



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y**  
**BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



---

**Tema:** Efecto de la temperatura de extracción en el rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite de morete (*Mauritia flexuosa L. f.*)

---

Proyecto de Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**AUTOR:** Maritza Gissela Rivera Chasiquiza

**TUTOR:** Ing. Milton Rubén Ramos Moya Ph.D.

**Ambato - Ecuador**

**Noviembre - 2019**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**Ing. Milton Rubén Ramos Moya Ph.D.**

### **CERTIFICO:**

Que el presente documento ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, debido a que cumple con las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 21 de Octubre del 2019.



**Ing. Milton Rubén Ramos Moya Ph.D.**

**C.I. 180111963-5**

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Maritza Gissela Rivera Chasiquiza, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Maritza Gissela Rivera Chasiquiza

C.I. 050364460-1

**AUTORA**

## APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente de Tribunal de Grado



Ing. Mg. César Augusto German Tomalá

C.I. 1801167105



Ing Mg. Luis Javier Tapia Vasco

C.I. 050287011-6

Ambato, 7 de Noviembre del 2019

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo su reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Maritza Gissela Rivera Chasiquiza

C.I. 050364460-1

**AUTORA**

## DEDICATORIA

*“A Dios, que me ha permitido culminar con éxito mi etapa estudiantil y universitaria y darme fortaleza para salir adelante a pesar de las adversidades presentadas en el camino.*

*A mis padres por ser mis guías y pilar fundamental, por velar por mi bienestar brindándome su cariño, enseñanzas, comprensión y apoyo incondicional durante toda mi vida. ¡Todo su esfuerzo y sacrificio será recompensado!*

*A mi hermano por ser mi ejemplo de superación y demostrarme que cuando realmente queremos algo con paciencia, constancia y mucha dedicación lo podemos lograr.*

*A mi hermana por motivarme a ser su guía y ejemplo a seguir y que siendo tan pequeña día a día con sus ocurrencias me ha enseñado tanto.”*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, **Mario** y **Piedad** y a mis hermanos, **Alex** y **Dayana** por apoyarme y ayudarme a cumplir cada uno de mis sueños y metas. Todo mi esfuerzo es en reconocimiento al sacrificio que han realizado para que yo pueda estudiar y formarme profesionalmente.*

*A mis abuelitos que con su amor me guiaron para convertirme en lo que ahora soy, a mis tíos y primos que con una palabra de aliento siempre estuvieron conmigo cuando lo necesitaba.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, y a mis profesores que a lo largo de la carrera impartieron sus conocimientos y experiencias preparándome no sólo para destacar profesionalmente sino también para ser una buena persona.*

*Al Dr. Milton Ramos por su confianza y sugerencias, por ayudarme a culminar este trabajo bajo su dirección, y de manera especial al Ing. Mario Álvarez por su apoyo, disponibilidad, paciencia, recomendaciones y por estar siempre presto para despejar cualquier duda para la mejora del trabajo de investigación.*

*A Brayan Rodríguez, por llegar a mi vida cuando menos lo esperaba, por ser mi apoyo para la culminación de este proyecto, y principalmente por brindarme su amor y paciencia, por haberse convertido en mi compañero de sueños y aventuras, y motivarme a ser mejor persona cada día.*

*A mis amigos y amigas, en especial a Kelly y “las niñas”, por brindarme su amistad sincera, haber compartido risas, anécdotas, momentos buenos y malos durante la mayor parte de la carrera y ser mi apoyo en los momentos que más necesité. Espero que la bonita amistad que formamos continúe!.*

*Finalmente, quiero agradecer a mi ángel en el cielo J.S, por haber formado parte y ser mi apoyo incondicional gran parte de mi vida. ¡Aunque físicamente no estés siempre te llevaré en mi corazón!.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### PÁGINAS PRELIMINARES

Portada .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DERECHOS DE AUTOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	1
1.1.1. Características agronómicas de la planta de morete .....	1
1.1.2. Taxonomía del morete .....	2
1.1.3. Variedades de morete.....	2
1.1.4. Cosecha del fruto .....	3
1.1.5. Usos de la planta de morete .....	3
1.1.6. Composición química y bromatológica del fruto .....	3
1.1.7. Investigaciones sobre el aceite de morete .....	5
1.1.8. Proceso de extracción de aceite .....	6
1.1.9. Características del aceite de Oliva y de Morete .....	7
1.1.9.1. Calidad del aceite de Oliva .....	7
1.1.10. Calidad del aceite de Morete.....	7
1.2. Hipótesis .....	9
1.2.1. Hipótesis nula (H0):.....	9
1.2.2. Hipótesis alternativa (H1): .....	9
1.3.1. Variables independientes.....	9
1.3.2. Variables dependientes .....	9



1.4.	Objetivos.....	10
1.4.1.	Objetivo General.....	10
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	10
<b>CAPÍTULO II</b> .....		11
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....		11
2.1.	MATERIALES.....	11
2.1.1.	Materia Prima.....	11
2.1.2.	Equipos.....	11
2.1.3.	Reactivos.....	12
2.1.4.	Insumos y utensilios.....	12
2.2.	MÉTODOS.....	13
2.2.1.	Localización.....	13
2.2.2.	Muestra.....	13
2.2.3.	Caracterización del fruto.....	13
2.2.4.	Tecnología de extracción del aceite.....	14
	• Recepción y clasificación.....	14
	• Limpieza.....	14
	• Separación de la semilla.....	14
	• Despulpado.....	15
	• Tratamiento térmico.....	15
	• Licuado.....	15
	• Prensado y filtrado.....	15
	• Separación por decantación.....	15
	• Separación por centrifugación.....	15
	• Envasado.....	15
2.2.5.	Respuestas experimentales.....	17
2.2.6.	Análisis químicos del aceite del mejor tratamiento.....	17
	• Perfil de ácidos grasos.....	17
	• Índice de acidez.....	17
2.2.7.	Diseño Experimental.....	18
2.2.8.	Análisis estadístico.....	19
<b>CAPÍTULO III</b> .....		20
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....		20
3.1.	Características fisicoquímicas del fruto.....	20
3.2.	Estructura y contenido de aceite del fruto de morete.....	21
3.3.	Rendimiento (%) y acidez (% Ácido oleico) del aceite.....	21

3.4. Ácidos grasos del fruto de morete. ....	24
3.5. Ácidos grasos del aceite de morete de los tratamientos. ....	25
3.6. Análisis químicos del aceite del mejor tratamiento ....	27
3.7. Estabilidad oxidativa del aceite de morete a diferentes temperaturas ....	29
3.8. Verificación de hipótesis. ....	32
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	33
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	33
4.1. Conclusiones .....	33
4.2. Recomendaciones .....	34
<b>MATERIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	35
5.1. Referencias bibliográficas .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Palma y racimos de morete. ....	1
<b>Figura 2.</b> Fruto de morete con corteza (izquierda) y sin corteza (derecha).. ....	2
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de extracción de aceite de morete. ....	16
<b>Figura 4.</b> Rendimiento del aceite de morete de los diferentes tratamientos. ....	22
<b>Figura 5.</b> Acidez del aceite de morete de los diferentes tratamientos. ....	23
<b>Figura 6.</b> Relación de la temperatura con el logaritmo (Ln) del período de inducción del aceite de morete a condiciones aceleradas de oxidación. ....	29
<b>Figura 7.</b> Estimación de vida útil (días) del aceite de morete a diferentes temperaturas de almacenamiento. ....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Variedades de morete según el color del fruto .....	2
<b>Tabla 2.</b> Composición química del fruto de morete por cada 100 g. ....	4
<b>Tabla 3.</b> Parámetros bromatológicos de la pulpa de morete según la variedad posheco. ....	4
<b>Tabla 4.</b> Ácidos grasos (%) del aceite de morete variedad posheco. ....	4
<b>Tabla 5.</b> Diseño experimental.....	19
<b>Tabla 6.</b> Combinaciones de los factores de estudio.....	19
<b>Tabla 7.</b> Características fisicoquímicas del fruto de morete ( <i>Mauritia flexuosa</i> L. f). ....	20

<b>Tabla 8.</b> Estructura del fruto de morete (% p/p) <sup>1</sup> . .....	21
<b>Tabla 9.</b> Contenido de aceite (% p/p) por componente del fruto de morete <sup>1</sup> . .....	21
<b>Tabla 10.</b> Rendimiento y acidez del aceite de morete de los diferentes tratamientos. ....	22
<b>Tabla 11.</b> Perfil de ácidos grasos de la pulpa, corteza y pulpa con corteza de morete. ....	24
<b>Tabla 12.</b> Perfil de ácidos grasos del aceite de morete de los diferentes tratamientos en (%) <sup>1</sup> .....	26
<b>Tabla 13.</b> Rendimiento (%) y acidez (% ácido oleico) de los aceites de morete del mejor tratamiento y de oliva virgen.....	27
<b>Tabla 14.</b> Perfil de ácidos grasos de los aceites de morete del mejor tratamiento (T6) y de oliva virgen. ....	28
<b>Tabla 15.</b> Estimación del tiempo de vida útil (días) del aceite de morete a diferentes temperaturas de almacenamiento.....	30

### ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Rendimiento de la pulpa, corteza y semilla .....	13
<b>Ecuación 2.</b> Rendimiento de extracción de aceite.....	17
<b>Ecuación 3 y 4.</b> Índice de acidez.....	18
<b>Ecuación 5.</b> Ecuación para la estimación del tiempo de vida útil.....	30

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Análisis estadístico para el rendimiento de extracción de aceite por prensado. .	42
<b>Anexo B.</b> Análisis estadístico para la acidez (% ácido oleico) de extracción de aceite por prensado .....	43
<b>Anexo C.</b> Resultados del análisis cromatográfico para la determinación del perfil de ácidos grasos del fruto y de los diferentes tratamientos de obtención de aceite de morete.....	44
<b>Anexo D.</b> Análisis estadístico de los ácidos grasos de las diferentes estructuras del fruto. .	49
<b>Anexo E.</b> Resultados de ácidos grasos por tratamiento .....	54
<b>Anexo F.</b> Análisis estadístico de los ácidos grasos del aceite de morete extraído en cada tratamiento.....	56
<b>Anexo G.</b> Curvas de oxidación del aceite de morete a condiciones aceleradas de oxidación. ....	61
<b>Anexo H.</b> Estabilidad oxidativa del aceite de morete a diferentes temperaturas.....	61
<b>Anexo I.</b> Fotografías de la investigación .....	62

## RESUMEN

El morete (*Mauritia fleuxosa* L.f.) es un fruto oleaginoso producido y consumido en la Amazonía. Diversos estudios enfatizan su alto contenido de aceite y valor nutricional. El objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto del tratamiento de extracción por prensado en el rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite. Se aplicó un diseño experimental AxB, con 3 réplicas, donde A corresponde al fruto de morete (a0: con corteza y a1: sin corteza) y B temperatura y tiempo de extracción (b0: 45 °C por 30 min, b1: 65 °C por 20 min y b2: 85 °C por 10 min). Se determinaron las características fisicoquímicas del fruto, y del aceite de los diferentes tratamientos: acidez, rendimiento y perfil de ácidos grasos. Los resultados de las características del fruto fueron los siguientes: longitud 5,47 cm, diámetro 4,59 cm, peso 51,83 g, pH 3,43, IA 0,69% y humedad 56,23%. El ANOVA de los tratamientos presentó diferencias significativas  $p (< 0,05)$  en la acidez, rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite. El mejor tratamiento (T6: sin corteza a 85 °C por 10 min) presentó un rendimiento de 14,76%, acidez 1,69% y perfil de ácidos grasos: MUFAs 79,45%, destacándose el ácido oleico  $\omega$ -9 con 79,29%, SFAs 16,31% y PUFAs 4,23%. El tiempo estimado de conservación del T6 fue de 472 y 295 días a 20 y 25 °C, respectivamente. Estos resultados sugieren considerar al morete como una potencial materia prima para la producción de aceite de alta calidad.

**PALABRAS CLAVES:** aceite de morete, buriti, lípidos, oleaginosas, oxidación

## ABSTRACT

Morete (*Mauritia flexuosa* L.f.) is an oily product produced and consumed in the Amazon. Several studies highlight its high oil content and nutritional value. The objective of the present investigation was to study the effect of the extraction treatment by pressing on the yield and the fatty oil acid profile. An AxB experimental design was applied, with 3 replicas, where A corresponds to the morete fruit (a0: with cut and a1: without bark) and B temperature and extraction time (b0: 45 ° C for 30 min, b1: 65 ° C for 20 min and b2: 85 ° C for 10 min). The physicochemical characteristics of the product, and the oil of the different treatments were determined: acidity, yield and fatty acid profile. The results of the characteristics of the fruit were the following: length 5.47 cm, diameter 4.59 cm, weight 51.83 g, pH 3.43, AI 0.69% and humidity 56.23%. The ANOVA of the treatments found different differences p (<0.05) in the acidity, yield and fatty acid profile of the oil. The best treatment (T6: without bark at 85 ° C for 10 min) presented a yield of 14.76%, acidity 1.69% and fatty acid profile: MUFAs 79.45%, highlighting ico-9 oleic acid with 79.29%, SFA 16.31% and PUFA 4.23%. The estimated conservation time of T6 was 472 and 295 days at 20 and 25 ° C, respectively. These results consider the most as a potential raw material for the production of high-quality oil.

**KEYWORDS:** morete oil, buriti, lipids, oilseeds, oxidation

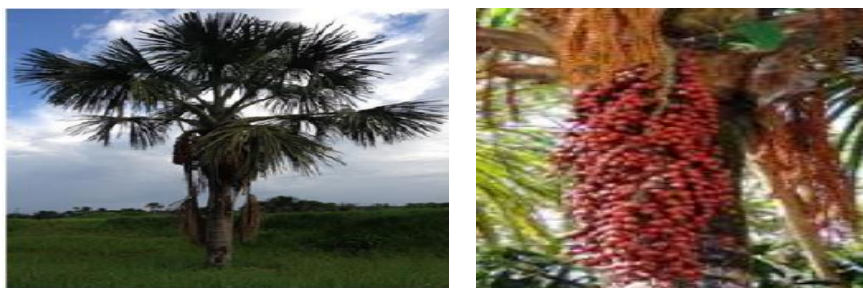
# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 1.1.1. Características agronómicas de la planta de morete

En la Figura 1 se presenta la palma y los racimos de morete (*Mauritia flexuosa* L. f.). El morete es una planta oleaginosa originaria de la región amazónica del Ecuador, así como de ciertos países Sudamericanos como Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Bolivia (Rodríguez & Silva, 2017).



**Figura 1.** Palma y racimos de morete. Fuente: Andrade (2015).

El morete tiene diferentes nombres, dependiendo del país en donde se desarrolle, así: morete o anchu en Ecuador; aguaje en Perú; caranday-guazu o ideuí en Bolivia buriti, miriti o buritira en Brasil; moriche en Venezuela; y canangucha, moriche, aguaje, mirití o idení en Colombia (Andrade, 2015).

La planta de morete se desarrolla en las siguientes condiciones: Temperatura mínima 17,2 °C y máxima 25,1 °C (promedio 21,1 °C), humedad relativa 90%, precipitación pluvial 3419 mm anual y altitud desde 50 hasta 800 msnm (Vásquez, Sotero, Del Castillo, Alvarado, & Maco, 2009). Crece en áreas pantanosas o con mal drenaje de suelos ácidos, también se lo encuentra en terrenos no inundables con buen drenaje o drenaje deficiente, que posean elevada cantidad de materia orgánica (Martínez, 2011).

### 1.1.2. Taxonomía del morete

Según Cárdenas (2011), el morete presenta la siguiente descripción taxonómica:

**Nombre Científico:** *Mauritia Flexuosa* L. f.

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Arecales Bromhead

**Familia:** Arecaceae Subfamilia: Calamoideae

**Género:** Mauritia

**Especie:** *Mauritia Flexuosa*

### 1.1.3. Variedades de morete

Existen muchas variedades fenotípicas de la planta, y por el color de la fruta se mencionan tres variedades (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Variedades de morete según el color del fruto

Variedad	Descripción
Amarillo o Posheco	Todo el mesocarpio es de color amarillo.
Colorado	La parte externa del mesocarpio es de color rojo y el resto es amarillo.
Shambo	Todo el mesocarpio es de color rojo.

**Fuente:** García & Reátegui (2002).

En la **Figura 2** se presenta el fruto de morete de la variedad posheco con corteza y sin corteza, que se empleó en el presente estudio.



**Figura 2.** Fruto de morete con corteza (izquierda) y sin corteza (derecha). Fuente: Andrade (2015).

#### **1.1.4. Cosecha del fruto**

El morete comienza su fructificación cuando poseen una altura de 6 a 7 m, aproximadamente luego de 7 y 8 años de su siembra (**Trujillo, Torres, & Santana, 2011**). Generalmente, la fructificación se da todo el año, con mayor concentración entre los meses de febrero y agosto y ligera escasez en septiembre y noviembre. La cosecha del racimo de morete se realiza cuando los frutos presentan color marrón intenso y se desgajan con facilidad (**Patiño, Pencue, & Vargas, 2016**). En los sistemas naturales sin manejo para la cosecha del fruto se derriba la planta; y en sistemas manejados se emplean subidores para alcanzar los racimos de morete y cortarlos con machete; también se utilizan varas largas con ganchos que desgajan los racimos y los frutos se recolectan manualmente del suelo (**Trujillo, Torres, & Santana, 2011**).

#### **1.1.5. Usos de la planta de morete**

El morete tiene un alto valor económico en la región amazónica, donde la población local lo emplea particularmente en la fabricación de artesanías a partir de las fibras extraídas de la semilla, con las que producen bolsos, cestas y sombreros. El fruto tiene un aroma único y notable que no es comparable a ninguna otra fruta; en su mayoría es empleado para el consumo humano directo o con poca preparación (**Cárdenas, 2011**) y (**Aquino et al., 2012**). El fruto es empleado principalmente en la elaboración de productos como harinas, jaleas, zumo, helados, mermeladas, bebidas, entre otros (**Koolen, Silva, Silva, Paz, & Bataglioni, 2018**). Además, por su alto contenido de ácidos grasos se emplea en la extracción de aceites, generalmente para uso farmacológico y cosmético (**Castro y Gonzales, 2014**).

#### **1.1.6. Composición química y bromatológica del fruto**

El fruto es rico en minerales, proteínas, grasas, vitaminas y carbohidratos, con gran cantidad de betacaroteno y vitamina A, cuya composición química se presenta en la Tabla 2 (**Pardauil et al., 2017**).



