



**UNAP**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS**

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS Y  
COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES EN LAS SEMILLAS  
EN DOS ESTADOS DE MADUREZ DEL ALMENDRO MALABAR (*Terminalia  
catappa*) EN IQUITOS – 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR:**

**MARTÍN ARÓN SOTO ANDRADE**

**DINO AARÓN CÓRDOVA SINTI**

**ASESORES:**

**Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.**

**Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



**UNAP**

**Facultad de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 008 -CGT-FIQ-UNAP-2023**

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los 08 días del mes de JULIO de 2023, a horas 10:00 am, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES EN LAS SEMILLAS EN DOS ESTADOS DE MADUREZ DEL ALMENDRO MALABAR (*Terminalia Catappa*) EN IQUITOS -2022”**, aprobado con Resolución Decanal N° 140-2023-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Martín Arón Soto Andrade y Dino Aarón Córdova Sinti**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 066-2023-FIQ-UNAP está integrado por:

Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.	Presidente
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.	Miembro
Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADO con la calificación BUENA, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las 11:00 am se dio por terminado el acto de SUSTENTACION

Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.  
Presidente de Jurado

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.  
Miembro

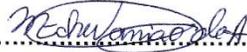
Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.  
Miembro

Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.  
Asesor

Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.  
Asesor



JURADO Y ASESOR



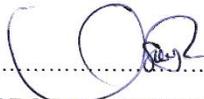
.....  
Ing. MARITZA ECHEVARRÍA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.  
Presidente de Jurado



.....  
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.  
Miembro



.....  
Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.  
Miembro



.....  
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.  
Asesor



.....  
Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.  
Asesor

NOMBRE DEL TRABAJO

**FIQ\_TESIS\_SOTO ANDRADE\_CORDOVA S  
INTI.pdf**

AUTOR

**SOTO ANDRADE / CORDOVA SINTI**

RECuento DE PALABRAS

**6686 Words**

RECuento DE CARACTERES

**34845 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**37 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**836.4KB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 15, 2023 11:29 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 15, 2023 11:30 AM GMT-5**

● **34% de similitud general**

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

- 33% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 8% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## **DEDICATORIA**

La presente de tesis va dedicado a mis padres y familiares por su gran esfuerzo y sacrificio, me ayudaron a culminarnos de manera especial mi carrera profesional, por creer en mi capacidad y ayudarme a afrontar las dificultades mostrando en todo momento su cariño y sobre todo su comprensión, gracias por darme sus palabras de aliento para no decaer en el camino, ayudarme a perseverar para así cumplir mis objetivos propuestos.

Agradezco a Dios porque sin él no se haría realidad este objetivo, gracias por darme la fuerza y la sabiduría para terminar la carrera profesional de ingeniería química. Y por último agradecerá mis asesores por su confianza, paciencia y sus conocimientos para poder afrontar este inmenso reto.

MARTÍN ARÓN SOTO ANDRADE

A mi familia, quienes me acompañaron, guiaron y apoyaron para seguir el proceso a la obtención de mi título. Especialmente a mi madre, por ser mi guía, fuente de motivación y mi motor en este camino hacia mi título universitario. Por estar a mi lado en mis momentos difíciles y en las largas horas de estudio. Gracias, por haber creído en mí”

A toda mi familia, que me extendieron su mano en los momentos difíciles, sin esperar nada a cambio.

DINO AARÓN CÓRDOVA SINTI

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento especial a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por brindarnos la oportunidad ser parte de ella y abrirnos sus puertas de su seno científico para poder estudiar la magnánima carrera de Ingeniería Química; así como también a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirnos sus conocimientos y dedicación que los ha regido, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Agradezco también a mis Asesores de Tesis La Ing. Karenth Elena Ramírez Álvarez, MSc. y el Ing. Jorge Antonio Suárez Rumiche MSc, por la oportunidad de compartirnos sus conocimientos, así como también a su plena paciencia para guiarnos durante todo el desarrollo y culminación de la tesis.

Y para finalizar, nuestro agradecimiento de corazón a nuestras familias por estar siempre junto a nosotros en nuestros logros y frente a las adversidades que nos da la vida.

**MARTÍN ARÓN Y DINO AARÓN**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	i
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN</b>	ii
<b>JURADOS Y ASESORES</b>	iii
<b>RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD</b>	iv
<b>DEDICATORIA</b>	v
<b>AGRADECIMIENTO</b>	vi
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	viii
<b>RESUMEN</b>	ix
<b>ABSTRACT</b>	x
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	9
1.2.1. Almendro malabar ( <i>Terminalia catappa</i> )	9
1.2.2. Clasificación taxonómica del Almendro malabar	10
1.2.3. Ácido palmítico	10
1.2.4. Ácido palmitoleico	11
1.2.5. Ácido oleico	11
1.2.6. Ácido linoleico	12
1.2.7. Ácido linolénico	12
1.2.8. Determinación de Características Físicoquímicas de un aceite	13
1.3. Definición de términos básicos	15
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	16
2.1. Formulación de la hipótesis	16
2.1.1. Hipótesis General	16
2.2. Variables y su Operacionalización	17
2.2.1. Variable de estudio	17
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	18
3.1. Diseño Metodológico	18
3.2. Diseño muestral	18
3.3. Población de estudio	19

3.4.	Muestra	19
3.5.	Criterios de selección	19
3.6.	Procedimientos de recolección de datos	20
3.7.	Procesamiento y análisis de datos	24
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>		26
4.1.	Características fisicoquímicas de la semilla de almendro malabar en dos estados de madurez	26
4.2.	Composición de ácidos grasos en la semilla de los frutos semimaduros y maduros del almendro malabar	28
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>		30
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>		31
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>		32
<b>CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		33
<b>ANEXOS</b>		36
<b>ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE LA ALMENDRA MADURA Y VERDE</b>		37
<b>ANEXO 2: RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE DE LA ALMENDRA MADURA Y VERDE</b>		38
<b>ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO</b>		39

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Variables y su operacionalización	17
<b>Tabla 2.</b> Aceite en la semilla del fruto semimaduros de almendro malabar	26
<b>Tabla 3.</b> Aceite en la semilla del fruto maduro de almendro malabar	27
<b>Tabla 4.</b> Comparación de resultados de las propiedades fisicoquímicas del aceite	27
<b>Tabla 5.</b> Composición de ácidos grasos en la semilla semimaduros de almendro malabar	28
<b>Tabla 6.</b> Composición de ácidos grasos en la semilla de los frutos maduros de almendro malabar	28
<b>Tabla 7.</b> Comparación de los resultados porcentuales de los ácidos	29

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar las características fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos de los aceites de las semillas en dos estados de madurez del almendro malabar (*Terminalia Catappa*). El estudio fue descriptivo comparativo. Se trabajó con frutos de almendro malabar en dos estados de madurez (semimaduro y maduro), fueron recolectados de los árboles existentes como planta ornamental en las calles de la ciudad de Iquitos provincia de Maynas -Región Loreto. Se obtuvieron siguientes resultados: Para frutos en estado semimaduros el contenido de aceite fue 44,94 % y en estado maduro fue 55,59 %. La comparación de los resultados de las características fisicoquímicos de los aceites de las semillas de dos estados de madurez del almendro malabar (*Terminalia Catappa*).nos muestran que son diferentes, como se puede notar: el índice de acidez es 3,80 y 180,80 mgKOH/g respectivamente ; índice de saponificación 306,70 y 263,77 mgKOH/g respectivamente ; índice de peróxidos 207,98 y 58,37 meqO<sub>2</sub>/Kg respectivamente ; e índices de saponificación 306,70 y 263,77% mg KOH/g aceite respectivamente . la composición de ácidos grasos ser realizó cromatografía gaseosa, encontrándose principalmente el ácido esteárico 4,67 % del total de ácidos grasos presentes en el fruto en estado semimaduros y 5,04 % en el fruto en estado maduro, también se determinó la presencia de ácido oleico con 30,67 % para el estado semimaduros y 26,32 % para el estado maduro, además de otros ácidos grasos insaturados como el ácido palmítico y el ácido linoleico.

