



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
DE HIGUERILLA ROJA Y BLANCA *Ricinus communis*, L. EN IQUITOS - 2023**

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

PRESENTADO POR:

ALEX DANIEL GARCÍA ALVAN

ANDY MASON SÁNCHEZ ORDOÑEZ

ASESORES:

Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.

Ing. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

Facultad de Ingeniería Química
Unidad de Investigación



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 010-CGT-FIQ-UNAP-2024

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los ocho días del mes de Junio de 2024, a horas once, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS Y COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES EN LAS SEMILLAS DE HIGUERILLA ROJA Y BLANCA *Ricinus communis*, L. EN IQUITOS -2023"**, aprobado con Resolución Decanal N° 154-2024-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Alex Daniel García Alván y Andy Mason Sánchez Ordoñez**, 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° 026-2024-FIQ-UNAP está integrado por:

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.	Presidente
Ing. DUMA LUZ RENGIFO PINEDO, Dra.	Miembro
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.	Miembro

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

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

La sustentación pública y la tesis ha sido: aprobada con la calificación Buena, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las doce se dio por terminado el acto de sustentación

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.
Presidente de Jurado

Ing. DUMA LUZ RENGIFO PINEDO, Dra.
Miembro

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.
Miembro

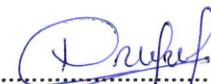
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.
Asesor

Ing. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO, Dr.
Asesor

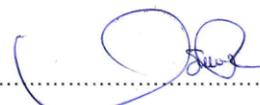
UNIVERSIDAD
INGENIERÍA

JURADO Y ASESOR


.....
Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.
Presidente de Jurado


.....
Ing. DUMA LUZ RENGIFO PINEDO, Dra.
Miembro


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


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


.....
Ing. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO, Dr.
Asesor

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

FIQ_TESIS_GARCIA ALVAN_SANCHEZ O
RDOÑEZ.pdf

AUTOR

GARCIA ALVAN / SANCHEZ ORDOÑEZ

RECuento DE PALABRAS

6191 Words

RECuento DE CARACTERES

32057 Characters

RECuento DE PÁGINAS

33 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

398.8KB

FECHA DE ENTREGA

Jul 22, 2024 1:18 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 22, 2024 1:18 PM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a: **DIOS** todopoderoso, por darme la vida y permitirme luchar por mis ideales y expectativas de superación.

A mis padres y hermanos, por inculcarme valores de superación desde muy temprana edad, por su apoyo incondicional, espiritual, económico y moral.

A mi compañera de vida, mi amor bonito y eterno, mi cómplice y compañera en todo, a quien tanto amo, a mi novia **Clarissa Masiel**, por ser mi motivación e inspiración, por ser mi motor y motivo.

GARCÍA ALVAN ALEX DANIEL

El presente trabajo va dedicado a Dios y a mi madre; a Dios por brindarme la salud, la fortaleza y el discernimiento que me dio durante el tiempo de la carrera, a mi madre por ser el pilar y la motivación de mi vida, que gracias a ella soy lo que soy y seré, todos mis logros van dedicados a ella con mucho amor y cariño.

SÁNCHEZ ORDOÑEZ ANDY MASON

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento especial a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por brindarnos la oportunidad de ser parte de ella y abrirnos sus puertas de su seno científico para poder estudiar la importante carrera de Ingeniería Química; así como también a mis profesores, 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 siempre nos han demostrado, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y lograr nuestra anhelada titulación profesional.

Agradezco también a mis Asesores de Tesis al Ing. Jorge Antonio Suárez Rumiche Dr. y al Ing. Jorge Armando Vásquez Pinedo Dr., 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.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
ADEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 BASES TEÓRICAS	6
1.2.1 Higuerilla <i>Ricinus communis, L</i>	6
1.2.2 Clasificación taxonómica de la Higuerilla	7
1.2.3 Ácido palmítico	8
1.2.4 Ácido palmitoleico	8
1.2.5 Ácido oleico	9
1.2.6 Ácido linoleico	9
1.2.7 Ácido linolénico	10
1.2.8 Determinación de Características Fisicoquímicas de un aceite	10
1.3 Definición de términos básicos	12
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	14
2.1. Formulación de la hipótesis	14
2.1.1. Hipótesis General	14
2.2. Variables y su Operacionalización	14
2.2.1. Variable de estudio	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	16
3.1 Diseño Metodológico	16
3.2 Diseño muestral	16
3.3 Población de estudio	17
3.3.1 Muestra	17