**Tabla 2.** Composición química del fruto de morete por cada 100 g.

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Calorías (cal)	526
Proteína %	11
Grasa %	38,6
Carbohidratos %	46
Fibra %	41,9
Ceniza %	4,4
Calcio (mg)	415,4
Fósforo (mg)	69,9
Tiamina (mg)	0,11
Niacina (mg)	2,57
Riboflavina (mg)	0,85
<b>Aceite (%)</b>	<b>38,73</b>

**Fuente:** Pardauil et al. (2017).

La **Tabla 3** señala los parámetros bromatológicos de la pulpa de morete variedad posheco, donde se destaca el alto contenido de aceite (38,73 %).

**Tabla 3.** Parámetros bromatológicos de la pulpa de morete según la variedad posheco.

<b>Parámetro</b>	<b>Variedad Posheco</b>
Humedad (%)	48,34
Cenizas (%)	1,02
Aceite (%)	38,73

**Fuente:** Pereira et al. (2016).

En la **Tabla 4** se indica el perfil de ácidos grasos que contiene el aceite de morete variedad posheco. Se observa que existe mayor proporción de ácido oleico en comparación a los demás ácidos.

**Tabla 4.** Ácidos grasos (%) del aceite de morete variedad posheco.

<b>Ácido graso</b>	<b>%</b>
Palmítico (C16:0)	14,45
Esteárico (C18:0)	1,41
Oleico (C18:1)	79,33
Linoleico (C18:3)	1,32

Linolénico (C18:3)	1,06
--------------------	------

**Fuente:** Cândido & Silva (2017).

### 1.1.7. Investigaciones sobre el aceite de morete

Las diversas investigaciones sobre el aceite de morete hacen énfasis en el perfil de ácidos grasos y estabilidad oxidativa. Según **Cordones y Ortega (2017)**, la extracción de aceite de morete mediante el método sólido-líquido demostró una composición de ácidos grasos similar al aceite de oliva y aguacate. El perfil de ácidos grasos contiene en mayor proporción ácidos monoinsaturados, destacándose el ácido oleico (Omega 9) como componente principal, y ácidos polinsaturados como el ácido linolénico (Omega 3) y ácido linoleico (Omega 6); resultados similares a los obtenidos por **Pardaul et al. (2017)**.

**Jacobo, Rojas, Reyes, Pino y Chagman (2009)** destacan que la extracción óptima de aceites de unguahua y aguaje (morete) es a la temperatura de 60 °C y humedad del 12 %; mientras que el perfil lipídico presentó al ácido oleico (78%) como el componente mayoritario en ambos frutos.

**Vásquez, Freitas, Sotero, Paván, & Mancini (2010)** en su estudio de tres tipos de aguaje, clasificaron al morete por el color del mesocarpio en “color”, “shambo” y “amarillo”; caracterizaron los ácidos grasos por cromatografía de gases; determinaron  $\beta$ -caroteno y  $\alpha$ -tocoferol por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) fase reversa y normal, y determinaron el tiempo de inducción de la oxidación en el equipo de Rancimat. Además, determinaron que los mesocarpios de aguaje son ricos en ácido oleico (amarillo: 75,63%),  $\beta$ -caroteno (amarillo: 342,42 ug/g) y  $\alpha$ - tocoferol (color: 685,81 mg/L); así mismo en la semilla de aguaje variedad shambo se encuentran cantidades considerables de  $\omega 6$  (ácido linoleico) con 36,04%.

**Aquino et al. (2012)** determinaron en la refinación de aceite de buriti (morete), la disminución del porcentaje de ácidos grasos libres y los índices de yodo, acidez y de peróxido, presentando mayor estabilidad termo-oxidativa que el aceite crudo. Mientras que, su capacidad antioxidante, contenido de vitamina A y ácidos grasos insaturados, se redujeron en comparación al aceite crudo.

**Freitas et al. (2017)** señalaron que el aceite de buriti presentó niveles más altos de ácidos grasos insaturados que los ácidos grasos saturados, siendo el ácido oleico el principal ácido graso en el aceite (69.58%) seguido por el ácido palmítico (17.35%).

#### **1.1.8. Proceso de extracción de aceite**

De acuerdo a **Alfaro y Chanamé (2008)**, la forma de extracción debe proteger al aceite de cualquier tipo de degradación, de manera que preserven sus componentes y calidad; mencionando que los métodos más usados son el de extracción mecánica por prensado y por solventes, cuyos detalles se explican a continuación:

**Extracción mecánica por prensado:** basado en la aplicación de presión sobre una masa de material vegetal oleaginoso mediante prensas tipo batch o en forma continua. Se emplean equipos como: tornillo sin fin de alta o de baja presión, extractor expeller, extractor centrífugo, extractor decanter y rodillos de prensa. Según **Andrade (2015)**, el prensado es el método más recomendado ya que conserva las características fisicoquímicas del aceite y por lo tanto su calidad. Por otro lado, el efecto del tratamiento térmico previo de las semillas o frutos es que favorece la separación de los ácidos grasos, facilitando la extracción posterior del aceite; esto se debe a que el aceite está contenido en un estado de emulsión con las proteínas y, el calentamiento origina la desnaturalización de las proteínas con la consiguiente rotura de la emulsión, separándose el aceite de la masa. Además, con el aumento de la temperatura, la viscosidad baja favoreciendo de esta manera la extracción.

**Extracción con solventes:** la materia prima debe ser previamente molida, macerada ó picada, para permitir mayor área de contacto entre el sólido y el solvente. Puede ser por inmersión, percolación, mixto o por gases condensados.

De otro lado, la principal diferencia entre el empleo de frutos con cáscara y sin cáscara para la extracción de aceite radica en la cantidad de aceite que posee cada una y por ende en el rendimiento de su extracción. La cáscara presenta menor contenido de aceite que en el caso de la pulpa; así, la pulpa de morete presenta 48,37% de aceite y la cáscara 15,52% (**Jacobo et al., 2009**), por lo que se justifica el rechazo de la cáscara como única materia prima para la extracción de aceite, empleando la pulpa del fruto y la combinación de la pulpa con la cáscara para obtener mayor cantidad de aceite tras la extracción.

### **1.1.9. Características del aceite de Oliva y de Morete**

#### **1.1.9.1. Calidad del aceite de Oliva**

La calidad del aceite de oliva está determinada principalmente por el índice de acidez, contenidos de ácidos grasos, índice de peróxidos, aroma y sabor (**Green et al., 2019**). La Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN (29:2012)** establece el valor máximo de acidez de 0,3% en aceite refinado, 0,8% en aceite extra virgen, 2% en aceite virgen, y 3,3% en aceite corriente o común.

El aceite de oliva está compuesto por ácido oleico con 55-83%, seguidamente de ácidos grasos saturados siendo el más representativo el ácido palmítico con 11- 20% y en menor cantidad ácido esteárico con 1-3%. En cuanto a ácidos grasos poliinsaturados, contiene entre 4,5-22% de ácido linoleico y 0,9-1,5% de ácido linolénico. La estabilidad oxidativa del aceite de oliva depende esencialmente de la variedad, al estar estrechamente ligada a su contenido de antioxidantes naturales como polifenoles y tocoferoles (50-800 mg/kg y 240-430 mg/kg, respectivamente) y a la relación entre los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados (**Zago, Squeo, Bertoncini, Difonzo, & Caponio, 2019**).

#### **1.1.9.2. Calidad del aceite de Morete**

Según **Pardauil et al. (2017)**, la principal virtud del aceite de morete es su alto contenido de  $\beta$ -caroteno y  $\alpha$ -tocoferol con 324,42 ug/g y 683,45 ug/g, respectivamente, contenido de ácido oleico y su resistencia a la oxidación; por lo que, lo convierte en un aceite de alta calidad, útil para la industria alimentaria, superior al aceite de palma y otros aceites expendidos en el mercado, incluso comparable con el aceite de oliva virgen.

El perfil de ácidos grasos del aceite de morete indica ácidos saturados e insaturados, en el que predomina el ácido oleico (C18:1) con 78,1 %, ácido palmítico (C16:0) con 16,1 % y ácido linoleico (C18:2) con 2,04 % (**Pereira et al., 2016**) y **Pardauil et al. (2017)**. La baja concentración de ácidos grasos poliinsaturados le otorga al aceite de buriti una mayor estabilidad oxidativa. Además, tiene propiedades funcionales debido a su alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados (**Cândido & Silva, 2017**).

En cuanto a características fisicoquímicas posee: humedad (0,06%), índice de peróxido (4,8 m.e.q. O<sub>2</sub>/kg de grasa), índice de saponificación (191,83%), índice de yodo (95,30 g I /100 g grasa), insaponificables (0,5 %), índice de refracción a 25 °C (1,465) y densidad a 25 °C (0,9121 g/mL) (**Koolen et al., 2018**).

#### **1.1.10. Ácidos grasos en aceites**

Los ácidos grasos son biomoléculas lipídicas formadas por cadenas de carbono que contienen un grupo carboxilo como grupo funcional. El número de carbonos habitualmente es de número par, en la naturaleza los más abundantes están formados por cadenas de 16 a 22 átomos de carbono; se clasifican según el grado de insaturación en:

- Ácidos grasos saturados (SFAs): no presentan dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada, tienden a ser sólidos a temperatura ambiente y son más susceptibles a la oxidación produciendo enranciamiento.
- Ácidos grasos insaturados: poseen uno o varios enlaces en la cadena hidrocarbonada, suelen encontrarse en forma líquida a temperatura ambiente, y a su vez se clasifican en:
  - ✓ Ácidos grasos monoinsaturados (MUFAs): poseen un solo doble enlace y el ácido predominante es el oleico ( $\omega$ -9)
  - ✓ Ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs): poseen dos o más dobles enlaces, entre los cuales encontramos al ácido linoleico y linolénico ( $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 respectivamente).

#### **1.1.11. Estabilidad oxidativa en aceites**

La estabilidad oxidativa de los aceites proporciona una estimación de la susceptibilidad de los aceites a la degeneración auto oxidativa, lo que conduce al enranciamiento. El método más utilizado para su determinación es el método de oxígeno activo, ya que permite predecir la vida útil de distintos aceites y otros alimentos (**Villanueva, Glorio, & Baquerizo, 2015**).

El período de Inducción (IP) es una medida de la estabilidad oxidativa de grasas y aceites, es el tiempo necesario para que los cambios organolépticos comiencen a ser detectados expresando su capacidad para resistir a la oxidación (**Paucar et al., 2015**).

El reactor Oxitest es un instrumento que se encarga del control de la absorción de oxígeno de los componentes reactivos presentes en las muestras de alimentos para en condiciones aceleradas de oxidación tanto en materia prima como productos evaluar su estabilidad oxidativa, sin que sea necesario la separación preliminar de la grasa, somete la muestra completa, sin previa preparación, a un ambiente de alto estrés oxidativo (alta temperatura y sobrepresión de oxígeno) para valorar, en un período de tiempo corto, la resistencia de la grasa a la oxidación (AOCS, 2017).

## 1.2. Hipótesis

### 1.2.1. Hipótesis nula (H0):

- **H0:** El tratamiento térmico de extracción no afecta el rendimiento, acidez y perfil de ácidos grasos del aceite de morete (*Mauritia flexuosa L.*).

### 1.2.2. Hipótesis alternativa (H1):

- **H1:** El tratamiento térmico de extracción afecta el rendimiento, acidez y perfil de ácidos grasos del aceite de morete (*Mauritia flexuosa L.*).

## 1.3. Señalamiento de variables

Las variables independientes y dependientes que se consideraron en el presente estudio fueron:

### 1.3.1. Variables independientes

- A. Fruto de morete:           a0. Con corteza  
  a1. Sin corteza
- B. Tratamiento térmico:   b0. 45 °C por 30 min en ambiente cerrado  
  b1. 65 °C por 20 min en ambiente cerrado  
  b2. 85 °C por 10 min en ambiente cerrado

### 1.3.2. Variables dependientes

- Rendimiento de extracción
- Acidez del aceite
- Perfil de ácidos grasos del aceite

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Estudiar el efecto de la temperatura en el rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite de morete (*Mauritia flexuosa L. f.*).

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características fisicoquímicas del fruto de morete (*Mauritia flexuosa L. f.*).
- Evaluar la influencia del tratamiento térmico sobre el fruto con corteza y sin corteza.
- Determinar el rendimiento y el perfil de ácidos grasos del aceite de morete extraído por prensado.
- Predecir el tiempo de conservación del aceite de morete del mejor tratamiento utilizando el equipo OXITEST.

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. MATERIALES

##### 2.1.1. Materia Prima

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se empleó el fruto de Morete (*Mauritia flexuosa L. f*) variedad “posheco”, obtenido en el Mercado de Los Plátanos ubicado en el barrio Mariscal de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza; y posteriormente trasladado a los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (FCIAB) de la Universidad Técnica de Ambato, donde se almacenaron en refrigeración hasta su análisis y procesamiento.

##### 2.1.2. Equipos

- Balanza analítica (OHAUS Modelo V71P30T)
- Balanza de humedad (HX204 Modelo Moisture Analyzer)
- Microcentrífuga Marca BUNSEN Modelo Finsen
- Cocina industrial
- Congelador Mabe
- Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System, con un detector de masas Agilent Technologies 5977A MSD
- Equipo VELP SCIENTIFICA SER 148 Solvent Extractor
- Equipo VELP SCIENTIFICA OXITEST Oxidation Test Reactor
- Estufa (MEMMERT IP20)
- Desecador (Pyrex 800mm)
- Licuadora domestica Oster 456-42
- Plancha de calentamiento y agitación VWR (Hotplate/Stirrer)
- Prensador manual
- Olla de presión UMCO
- Refrigerador marca LG



### **2.1.3. Reactivos**

- Hidróxido de sodio NaOH 0,1
- Hidróxido de sodio NaOH 0,05
- Alcohol- éter dietílico
- Fenolftaleína
- KOH 0.1N
- Solución metanólica de KOH 0,5 M
- Solución metanólica de HCL (1:4 v/v)
- Hexano grado cromatográfico
- Alcohol etílico
- Éter etílico
- Estándar de ácidos grasos

### **2.1.4. Insumos y utensilios**

- Agua destilada
- Balón de destilación
- Bols de acero inoxidable
- Matraz Erlenmeyer
- Cápsulas de porcelana
- Termómetro
- Cinta adhesiva
- Espátulas
- Frascos de vidrio color ámbar de 20 cm<sup>3</sup>
- Fundas pequeñas con cierre hermético
- Gradillas
- Soporte universal
- Pinzas para bureta
- Picetas
- Guantes
- Lienzo
- Micropipetas
- Ollas

- Papel aluminio
- Probetas
- Puntas plásticas para pipetas
- Toallas absorbentes
- Tubos con tapa rosca Botellas de vidrio color ámbar de 30cm<sup>3</sup>
- Tubos eppendorf de 1,5 y 2 ml
- Vasos de precipitación

## 2.2. MÉTODOS

### 2.2.1. Localización

El trabajo experimental se realizó en los Laboratorios de la FCIAB.

### 2.2.2. Muestra

Las muestras de morete empleadas para el presente estudio se obtuvieron de acuerdo al índice de madurez del fruto, seleccionando frutos maduros mismos que al rasgar la corteza se separa fácilmente, apreciándose una coloración anaranjada de la pulpa, de acuerdo a la metodología descrita por (Castellanos, Buitrago y Aranguren, 2017).

### 2.2.3. Caracterización del fruto

- **Peso y tamaño**

Diez frutos de morete fueron medidos en su longitud (cm) desde la base hasta el ápice y el diámetro (cm) en la parte central con el uso de un pie de rey. El peso del fruto, la cáscara, la pulpa y la semilla (g) se determinaron en una balanza analítica de acuerdo al método descrito por Jacobo et al. (2009). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

- **Índice de madurez (IM)**

Se consideró la metodología de la norma NTE INEN 1836 (2015).

- **Rendimiento de la pulpa, corteza y semilla**

El rendimiento de pulpa se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la pulpa}(g)}{\text{Peso total del fruto}(g)} * 100\% \quad \text{Ecuación 1}$$

- **Humedad**

Se analizó mediante el método por secado con radiación infrarroja (AG; Mettler-Toledo, 2012). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

- **Índice de Acidez (IM)**

Se determinó mediante la norma **NTE INEN 0381**. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

- **Ácidos grasos de la pulpa y corteza**

Previo al análisis de los ácidos grasos, las muestras de pulpa y corteza, se secaron a 80°C por 24 h y se molieron en una licuadora Oster. La muestra molida fue llevada a una extracción de su grasa utilizando como solvente hexano. Los ácidos grasos presentes en el aceite se esterificaron empleando NaOH 0,5 M en metanol y HCl-metanol (1:4 v/v). Posteriormente, 0,025 g de muestra de los ésteres de ácidos grasos se inyectaron al Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System, con detector de masas Agilent Technologies 5977A MSD, siguiendo la metodología de análisis de ácidos grasos desarrollada por **Carrillo, Carpio, Morales, Álvarez, & Silva, (2018)** utilizada para la determinación del perfil de ácidos grasos del unguirahua (*Oenocarpus bataua*). Los ácidos grasos fueron identificados comparando los tiempos de retención del patrón con la muestra y se cuantificaron por integración de las áreas de los picos.

#### **2.2.4. Tecnología de extracción del aceite**

En la **Figura 3**, se observa la tecnología de extracción de aceite de morete. El proceso de extracción se basó en la metodología de extracción de aceite de oliva descrita por **Vega, A. M, D & Gálvez (2017)** con modificaciones en el laboratorio, que se describe a continuación:

- **Recepción y clasificación**

Los frutos de morete fueron seleccionados y separados de aquellos que presentan algún daño fisicoquímico, mecánico o microbiológico.

- **Limpieza**

Los frutos se limpiaron y lavaron con agua corriente, eliminando impurezas presentes como la tierra, y almacenados a 4 °C hasta su utilización.

- **Separación de la semilla**

Una vez limpios los frutos, se realizó un escaldado a vapor durante 15 s para facilitar la remoción de la semilla. Luego, se escurrió el agua de los frutos mediante tamices plásticos y posteriormente se colocaron en un recipiente de acero inoxidable. A continuación, se procedió a separar la corteza y pulpa de la semilla del fruto, manualmente.

La pulpa con la corteza se utilizó para la extracción del aceite, mientras que la semilla fue desechada. Se emplearon 8 frutos por cada tratamiento, de acuerdo al diseño experimental.

- **Despulpado**

Para el caso de la extracción de aceite de la pulpa sin corteza, el despulpado se realizó manualmente con la ayuda de una espátula. Luego, se pesó la pulpa y la corteza para la determinación del rendimiento.