**Palabras claves: semimaduro, maduro, almendro malabar (*Terminalia Catappa*), ácidos grasos**

## ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to compare the physicochemical properties and the composition of fatty acids of the oils of the seeds of two stages of maturity of the malabar almond tree (*Terminalia Catappa*). The type of study was descriptive comparative. The samples of the fruits in two states of maturity (semi-ripe and mature) were selected from existing trees as ornamental plants in the streets of the city of Iquitos, located in the province of Maynas -Loreto Region. The results obtained from the oil content for fruits in the semi-ripe state is 44.94 % and for the fruit in the mature state it is 55.59 %. The comparison of the results of the physicochemical characteristics of the oil from the seeds in two stages of maturity of the Malabar almond tree (*Terminalia Catappa*), are different, it was observed that: the acidity index is 3.80 and 180.80 mgKOH/g ; saponification value 306.70 and 263.77 mgKOH/g; peroxide index 207.98 and 58.37 meqO<sub>2</sub>/Kg; and saponification values 306.70 and 263.77% mg KOH/g oil. The composition of fatty acids was determined by gas chromatography, mainly stearic acid representing 4.67 % of the total fatty acids in semi-ripe fruits and 5.04 % in mature fruits, the presence of oleic acid from 30.67 % for semi-ripe fruits and 26.32 % at maturity, in addition to other unsaturated fatty acids such as palmitic acid and linoleic acid.

**Keywords: semi-ripe, ripe, malabar almond (*Terminalia Catappa*), fatty acid**

## INTRODUCCIÓN

La amazonia se caracteriza por tener una gran biodiversidad de recursos de flora y fauna, de las cuales muchas no han sido estudiadas por las diversas instituciones públicas y privadas del país, sin embargo, se conoce que el poblador amazónico, utiliza diversas partes de las plantas (frutos, hojas, semillas, cortezas, etc.) en su dieta alimenticia o para el tratamiento de diversas enfermedades.

En el Perú existen muchas especies de castaña algunas de las cuales ya han sido estudiadas y están siendo aprovechadas; tal es el caso de la especie *Bertholletia Excelsa* HBK más conocida como nuez de Brasil la cual prospera exitosamente en el departamento de Madre de Dios y todo el valle amazónico de Perú, Brasil y Bolivia. En este sentido, la castaña de la variedad almendro malabar perteneciente a la familia *Combretaceae* , se encuentra difundido a lo largo de toda la región amazónica, cuyos frutos no son aprovechados por desconocimientos de sus propiedades físicas químicas y bromatológicas , y solamente son cultivadas con fines ornamentales, por el hermoso follaje que tiene ; sin embargo es conocido que en los diversos poblados de la selva peruana, la almendra del fruto es consumida como producto snack después de un proceso de tostación por su sabor agradable.

El presente estudio está orientado a la búsqueda de nuevas materias primas oleaginosas, a partir de las almendras de las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*), de tal manera que se pueda considerar una nueva fuente de obtención de aceites y grasas para uso alimentario y no alimentario.

La tendencia a lo largo de estos últimos años fue la de innovar en nuevos productos a base de frutales nativos de la Amazonía, que se diferencien de los ya conocidos y aporten un valor agregado por la presencia de un componente que los vuelva especial, por ejemplo, la pulpa de aguaje (*Mauritia flexuosa*), ungurahui (*Oenocarpus bataua*) y otras especies de la flora de la Amazonía, que se utilizan en la elaboración de jabones, shampoo, cosméticos, etc.

Por ser una especie introducida en la Amazonía, que se desarrolla con facilidad en cualquier tipo de terreno nos permitirá conseguir la muestra para realizar la comparación fisicoquímica y composición de ácidos grasos del aceite presente en las semillas del fruto del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madures, y sus posibles aplicaciones en los diferentes sectores productivos.

Las semillas del almendro malabar, son consumida por los pobladores de la amazonia, sin darle un valor agregado ni mayor procesamiento, cabe mencionar que se tiene información de estudios realizados en la Universidad Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil en la tesis titulada “Aprovechamiento nutricional y tecnológico de los frutos del almendro de la India (*Terminalia catappa* Linn.)”

Se decidió trabajar con el aceite extraído de las semillas del fruto del almendro malabar, por no haber estudios de investigación realizados en esta especie, cuya producción de frutos se puede obtener durante todo el año y con mayores volúmenes entre los meses de agosto y setiembre. (Miteco, 2021)

Los problemas específicos de la presente investigación son:

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de los aceites extraídos de las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madurez?

Los objetivos específicos de la presente investigación son:

- Cuantificar el contenido de aceite obtenido en las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madures.
- Determinar las características fisicoquímicas del aceite en las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madures.
- Determinar la composición de ácidos grasos en el aceite en la semilla del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madures.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Para la ejecución de la investigación se realizó una revisión minuciosa de los antecedentes nacionales e internacionales, que a continuación se detallan.

En la actualidad se cuentan con los siguientes trabajos sobre el tema:

- Gonzales et al., en su trabajo: “*Cultivo de macambo "Theobroma bicolor (Humb & Bompl)*”. Determinó que la proporción de ácidos grasos saturados es del 57,94% respecto a la fracción lipídica, con presencia de ácido esteárico, mientras que los ácidos grasos insaturados (42,03%) y están compuestos por ácido oleico 39,9%, ácido linolénico 2,2%” (Gonzales, et al, 2010)
- García en Brasil, “determinó la composición centesimal y la actividad antioxidante de extractos de pulpa de fruta chopé (*Gustavia augusta L.*) y sachá mangua (*Grias neuberthii Macbr.*) y semillas de macambo (*Theobroma bicolor*). Al cuantificar el centésimo componente se analizó el contenido de humedad, proteína, grasa, carbohidratos, fibra y cenizas” (García, 2002)
- López en su trabajo de tesis, “Determinación de las propiedades fisicoquímicas y composición de ácidos grasos del aceite en semillas de dos formas de *macambo theobroma bicolor* (humb. & bompl). Se describe el tipo de estudio con un diseño analítico. Las muestras fueron seleccionadas al azar de campos de ensayo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), cito en el km 25 de la carretera Iquitos-Nauta. Obtuvo el porcentaje de aceite en muestra de morfología 1 de 25,31% y de 42,67% para morfología 2. Comparación de los resultados fisicoquímicos del aceite de semilla de

fenotipo 1 y fenotipo 2 “*Theobroma bicolor* (Humb. & Bompl)”: parecen ser similares: índice de acidez 0,69 y 0,96 mgKOH/g; índices de saponificación 170,99 y 163,99 mgKOH/g; índice de peróxido 9,43 y 12,47 meqO<sub>2</sub>/kg; contenido en yodo 24,3 y 34,73 gI<sub>2</sub>/100 gy insaponificable 0,63 y 0,47%. Determino la composición de ácidos grasos utilizando cromatografía de gases encontrándose ácido esteárico, que representó el 50,88 % del total de ácidos grasos para el fenotipo 1 y el 51,68 %, en el fenotipo 2. Así mismo identificó la presencia de ácido oleico: 37,56 % en el fenotipo 1 y 36,48% para el morfo tipo 2, además de otros ácidos grasos insaturados como el ácido palmitoleico, ácido linoleico y ácido linolénico. (López, 2020)

