos*

**Aceite:** es un término común para referirse a varios líquidos grasos de diferentes procedencias que no se disuelven en agua y poseen una densidad inferior a la de este.

**Dióxido de Carbono:** es un gas incoloro que se presenta como un compuesto de carbono y oxígeno bajo condiciones de temperatura estándar.

**Extracción:** es la separación por extracción de un compuesto se fundamenta en la transferencia selectiva del compuesto desde una combinación sólida o líquida con otros compuestos hacia una etapa líquida.

**Fluidos súper críticos:** se refiere a cualquier compuesto que se halle bajo condiciones de presión y temperatura que excedan su punto crítico, lo que provoca que actúe como un híbrido entre un líquido y un gas.

**Metanol:** es un líquido incoloro volátil e inflamable con un ligero olor alcohólico en estado puro.