- **Tratamiento térmico**

Tanto la pulpa como la pulpa con corteza fueron sometidas a los siguientes tratamientos térmicos de acuerdo al diseño experimental descrito en la Tabla 5, empleando una olla de presión (UMCO).

- **Licuada y batido**

La muestra tratada térmicamente, se licuó utilizando una licuadora doméstica (Oster 465-42), durante 3 min y posteriormente se realizó un ligero batido manual.

- **Prensado y filtrado**

La muestra licuada y batida se colocó en un lienzo y posteriormente en una prensa hidráulica manual diseñada de forma artesanal (**Anexo I2**). La extracción del aceite se realizó por prensado continuo, repitiendo varias veces hasta lograr el máximo rendimiento.

- **Separación por decantación**

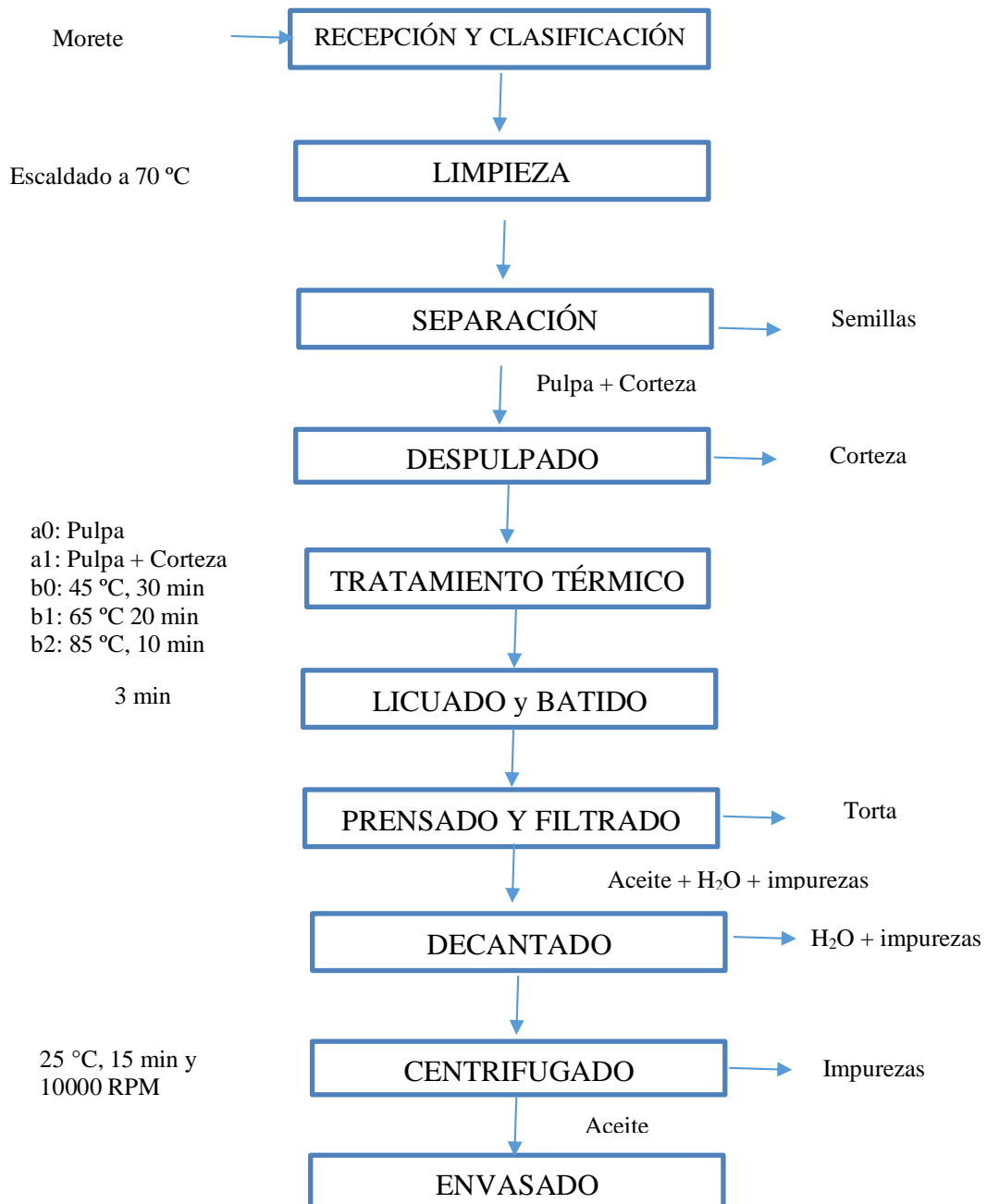
El fluido (aceite, agua e impurezas) obtenido en el proceso de prensado se recolectó en un embudo de decantación con el fin de separar el agua del aceite por diferencia de densidad.

- **Separación por centrifugación**

El aceite resultante de la etapa de decantación se centrifugó en una microcentrífuga marca BUNSEN Modelo Finsen a 10000 RPM por 15 min a 25 °C, para eliminar los residuos sólidos e impurezas, y obtener el aceite puro.

- **Envasado**

El aceite puro resultante de cada tratamiento se envasó en botellas de vidrio color ámbar de 20 cm<sup>3</sup>, y etiquetó para su identificación y posterior análisis químico.



**Figura 3.** Diagrama de flujo de extracción de aceite de morete.  
**Elaborado por:** Rivera, M. (2019).

### 2.2.5. Respuestas experimentales

- **Rendimiento de extracción de aceite**

El rendimiento de extracción de aceite se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la muestra}(g)}{\text{Peso del aceite extraído}(g)} * 100\% \quad \text{Ecuación 2}$$

- **Perfil de ácidos grasos**

Los ácidos grasos presentes en el aceite se esterificaron pesando 0,025 g de aceite, y empleando NaOH 0,5 M en metanol y HCl-metanol (1:4 v/v). Posteriormente, se inyectaron los ésteres de ácidos los grasos en el Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System, con detector de masas Agilent Technologies 5977A MSD, siguiendo la metodología de análisis de ácidos grasos desarrollada por **Carrillo, Carpio, Morales, Álvarez, & Silva, (2018)**. Los ácidos grasos fueron identificados comparando los tiempos de retención del patrón con la muestra y se cuantificaron por integración de las áreas de los picos.

### 2.2.6. Análisis de rendimiento, acidez y perfil de ácidos grasos del aceite del mejor tratamiento

El mejor tratamiento, fue seleccionado en función de su rendimiento y perfil de ácidos grasos. En muestras del mejor tratamiento se realizaron los siguientes análisis químicos: perfil de ácidos grasos, índice de acidez y estabilidad oxidativa. Además, se consideró el perfil de ácidos grasos del aceite de oliva (*Olea europea*) para realizar las respectivas comparaciones.

- **Perfil de ácidos grasos**

El perfil de ácidos grasos se determinó según el método descrito en el punto 2.2.5.

- **Índice de acidez**

El índice de acidez se determinó de acuerdo al Método Oficial No 940.28 (**AOAC, 2002**), el cual consiste en la determinación de los ácidos libres en aceites, para ello se disuelve la muestra en etanol, y se valora los ácidos grasos libres empleando una solución etanólica de hidróxido de sodio con uso de fenolftaleína. El contenido en ácidos grasos libres en porcentaje se expresa en ácido oleico.

La acidez del aceite se determinó aplicando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{M*V*N}{10*m} \quad \text{Ecuación 3}$$

**Dónde:**

A = acidez del aceite (% ácido oleico)

M = masa molecular del ácido oleico (282 g/mol)

V = volumen de la solución de hidróxido empleada en la titulación en cm<sup>3</sup>

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio (0,1)

M = masa de la muestra analizada en gramos

$$IA = \frac{V * 56,1 * N}{m} \quad \text{Ecuación 4}$$

**Dónde:**

A = acidez del aceite en %

I = índice de acidez del aceite en mg/g.

V= volumen de la solución de hidróxido empleada en la titulación en cm<sup>3</sup>

N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio (0,1)

m= masa de la muestra analizada en gramos

- **Estabilidad Oxidativa**

La estabilidad oxidativa del aceite se midió utilizando el reactor VELD SCIENTIFICA OXITEST Oxidation Test Reactor, siguiendo la metodología descrita por Santos, (2018) utilizada para la determinación de la estabilidad oxidativa del aceite de sachá inchi.

### 2.2.7. Diseño Experimental

Para el análisis de los datos recopilados se aplicó un diseño estadístico AxB, con 3 réplicas; donde la variable A es el fruto de morete y la B el tratamiento térmico. En la Tabla 5 se muestra el diseño experimental con las variables de estudio de la investigación, determinándose 6 tratamientos, con 3 réplicas de cada uno. Para establecer los niveles de los factores, se consideraron los trabajos de investigación de Jacobo et al. (2009) y las pruebas experimentales preliminares.

**Tabla 5.** Diseño experimental

<b>Variables</b>	<b>Niveles</b>
A: Fruto de morete	a0: con corteza a1: sin corteza
B: Tratamiento Térmico	b0: 45 °C por 30 min en ambiente cerrado b1: 65 °C por 20 min en ambiente cerrado b2: 85 °C por 10 min en ambiente cerrado

A continuación (**Tabla 6**), se describen las combinaciones de los dos factores considerados en el diseño experimental.

**Tabla 6.** Combinaciones de los factores de estudio.

<b>Combinaciones</b>	<b>Factores</b>
<b>a0b0 (T1)</b>	Con corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado
<b>a0b1 (T2)</b>	Con corteza 65 °C por 20 min en ambiente cerrado
<b>a0b2 (T3)</b>	Con corteza 85 °C por 10 min en ambiente cerrado
<b>a1b0 (T4)</b>	Sin corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado
<b>a1b1 (T5)</b>	Sin corteza 65 °C por 20 min en ambiente cerrado
<b>a1b2 (T6)</b>	Sin corteza 85 °C por 10 min en ambiente cerrado

### 2.2.8. Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos de la parte experimental, se elaboraron tablas con sus respectivas medias y desviaciones estándar, y se aplicó un análisis estadístico utilizando un ANOVA AxB para evaluar la influencia de la corteza del fruto y tratamiento térmico en la extracción del aceite. Las diferencias mínimas significativas se calcularon con la prueba de Tukey HSD con un 95% de confianza empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Características fisicoquímicas del fruto

En la **Tabla 7** se indican las características fisicoquímicas del fruto de morete variedad posheco. Los resultados con respecto a largo, ancho y peso concuerdan con los obtenidos por **Mendieta-Aguilar, Pacheco & Roldán (2015)** y **Cándido & Silva (2017)**, quienes señalan que el fruto de morete posee entre 5 y 7 cm de longitud, 4 y 5 cm de diámetro y entre 48 y 52 g de peso. Comparando ciertas características fisicoquímicas del morete con los frutos de unguahua y olivo. **Jacobo et al. (2009)** señalan que el unguahua presenta 11,06 g de peso, 3,57 cm de longitud y 2,25 cm de diámetro, mientras que el olivo 3,5 g de peso, 1,25 cm de longitud y 1,45 cm de diámetro, respectivamente. El fruto de morete se encuentra en una madurez óptima de procesamiento, pues de acuerdo a **García et al. (2015)**, el índice de madurez (IM) se evidencia por la coloración café-rojizo de su exocarpio.

**Tabla 7.** Características fisicoquímicas del fruto de morete (*Mauritia flexuosa* L. f).

Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Humedad (%)	pH	IA (%)	IM (Color del exocarpio)
5,47 ± 0,15	4,59 ± 0,18	51,83 ± 0,31	56,23 ± 0,08	3,43 ± 0,01	0,69 ± 0,001	Café-rojizo

Los resultados de pH e IA presentan valores más altos que los reportados por **Sandri et al. (2016)**, con valores de 3,78 y 0,82%, respectivamente, debido principalmente a la variación del estado de madurez de los frutos. **Torres, Montes, & Pérez (2013)** mencionan que los valores de pH y acidez están estrechamente relacionados con el estado de madurez de los frutos; así, para frutos cítricos la relación que tienen el índice de maduración y el valor de pH son directamente proporcionales con valores que se incrementan, mientras que es inversa para la acidez titulable, ya que su valor disminuye.

Además, en la interpretación de los resultados se debe considerar la región geográfica donde se desarrolla el fruto, pues de esta depende las características fisicoquímicas, como es el caso de la humedad (56,23%), que presenta una ligera variación con respecto a lo señalado por **Jara (2018)** con un valor 53.6%.

### 3.2. Estructura y contenido de aceite del fruto de morete

En la **Tabla 8** se muestran los resultados de la estructura del fruto (%). La semilla presenta el mayor porcentaje en peso (59,92%) del fruto. Estudios realizados por **Sandri et al. (2016)**, presentan resultados similares con 59,11, 21,89 y 19% de semilla, pulpa y corteza respectivamente. En comparación con estudios realizados en otros frutos oleaginosos como el unguirahua y el olivo, el fruto de morete presentó variación en sus componentes; así, la semilla constituye el 56 y 17,5%; la pulpa 40 y 80% y la corteza 4 y 2,5% para unguirahua y olivo, respectivamente (**Martínez et al ., 2019**).

**Tabla 8.** Estructura del fruto de morete (% p/p)<sup>1</sup>.

<b>Pulpa</b>	<b>Corteza</b>	<b>Semilla</b>
20,19 ± 0,46	19,43±0,73	59,92±0,31

<sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones.

En la **Tabla 9** se muestran los resultados del contenido de aceite (%) por componente del fruto, evidenciándose mayor contenido en la pulpa de morete.

**Tabla 9.** Contenido de aceite (% p/p) por componente del fruto de morete<sup>1</sup>.

<b>Pulpa</b>	<b>Corteza</b>	<b>Semilla</b>	<b>Pulpa con Corteza</b>
59,42 ± 0,07	33,42 ± 0,20	7,15 ± 0,05	45,83 ± 0,05

<sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones.

El contenido de aceite de semillas o frutos oleaginosos depende principalmente de la estructura de la matriz alimentaria y es propio de cada uno (**Frang, Meléndez, Esteward, & Martínez, 2018**). La pulpa de morete contiene la mayor cantidad de aceite (59,42%) en comparación con la corteza, la semilla y la pulpa con corteza. Estos resultados presentan variaciones en comparación con los reportados por **Guerra, Díaz & Madrigal (2011)**; así, la pulpa con 48,37, la corteza 15,52, la semilla 36,11 y la pulpa con corteza 22,94%, estas variaciones se deben principalmente a la zona geográfica de desarrollo del fruto y estado de madurez.

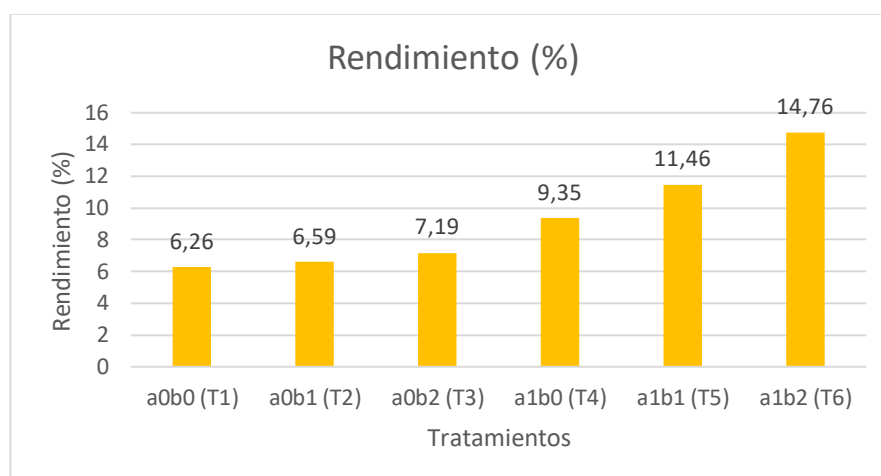
### 3.3. Rendimiento (%) y acidez (% Ácido oleico) del aceite

La **Tabla 10** indica el rendimiento del aceite en base al peso del fruto, y el índice de acidez (expresado en % de ácido oleico) del aceite resultante de los diferentes tratamientos. En el anexo A (A1, A2 y A3), se muestra el análisis estadístico para el rendimiento y en el Anexo B (B1, B2 y B3) el análisis estadístico para la acidez.

**Tabla 10.** Rendimiento y acidez del aceite de morete de los diferentes tratamientos.

Combinaciones	Rendimiento (%) en base al peso del fruto <sup>1</sup>	Acidez del aceite (% Ácido oleico) <sup>1</sup>
a0b0 (T1)	6,26 ± 0,14 <sup>d</sup>	1,59 ± 0,04 <sup>e</sup>
a0b1 (T2)	6,59 ± 0,06 <sup>cd</sup>	1,70 ± 0,01 <sup>ed</sup>
a0b2 (T3)	7,19 ± 0,43 <sup>c</sup>	1,87 ± 0,02 <sup>d</sup>
a1b0 (T4)	9,35 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,45 ± 0,07 <sup>c</sup>
a1b1 (T5)	11,46 ± 0,19 <sup>b</sup>	1,62 ± 0,02 <sup>b</sup>
a1b2 (T6)	14,76 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,01 <sup>a</sup>

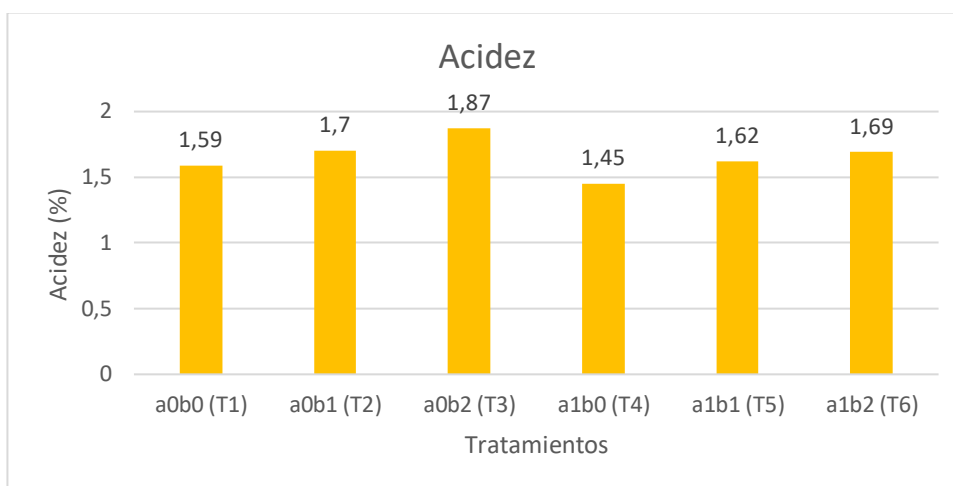
**T1:** Con corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado; **T2:** Con corteza a 65 °C por 20 min en ambiente cerrado; **T3:** Con corteza a 85 °C por 10 min en ambiente cerrado; **T4:** Sin corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado; **T5:** Sin corteza a 65 °C por 20 min en ambiente cerrado; **T6:** Sin corteza a 85 °C por 10 min en ambiente cerrado; <sup>a,b,c,d,e</sup> superíndices diferentes en columnas indican diferencias significativas, con una prueba Tukey a 95% de confianza; <sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones.