- Buenaño et al., en su trabajo de tesis “Producción de aleopatía para uso veterinario a partir de aceite de almendras (*Terminalia catappa*) Este estudio es experimental y analítico. Se obtuvieron 1230 g de almendras, previamente secadas a 60<sup>0</sup> C, a una velocidad de secado de 1,20 kg/m<sup>2</sup>h, el aceite obtenido por extracción alcohólica sólido-líquido. isopropilo, se obtuvo un rendimiento del 60,53%. Se realizó un análisis de la calidad del aceite y se determinó que el índice de yodo era de 33,36 g/12/100 gy el índice de peróxido de 3,52 meq O<sub>2</sub>/kg. Para preparar el compuesto alelopático se cuantificaron 4 ml de glicerol, 200 µl de aceite de almendras y 20 ml de agua destilada” (Buenaño, et al, 2016)

- Lafont en su trabajo de investigación, “Comparación de dos métodos de obtención de aceite del almendro conocido en el norte de Colombia como olleto (*Lecythis minor* DC). Analizó su composición química, determinó algunas propiedades fisicoquímicas, realizó análisis aproximado de masa y harina así mismo determinó la presencia de metales en almendras.
- La composición de ácidos grasos lo realizó mediante cromatografía de gases de acoplamiento de masas, el análisis del metal se efectuó mediante un espectrofotómetro de absorción atómica. estableció que el método de extracción más efectivo es por solvente. La composición química de las almendras, tortas, harinas y aceites contienen altas proporciones de carbohidratos, proteínas, fibras y minerales, nutrientes importantes que pueden ser utilizados como alimento para humanos y animales” (Lafont, et al, 2013)
- Guillermo et al., escriben: “El valor nutricional de las almendras indias (*Terminalia catappa*) se evaluó según 3 estados de madurez: verde E1; E2 intermedio y E3 maduro como aditivo alimentario alternativo para mascotas. Materiales y métodos. Determinó la composición fisicoquímica de la pulpa y aisló las semillas, a partir de las cuales realizó el análisis bromatológico utilizando métodos formales de análisis AOAC. Determinó la composición de ácidos grasos del aceite extraído de las semillas, mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas. Obteniendo los siguientes resultados: grasa 54%, proteína 24%, ceniza 4%, fibra 12% y humedad 45%. Los resultados fueron procesados por análisis de varianza (ANOVA). Las etapas de

maduración están representadas por la diferencia estadística ( $p \leq 0.05$ ) en la composición del grano; mientras que, para las características fisicoquímicas de celulosa, pH, acidez y Brix mostraron resultados despreciables. Se concluyo que la composición de ácidos grasos en el aceite de semilla para E1, E2 y E3 muestran valores similares en varios componentes” (Guillermo, et al, 2008)

- Belén -Camacho, en su trabajo de investigación, “Se han determinado varias propiedades físicas y químicas para aceite obtenido de las semillas de los frutos leñosos de las variedades de tomate rojo (P) y amarillo (A), que permiten determinar su idoneidad como ingrediente. cultivos. Se evaluaron los siguientes parámetros: ácido oleico libre (%) (R: 1,1 y A: 1,1); índice de saponificación (mgKOH/g) (R: 195,3 y A: 196,2); índice de yodo (cg 12/g) (R: 143,3 y A: 142,0); índice de peróxido (meq O<sub>2</sub>/kg) (R: 1,5 y A: 1,4); insaponificable (g/kg) (R: 19,6 y A: 20,3); índice de refracción a 40 oC (R: 1,4720 y A: 1,4710) y densidad relativa a 20 oC (R: 0,9236 y A: 0,9240). Se determinó la composición de ácidos grasos: palmítico (R: 7.7 y A: 7.4); esteárico (R: 3,5 y A: 3,1); oleico (R: 16,3 y A: 17,7); linoleico (R: 69,0 y A: 69,3) y linolénico (R: 3,5 y A: 2,5). La presencia de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados lo hace importante desde el punto de vista nutricional, lo que les permite considerarlo como un aceite nutricional, como uno de los potenciales aceites de cocina” (Belén- Camacho, 2004)

- De Souza et al., en su trabajo de tesis “Aplicación tecnológica y nutricional de los frutos del almendro de la india (*Terminalia catappa Linn*) Este estudio se centra en la aplicación de tecnología analítica a los frutos del almendro de la india (*Terminalia catappa Linn*) con el fin de mejorar el valor nutricional de los frutos del almendro de la india (*Terminalia catappa Linn*) esta fruta en particular. área urbana con función paisajística clásica. Por ello, es necesario utilizar técnicas básicas de análisis de alimentos para determinar la calidad nutricional y funcional de las partes comestibles y no comestibles del fruto, extrayendo el aceite de almendras. La tecnología de extracción de aceite por el método sólido-líquido por solventes orgánicos, arrojaron un contenido cuantitativamente alto de macroelementos con un rendimiento promedio de 52.85%. Su calidad funcional, en relación al perfil cromatográfico, muestra un predominio de ácidos grasos insaturados con un predominio significativo de ácidos grasos oleico (33,87%), linoleico (22,24%) y linolénico (0,068%), respectivamente. Estos datos mostraron el alto valor nutricional, basado en el lípido funcional que se muestra en su constitución, después de que eran expertos y opuestos orgánicos, directamente responsables de mantener el mantenimiento. Protección de inmunidad humana, y no, porque se observan principalmente, contaminación ambiental” (De Souza et al, 2016)

## 1.2. Bases teóricas

### 1.2.1. Almendro malabar (*Terminalia catappa*)

El almendro de Malabar, el almendro de los trópicos, el almendro, el falso kamani o el egombegombe (*Terminalia catappa*) es un gran árbol tropical de la familia de las combretáceas. El origen del árbol es controvertido, puede proceder de India, Malasia Peninsular o Nueva Guinea. (Struwe, et al, 2019)

Distribuido en el Caribe, América del Norte y Oceanía. Cultivada en Cuba, se da espontáneamente en muchos lugares, especialmente adaptada a las zonas cercanas al mar. Se cultiva con un propósito similar en Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Florida y América tropical. El árbol es bastante común en Cuba, muy común en áreas verdes. Las almendras contenidas en su fruto son comestibles, y algunas también comen la parte media del fruto maduro. (Rodríguez, 2005)

Árbol de hasta 15 m de altura. Cuando las semillas están completamente maduras, son incluso comestibles y saben a almendras. En cuanto al fruto que produce, es una nuez de 5 a 7 cm de largo y de 3 a 5,5 cm de ancho. El color del fruto varía de principio a fin, siendo verde al principio, luego amarillo y finalmente rojo cuando está maduro y contiene una sola semilla. (Bonells, 2020)

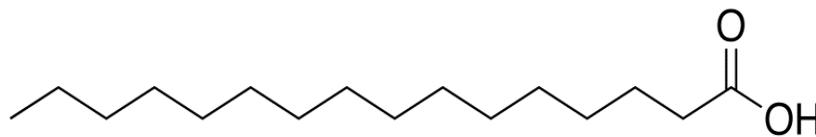
### 1.2.2. Clasificación taxonómica del Almendro malabar

<b>REINO</b>	<b>Plantae</b>
<b>DIVISION</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>CLASE</b>	<b>Magnoliopsida</b>
<b>ORDEN</b>	<b>Myrtales</b>
<b>FAMILIA</b>	<b>Combretaceae</b>
<b>TRIBU</b>	<b>Terminaliinae</b>
<b>SUBTRIBU</b>	<b>Terminalia</b>
<b>GENERO</b>	<b>Terminalia</b>
<b>ESPECIE</b>	<b>Terminalia Catappa</b>