3.3.2	Criterios de selección	17
3.3.3	Procedimientos de recolección de datos	17
3.4	Procesamiento y análisis de datos	23
3.5	Aspectos éticos	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		24
4.1.	Contenido de aceite de dos variedades de higuierilla	24
4.2.	Características fisicoquímicas en las semillas de dos variedades de higuierilla	24
4.3.	Composición de ácidos grasos en la semilla de higuierilla variedad blanca y variedad roja	26
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		28
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES		30
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES		31
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		32
ANEXOS		34
ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE HIGUERILLA ROJA Y BLANCA		35
ANEXO2: RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFIA DE GASES		36
ANEXO 3: CONDICIONES DEL EQUIPO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES PARA EL ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS		38
ANEXO 4: PANEL FOTOGRAFICO		39

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables y su operacionalización	15
Tabla. 2 Contenido de aceite de higuierilla de dos variedades	24
Tabla. 3 Aceite de semilla de higuierilla blanca	24
Tabla. 4 Aceite de semilla de higuierilla roja	25
Tabla. 5 Resumen de propiedades fisicoquímicas del aceite en las semillas de higuierilla	25
Tabla. 6 Ácidos grasos en aceite de semillas de higuierilla blanca	26
Tabla. 7 Composición de ácidos grasos en la semilla de higuierilla variedad roja	27
Tabla. 8 Resumen de resultados de ácidos grasos	27

RESUMEN

En este trabajo de investigación se compara los atributos físicos y químicos y la constitución de los ácidos grasos en la fracción lipídica de las semillas de higuera roja y blanca *Ricinus communis*, L. El estudio fue descriptivo comparativo. Las muestras, fueron recolectadas de las plantas de higuera roja y blanca existentes como plantas ornamentales en los diferentes puntos del distrito de Iquitos. En el departamento de Loreto. Los valores obtenidos sobre el contenido de aceite para las semillas de higuera roja fue 33.88 % y de las semillas de higuera blanca fue 33,35%. La constitución fisicoquímica de los aceites en las semillas de higuera *Ricinus communis*, L fueron. Para higuera roja: Densidad 0,9600 g/ml a 15,6 °C, humedad 1,52%, acidez 22,95 miligramos de hidróxido de potasio / g ramos de grasa, número de saponificación 475,20 miligramos de hidróxido de potasio /gramos de aceite; peróxidos 65,95 mEq O₂/kg de aceite; grado de acidez 11,54 (% ácido oleico) y para higuera blanca: densidad 0,9496 g/ml a 15.6°C, humedad 0.80%, acidez 11,045 mg KOH/ g grasa, índice de saponificación 385,27 mg KOH/g de aceite, peróxidos 44,58 mEq O₂ /Kg de aceite, grado de acidez 5,55 (% ácido oleico). La constitución de los ácidos grasos presentes se determinó por el método de cromatografía de gases, encontrándose principalmente presencia de ácido ricinoleico en un 50.78% en aceite de higuera roja y 34.29% en aceite de higuera blanca; y también la presencia de otros ácidos como oleico, linoleico, palmítico y esteárico.

Palabras clave: Higuera roja y blanca (*Ricinus communis*, L), ácidos grasos

ABSTRACT

This research work compares the physical and chemical attributes and the constitution of fatty acids in the lipid fraction of the seeds of red and white fig tree *Ricinus communis*, L. The study was descriptive and comparative. The samples were collected from the red and white higuierilla plants existing as ornamental plants in different parts of the district of Iquitos. In the department of Loreto. The values obtained for the oil content for the red higuierilla seeds was 33.88 % and for the white higuierilla seeds it was 33.35%. The physicochemical constitution of the oils in the seeds of higuierilla *Ricinus communis*, L were. For red fig: Density 0.9600 g/ml at 15.6°C, humidity 1.52%, acidity 22.95 milligrams of potassium hydroxide/g bunches of fat, saponification number 475.20 milligrams of potassium hydroxide /grams of oil; peroxides 65.95 mEq O₂ /kg of oil; degree of acidity 11.54 (% oleic acid) and for white fig: density 0.9496 g/ml at 15.6°C, humidity 1.52%, acidity 22.95 milligrams of potassium hydroxide/g bunches of fat, saponification number 475.20 milligrams of potassium hydroxide /grams of oil; peroxides 65.95 mEq O₂ /kg of oil; degree of acidity 11.54 (% oleic acid). 6°C, humidity 0.80%, acidity 11.045 mg KOH/g fat, saponification index 385.27 mg KOH/g oil, peroxides 44.58 mEq O₂ /kg oil, degree of acidity 5.55 (% oleic acid). The constitution of the fatty acids present was determined by the gas chromatography method, finding mainly the presence of ricinoleic acid in 50.78% in red fig oil and 34.29% in white fig oil; and also, the presence of other acids such as oleic, linoleic, palmitic and stearic.