**Figura 4.** Rendimiento del aceite de morete de los diferentes tratamientos.

El análisis estadístico del rendimiento señaló que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), entre los tratamientos, ya que el rendimiento aumentó proporcionalmente con el incremento de la temperatura resultando el T6 como el de mayor rendimiento. Sin embargo, al comparar los tratamientos T1 y T2, y T4 y T5 no existen diferencias significativas lo que significa que el tratamiento térmico a 45 y 65 °C no influye en el rendimiento. La temperatura de tratamiento térmico coagula las proteínas de las paredes de las células haciéndolas permeables al paso del aceite y disminuyendo la viscosidad del aceite, facilitando de esta manera el proceso de extracción **Adriazén, Rojas, & Linares (2011)**. El tiempo de tratamiento térmico de extracción presenta menor influencia según **(Frang et al., 2018)**.

La estructura de la matriz alimentaria también influye en el rendimiento del aceite, es así como la corteza de morete, dura y escamosa (Linde, Colauto, Albertó, & Gazim, 2016) ofrece mayor resistencia a la salida del aceite por prensado, mientras que en el caso de la pulpa al ser más blanda permite la extracción con mayor facilidad y por lo tanto el rendimiento es mayor, como se evidencia en la **Figura 4**. El incremento del rendimiento es más notorio en los tratamientos sin corteza (T4, T5 y T6). Por otro lado, (Pereira et al., 2016) mencionan que el aceite crudo de morete obtenido por prensado en frío (considerado hasta 45 °C) arrojó un rendimiento de 9,55% resultado similar al obtenido en el T6.



**Figura 5.** Acidez del aceite de morete de los diferentes tratamientos.

En el análisis estadístico de acidez, se observó que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, evidenciándose que la acidez se incrementa proporcionalmente con el aumento de la temperatura, tanto en el fruto con corteza como sin corteza. Según **Lafont, Páez & Portacio (2011)**, la acidez se encuentra influenciado por la forma de extracción del aceite. Los valores de acidez obtenidos por prensado en este estudio (**Tabla10**), son menores a los reportados por **Freitas et al. (2017)**, que señala un valor de 3,99 % de acidez; mismos que se obtuvieron mediante extracción por solventes, debido a que por este método quedan trazas de solventes, por lo que aumenta la acidez y por lo tanto la estabilidad del aceite disminuye.

Por otro lado, **Serpa et al. (2014)**, mencionan que, si el prensado del aceite se desarrolla a altas temperaturas las moléculas de triglicéridos se disocian generando ácidos grasos libres e incrementando la acidez. De acuerdo a **Reboredo et al. (2016)**, las bajas temperaturas reducen la velocidad de oxidación de la pasta, con lo que a igualdad de condiciones, el aceite obtenido mediante extracción en frío presenta menos acidez, con resultados que se evidencian en los tratamientos T1 y T6 (**Figura 5**).

### 3.4. Ácidos grasos del fruto de morete.

En la **Tabla 11** se presenta el perfil de ácidos grasos de la pulpa, la corteza y la pulpa con corteza del fruto de morete. Los cromatogramas correspondientes se presentan en el anexo C (C2, C3 y C4) y los análisis estadísticos en el anexo D.

En la pulpa, corteza y pulpa con corteza se identificaron y cuantificaron 11, 12 y 11 ácidos grasos, respectivamente. Los ANOVAS de los ácidos grasos de los componentes del fruto determinaron que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el contenido de ácidos grasos, dependiendo del componente estructural del fruto analizado, a excepción del ácido palmitoleico y araquídico que no presentan diferencias significativas.

**Tabla 11.** Perfil de ácidos grasos de la pulpa, corteza y pulpa con corteza de morete.

Ácido graso	Familia	Pulpa (%)	Corteza (%)	Pulpa con Corteza (%)
Ácido láurico (C12:0)	-	-	1,06 ± 0,02	-
Ácido mirístico (C14:0)	-	0,09 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,12 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,07 <sup>b</sup>
Ácido pentadecanoico (C15:0)	-	-	0,03 ± 0,01	
Ácido palmítico (C16:0)	-	15,02 ± 0,08 <sup>a</sup>	17,30 ± 1,40 <sup>b</sup>	17,35 ± 0,67 <sup>c</sup>
Ácido palmitoleico (C16:1)	Ω-7	0,07 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,02 <sup>a</sup>
Ácido margárico (C17:0)	-	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,04 ± 0,01 <sup>a</sup>
Ácido esteárico (C18:0)	-	2,68 ± 0,12 <sup>c</sup>	2,30 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,63 ± 0,09 <sup>a</sup>
Ácido oleico (C18:1)	Ω-9	78,24 ± 0,49 <sup>a</sup>	76,51 ± 0,95 <sup>b</sup>	77,89 ± 0,85 <sup>c</sup>
Ácido linoleico (C18:2)	Ω-6	1,71 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,10 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,04 ± 0,01 <sup>c</sup>
Ácido α-Linolénico (C18:3)	Ω-3	1,60 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,09 ± 0,16 <sup>b</sup>	0,18 ± 0,04 <sup>c</sup>
Ácido araquídico (C20:0)	-	0,28 ± 0,41 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,54 ± 0,25 <sup>a</sup>
Ácido eicosenoico (C20:1)	Ω-9	0,28 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,06 <sup>b</sup>
<b>Σ (SFAs)</b>		<b>18,1</b>	<b>20,97</b>	<b>20,51</b>
<b>Σ (MUFAs)</b>		<b>78,59</b>	<b>76,84</b>	<b>78,2</b>
<b>Σ (PUFAs)</b>		<b>3,31</b>	<b>2,19</b>	<b>1,29</b>

<sup>a,b,c</sup> superíndices diferentes en filas indican diferencias significativas, con una prueba Tukey a 95% de confianza; <sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones; **SFAs** (Ácidos grasos saturados); **PUFAs** (Ácidos grasos poliinsaturados); **MUFAs** (Ácidos grasos monoinsaturados).

En general en las tres estructuras analizadas se destaca el alto contenido de C18:1, seguido de C16:0, C18:0, C18:2 y C18:3. Al comparar el contenido de ácidos grasos en los componentes estructurales, la mayor concentración de los indicados ácidos se encontró en la pulpa. En menor proporción se encuentran los ácidos C20:1, seguido de C20:0, C16:1 y C18:2 con resultados similares en las tres estructuras. En la corteza se evidenció la existencia de C12:0 y C15:0.

Al observar los resultados de MUFAs, PUFAs y SFAs, se destaca los mayores contenidos en la pulpa, ya que se obtuvieron mayor cantidad de MUFAs y PUFAs con 78,59 y 3,31% respectivamente, y menor contenido de SFAs con 18,1% en comparación con los obtenidos en la pulpa con corteza. Resultados similares de MUFAs, SFAs y PUFAs fueron reportados por **Pardaul et al. (2017)**, quienes mencionan valores de 77,86, 20,9 y 1,24% respectivamente en la pulpa; mientras que en la pulpa con corteza **Bataglioni et al. (2015)** presentaron valores de 74,94, 20,49 y 2,57% respectivamente. De acuerdo a **Pereira et al. (2016)**, el consumo de aceites vegetales ricos en MUFAs y PUFAs y la disminución de SFAs está relacionado con el descenso del riesgo de enfermedades cardiovasculares, asociando esta reducción al efecto antiinflamatorio de los ácidos grasos.

### **3.5. Ácidos grasos del aceite de morete de los tratamientos.**

En la Tabla 12, se indica el perfil de ácidos grasos del aceite de los diferentes tratamientos obtenidos por prensado. Los cromatogramas correspondientes se presentan en el anexo C, las tablas de los perfiles de ácidos grasos en el anexo E y los ANOVA por ácido graso en el anexo F.

En los tratamientos T1, T2 y T4, y T3, T5 y T6 se identificaron y cuantificaron 12, 11 y 10 ácidos grasos, respectivamente. El ANOVA indicó que no existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos en cuanto a contenido de C16:0, C16:1, C17:0, C18:0, C20:0 y C20:1, es decir el tratamiento térmico no afectó el contenido de dichos ácidos grasos. Contrariamente, se observaron diferencias significativas en C14:0, C15:0, C18:1, C18:2 y C18:3, donde dichos ácidos si se vieron afectados por el tratamiento térmico. De acuerdo a **Ramos, Ponce, Barnett, Celi, & Ramos (2016)** los tres últimos ácidos son mayormente susceptibles a la degradación por la aplicación de calor.

**Tabla 12.** Perfil de ácidos grasos del aceite de morete de los diferentes tratamientos en (%)<sup>1</sup>.

Ácido graso	T1	T2	T3	T4	T5	T6
C12:0	1,35 ± 0,09	-	-	-	-	-
C14:0	0,07 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,04 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,03 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>
C15:0	0,03 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,02 ± 0,00 <sup>ab</sup>	-	0,02 ± 0,01 <sup>ab</sup>	-	-
C16:0	15,02 ± 0,35 <sup>a</sup>	16,81 ± 2,31 <sup>a</sup>	16,91 ± 1,92 <sup>a</sup>	16,57 ± 1,91 <sup>a</sup>	18,58 ± 1,63 <sup>a</sup>	15,05 ± 2,41 <sup>a</sup>
C16:1	0,07 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,15 <sup>a</sup>	0,60 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,05 <sup>a</sup>
C17:0	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>
C18:0	1,22 ± 0,75 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,56 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,47 <sup>a</sup>	0,93 ± 0,42 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,61 <sup>a</sup>	1,17 ± 1,41 <sup>a</sup>
C18:1	79,38 ± 1,72 <sup>a</sup>	79,92 ± 3,62 <sup>ab</sup>	80,08 ± 3,91 <sup>ab</sup>	78,32 ± 2,83 <sup>ab</sup>	76,86 ± 2,86 <sup>b</sup>	79,29 ± 0,24 <sup>ab</sup>
C18:2	1,37 ± 0,62 <sup>ab</sup>	1,07 ± 0,29 <sup>ab</sup>	0,78 ± 0,76 <sup>c</sup>	2,01 ± 0,25 <sup>a</sup>	1,88 ± 0,24 <sup>ab</sup>	3,19 ± 0,32 <sup>a</sup>
C18:3	0,19 ± 0,19 <sup>ab</sup>	0,49 ± 0,18 <sup>c</sup>	0,54 ± 0,14 <sup>c</sup>	1,31 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,13 <sup>c</sup>	0,75 ± 0,19 <sup>bc</sup>
C20:0	1,06 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>a</sup>
C20:1	0,21 ± 0,23 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,30 ± 0,13 <sup>a</sup>
<b>∑ SFAs</b>	<b>17,78</b>	<b>17,94</b>	<b>18,05</b>	<b>17,59</b>	<b>20,27</b>	<b>16,31</b>
<b>∑ PUFAs</b>	<b>2,77</b>	<b>1,73</b>	<b>1,47</b>	<b>3,48</b>	<b>2,73</b>	<b>4,23</b>
<b>∑ MUFAs</b>	<b>79,45</b>	<b>80,34</b>	<b>80,48</b>	<b>78,93</b>	<b>77,01</b>	<b>79,45</b>

<sup>a,b,c</sup> superíndices diferentes en filas indican diferencias significativas, con una prueba Tukey a 95% de confianza; <sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones; **SFAs** (Ácidos grasos saturados); **PUFAs** (Ácidos grasos poliinsaturados); **MUFAs** (Ácidos grasos monoinsaturados); **T1**: Con corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado; **T2**: Con corteza a 65 °C por 20 min en ambiente cerrado; **T3**: Con corteza a 85 °C por 10 min en ambiente cerrado; **T4**: Sin corteza a 45 °C por 30 min en ambiente cerrado; **T5**: Sin corteza a 65 °C por 20 min en ambiente cerrado; **T6**: Sin corteza a 85 °C por 10 min en ambiente cerrado.

En general, el ácido graso predominante es el C18:1 (76,86 – 80,08%). Los tratamientos sin corteza presentaron mejores resultados en cuanto a composición de ácidos grasos; destacándose el T6, pues además de su alto contenido de ácido oleico C18:1, posee la mayor cantidad de C18:2, C20:1 y menor concentración de ácidos grasos saturados como el C18:0. Se destaca la presencia de C12:0 solamente en T1 y C15:0 en los tratamientos T2 y T4. Además, el T6 es el mejor tratamiento ya que posee el mayor porcentaje de PUFAs (4,23%), elevado contenido de MUFAs (79,45%) y la menor cantidad de SAFs (16,31%), comparado con los demás tratamientos y por lo que su consumo lo hace más saludable para la dieta.

El contenido de ácidos grasos depende también de la forma de extracción, en procesos de extracción mecánica como el prensado no se requiere de la intervención de sustancias químicas a la matriz oleaginosa, de tal manera que sus propiedades biológicas y funcionales se conservan en el aceite extraído (**Castro & Gonzales, 2018**).

### 3.6. Análisis de rendimiento, acidez y perfil de ácidos grasos del aceite del mejor tratamiento

En la **Tabla 13** se menciona el rendimiento y acidez (% ácido oleico) de los aceite de morete del mejor tratamiento y de oliva virgen. El mejor tratamiento de extracción de aceite de morete de acuerdo al mayor rendimiento y perfil de ácidos grasos fue el T6.

El rendimiento del aceite de morete del mejor tratamiento (T6), fue menor en comparación con el del aceite de oliva virgen comercial. Según lo reportado por **Martínez et al. (2019)** y por **Zago, Squeo, Bertocini, Difonzo, & Caponio (2019)**, la composición fisicoquímica de cada matriz empleada es diferente. Además, debería considerarse otros factores como el equipo de prensado y estructura anatómica del fruto. **Castro & Gonzales (2018)**, señalan que, en el prensado una parte del aceite es retenido en los residuos sólidos (torta de prensa o harinas), un subproducto caracterizado por contener gran cantidad de proteínas, por lo que podrían ser aprovechados en la elaboración de alimentos para animales, panes, galletas, etc.

**Tabla 13.** Rendimiento (%) y acidez (% ácido oleico) de los aceites de morete del mejor tratamiento y de oliva virgen.

Fruto	Morete (T6) <sup>1</sup>	Oliva Virgen (Reboredo-Rodríguez et al., 2016)
<b>Rendimiento (%)</b>	14,76± 0,24	18
<b>Acidez (% Ácido oleico)</b>	1,69 ± 0,01	1,66

<sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones

Al comparar el porcentaje de ácidos grasos libres del aceite de morete con el aceite de oliva se observa que son similares, y se encuentra dentro de la categoría de aceite virgen para aceites comestibles (**29:2012 NTE INEN, 2012**), norma que señala que el aceite de este tipo debe contener entre 0,8 y 2%(en % ácido oleico) máximo de acidez. Se considera un aceite virgen al obtenido del fruto del olivo (aceituna) aplicando procesos mecánicos u otros medios físicos que no produzcan alteración del aceite y que no hayan pasado por más tratamientos que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado (**Jordan, 2018**).

En la **Tabla 14** se presenta el perfil de ácidos grasos de los aceites de morete del mejor tratamiento y de oliva virgen. Las características de los aceites vegetales se encuentran influenciadas por la cantidad de ácidos grasos presentes y a su vez son uno de los principales indicadores de la calidad y frescura (**Ramos et al., 2016**).



**Tabla 14.** Perfil de ácidos grasos de los aceites de morete del mejor tratamiento (T6) y de oliva virgen.

Nombre Común	Abreviatura	Familia	T6 <sup>1</sup>	Aceite de oliva (Reboredo-Rodríguez et al., 2016)
Ácido mirístico	C14:0		0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Ácido palmítico	C16:0		15,05 ± 2,41	13,57 ± 0,61
Ácido palmitoleico	C16:1	Ω-7	0,16 ± 0,05	1,19 ± 2,41
Ácido margárico	C17:0		0,03 ± 0,01	0,11 ± 0,02
Ácido margároleico	C17:1		-	0,26 ± 0,026
Ácido esteárico	C18:0		1,17 ± 1,41	2,07 ± 0,18
Ácido oleico	C18:1	Ω-9	79,29 ± 0,24	71,19 ± 1,20
Ácido linoleico	C18:2	Ω-6	3,19 ± 0,32	10,06 ± 0,59
Ácido α-Linolénico	C18:3	Ω-3	0,75 ± 0,19	0,97 ± 0,09
Ácido araquídico	C20:0		0,05 ± 0,02	0,30 ± 0,01
Ácido eicosenoico	C20:1	Ω-9	0,30 ± 0,13	0,25 ± 0,01
Ácido behénico	C22:0		-	0,08 ± 0,01
Ácido lignocérico	C24:0		-	0,04 ± 0,01
<b>∑ SFAs</b>			<b>16,31</b>	<b>16,03</b>
<b>∑ PUFAs</b>			<b>4,23</b>	<b>11,03</b>
<b>∑ MUFAs</b>			<b>79,45</b>	<b>72,64</b>

<sup>1</sup> media y desviación estándar de 3 repeticiones; **SFAs** (Ácidos grasos saturados); **PUFAs** (Ácidos grasos poliinsaturados); **MUFAs** (Ácidos grasos monoinsaturados)

Al comparar el perfil de ácidos grasos del aceite del mejor tratamiento y el de oliva virgen, el de morete posee mayor cantidad de MUFAs (79,45%), similar contenido de SFAs (16,31%) y menor contenido de PUFAs (4,23%); con respecto al de oliva.