Fuente: (Struwe, et al, 2019)

### 1.2.3. Ácido palmítico

Es un ácido graso saturado de cadena larga, su fórmula química es  $C_{16}H_{32}O_2$ , es el menos saludable porque eleva el colesterol en la sangre haciéndolo mayor (relación entre colesterol total y colesterol HDL). (Amasifuén, 2017 citado en López, 2020)

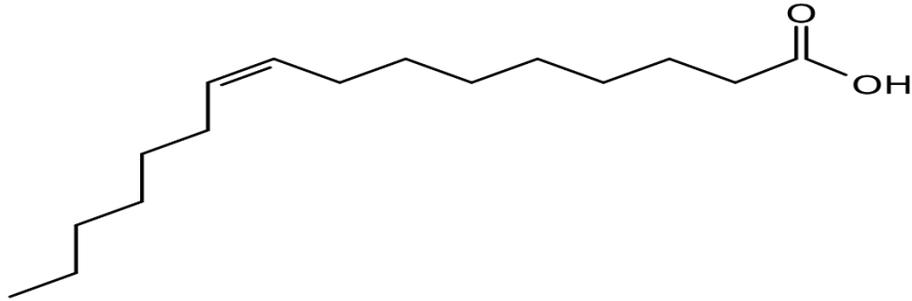


Ácido palmítico

#### 1.2.4. Ácido palmitoleico

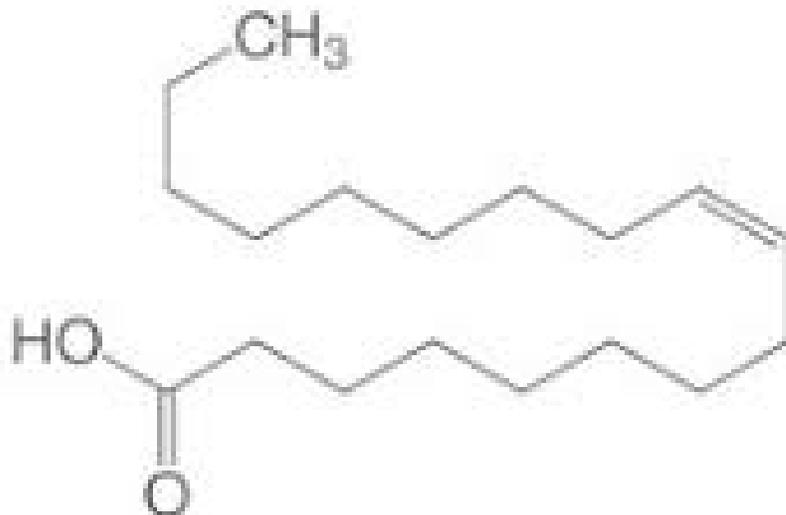
Es un ácido graso monoinsaturado de la serie omega-7, su fórmula química es  $C_{16}H_{30}O_2$ , se encuentra en todos los tejidos de los organismos vivos.

(Amasifuén, 2017 citado en López, 2020)



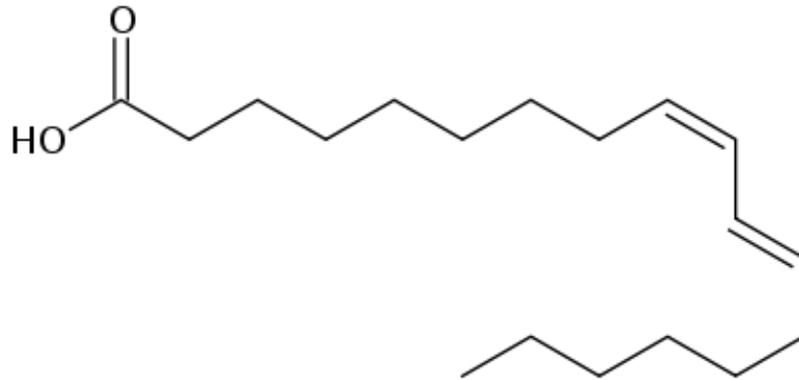
#### 1.2.5. Ácido oleico

Es un ácido graso monoinsaturado de la serie omega 9, su fórmula química es  $C_{18}H_{34}O_2$ , es utilizado por el ser humano para prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, para ayudar a reducir los niveles de colesterol malo y triglicéridos en sangre. (Paucar, 2015 citado en López, 2020)



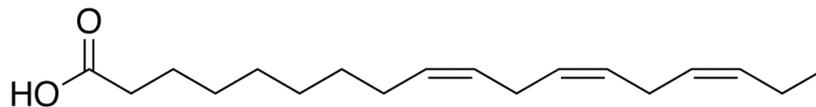
### 1.2.6. Ácido linoleico

Es un ácido graso poliinsaturado de la serie omega-6, su fórmula química es  $C_{18}H_{32}O_2$ , comúnmente encontrado en vegetales: como el aceite de soya, aceite de girasol, maíz, trigo, etc. Se caracterizan por la presencia de un doble enlace en el sitio conjugado. o adyacentes, tienen efectos beneficiosos sobre el hueso. (Martin, 2006 citado en López, 2020)



### 1.2.7. Ácido linolénico

Es un ácido poliinsaturado de la serie del omega 3, su fórmula química es  $C_{18}H_{30}O_2$ , se caracteriza por tener tres dobles enlaces, los cuales le generan la característica de ser fácilmente oxidados. (Medina, 2014 citado en López, 2020)



Ácido linolénico

## **1.2.8. Determinación de Características Fisicoquímicas de un aceite**

### **Ácidos Grasos Libres**

Índice de acidez (IA). Es un indicador de la cantidad de ácidos libres presentes en las grasas y los ácidos grasos. La determinación del contenido de ácidos grasos libres se basa en pruebas de laboratorio y nos, permite sacar conclusiones sobre las reacciones de procesamiento o descomposición que tienen lugar. Las grasas crudas sin refinar suelen tener un Índice de acidez de hasta 10, los aceites refinados tienen un Índice de acidez de 0,2. El índice de acidez muestra los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 g de grasa o aceite. (Muños, et al, 2011).

### **Índice de Peróxidos**

Es una medida de la cantidad de oxígeno presente en la grasa en forma de peróxido. El hidroperóxido es el principal producto de la oxidación, al igual que pequeñas cantidades de otros peróxidos que resultan de la oxidación. Este parámetro cuantifica el intercambio de aceite debido a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados a peróxidos, seguida de una polimerización y descomposición para formar aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular. preservando los aceites esenciales y acelerando este proceso por acción de la luz, el calor y la humedad. La rancidez oxidativa degrada las vitaminas liposolubles, especialmente las vitaminas A y E. (Muños, et al, 2011)

## **Índice de Saponificación**

Es una medida de los ácidos grasos libres y sus combinaciones que se producen en una grasa es proporcional a su peso molecular medio. Se utiliza para probar la pureza de la grasa e indicar la cantidad de hidróxido de sodio o potasio requerida para saponificar un gramo de grasa. Para ello la muestra problema se saponifica con un exceso de hidróxido de potasio en etanol. La cantidad de potasio sin reaccionar se determina por titulación con ácido clorhídrico. (Muños, et al, 2011)

## **Materia Insaponificable**

Las sustancias insaponificables son las que se obtienen en los aceites y grasas comerciales (a excepción de los ácidos libres y los minerales de bajo punto de ebullición), que, después de la saponificación y extracción con éter dietílico, quedan sin evaluar en alto después del secado a 80°C. Estos comprenden hidrocarburos y alcoholes de alto peso molecular. Casi la totalidad de los aceites y grasas contienen pequeñas cantidades de materias insaponificables (generalmente menos del 2,0%). (Matissek, et al, 2000)