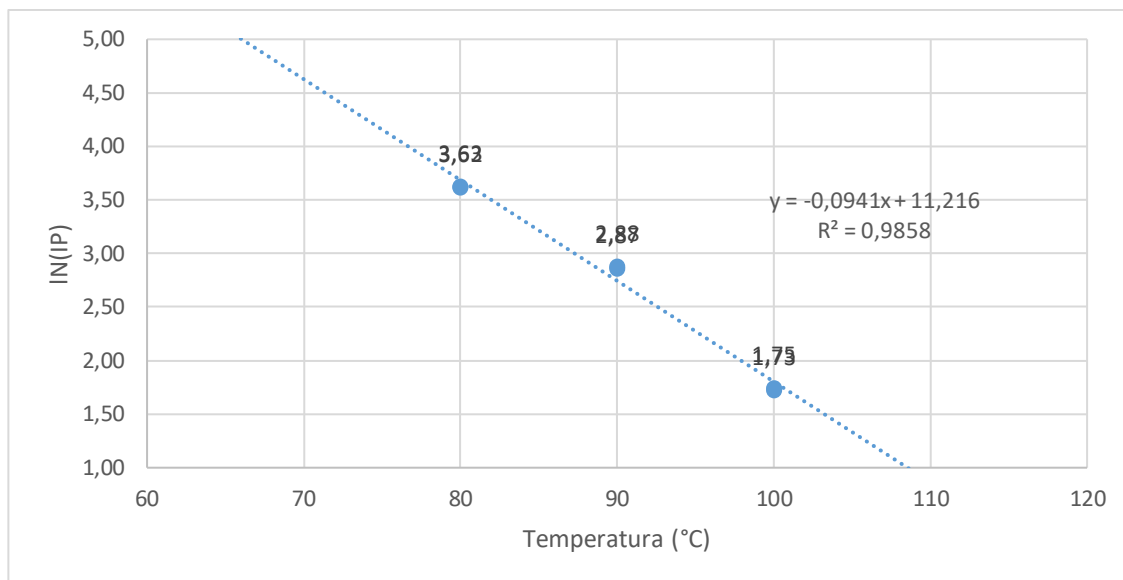
En los dos aceites el ácido graso predominante es el C18:1, seguido del C16:0, C16:1, C18:0, C18:2 y C18:3, evidenciándose una similitud propia de aceites considerados de excelente calidad. Además, en el aceite de morete se observó la ausencia del C17:1, C22:0 y C24:0.

La particular composición en ácidos de ambos aceites, les confiere el carácter de grasa monoinsaturada; diferenciándolos de los demás aceites comestibles expendidos que en su mayoría poseen elevada cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (**Lima et al., 2019**).

Desde el punto de vista de salud, el elevado contenido de C18:1, un ácido graso monoinsaturado de la serie omega-9 típico de los aceites vegetales como el aceite de oliva, aguacate, entre otros, ejerce una acción beneficiosa en los vasos sanguíneos reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, pues reduce el total de sangre y el colesterol LDL (Guzmán, 2011). Además, la presencia de ácidos grasos poliinsaturados de las series omega-3 y 6, genera efectos positivos sobre enfermedades como: diabetes, diversos tipos de cáncer, enfermedades de los huesos, artritis y otros (Santos, Alves, & Roca, 2015).

### 3.7. Estabilidad oxidativa y estimación del tiempo de vida útil del aceite de morete a diferentes temperaturas

En el anexo G se presentan las curvas de oxidación del aceite de morete a condiciones aceleradas de oxidación de 80 y 100 °C generados por el equipo Oxitest. Los resultados de los períodos de inducción (IP) a las temperaturas correspondientes permitieron determinar la ecuación  $y = -0,0941x + 11,216$  (Figura 6), que a su vez permitió estimar el tiempo de vida útil del aceite del mejor tratamiento.



**Figura 6.** Relación de la temperatura con el logaritmo (Ln) del período de inducción del aceite de morete a condiciones aceleradas de oxidación.

En la **Tabla 15** se aprecia la estimación del tiempo de vida útil en días del aceite de morete del mejor tratamiento a temperaturas usuales de almacenamiento. En la indicada tabla se observa que el mayor tiempo de vida útil corresponde a la menor temperatura, y viceversa.

A continuación se presenta el cálculo demostrativo de la estimación del tiempo de vida útil del aceite a 5 °C de almacenamiento, utilizando la Ecuación 5.

$$\ln(IP) = -0,0941 * T + 11,216 \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\ln(IP) = -0,0941 * 5 + 11,216$$

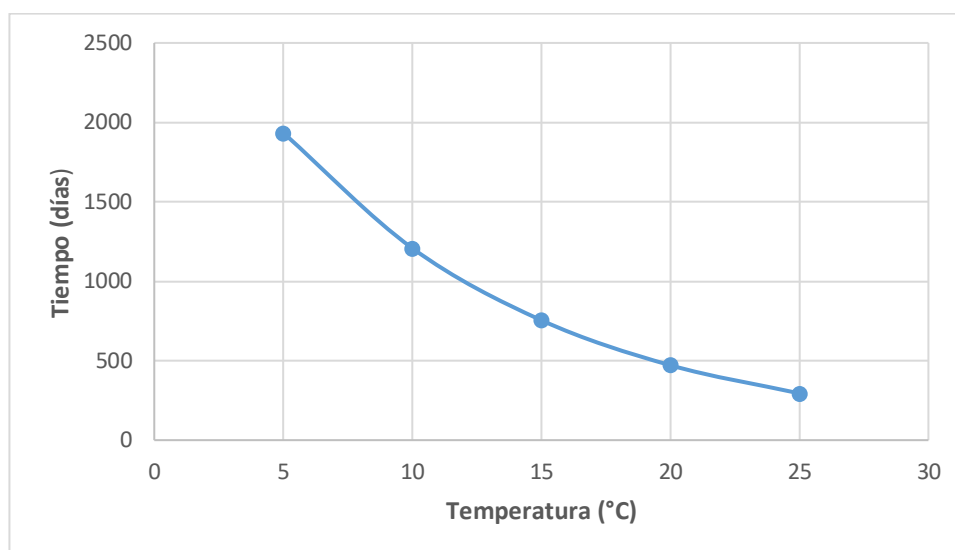
$$IP \text{ estimated a } 5 \text{ [}^\circ\text{C]} = 46421 \text{ h}$$

$$IP \text{ estimated at } 5 \text{ [}^\circ\text{C]} = 1934,19 \text{ días}$$

**Tabla 15.** Estimación del tiempo de vida útil (días) del aceite de morete a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Temperatura (°C)	Tiempo (días)
5	1934,19
10	1208,27
15	754,79
20	471,51
25	294,55

La **Figura 7** señala la relación entre la temperatura y el tiempo (días) para la estimación de vida útil (días) del aceite de morete a diferentes temperaturas de almacenamiento.



**Figura 7.** Estimación de vida útil (días) del aceite de morete a diferentes temperaturas de almacenamiento.

La evaluación de la estabilidad oxidativa del aceite de morete del mejor tratamiento (T6) a condiciones aceleradas de oxidación permitió la estimación de su tiempo de vida útil obteniendo que es altamente estable a la oxidación y que la relación entre la temperatura de almacenamiento es inversamente proporcional al tiempo de conservación, pues a menor temperatura el tiempo estimado de conservación del aceite es mayor.

Al comparar el tiempo de vida útil del aceite de morete con el de oliva se evidencia que el de morete supera su tiempo de conservación, pues **Paucar et al. (2015)**, determinaron el tiempo de vida útil de algunos tipos de aceites entre ellos el aceite de oliva a condiciones aceleradas de oxidación y reportaron que a 25 °C el aceite de oliva virgen tiene 137 días de vida útil y en el presente estudio se determinó que el aceite de morete podría conservarse a la mismas temperatura de almacenamiento durante 295 días.

A 20 °C y a condiciones adecuadas de almacenamiento un aceite de oliva virgen puede conservarse hasta 360 días (**Zago et al., 2019**), corroborando que el tiempo de vida útil del aceite de morete es mayor que el de oliva pues a 20 °C se obtuvo 471 días de conservación; por lo que se consideraría como un aceite de calidad comparable e incluso mejor que el aceite de oliva virgen. Probablemente podría deberse al contenido de antioxidantes naturales que posee el morete como el  $\beta$ -caroteno, que además imparte al aceite su color rojo anaranjado, tocoferoles y elevado contenido de ácido oleico **Santos, Alves, & Roca (2015)**.

El aceite de morete posee una vida útil bastante extendida ya que presenta baja concentración de ácidos grasos poliinsaturados. De acuerdo a **Koolen et al. (2018)** y **(Cano, 2015)** el nivel de ácidos grasos insaturados en el aceite es determinante en su estabilidad oxidativa y por lo tanto en su vida útil ya que los ácidos grasos poliinsaturados por la presencia de enlaces insaturados a pesar de generar cualidades biológicas especiales al aceite, lo hacen sensible al oxígeno dando lugar a la autooxidación, responsable del enranciamiento y principal causa del deterioro en la calidad de este tipo de productos.

Por otro lado, el aceite de morete al ser rico en ácido oleico, presenta ventajas al momento de preparar los alimentos pues posee “el umbral más alto de oxidación; manteniéndose estable a altas temperaturas y no se convierte fácilmente en grasas hidrogenadas o saturadas”. Además se descomponen de una forma más lenta e impregnan menos de grasa al alimento, y en consecuencia, el alimento frito en este aceite absorbe menos grasa, y por

lo tanto el aporte calórico será menor (**Guzmán, 2011**), por lo que el aceite obtenido sería recomendable para frituras a altas temperaturas.

### **3.8. Verificación de hipótesis.**

De acuerdo al análisis estadístico ANOVA, se rechaza la hipótesis nula por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, que el tratamiento térmico afecta el rendimiento, acidez y perfil de ácidos grasos del aceite de morete.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- El efecto de la temperatura en el rendimiento es directamente proporcional pues a mayor temperatura se obtuvo mayor rendimiento y viceversa; mientras que a pesar que en el perfil de ácidos grasos de los diferentes tratamientos se observaron resultados similares destacándose el ácido oleico, se evidencia que la temperatura si afecta a ciertos ácidos grasos.
- La caracterización fisicoquímica del morete variedad posheco determinó que el fruto corresponde a una madurez óptima de procesamiento, con las siguientes características: longitud 5,47 cm, diámetro 4,59 cm, peso 51,83 g, pH 3,43, IA 0,69% y humedad 56,23%.
- El tratamiento térmico aplicado al fruto de morete con corteza y sin corteza influyó directamente en el rendimiento de extracción y acidez. Así, el mejor rendimiento fue en fruto sin corteza a 85°C por 10 min con un rendimiento de 14,76%.; mientras que la menor acidez fue en fruto sin corteza a 45°C por 30 min con 1,45% de acidez.
- El rendimiento de extracción de aceite por prensado de la pulpa de morete fue mayor (14,76%) con respecto al obtenido de la corteza (7,19%), pues la corteza dura y escamosa ofreció mayor resistencia a la salida del aceite por prensado. El perfil de ácidos grasos del aceite de morete obtenido en todos los tratamientos presentó mayor contenido de MUFAs, seguido de SFAs y PUFAs. El mejor tratamiento presentó 79,45% de MUFAs, destacándose el ácido oleico  $\omega$ -9 con 79,29%, 16,31% de SFAs y 4,23% de PUFAs. El contenido de ácido oleico en el aceite de morete es comparable al aceite de oliva, cuyo consumo de este aceite puede ofrecer muchos beneficios para la salud.
- El tiempo estimado de conservación del aceite del mejor tratamiento (T6: sin corteza a 85°C por 10 min) fue de 472 y 295 días a 20 y 25 °C, respectivamente; es decir inversamente proporcional a la temperatura de almacenamiento, pues presenta un mayor tiempo de estabilidad oxidativa y por lo tanto de vida útil a bajas temperaturas.

## **4.2. Recomendaciones**

- Mejorar el rendimiento de extracción mediante un equipo de prensado con características de mayor eficiencia.
- Buscar alternativas de uso de la torta de morete en productos de panificación u otros, considerando su contenido proteico.
- Evaluar el contenido de antioxidantes y la capacidad antioxidante del aceite de morete.

## MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

### 5.1. Referencias bibliográficas

- Adriazén, N., Rojas, C., & Linares, G. (2011). Efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico de las almendras trituradas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el rendimiento y las características físico-químicas del aceite obtenido por prensado mecánico en frío. *Agroind Sci* 2, 2. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583457>
- AG; Mettler-Toledo. (2012). Instrucciones de manejo Analizador de humedad. Switzerland.
- Alfaro, K. Y., & Chanamé, E. (2008). *Determinación de los parámetros operacionales en la obtención de un producto oleoso de la Mauritia Flexuosa (Aguaje)*. Universidad Nacional de Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo.
- Andrade, G. (2015). *Obtencion y Caracterización de un aceite vegetal a nivel de laboratorio a partir de la fruta amazónica morete*. Universidad Central del Ecuador.
- AOAC. (2002). Método Oficial No 940.28.
- AOCS. (2017). Determination of the Oxidation Stability of Fats and Oils with the OXITEST.
- Aquino, J. de S., Pessoa, D. C. N. de P., Araújo, K. de L. G. V., Epaminondas, P. S., Schuler, A. R. P., Souza, A. G. de, & Stamford, T. L. M. (2012). Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the brazilian cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(2), 212–219. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000200004>
- Bataglion, G., Da Silva, F., Santos, J., Barcia, M., Godoy, H., Eberlina, M., & Koolen, H. (2015). Integrative Approach Using GC-MS and Easy Ambient Sonic-Spray Ionization Mass Spectrometry (EASI-MS) for Comprehensive Lipid Characterization of Buriti (. *J. Braz. Chem. Soc*, 26(1), 171–177. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20140234> J.
- Cândido, T., & Silva, M. (2017). Comparison of the physicochemical profiles of buriti from the Brazilian Cerrado and the Amazon region. *Food Science and Technology*, 37, 78–82. <https://doi.org/DDI: http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.32516> Comparison
- Cano, M. M. (2015). *Caracterización de aceites de oliva virgenes elaborados en zonas oleícolas de extramadura*. Universidad de Extremadura.



- Cárdenas, M. (2011). *Diseño y construcción de un molino para extraer aceite del fruto morete*. Universidad Politecnica Salesiana. <https://doi.org/10.1038/34413>
- Carrillo, W., Carpio, C., Morales, D., Álvarez, M., & Silva, M. (2018a). Fatty Acids Content in Ungurahua Oil (*Oenocarpus Bataua*) From Ecuador. Findings on Adulteration of Ungurahua Oil in Ecuador. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *11*(2), 391. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i2.16967>.
- Castellanos, L. M., Buitrago, A. T., & Aranguren, C. I. (2017). *MANEJO DE Mauritia flexuosa L.f. PARA LA PRODUCCIÓN DE ARTESANÍAS EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA Management of Mauritia flexuosa L.f. for the handicraft production in Orinoco high plains, Colombia. Colombia Forestal*. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a07>
- Castro, F., & Gonzales, N. (2018). *Encapsulación de aceites de plukenetia volubilis l., mauritia flexuosa por gelificación iónica y evaluación de la estabilidad oxidativa*. Universidad nacional de la amazonia peruana.
- Cordones, K., & Ortega, D. (2017). *Caracterización y evaluación de los ácidos grasos del aceite de morete (mauritia flexuosa) cultivados en la amazonia del ecuador para la aplicación de protección de rayos uv*. Universidad de Guayaquil.
- Frang, A., Meléndez, T., Esteward, W., & Martinez, C. (2018). Extracción y caracterización de aceite a partir de semilla de granadilla ( *Passiflora ligularis* ) obtenido por prensado en frio y solvente orgánico . Extraction and characterization of oil from granadilla ( *Passiflora ligularis* ) seed obtained by cold pre. *INGnosis.*, *4*(1), 29–40.
- Freitas, M. L. F., Chisté, R. C., Polachini, T. C., Sardella, L. A. C. Z., Aranha, C. P. M., & Ribeiro, A. P. B. (2017). Quality characteristics and thermal behavior of buriti ( *Mauritia flexuosa* L . ) oil. *International Journal of Fats and Oil*, *4*(December), 1–9. <https://doi.org/doi: http://dx.doi.org/10.3989/gya.0557171>
- García, R., Alva, A., Tello, F., Cláudio, S., Díaz, E., Pasquel, A., ... López, R. (2015). *Modificación del diseño de la pulpeadora comercial de frutas para pulpeado de fruto entero de Mauritia flexuosa, (aguaje) y mayor valor agregado a partir de la pulpa deshidratada*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- García, R., & Reátegui, M. (2002). Conservación de pulpa de mauritia flexuosa l. “aguaje” con aplicación de métodos de factores combinados. *Revista Amazónica Dela*

*Investigación Alimentaria*, 68, 59–68.

- Green, H. S., Li, X., Pra, M. De, Lovejoy, K., Steiner, F., Ian, N., & Wang, S. C. (2019). A rapid method for the detection of extra virgin olive oil adulteration using UHPLC-CAD profiling of triacylglycerols and PCA. *Food Control*, 106773. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106773>
- Guerra M, Díaz X, & Madrigal L. (2011). *Caracterización físico-química del fruto de la palma de moriche (mauritia flexuosa) y de harina del tronco*. Universidad Simón Bolívar.
- Guzmán, A. (2011). *Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos en productos ecuatorianos de mayor consumo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Jacobo, F. Q., Rojas, M. A., Reyes, G. I., Pino, L., & Chagman, G. P. (2009). Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui y aguaje de la amazonía peruana characterization of oils, cakes, and flours of fruits of ungurahui and aguaje ( of amazonia peruvian jessenia polycarpa mauritia flexuosa. jessenia polycarpa mauritia flexuosa l.). *Rev Soc Quím Perú*, 75(2), 243.
- Jara, R. (2018). *Efecto del extracto metanólico del fruto de mauritia flexuosa l. f (aguaje) en el aprendizaje y memoria espacial en rattus norvegicus var. albinus ovariectomizadas*. Universidad Católica de los Ángeles de Chimbote. Retrieved from <http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5103/>
- Jordan, E. (2018). *Propuesta de diseño de una planta industrial para la extracción de aceite de palmiste en la empresa Roczo s.a*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Koolen, H. H. F., Silva, F. M. A., Silva, V. S. V, Paz, W. H. P., & Bataglioni, G. A. (2018). Buriti fruit — *Mauritia flexuosa*. *Academic Press*. Manaus: Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00004-6>
- Lafont, J., Páez, M., & Portacio, A. (2011). Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla ( Almendra ) del Marañón ( *Anacardium occidentale* L ) Extraction and Physicochemical Characterization of Seed Oil ( Almond ) of Cashew nut ( *Anacardium occidentale* L ). *Información Tecnológica*, 22(1), 51–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-0764201100>
- Lima, S., Da Cruz, R., De Freitas, A., Sylvain, Darnet, & Silva, M. da. (2019). Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocopherols, total

- carotenoids and chemical composition. *Food Research International*, 12(12–19).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.028>
- Martínez, A. (2011). *Evaluación la actividad antioxidante de los aceites y de su fracción insaponificable de los frutos de: Mauritia flexuosa (Morete), Bactris gasipaes (Chonta), Plukenetia volubilis(Sacha inchi) y Oneocarpus batahua (Ungurahua) utilizando los métodos DPPH y.* Universidad Politécnica Salesiana.
- Martínez, K., Cárdenas, F., Campa, A., Toledo, A., López, Y., Lizardi, E., & Carvajal, J. (2019). Characterization of the solid waste of olive oil extraction from Caborca , Sonora ( Mexico ). *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, 48–55.
- Mendieta-Aguiar, Pacheco, L., & Roldán, A. (2015). Dispersión de semillas de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) por frugívoros terrestres en Laguna Azul, Beni, Bolivia, 50.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201400283>
- NTE INEN, 1836:2015. (2015). *Frutas frescas. Requisitos.*
- NTE INEN, 29:2012. (2012). *Aceite de Oliva. Requisitos.*
- Pardauil, J. J. R., de Molfetta, F. A., Braga, M., de Souza, L. K. C., Filho, G. N. R., Zamian, J. R., & da Costa, C. E. F. (2017). Characterization, thermal properties and phase transitions of amazonian vegetable oils. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 127(2), 1221–1229. <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5605-5>
- Patiño, M., Pencue, E., & Vargas, R. (2016). Determiration of moisture content in dry coffee beans by means of dynamic speckle determinação do teor de umidade em grãos de café pergaminho com speckle dinâmico. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 91. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)84-91](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)84-91)
- Pereira, J., Nogueira, K., Farias, L., Martins, J., Araújo, Y., Da Silva, G., ... Pinheiro, P. (2016). Phytochemistry Profile , Nutritional Properties and Pharmacological Activities of *Mauritia flexuosa*, 81(11), 2611–2622. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13529>
- Ramos, F., Ponce, L., Barnett, E., Celi, E., & Ramos, M. (2016). Perfil de ácidos grasos de aceite de Sacha inchi ( *Plukenetia volubilis* ) en comparación con otros aceites vírgenes comestibles. *Laboratorio de Química Analítica, Escuela de Ingeniería En Industrias Alimentarias, Univer- Sidad de San Martín de Porres, Lima, Perú*, 21, 101–108.
- Reboredo-Rodríguez, P., González-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., Valli, E., Bendini, A., Gallina, T., & Simal-gandara, J. (2016). Characterization of virgin olive oils produced

- with autochthonous Galician varieties. *Food Chemistry*, 212, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.135>
- Rodríguez, J., & Silva, D. (2017). *Obtención De Un Aceite Dieléctrico a Partir De La Pulpa De La Fruta Aguaje (Mauritia Flexuosa) Para Sustituir Aceites Minerales En Los Transformadores Eléctricos*. Universidad de Guayaquil. Retrieved from [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18847/1/TESIS MAURITIA FLEXUOSA-ACEITE DIELECTRICO.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18847/1/TESIS_MAURITIA_FLEXUOSA-ACEITE_DIELECTRICO.pdf)
- Sandri, D. D. E. O., Luiza, A., Pereira, R., Rodrigues, E. C., Morais, E. C. D. E., & Barros, W. M. D. E. (2016). Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti pulp ( mauritia flexuosa ) collected in the city of diamantino. *Rev. Bras. Frutic*, 39, n.3, 864. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017>
- Serpa, A., Echeverri, L., Lezcano, C., Vélez, L., Ríos, A., & Hincapié, G. (2014). Extracción de aceite de aguacate variedad “hass” (persea americana mill) liofilizado por prensado en frío. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8(2), 113–123. Retrieved from <https://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas/article/view/2272/2615>
- Trujillo-Gonzalez, J., Torres, M., & Santana-Castañeda, E. (2011). La palma de Moriche ( Mauritia flexuosa L . f ; ) un ecosistema estratégico The Moriche palm ( Mauritia flexuosa L . f ) represents astrategic ecosystem. *Revista ORINOQUIA*, 15(1), 62–70. [https://doi.org/15\(1\):62-70,2011](https://doi.org/15(1):62-70,2011)
- Vásquez, P., Freitas, L., Sotero, V., Paván, R., & Mancini, J. (2010). Chemical characterization and oxidative stability of the oils from three morphotypes of Mauritia flexuosa L.f, from the Peruvian Amazon. *Grasas y Aceites*, 61(4), 390–397. <https://doi.org/10.3989/gya.010110>
- Vásquez, P., Sotero, V., Del Castillo, D., Alvarado, L., & Maco, M. (2009). Diferenciación química de tres morfotipos de Mauritia flexuosa L. f. de la amazonía peruana. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 75(3), 320–328. Retrieved from [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2009000300007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2009000300007&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Vega, A. M., & Gálvez, M. Y. L. (2017). *Elaboración de aceites de oliva vírgenes*. Mundi-Prensa Libros.
- Villanueva, E., Glorio, P., & Baquerizo, M. (2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la

vida útil del aceite de sacha inchi ( *Plukenetia volubilis* L .). *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 155–163. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.02>

Zago, L., Squeo, G., Bertoncini, E. I., Difonzo, G., & Caponio, F. (2019). Chemical and sensory characterization of Brazilian virgin olive oils. *Food Research International*, 126(July), 108588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108588>

# **ANEXOS**

## Anexo A. Análisis estadístico para el rendimiento de extracción de aceite por prensado.

**Tabla A1.** Rendimiento de extracción de aceite en % con relación al contenido del fruto de morete.

Tratamientos		R1	R2	R3	Promedio
<b>T1</b>	<b>a0b0</b>	6,14	6,41	6,23	6,26 ± 0,14
<b>T2</b>	<b>a0b1</b>	6,66	6,55	6,57	6,59 ± 0,06
<b>T3</b>	<b>a0b2</b>	7,20	7,62	6,75	7,19 ± 0,43
<b>T4</b>	<b>a1bo</b>	9,35	9,30	9,39	9,35 ± 0,04
<b>T5</b>	<b>a1b1</b>	11,36	11,67	11,35	11,46 ± 0,19
<b>T6</b>	<b>a1b2</b>	14,51	14,99	14,80	14,76 ± 0,24

**Tabla A2.** Análisis de Varianza para rendimiento de extracción de aceite en % con relación al contenido del fruto de morete.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	120,59	1	120,59	3046,32	0,0000
B:Tratamiento Térmico	30,7723	2	15,3862	388,68	0,0000
C:Replica	0,214544	2	0,107272	2,71	0,1147
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	15,3363	2	7,66815	193,71	0,0000
RESIDUOS	0,395856	10	0,0395856		
TOTAL (CORREGIDO)	167,309	17			

**Tabla A3.** Prueba de Tukey para rendimiento de extracción de aceite en % con relación al contenido del fruto de morete.

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	3	6,26	0,130213	E
T2	3	6,59333	0,130213	ED
T3	3	7,19	0,130213	D
T4	3	9,34667	0,130213	C
T5	3	11,46	0,130213	B
T6	3	14,7667	0,130213	A

**Anexo B. Análisis estadístico para la acidez (% ácido oleico) de extracción de aceite por prensado**

**Tabla B1. Acidez en % del aceite de morete de los diferentes tratamientos**

Tratamientos		R1	R2	R3	Promedio	Desviación
T1	a0b0	1,55	1,59	1,63	1,59	0,04
T2	a0b1	1,69	1,69	1,70	1,70	0,01
T3	a0b2	1,85	1,88	1,89	1,87	0,02
T4	a1bo	1,41	1,54	1,41	1,45	0,07
T5	a1b1	1,64	1,61	1,61	1,62	0,02
T6	a1b2	1,69	1,69	1,69	1,69	0,00

**Tabla B2. Análisis de Varianza para la acidez % del aceite de morete de los diferentes tratamientos.**

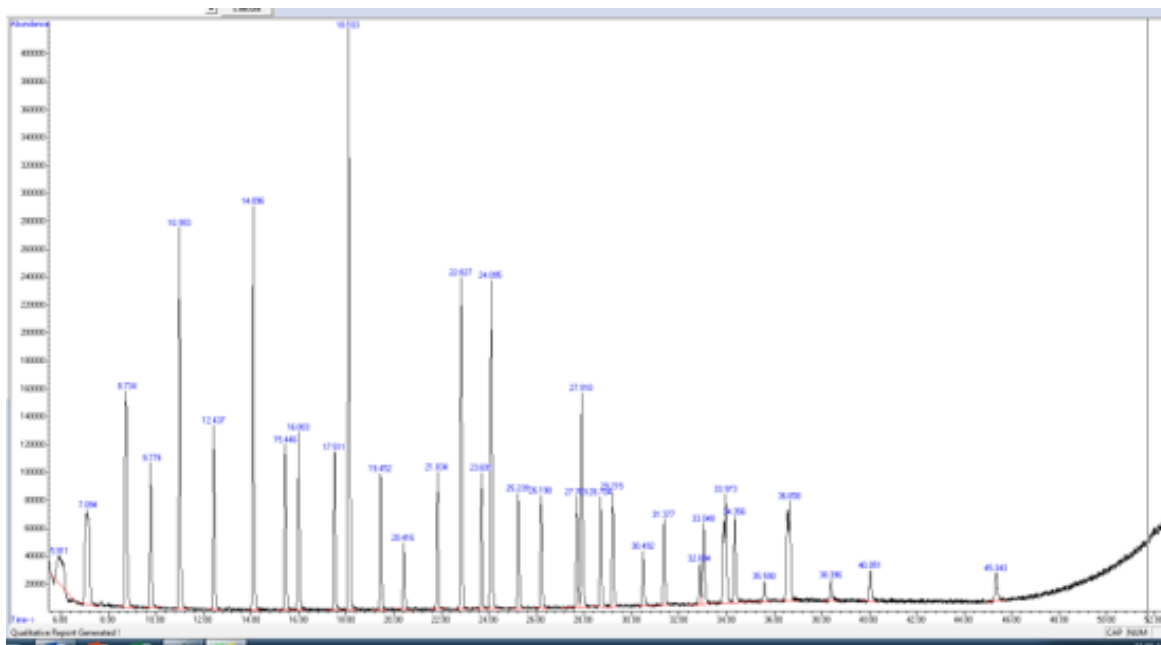
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	0,04205	1	0,04205	2,13	0,1747
B:Tratamiento Térmico	0,0923111	2	0,0461556	2,34	0,1463
C:Replica	0,0125778	2	0,00628889	0,32	0,7338
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,00693333	2	0,00346667	0,18	0,8411
RESIDUOS	0,196956	10	0,0196956		
TOTAL (CORREGIDO)	0,350828	17			

**Tabla B3. Prueba de Tukey para acidez (en % de ácido oleico) de aceite de morete de los diferentes tratamientos.**

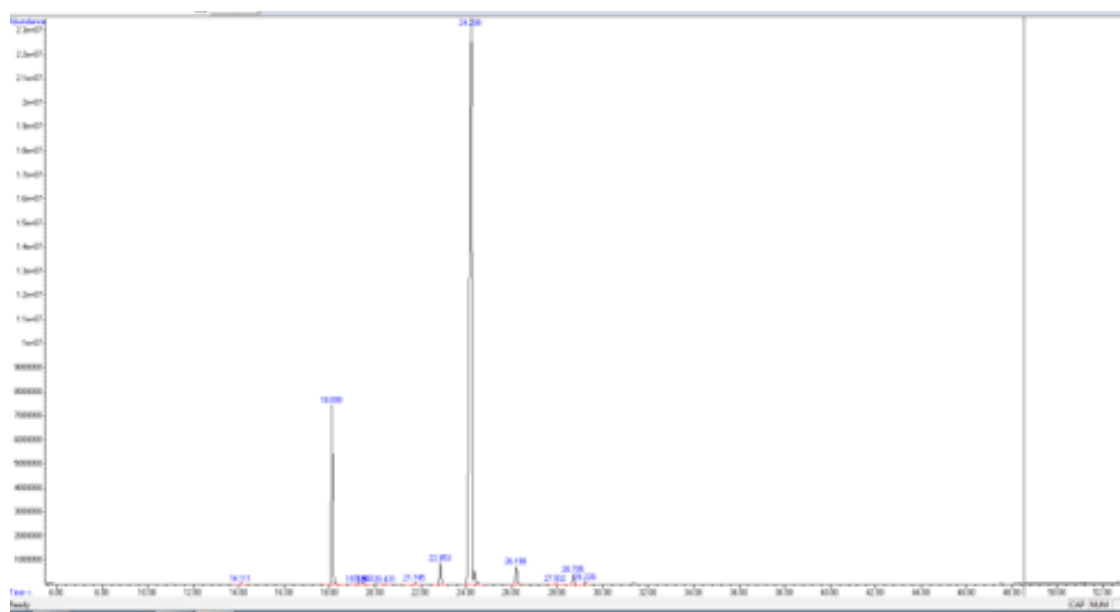
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T4	3	1,47667	0,0762914	A
T1	3	1,61333	0,0762914	AB
T5	3	1,64667	0,0762914	AB
T6	3	1,67	0,0762914	AB
T3	3	1,71333	0,0762914	B
T2	3	1,75667	0,0762914	B



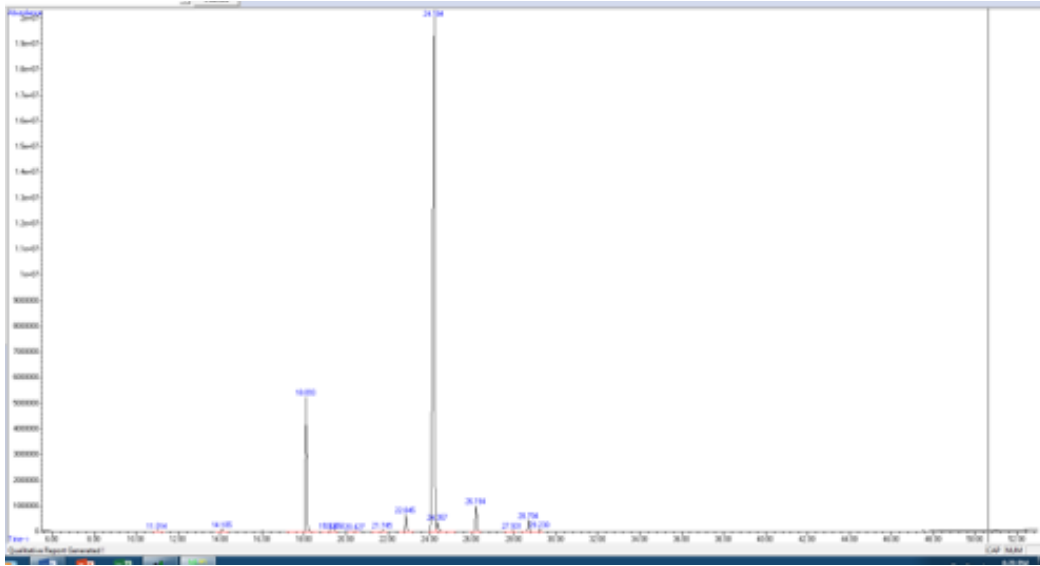
**Anexo C. Resultados del análisis cromatográfico para la determinación del perfil de ácidos grasos del fruto y de los diferentes tratamientos de obtención de aceite de morete.**



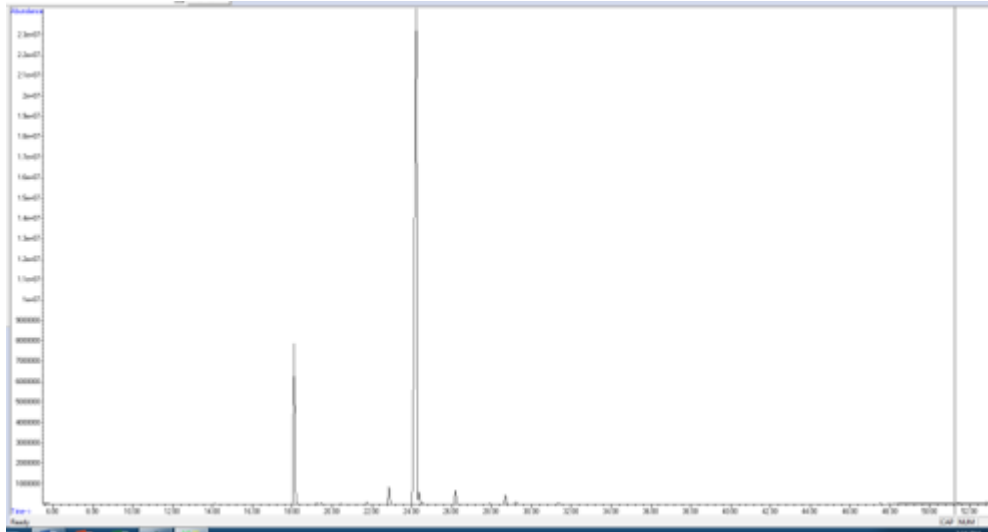
**Figura C1.** Estándar cromatográfico de ácidos grasos.



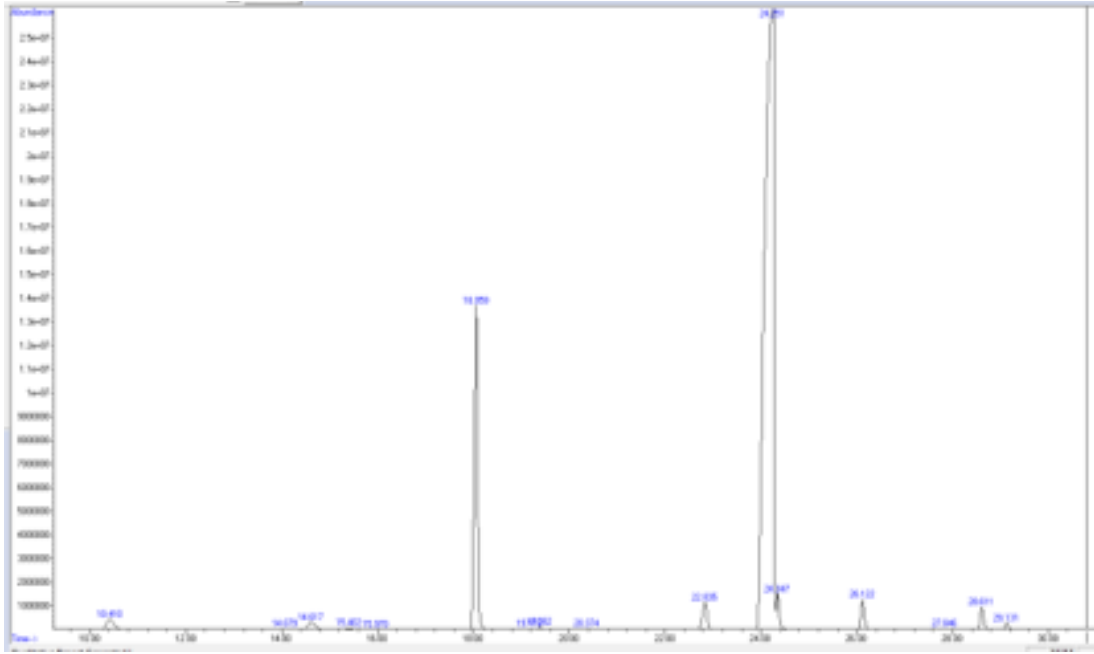
**Figura C2.** Cromatograma de ácidos grasos de la pulpa de morete.