## **Índice de Yodo: Método de Hanus**

Es una medida del grado de insaturación de los componentes grasos, cuanto mayor sea, más dobles enlaces hay en una unidad de grasa, lo cual nos permite verificar la pureza y obtener la forma de la grasa. (Solomons, 1999)

Una porción de prueba pesada con precisión se trata con reactivo de Hanus solución de bromuro de yodo en medio ácido acético (reactivo de Hannus) y, después de algún tiempo, se titula con solución de tiosulfato de sodio. (Díaz, et al, 2007)

### **1.3. Definición de términos básicos**

#### **Lípidos**

Los lípidos son sustancias con una composición química modificada; Es insoluble en agua o disolventes polares, pero soluble en disolventes orgánicos (éter, cloroformo, benceno, etc.). (Moreiras, et al, 2008)

#### **Ácidos Grasos**

son sustancias carboxílicas de cadena larga, que contienen un número par de átomos de carbono, generalmente entre 12 y 24. (Merino, et al, 2008)

#### **Ácidos Grasos Saturados**

Son sustancias lipídicas sin dobles enlaces, a temperatura ambiente son flexibles y sólidos; Este tipo de ácido graso es predominante en los productos de origen animal y cuando se consume en exceso elevan los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre. (Merino, et al, 2008).

## **Ácidos grasos mono insaturados**

Este tipo de ácido graso es preferentemente de origen vegetal, siendo el ácido graso más típico el ácido oleico. Consumidos en la cantidad adecuada, protegen el sistema cardiovascular; disminuir el nivel de colesterol total en la sangre y aumentar el nivel del llamado colesterol bueno (Merino, et al, 2008)

## **Ácidos grasos poli insaturados**

Estos son ácidos grasos con dos o más dobles enlaces en la molécula, los ácidos grasos poliinsaturados juegan un papel muy importante en la regulación de la presión arterial, la vasodilatación, la coagulación de la sangre y la función del sistema inmunológico. (Merino, et al, 2008)

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de la hipótesis**

#### **2.1.1. Hipótesis General**

Existen diferencias en las características fisicoquímicas y composición de ácidos grasos del aceite en las semillas en dos estados de madurez del almendro malabar (*Terminalia catappa*) de los árboles que crecen en la zona urbana de Iquitos

## 2.2. Variables y su Operacionalización

### 2.2.1. Variable de estudio

Estado de madures de las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) de los árboles que crecen en la zona urbana de Iquitos.

**Tabla 1.** Variables y su operacionalización

Variable de estudio	Definición	Tipo por naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de Verificación
Características fisicoquímicas	Propiedades s que se pueden medir sin que por ello se altere la estructura atómica y aquellas que resultan en un cambio en la estructura atómica .	Cuantitativa	-Grado de acidez. -Índice de peróxidos. -Índice de saponificación. -Índice de yodo. -Material insaponificable.	Razón	Rendimiento	0 a 100	Cuaderno de laboratorio
Composición de ácidos grasos	Contenido de biomoléculas de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo	Cuantitativa.	<b>Ácidos grasos saturados</b> • Porcentaje de Ác. Palmítico • Porcentaje de Ác. Esteárico <b>Ácidos Grasos insaturados</b> • Porcentaje de Ác. Oleico • Porcentaje de Ác. Linoleico • Porcentaje de Ác. Linolénico Porcentaje de Ác. Palmitoleico	Razón     Razón	Rendimiento	0 a 100	Cuaderno de laboratorio

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño Metodológico

La investigación fue descriptiva comparativa porque determinó las características fisicoquímicas y composición de ácidos grasos de los aceites en las semillas en dos estados de madurez del almendro malabar (*Terminalia catappa*).

La metodología del presente trabajo, tiene las siguientes fases:

- Colecta del material vegetal (Frutos de almendro malabar en dos estados de madurez).
- Pesado de los frutos.
- Lavado.
- Secado de las semillas.
- Extracción de las almendras presentes en las semillas.
- Molienda.
- Extracción de aceite.
- Caracterización de las propiedades físico-químicas del aceite de la semilla
- Determinación del contenido de ácidos grasos.
- Discusión de los resultados
- Recomendaciones

### 3.2. Diseño muestral

Se utilizó un esquema de muestreo aleatorio simple, que es un subconjunto de una muestra seleccionada de una población. Cada muestra fue elegida al azar y por pura casualidad. En este tipo de muestra, cada elemento de la muestra tiene la misma probabilidad de ser seleccionada en cualquier etapa del proceso.

Las semillas del almendro malabar (*Terminalia Catappa*) en dos estados de madures para uso actual serán recolectados de los árboles que crecen en la zona urbana de Iquitos, ubicado en la provincia de Maynas -Región Loreto.

### **3.3. Población de estudio**

Estuvo constituida por todas las semillas de almendro malabar (*Terminalia Catappa*) en dos estados de madures de los árboles que crecen en la zona urbana de Iquitos.

### **3.4. Muestra**

Estuvo constituida por 150 semillas de frutos maduros y 150 semillas de frutos semimaduros de almendro malabar (*Terminalia Catappa*) de los árboles que crecen en la zona urbana de Iquitos.

### **3.5. Criterios de selección**

Para frutos maduros se eligieron aquellos que presentaron un color amarillo que recién se desprendieron del árbol se rechazaron los frutos que presentarán una coloración marrón o negra o se encontraban deterioradas, para el caso de frutos semimaduros se eligieron de aquellas drupas que presentaban frutos en su estado máximo de desarrollo y pintas amarillentas, se rechazaron aquellas muy verdes o con signos de deterioro por insectos o aves; en ambos casos al criterio del investigador.

### **3.6. Procedimientos de recolección de datos**

#### **Colecta del material vegetal**

Los frutos del almendro malabar (*Terminalia Catappa*) empleados en el presente estudio fueron recolectados en dos estados de madurez (semi maduro y maduro) de los árboles existentes como planta ornamental en las calles del distrito de Iquitos, ubicado en la provincia de Maynas -Región Loreto y posteriormente fueron transportados al laboratorio de química analítica de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana ubicado en la calle Pevas quinta cuadra en la ciudad de Iquitos.

#### **Lavado de los frutos.**

Los frutos que llegaron al laboratorio de química analítica de la Facultad de Ingeniería Química, fueron sometidos a un lavado con agua potable, con la finalidad de quitar la tierra y algunos cuerpos extraños adheridos a ellos

#### **Secado de los frutos.**

Los frutos lavados fueron introducidos a una estufa por espacio de una hora a una temperatura de 50 °C.

#### **Extracción de las almendras presentes en las semillas.**

Para extraer las almendras presentes en las semillas se cortaron cada uno de los frutos con la ayuda de cuchillos.

## **Molienda de las almendras.**

Con la finalidad de facilitar la extracción del aceite se realizó la molienda de las almendras para lo cual se utilizó un molino casero.

## **Extracción de aceite**

Las semillas secas y molidas se colocaron en un cartucho de papel filtro lento y se introdujeron dentro de un equipo de extracción Soxhlet. Se añadió éter de petróleo, se dejó la muestra sumergida en el solvente. Luego, se extrajo bajo reflujo durante 3 horas. Finalmente, el solvente se evaporó en vacío con ayuda de un rotavapor.

## **Determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite de las semillas.**

### **1. Densidad 25 °C**

Para determinar la densidad se pesó el picnómetro a temperatura ambiente, luego se llenó con aceite hasta el borde superior del capilar, se insertó el termómetro, se pesó y se registró la temperatura determinada.