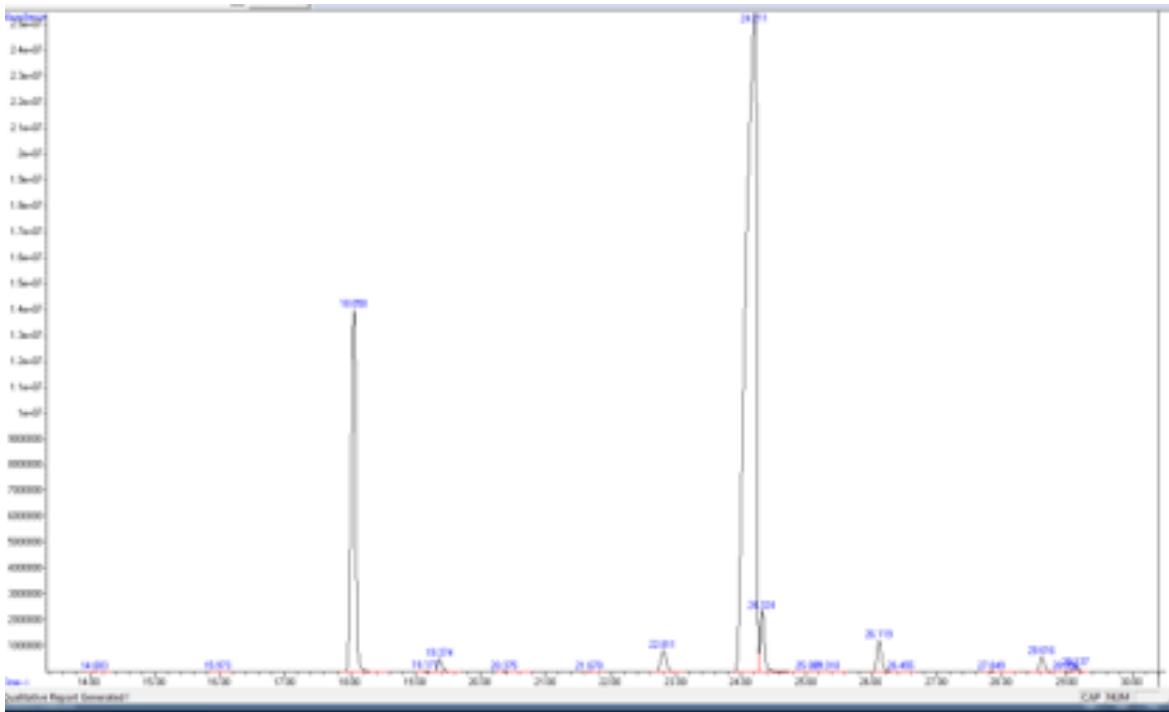
**Figura C3.** Cromatograma de ácidos grasos de la corteza de morete.



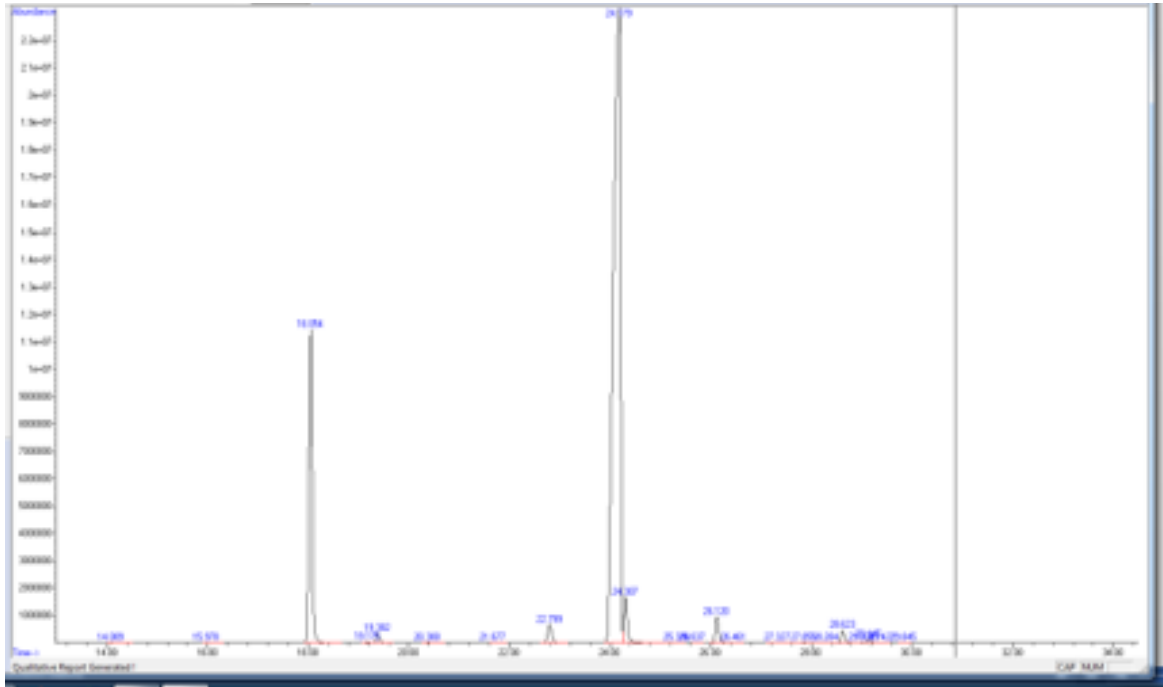
**Figura C4.** Cromatograma de ácidos grasos de la corteza+pulpa de morete.



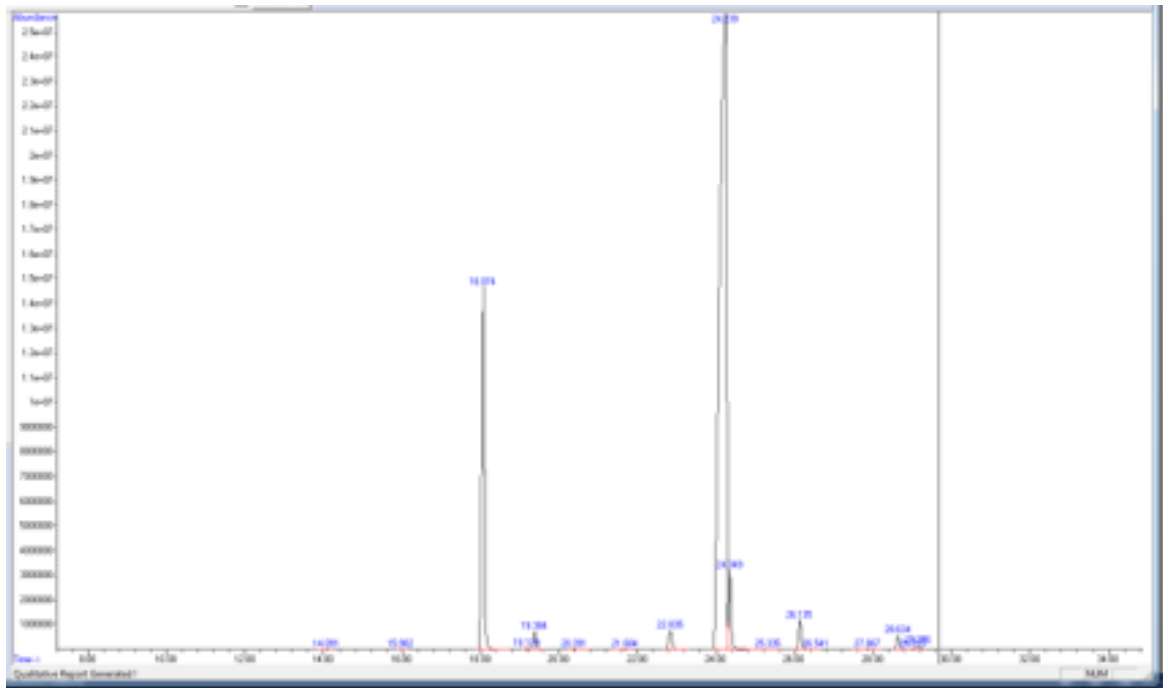
**Figura C5.** Cromatograma de ácidos grasos del aceite de morete: Tratamiento 1.



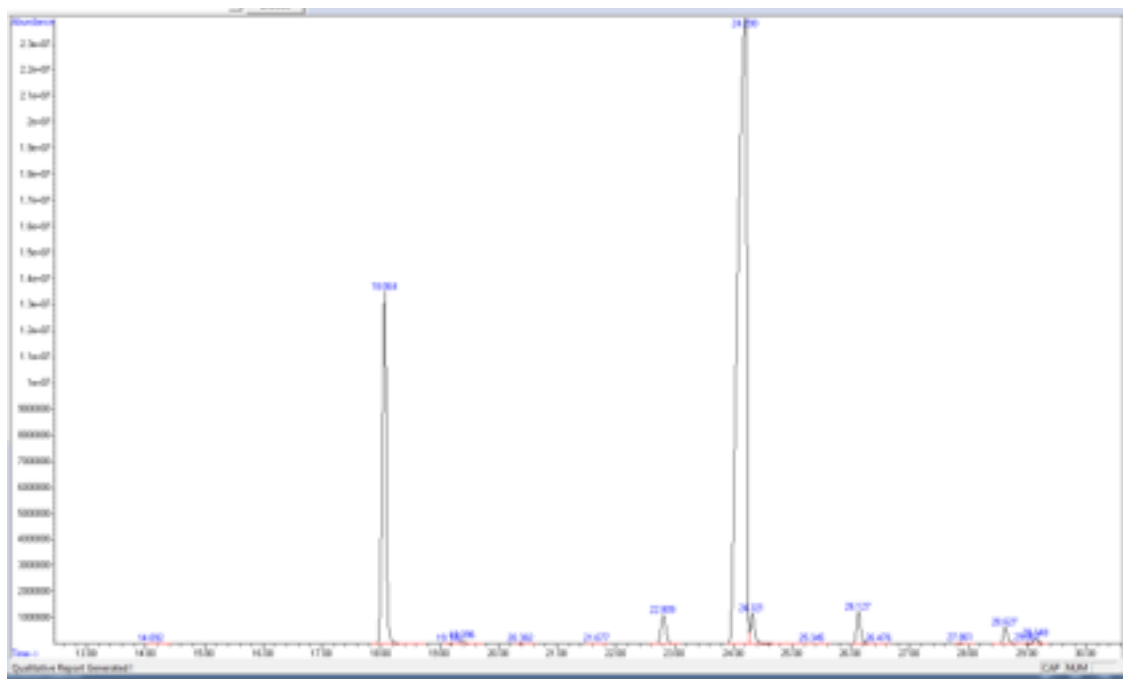
**Figura C6.** Cromatograma de ácidos grasos de aceite de morete: Tratamiento 2.



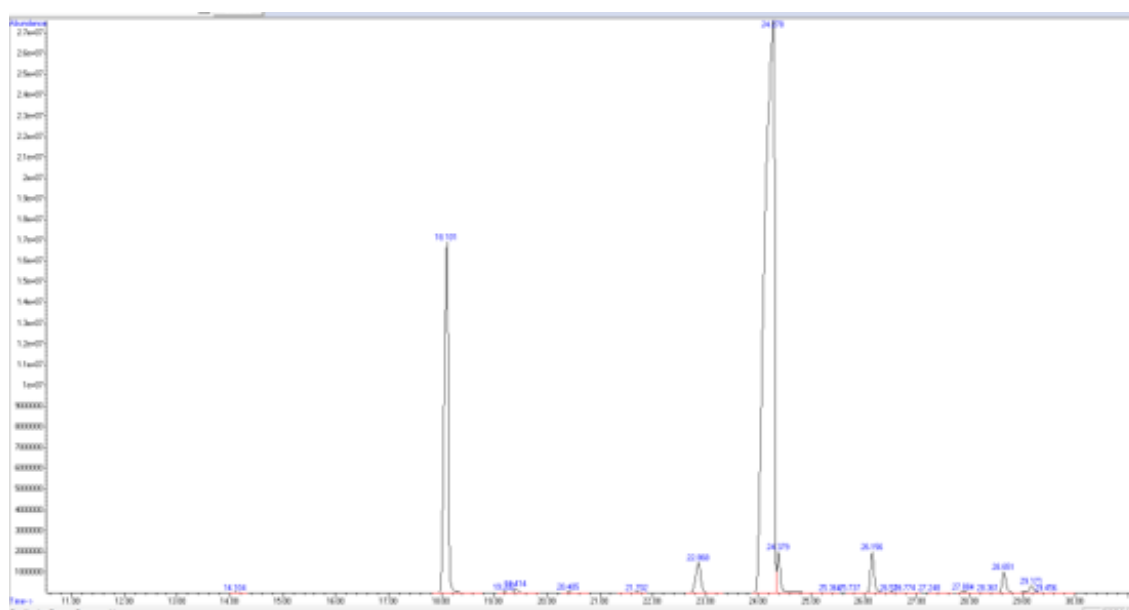
**Figura C7.** Cromatograma de ácidos grasos de aceite de morete: Tratamiento 3.



**Figura C8.** Cromatograma de ácidos grasos de aceite de morete: Tratamiento 4.



**Figura C9.** Cromatograma de ácidos grasos de aceite de morete: Tratamiento 5.



**Figura C10.** Cromatograma de ácidos grasos de aceite de morete: Tratamiento 6.

## Anexo D. Análisis estadístico de los ácidos grasos de las diferentes estructuras del fruto.

- **Ácido láurico**

**Tabla D1.** Análisis de Varianza para ácido láurico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,742067	2	0,371033	1,48	0,3005
RESIDUOS	1,50533	6	0,250889		
TOTAL (CORREGIDO)	2,2474	8			

**Tabla D2.** Prueba de Tukey para ácido láurico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa	3	0	0,289188	A
Corteza	3	0,356667	0,289188	A
Pulpa + Corteza	3	0,703333	0,289188	A

- **Ácido mirístico**

**Tabla D3.** Análisis de Varianza para ácido mirístico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,0326	2	0,0163	122,25	0,0003
B:Réplicas	0,0000666667	2	0,0000333333	0,25	0,7901
RESIDUOS	0,000533333	4	0,000133333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0332	8			

**Tabla D4.** Prueba de Tukey para ácido mirístico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa	3	0,09	0,00666667	A
Corteza	3	0,12	0,00666667	A
Pulpa + Corteza	3	0,23	0,00666667	B

- **Ácido Pentadecanoico**

**Tabla D5.** Análisis de Varianza para ácido pentadecanoico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,00268889	2	0,00134444	30,25	0,0038
B:Réplicas	0,0000888889	2	0,0000444444	1,00	0,4444
RESIDUOS	0,000177778	4	0,0000444444		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00295556	8			

**Tabla D6.** Prueba de Tukey para ácido pentadecanoico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corteza	3	0	0,003849	B
Pulpa	3	0	0,003849	B
Pulpa + Corteza	3	0,0366667	0,003849	A

- **Ácido Palmítico**

**Tabla D7.** Análisis de Varianza para ácido palmítico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	10,6298	2	5,3149	39861,75	0,0000
B:Réplicas	0,0000666667	2	0,0000333333	0,25	0,7901
RESIDUOS	0,000533333	4	0,000133333		
TOTAL (CORREGIDO)	10,6304	8			

**Tabla D8.** Prueba de Tukey para ácido palmítico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa	3	15,02	0,00666667	A
Corteza	3	17,3	0,00666667	B
Pulpa + Corteza	3	17,35	0,00666667	C

- **Ácido palmitoleico**

**Tabla D9.** Análisis de Varianza para ácido palmitoleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,00175556	2	0,000877778	4,94	0,0831
B:Réplicas	0,000155556	2	0,0000777778	0,44	0,6732
RESIDUOS	0,000711111	4	0,000177778		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00262222	8			

- **Acido margárico**

**Tabla D10.** Análisis de Varianza para ácido margárico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,0072	2	0,0036	108,00	0,0003
B:Réplicas	0,000266667	2	0,000133333	4,00	0,1111
RESIDUOS	0,000133333	4	0,0000333333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0076	8			

**Tabla D11.** Prueba de Tukey para ácido margárico

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa + Corteza	3	0,03	0,00333333	A
Pulpa	3	0,03	0,00333333	A
Corteza	3	0,09	0,00333333	B

- **Ácido esteárico**

**Tabla D12.** Análisis de Varianza para ácido esteárico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	1,68436	2	0,842178	75796,00	0,0000
B:Réplicas	0,000822222	2	0,000411111	37,00	0,0026
RESIDUOS	0,0000444444	4	0,0000111111		
TOTAL (CORREGIDO)	1,68522	8			

**Tabla D13.** Prueba de Tukey para ácido esteárico

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa + Corteza	3	1,63333	0,0019245	A
Corteza	3	2,3	0,0019245	B
Pulpa	3	2,68	0,0019245	C

- **Ácido oleico**

**Tabla D14.** Análisis de Varianza para ácido oleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	4,9784	2	2,4892	2765,78	0,0000
B:Réplicas	0,0042	2	0,0021	2,33	0,2130
RESIDUOS	0,0036	4	0,0009		
TOTAL (CORREGIDO)	4,9862	8			

**Tabla D15.** Prueba de Tukey para ácido oleico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corteza	3	76,51	0,0173205	C
Pulpa + Corteza	3	77,89	0,0173205	B
Pulpa	3	78,23	0,0173205	A



- **Ácido linoleico**

**Tabla D16.** Análisis de Varianza para ácido linoleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,260956	2	0,130478	2135,09	0,0000
B:Réplicas	0,000822222	2	0,000411111	6,73	0,0525
RESIDUOS	0,000244444	4	0,000061111		
TOTAL (CORREGIDO)	0,262022	8			

**Tabla D17.** Prueba de Tukey para ácido linoleico.

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa + Corteza	3	1,01333	0,00451335	C
Corteza	3	1,1	0,00451335	B
Pulpa	3	1,41	0,00451335	A

- **Ácido linolénico**

**Tabla D18.** Análisis de Varianza para ácido alfa linolénico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	3,08702	2	1,54351	2835,02	0,0000
B:Réplicas	0,00308889	2	0,00154444	2,84	0,1710
RESIDUOS	0,00217778	4	0,000544444		
TOTAL (CORREGIDO)	3,09229	8			