Formula:

$$Densidad = \frac{P'' - P'}{P' - P} \cdot D$$

P = Peso vacío del picnómetro

P' = Peso del picnómetro lleno con agua.

P'' = Peso del picnómetro lleno con aceite.

D = Densidad del agua (0.995673 g/ ml a 30°C).

## 2. Índice de Acidez.

Para determinar esta característica se pesó 5 g de aceite, se depositó en un Erlenmeyer de 250 mL, se diluyó con 50 mL de una disolución de mezcla etanol - éter etílico (1:2), se agregaron 3 gotas de indicador de fenolftaleína y se tituló con una solución etanólica de KOH 0,1N, hasta observar una variación en el color del indicador.

Cálculos:

$$\text{índice de Acidez} = \frac{56,1 \text{ VN}}{P}$$

V = Volumen de solución etanólica de KOH utilizada

N=Normalidad exacta de la solución KOH utilizada.

P = Peso de la muestra utilizada

## 3. Porcentaje de ácidos Grasos Libres (AC. Oleico)

Para este análisis se pesó 2 g de aceite, se depositó en un matraz Erlenmeyer, se agregó 50 ml de alcohol neutralizado, se calentó, a esta mezcla se agregó 5 gotas de indicador de fenolftaleína, luego se tituló con solución de NaOH 0,1 N, se agitó vigorosamente hasta lograr un color rosa persistente, de igual intensidad que el alcohol neutralizado. Se verificó que el color se mantuvo durante 30 segundos.

Cálculos:

$$\% \text{ AGL}(\text{ac. Oleico}) = \frac{0,282 \text{ VN}}{P} \cdot 100$$

V =Volumen de solución de NaOH utilizada

N = Normalidad de la solución NaOH utilizada.

P =Peso en gramos de la muestra utilizada.

#### 4. Índice de Peróxido.

Se pesó 5 g de aceite, se colocó en un matraz de Erlenmeyer, se agregó r 30 ml de solución de ácido acético-cloroformo (3:2) y se agito hasta lograr una disolución completa. Se añadir 0,5 ml de solución saturada de KI y se dejó actuar un tiempo de 5 min. Luego se Agregó 50 ml de agua destilada ´se tituló con solución de tiosulfato de sodio 0,1 N hasta obtener un color amarillo, se agregó 0,5 ml de solución de almidón y se volvió a titular nuevamente hasta pérdida completa de color.

Cálculos

El índice de peróxido se expresó en mili-equivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, y se calcula utilizando la siguiente fórmula

$$I.P = \frac{1000 VN}{P}$$

V = Volumen de Tiosulfato, consumido en la valoración.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato.

P = peso de la muestra de grasa tomada para la determinación

## 5. Índice de saponificación

Se Pesó 2 g de aceite se introdujo en un matraz, se agregó 25 ml de solución etanoica de KOH 0,5 N. se armó un equipo de refrigerante de reflujo, se puso a hervir y luego se dejó en reposar por un tiempo de 60 minutos, se agito periódicamente por rotación. La solución jabonosa obtenida se retiró de la fuente de calor. Se añadió de 4 a 5 gotas de fenolftaleína y se tituló en caliente con una solución de ácido clorhídrico 0,5N. finalmente se repitió el mismo procedimiento con una muestra en blanco.

Cálculos

Se calculó a mediante la siguiente ecuación y los resultados se expresaron en miligramos de KOH por gramos de aceite.

$$\text{índice de saponificación} = \frac{56.1 N(V - V'')}{P}$$

V = Volumen de solución de HCl 0,5 N utilizados en la prueba en blanco.

V''=Volumen de solución HCL 0.5 N utilizados en la muestra.

N = Normalidad exacta de la solución de ácido clorhídrico utilizado

P = Peso gramos del aceite en gramos.

### 3.7. Procesamiento y análisis de datos

Los procedimientos y análisis tuvieron como objetivo determinar las propiedades fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos del aceite de las semillas en dos estados de madurez del “Almendro malabar (*Terminalia catappa*)”. Se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 22.

### **3.8. Aspectos éticos**

La investigación se llevó a cabo teniendo en cuenta la biodiversidad ecológica, la cosecha de los frutos no afectó el desarrollo futuro de los árboles plantados.

Por lo que esta investigación fue ética, en esta investigación se protegió la propiedad intelectual citando diversas obras utilizadas, se ha protegido al público en la investigación; Además, no se trabajó con personas o animales. Las muestras fueron manipuladas con sumo cuidado para no contaminar el medio ambiente.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Características fisicoquímicas de la semilla de almendro malabar en dos estados de madurez

**Tabla. 2 Aceite en la semilla del fruto semimaduros de almendro malabar**

Determinaciones	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Desviación estándar
Rendimiento (%)	44,82	45,05	44,94	0,1626
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,873	0,870	0,872	0,0021
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	3,84	3,76	3,80	0,0566
Grado de Acidez (% Ac.Oleico)	1,93	1,89	1,91	0,0283
Índice de Peróxido (mEp O <sub>2</sub> /Kg aceite)	208,05	207,90	207,98	0,1061
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	321,13	292,27	306,70	20,4071
Peso molecular (g/mol)	530,43	583,34	556,89	37,4130

**Tabla. 3 Aceite en la semilla del fruto maduro de almendro malabar**

Determinaciones	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Desviación estándar
Rendimiento (%)	55,30	55,88	55,59	0,4101
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,937	0,930	0,934	0,0049
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	108,80	108,80	108,80	0,0
Grado de Acidez (%Ac.Oleico)	54,53	54,68	54,61	0,1061
Índice de Peróxido (mEp O <sub>2</sub> /Kg aceite)	58,53	58,20	58,37	0,2333
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	262,05	265,49	263,77	2,4324
Peso molecular (g/mol)	522,83	532,50	527,67	6,8377

**Tabla. 4 comparación de resultados de las propiedades fisicoquímicas del aceite presente en las semillas en los dos estados de madures del fruto del almendro malabar**

ANALISIS FISICOQUIMICOS DEL ACEITE	ESTADO SEMIMADURO	ESTADO MADURO
	PROMEDIO	PROMEDIO
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	3,80	108,80
Grado de Acidez (%Ac.Oleico)	1,91	54,61
Índice de Peróxido (mEp O <sub>2</sub> /Kg aceite)	207,98	58,37
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	306,70	263,77

#### 4.2. Composición de ácidos grasos en la semilla de los frutos semimaduros y maduros del almendro malabar

**Tabla. 5 composición de ácidos grasos en la semilla de los frutos semimaduros de almendro malabar**

**Tiempo de cromatografía = 42 minutos**

Determinaciones	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Desviación estándar
Ácidos grasos saturados				
Palmítico (%)	45,78	45,80	45,79	0,0141
Esteárico (%)	4,65	4,69	4,67	0,0283
Ácidos grasos insaturados				
Oleico (%)	30,65	30,69	30,67	0,0283
Linoleico (%)	18,85	18,89	18,87	0,0283

**Tabla. 6 composición de ácidos grasos en la semilla de los frutos maduros de almendro malabar**

**Tiempo de cromatografía = 42 minutos**

Determinaciones	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	Desviación estándar
Ácidos grasos saturados				
Palmítico (%)	47,30	47,32	47,31	0,0141
Esteárico (%)	5,03	5,05	5,04	0,0141
Ácidos grasos insaturados				
Oleico (%)	26,31	26,33	26,32	0,0141
Linoleico (%)	21,30	21,36	21,33	0,0424

**Tabla. 7 comparación de los resultados porcentuales de los ácidos grasos**

ACIDOS GRASOS SATURADOS	ESTADO SEMIMADURO	ESTADO MADURO
	PROMEDIO (%)	PROMEDIO (%)
Acido Palmítico	45,79	47,31
Ácido Esteárico	4,67	5,04
Oleico	30,67	26,32
Linoleico	18,87	21,33

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Estudios de investigación en Brasil por De Souza et al 2016; sobre el porcentaje de ácidos grasos saturados, del ácido palmítico (34,28 %), son menores en comparación con el resultado obtenido de este ácido en el estado semimaduro y maduro que son 47,79% y 47,31% respectivamente. Con respecto al ácido esteárico (4,23 %), los datos obtenidos en estado semimaduro y maduro del presente estudio se aproximan a los resultados que son 4,67 % y 5,04% respectivamente.

En este mismo trabajo de investigación por De Souza et al, determinó que el porcentaje de ácidos grasos insaturados del ácido oleico fue de 33,87 % y el ácido linoleico 22,24 %, los cuales difieren en cantidades pequeñas con los resultados obtenidos por el presente trabajo en el estado semimaduro son: el ácido oleico 30,67 % y el ácido linoleico 18,87%, en estado maduro son: ácido oleico 26,32 % y el ácido linoleico 21,33%.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Se logró cuantificar el contenido de aceite obtenido de las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madurez. los resultados se encuentran en la tabla 2 y tabla 3 de la página 26 y 27.
- Se determinó las características fisicoquímicas del aceite en las semillas del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madurez. los que están en la tabla 2 y tabla 3 de la página 26 – 27 respectivamente.
- Se determinó la composición de ácidos grasos en el aceite en la semilla del almendro malabar (*Terminalia catappa*) en dos estados de madurez. los resultados se pueden visualizar en la tabla 5 y tabla 6 de la página 28.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Continuar la investigación teniendo en cuenta los resultados de las características fisicoquímicas y contenidos de ácidos grasos obtenidos con la finalidad de determinar la mejor aplicación del mismo en la elaboración de productos de uso alimentario y no alimentario.
2. Realizar estudios de investigación en los demás componentes del fruto de almendro malabar para lograr un aprovechamiento integral del mismo.
3. Realizar estudios de investigación de los aceites presentes en las semillas de otros frutos regionales.

## CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**ARRÁZOLA, Guillermo; BUELVAS Helmooh & ARRIETA Yenis. 2008.**

“Aprovechamiento de las características nutricionales del almendro de la india (*terminalia catappa l.*) como suplemento en la alimentación animal”. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería de Alimentos. Montería, Colombia.

**AMASIFUEN DEL ÁGUILA, Katia Alejandra.2017.** “Perfil de ácidos grasos de *ankistrodesmus sp.*, *scenedesmus sp.*, *chlorella sp.* sometidas a diferentes concentraciones de nitrato”. Ingeniería FdCe, editor. Iquitos-Perú: Universidad Científica del Perú; 2017.

**BUENAÑO GARCÍA, José Raúl & LEÓN QUIROZ, Gianella Mabel. 2016.** “Obtención de un alelopático para uso veterinario a partir del aceite de la semilla de almendrón (*terminalia catappa*)” Universidad de Guayaquil facultad de Ingeniería Química.

**BELÉN-CAMACHO Douglas R., SÁNCHEZ Euris D., GARCÍA David, MORENO-ÁLVAREZ Mario José y LINARES Oscar. 2004.** “Características fisicoquímicas y composición en ácidos grasos del aceite extraído de semillas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) variedades roja y amarilla”. Universidad Simón Rodríguez. Laboratorio de Biomoléculas. Núcleo Canoabo. Carretera Canoabo-Urama, Sector Los Naranjos, Canoabo-Estado Carabobo, República Bolivariana de Venezuela

**BONELLS, José Elías. 2020.** “Un recorrido por el mundo de los frutos tropicales”

**DÍAZ, F. & AMAYA, L. 2007.** “Extracción y caracterización de aceite de *luffa cylindrica* con o sin beneficio procedente de dos diferentes departamentos del país”. Colombia.

**GARCIA DE SOTERO, D. 2002.** “La caracterización química y la evaluación de la actividad antioxidante de frutos de la Amazonía: chopé (*Gustavia augusta L.*), sacha mangua (*Grias neuberthii* Macbr.) Y macambo (*Theobroma bicolor*)”. Sao Paulo.

**GONZALES, A. & TORRES, G. 2010.** Cultivo de macambo "*Theobroma bicolor* (Humb & Bompl)". Iquitos.

**DE SOUZA, Amanda Larissa Garça, et al.2016.** “Aprovechamiento nutricional y tecnológico de los frutos del almendro de la India (*Terminalia catappa* Linn.)”

Faculdade de Nutrição, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 2016, vol. 7, no 3, p. 7-7.

**MATISSEK, R.; SCHENEPEL, F.-M., & STEINER, G. 2000.** “*Análisis de los alimentos*”. Zaragoza: Acriba.

**MERINO, C., SOTERO, V., DEL CASTILLO, D., & VÁSQUEZ, G. 2008.** “*Caracterización Química de nueve ecotipos de Plukenetia Volubilis de los departamentos de Loreto y San Martín*”. Iquitos.

**MOREIRAS, O. & CARBAJAL, A. 2008.** “*Tablas De Composición de Alimentos. Píramide*”.

**MUÑOS JÁUREGUI, A. M.; ALVARADO ORTIZ, U. C. & ENCINA ZELADA, C. 2011.** “*Fitoesteroles y Fitoestanoles*”. Lima: OJS 3.X.

**MITECO, 2021** “El almendro, un árbol que anuncia la primavera” Disponible: [UNDACIONAQUAE.ORG](http://UNDACIONAQUAE.ORG)

**MARTIN, B. E. 2006.** “*Efectos de la intervención nutricional con un preparado lácteo enriquecido en ácidos grasos poliinsaturados omegas-3, ácido oleico y vitaminas sobre marcadores relacionados con el riesgo cardiovascular y con el metabolismo osea en pacientes dislipémicos*”. Tesis Doctoral. Tesis para optar el grado de doctora en Farmacia. Universidad de Granada.

**MEDINA MORENO, Jennyfer Ivonne. 2014.** “*Determinación de contenido de ácido oleico, linoleico, linoléico y trans-elaídico en margarinas, aceites y mayonesas por cromatografía de gases*”.

**LAFONT, Jennifer J. CALLE, Elder A. y DURANGO, Luis C. 2013.** “*Composición Química del Aceite de Almendras producidas por el Árbol Olleto (Lecythis minor DC)*” Universidad de Córdoba, Departamento de Química, laboratorio de Cinética y biocombustibles, Cra. 6 No 76-103. Montería-Colombia.

**LÓPEZ VELÁSQUEZ, Miguel J. 2020.** “*determinación de las propiedades fisicoquímicas y composición de ácidos grasos de los aceites en las semillas de dos morfotipos de macambo theobroma bicolor (humb. & bompl)*” Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Iquitos

**PAUCAR-MENACHO, Luz María, et al. 2015.** “*Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis l.), aceite de oliva (Olea europaea) y aceite crudo de pescado*”. Scientia Agropecuaria, 2015, vol. 6, no 4, p. 279-290.

**RODRÍGUEZ NODALS, Adolfo & SÁNCHEZ PÉREZ, Pedro. 2005.** *"Especies de frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana"*.3ra Edición (Corregida y aumentada), PDF. La Habana. 2005. Consultado 5 de marzo de 2021. Disponible en:[biblioteca.ihatuey.cu](http://biblioteca.ihatuey.cu)

**SIFUENTES, M. 2015.** *"Evaluación físico-química de la pulpa y semilla de dos morfotipos del fruto de macambo Theobroma bicolor (Humb. & Bompl.)" de la region Loreto,2015*. Iquitos.