**Tabla D19.** Prueba de Tukey para ácido alfa linolénico

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pulpa + Corteza	3	0,18	0,0134715	C
Corteza	3	1,06667	0,0134715	B
Pulpa	3	1,6	0,0134715	A

- **Ácido araquídico**

**Tabla D20.** Análisis de Varianza para ácido araquídico

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,1016	2	0,0508	0,60	0,5900
B:Réplicas	0,186067	2	0,0930333	1,11	0,4147
RESIDUOS	0,336533	4	0,0841333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,6242	8			

- **Ácido eicosanoico**

**Tabla D21.** Análisis de Varianza para ácido eicosanoico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Estructura	0,00746667	2	0,00373333	17,23	0,0108
B:Réplicas	0,0000666667	2	0,0000333333	0,15	0,8622
RESIDUOS	0,000866667	4	0,000216667		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0084	8			

**Tabla D22. Prueba** de Tukey para ácido eicosanoico

<i>Estructura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Corteza	3	0,216667	0,00849837	B
Pulpa + Corteza	3	0,23	0,00849837	B
Pulpa	3	0,283333	0,00849837	A

## Anexo D. Resultados de ácidos grasos por tratamiento

**Tabla E1.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 1.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	Ácido láurico	C12:0	1,44	1,26	1,34	1,35	0,09
2	Ácido mirístico	C14:0	0,07	0,03	0,13	0,07	0,05
3	ácido pentadecanoico	C15:0	0,05	0,01	0,04	0,03	0,02
4	Ácido palmítico	C16:0	15,42	14,75	14,90	15,02	0,35
5	Ácido palmitoleico	C16:1 n-7	0,11	0,05	0,05	0,07	0,04
6	Ácido margárico	C17:0	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01
7	Ácido esteárico	C18:0	2,08	0,75	0,82	1,22	0,75
8	Ácido oleico	C18:1 n-9	77,65	81,09	79,40	79,38	1,72
9	Ácido linoleico	C18:2 n-6	1,78	0,65	1,68	1,37	0,62
10	Ácido alquídico	C20:0	0,06	0,04	0,08	0,06	0,02
11	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3 n-3	0,94	1,22	1,40	1,19	0,23
12	Ácido eicosenoico	C20:1 n-9	0,35	0,14	0,15	0,21	0,12

**Tabla E2.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 2.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	ácido pentadecanoico	C15:0	0,04	0,01	0,08	0,04	0,03
2	Ácido palmítico	C16:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00
3	Ácido palmitoleico	C16:1	19,47	15,50	15,45	16,81	2,31
4	Ácido margárico	C17:0	0,65	0,31	0,31	0,42	0,20
5	Ácido esteárico	C18:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
6	Ácido oleico	C18:1	1,65	0,68	0,70	1,01	0,56
7	Ácido linoleico	C18:2 n-6	75,74	82,03	81,97	79,92	3,61
8	Ácido alquídico	C20:0	1,40	0,90	0,91	1,07	0,29
9	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
10	Ácido eicosenoico	C20:1	0,70	0,38	0,40	0,49	0,18

**Tabla E3.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 3.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	Ácido mirístico	C14:0	0,04	0,01	0,04	0,03	0,02
2	Acido palmítico	C15:0	19,13	15,89	15,71	16,91	1,92
3	Ácido palmitoleico	C16:1	0,57	0,30	0,32	0,40	0,15
4	Ácido margárico	C17:0	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01
5	Ácido esteárico	C18:0	1,59	0,78	0,78	1,05	0,47
6	Ácido oleico	C18:1	75,56	82,32	82,35	80,08	3,91
7	Ácido linoleico	C18:2	1,41	0,09	0,09	0,53	0,76
8	Ácido $\gamma$ -Linolénico	C18:3	0,68	0,03	0,03	0,25	0,38
9	Ácido alquídico	C20:0	0,05	0,03	0,03	0,03	0,01
10	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3	0,69	0,42	0,50	0,54	0,14
11	Ácido eicosenoico	C20:1	0,23	0,12	0,12	0,16	0,07

**Tabla E4.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 4.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	Ácido mirístico	C14:0	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01
2	Ácido pentadecanoico	C15:0	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
3	Ácido palmítico	C16:0	18,77	15,45	15,51	16,57	1,90
4	Ácido palmitoleico	C16:1	0,86	0,47	0,48	0,60	0,22
5	Ácido margárico	C17:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
6	Ácido esteárico	C18:0	1,41	0,68	0,68	0,93	0,42
7	Ácido oleico	C18:1	75,06	79,79	80,13	78,32	2,83
8	Ácido linoleico	C18:2	2,12	2,19	1,73	2,01	0,25
9	Ácido araquídico	C20:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
10	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3 n-3	1,46	1,22	1,24	1,31	0,13
11	Ácido eicosenoico	C20:1	0,21	0,14	0,14	0,16	0,05

**Tabla E5.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 5.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	Ácido mirístico	C14:0	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
2	Ácido palmítico	C16:0	20,46	17,65	17,65	18,58	1,63
3	Ácido palmitoleico	C16:1	0,18	0,11	0,11	0,13	0,04
4	Ácido margárico	C17:0	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
5	Ácido esteárico	C18:0	2,31	1,25	1,25	1,60	0,61
6	Ácido oleico	C18:1	73,57	78,53	78,53	76,87	2,86
7	Ácido linoleico	C18:2 n-6	1,54	1,13	1,13	1,27	0,24
8	Ácido $\gamma$ -Linolénico	C18:3 n-6	0,76	0,54	0,54	0,61	0,13
9	Ácido alquídico	C20:0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01
10	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3	0,76	0,54	0,54	0,61	0,13
11	Ácido eicosenoico	C20:1	0,31	0,19	0,19	0,23	0,07

**Tabla E6.** Contenido de ácidos grasos (%) del aceite de morete del Tratamiento 6.

N° Pico	Nombre Común	Abreviatura	R1	R2	R3	Promedio	Desviación
1	Ácido mirístico	C14:0	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
2	Ácido palmítico	C16:0	11,73	15,96	15,96	14,55	2,44
3	Ácido palmitoleico	C16:1	0,22	0,13	0,13	0,16	0,05
4	Ácido margárico	C17:0	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01
5	Ácido esteárico	C18:0	3,80	1,36	1,36	1,17	1,41
6	Ácido oleico	C18:1	79,06	78,65	78,65	79,79	0,24
7	Ácido linoleico	C18:2	1,86	1,30	1,30	1,49	0,32
8	Ácido $\gamma$ -Linolénico	C18:3 n-6	0,07	0,04	0,04	0,05	0,02
9	Ácido araquídico	C20:0	0,97	0,64	0,64	0,75	0,19
10	Ácido $\alpha$ -Linolénico	C18:3	0,45	0,23	0,23	0,30	0,13
11	Ácido eicosenoico	C20:1	1,78	1,65	1,65	1,70	0,08
12	Ácido mirístico	C14:0	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01

**Anexo E. Análisis estadístico de los ácidos grasos del aceite de morete extraído en cada tratamiento.**

- **Ácido láurico**

**Tabla F1.** Análisis de Varianza para ácido láurico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	0,906756	1	0,906756	668,92	0,0000
B:Tratamiento Térmico	1,81351	2	0,906756	668,92	0,0000
C:Replicas	0,00271111	2	0,00135556	1,00	0,4019
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	1,81351	2	0,906756	668,92	0,0000
RESIDUOS	0,0135556	10	0,00135556		
TOTAL (CORREGIDO)	4,55004	17			

**Tabla F2.** Prueba de Tukey para ácido láurico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	3	0	0,0212568	A
T4	3	0	0,0212568	A
T3	3	0	0,0212568	A
T5	3	0	0,0212568	A
T6	3	0	0,0212568	A
T1	3	1,34667	0,0212568	B

- **Ácido mirístico**

**Tabla F3.** Análisis de Varianza para ácido mirístico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	0,00435556	1	0,00435556	9,42	0,0118
B:Tratamiento Termico	0,00231111	2	0,00115556	2,50	0,1317
C:Replica	0,00431111	2	0,00215556	4,66	0,0371
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,00124444	2	0,00062222	1,35	0,3036
RESIDUOS	0,00462222	10	0,00046222		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0168444	17			

**Tabla F4.** Prueba de Tukey para ácido mirístico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	3	0,0166667	0,0157527	A
T6	3	0,0166667	0,0157527	A
T4	3	0,0233333	0,0157527	A
T3	3	0,03	0,0157527	AB
T2	3	0,0433333	0,0157527	AB
T1	3	0,0766667	0,0157527	B

- **Ácido Pentadecanoico**

**Tabla F5.** Análisis de Varianza para ácido pentadecanoico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tratamiento Termico	0,00163333	2	0,000816667	11,67	0,0024
B: Fruto de morete	0,000938889	1	0,000938889	13,41	0,0044
C: Replica	0,0003	2	0,00015	2,14	0,1681
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,000477778	2	0,000238889	3,41	0,0742
RESIDUOS	0,0007	10	0,00007		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00405	17			

**Tabla F6.** Prueba de Tukey para ácido pentadecanoico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	3	0	0,00527046	A
T6	3	0	0,00527046	A
T3	3	0	0,00527046	A
T4	3	0,0133333	0,00527046	AB
T2	3	0,0233333	0,00527046	AB
T1	3	0,0333333	0,00527046	B

- **Ácido Palmítico**

**Tabla F7.** Análisis de Varianza para ácido palmítico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Fruto de morete	0,473689	1	0,473689	0,15	0,7087
B: Tratamiento Termico	14,94	2	7,47002	2,33	0,1477
C: Replica	10,6494	2	5,32469	1,66	0,2383
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	16,2526	2	8,12629	2,53	0,1287
RESIDUOS	32,0585	10	3,20585		
TOTAL (CORREGIDO)	74,3742	17			

- **Ácido palmitoleico**

**Tabla F8.** Análisis de Varianza para ácido palmitoleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Fruto de morete	0,0000222222	1	0,0000222222	0,00	0,9564
B: Tratamiento Termico	0,0136111	2	0,00680556	0,96	0,4154
C: Replica	0,161411	2	0,0807056	11,39	0,0026
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,636811	2	0,318406	44,94	0,0000

RESIDUOS	0,0708556	10	0,00708556
TOTAL (CORREGIDO)	0,882711	17	

- **Ácido margárico**

**Tabla F9.** Análisis de Varianza para ácido margárico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Fruto de morete	0,0000222222	1	0,0000222222	1,33	0,2751
B:Tratamiento Termico	0,0001	2	0,00005	3,00	0,0954
C:Replica	0,0006333333	2	0,000316667	19,00	<b>0,0004</b>
INTERACCIONES					
AB	0,0000777778	2	0,0000388889	2,33	0,1473
RESIDUOS	0,000166667	10	0,0000166667		
TOTAL (CORREGIDO)	0,001	17			

- **Ácido esteárico**

**Tabla F10.** Análisis de Varianza para ácido esteárico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Fruto de morete	1,01294	1	1,01294	7,60	0,0202
B:Tratamiento Termico	0,884878	2	0,442439	3,32	0,0783
C:Replica	5,91368	2	2,95684	22,20	<b>0,0002</b>
INTERACCIONES					
AB	1,53701	2	0,768506	5,77	<b>0,0216</b>
RESIDUOS	1,33219	10	0,133219		
TOTAL (CORREGIDO)	10,6807	17			

- **Ácido oleico**

**Tabla F11.** Análisis de Varianza para ácido oleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Fruto de morete	14,4722	1	14,4722	5,75	<b>0,0375</b>
B:Tratamiento Termico	3,23843	2	1,61922	0,64	0,5460
C:Replica	70,0483	2	35,0242	13,91	<b>0,0013</b>
INTERACCIONES					
AB	3,52023	2	1,76012	0,70	0,5197
RESIDUOS	25,1744	10	2,51744		
TOTAL (CORREGIDO)	116,454	17			

**Tabla F12.** Prueba de Tukey para ácido oleico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	3	76,8767	1,10895	B
T4	3	78,3267	1,10895	AB
T6	3	79,7867	1,10895	AB
T3	3	80,0767	1,10895	AB
T2	3	79,9133	1,10895	AB
T1	3	79,38	1,10895	A

- **Ácido linoleico**

**Tabla F13.** Análisis de Varianza para ácido linoleico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Fruto de morete	1,61401	1	1,61401	14,47	0,0035
B:Tratamiento Termico	1,53284	2	0,766422	6,87	0,0133
C:Replica	1,43621	2	0,718106	6,44	0,0160
INTERACCIONES					
AB	0,437644	2	0,218822	1,96	0,1911
RESIDUOS	1,11539	10	0,111539		
TOTAL (CORREGIDO)	6,13609	17			

**Tabla F14.** Prueba de Tukey para ácido linoleico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	3	0,53	0,266229	C
T2	3	1,07	0,266229	AB
T5	3	1,26667	0,266229	ABC
T1	3	1,37	0,266229	AB
T6	3	1,48667	0,266229	AB
T4	3	2,01333	0,266229	A

- **Ácido linolénico**

**Tabla F15.** Análisis de Varianza para ácido linolénico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Fruto de morete	2,1218	1	2,1218	99,11	0,0000
B:Tratamiento Térmico	2,94991	2	1,47496	68,89	0,0000
C: Replica	0,111111	2	0,0555556	2,59	0,1237
INTERACCIONES					
AB	1,58173	2	0,790867	36,94	0,0000
RESIDUOS	0,214089	10	0,0214089		
TOTAL (CORREGIDO)	6,97864	17			



**Tabla F16.** Prueba de Tukey para ácido linolénico.

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	3	0	0,0950438	C
T4	3	0	0,0950438	C
T1	3	0	0,0950438	C
T3	3	0,246667	0,0950438	BC
T5	3	0,613333	0,0950438	B
T6	3	1,69333	0,0950438	A

- **Ácido araquídico**

**Tabla F17.** Análisis de Varianza para ácido araquídico

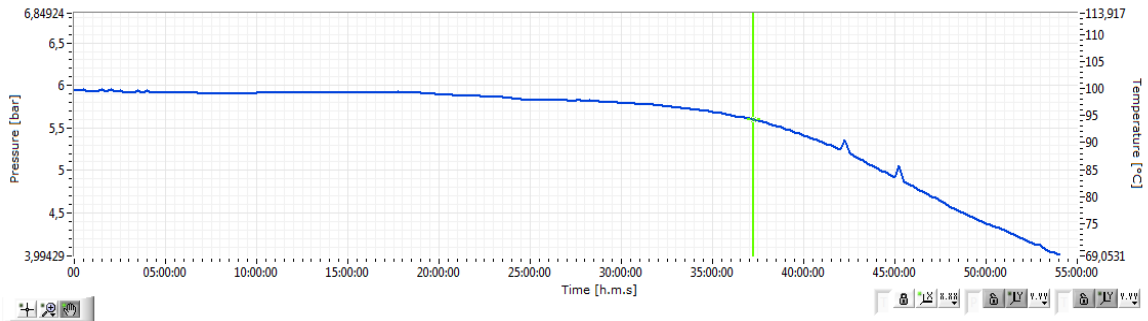
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	0,00000555556	1	0,00000555556	0,04	0,8376
B:Tratamiento Termico	0,000477778	2	0,000238889	1,90	0,1994
C:Replica	0,000677778	2	0,000338889	2,70	0,1155
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,00187778	2	0,000938889	7,48	<b>0,0103</b>
RESIDUOS	0,00125556	10	0,000125556		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00429444	17			

- **Ácido eicosanoico**

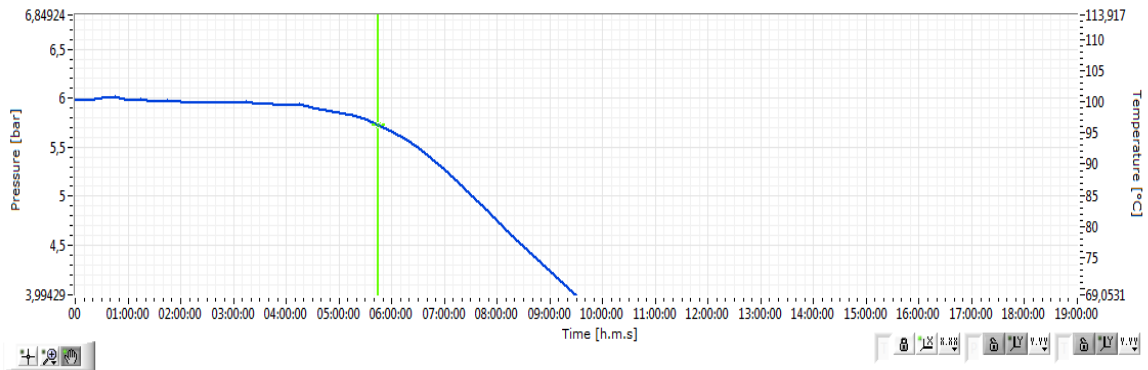
**Tabla F18.** Análisis de Varianza para ácido eicosanoico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Fruto de morete	0,0133389	1	0,0133389	11,80	0,0064
B:Tratamiento Termico	0,00583333	2	0,00291667	2,58	0,1248
C:Replica	0,0812333	2	0,0406167	35,94	<b>0,0000</b>
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0293444	2	0,0146722	12,98	<b>0,0017</b>
RESIDUOS	0,0113	10	0,00113		
TOTAL (CORREGIDO)	0,14105	17			

**Anexo F. Curvas de oxidación del aceite de morete a condiciones aceleradas de oxidación.**



**Figura G1.** Curva de oxidación del aceite de morete a 80 °C.



**Figura G2.** Curva de oxidación del aceite de morete a 100 °C.

**Anexo G . Estabilidad oxidativa del aceite de morete a diferentes temperaturas**

**Tabla H1.** Temperatura (°C) del reactor OXITEST y período de inducción (IP)A.

Temperatura (°C)	IP (h:m)	IP (h)	Ln (IP)
80	37:35	37,58	3,63
80	37:12	37,20	3,62
90	17:33	17,55	2,87
90	18:53	17,88	2,88
100	5:46	5,77	1,75
100	5:37	5,62	1,73

**IP:** Período de inducción

## Anexo H. Fotografías de la investigación



**Figura I1.** Fruto de morete.



**Figura I2.** Prensa manual para la extracción de aceite de morete.



**Figura I3.** Torta obtenida de morete.



**Figura I4.** Aceite de morete



**Figura I5.** Cromatógrafo de masas Agilent Technologies 7890B GC System, con un detector de masas Agilent Technologies 5977A MSD



**Figura I6.** Equipo Oxitest.