**SOLOMONS, G. 1999.** *Química orgánica*. Mexico: Limusa Wiley.

**STRUWE, Lena & CHACÓN-MADRIGAL, Eduardo. 2019.** *"Almendro Malabar"* Naturalista Costa Rica. Disponible en: <https://costarica.inaturalist.org/taxa/62821-Terminalia-catappa>

# **ANEXOS**

# ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE LA ALMENDRA MADURA Y VERDE



**UNAP**  
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana  
Facultad de Ingeniería Química-FIQ



RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra : Aceite de la almendra verde de almendro malabaro  
(*telinaria catappa*)

Solicitado por : Martín Aron Soto Andrade  
Dino Aaron Cordova Sinti.

Tipo de Análisis : Físico-Químico

Fecha de Análisis : 16 de setiembre del 2022

Determinaciones	1	2
Rendimiento %	44,82	45,05
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,873	0,870
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	3,84	3,76
Grado de Acidez (% Ac.Oleico)	1,93	1,89
Índice de Peróxido (mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite)	208,05	207,9
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	321,13	292,27
Peso molecular (g/mol) *	530,43	583,34

Iquitos 30 de setiembre de 2022



.....  
Rosa Isabel Souza Nájjar  
Docente Adscrito FIQ-UNAP

Dirección: Av. Freyre Nº 616, Iquitos, Perú  
Teléfono: (5165) 24-3665 / 23-4101  
decanatofiq@yahoo.es

www.unapiquitos.edu.pe



**UNAP**  
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana  
Facultad de Ingeniería Química-FIQ



RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra : Grasa de la almendra madura de almendro malabaro  
(*telinaria catappa*)

Solicitado por : Martín Aron Soto Andrade  
Dino Aaron Cordova Sinti

Tipo de Análisis : Físico-Químico

Fecha de Análisis : 02 de setiembre del 2022

Determinaciones	1	2
Rendimiento %	55,30	55,88
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,937	0,930
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	108,8	108,8
Grado de Acidez (% Ac.Oleico)	54,53	54,68
Índice de Peróxido (mEq O <sub>2</sub> /Kg aceite)	58,53	58,20
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	262,05	265,49
Peso molecular (g/mol) *	522,83	532,5

Iquitos 16 de setiembre de 2022

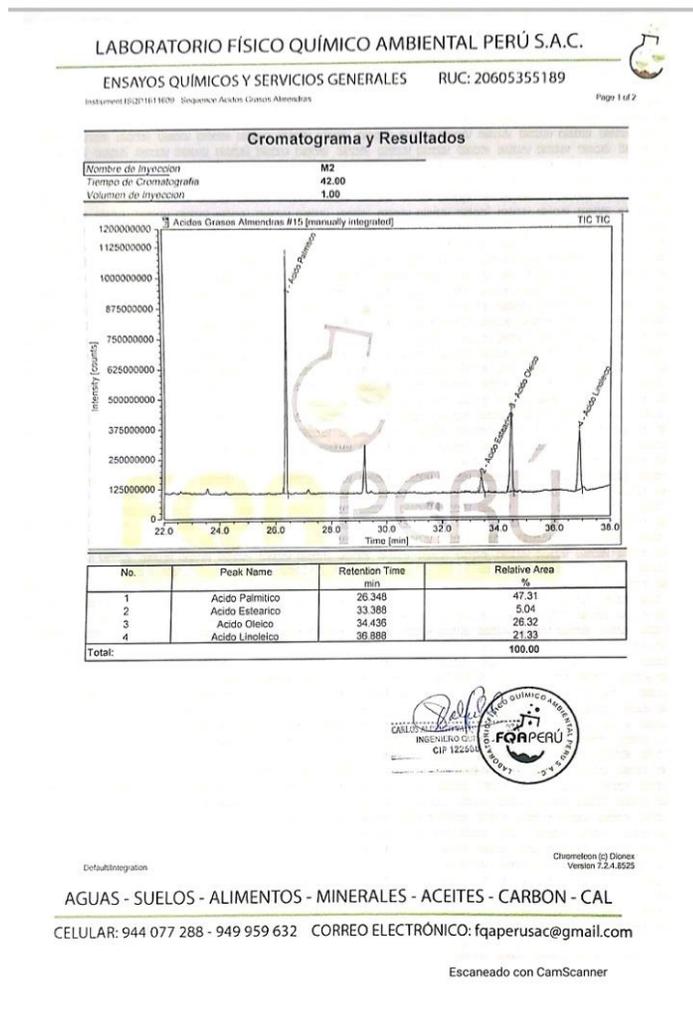
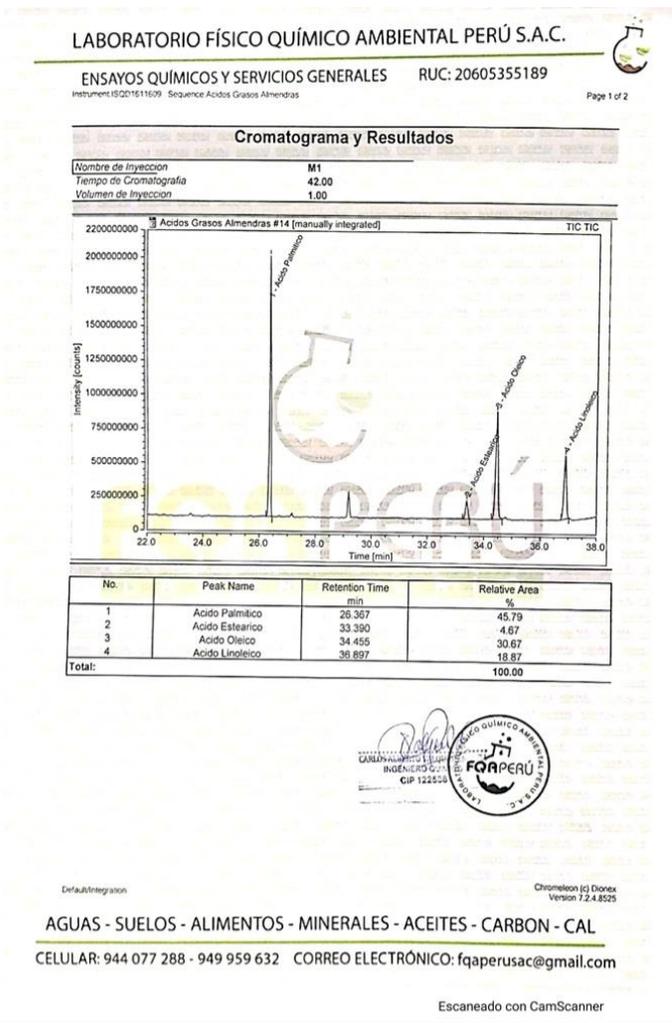


.....  
Rosa Isabel Souza Nájjar  
Docente Adscrito FIQ-UNAP

Dirección: Av. Freyre Nº 616, Iquitos, Perú  
Teléfono: (5165) 24-3665 / 23-4101  
decanatofiq@yahoo.es

www.unapiquitos.edu.pe

## ANEXO 2: RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE DE LA ALMENDRA MADURA Y VERDE



### ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1: Árbol del almendro malabar



Figura 2: Colecta del fruto del almendro malabar



**Figura 3: Frutos maduros del almendro malabar**



**Figura 4: Frutos semimaduros del almendro malabar**



**Figura 5: Pesado de muestras**



**Figura 6: Extracción del aceite**