Keywords: Red and white higuierilla (*Ricinus communis*, L), fatty acids

INTRODUCCIÓN

La selva peruana dentro de su extenso territorio alberga una gran biodiversidad de flora y fauna; lo cual representa un gran potencial para el desarrollo de la investigación que permitan obtener diversos insumos para la obtención de producto de uso alimentario y no alimentario.

En la actualidad se conoce que algunas especies de flora ya fueron investigadas por algunas establecimientos públicos y privados , conociéndose sus variedades ,técnicas de cultivo y procesamiento, también se sabe que gran parte de ellas no han sido analizadas sin embargo, se conoce que el poblador amazónico utiliza frutos, raíces, hojas, flores, semillas y cortezas, etc. aplicando conocimientos ancestrales como componente de su dieta alimentaria ,materiales de construcción , fuentes de energía , en su dieta alimentaria , materiales de construcción o para el tratamiento de diversas enfermedades.

Actualmente existen variedades distintas de plantas cuyos frutos se encuentran clasificados dentro de las materias oleaginosas del país; siendo uno de ellos el *Ricinus communis* (ricino), una planta tropical que puede ser ampliamente utilizada para biocombustibles, que crece en forma silvestre en varias partes del Perú y otros países tropicales. Su cultivo tiene una serie de ventajas competitivas frente a otras oleaginosas: no requiere cuidados especiales, no se utiliza en la industria alimentaria y, por tanto, no causa problemas raros a lo largo de la cadena alimentaria. El uso de semillas en la obtención de aceite se conoce desde tiempos pasados, sin embargo, el interés industrial por las materias oleaginosas ha ido creciendo a través del tiempo. Las semillas de higuierilla son parte del fruto que están cubiertas por una piel dura y crujiente por debajo

está rodeado por una fina capa de proteína, blanca, espesa y saturada de aceite. (Villalobos, 2007); estas constituyen fuentes alternativas en la elaboración de biocarburantes, esto se refleja en la región Ucayali; donde se está aplicando la tecnología necesaria para iniciar el cultivo de la higuierilla a gran escala, teniendo en cuenta la adaptabilidad de la higuierilla; Previamente, se inició con la evaluación de variedades y la elaboración del informe tecnológico. (Aguilar, 2014).

La presente investigación pretende comparar las características físicas y químicas, así como también la composición de ácidos grasos en la fracción lipídica de las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus communis, L* que permita una mejor utilización de los mismos para la obtención de diversos productos de uso alimentario y no alimentario.

En este sentido se busca responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos de la fracción lipídica de las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus communis, L?* Para lo cual se tuvo que Cuantificar el contenido de aceite, se determinó sus características físicas y químicas y su composición de ácidos grasos en la fracción lipídica de las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus Communis, L*.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Como antecedentes de la investigación se encontraron los siguientes trabajos realizados sobre el tema de interés que se detallan a continuación:

- **Tierra, et al (2022)**. En sus trabajo “Variables óptimas para la extracción de aceite de higuerilla *Ricinus communis L.*” tuvieron como objetivo de su investigación identificar variables de proceso óptimo en semillas de dos sectores diferentes de Riobamba (San Vicente de Icas y Cubijes) pertenecientes a la provincia de Chumborazo -Ecuador , para lo cual realizaron dos procedimientos de análisis; con semillas frescas recién recolectadas sin previo tratamiento y otro con pretratamiento que incluía secado, descascarado, y molienda a diferentes temperaturas , tamaño de partículas y relación de concentración de soluto.

Obtuvieron los siguientes resultados; para la muestra sin tratamiento un rendimiento de aceite de 43.8% y para las muestras con tratamiento un valor óptimo de 65.18%.

De acuerdo al análisis estadístico las variables óptimas del proceso fueron: temperatura 90°C, tamaño de partícula 1.4 mm y relación de soluto 1:3, los cuales presentaron las siguientes características fisicoquímicas fueron: Índice de acidez (0.5 mg/g), índice de saponificación (183.09mg/KOH), índice de yodo (86.1 cg/g), índice de peróxido (4.7 mEq O₂/Kg) y densidad (0.967 g/ml).

- **José, et al (2017)**. En sus trabajo “Relación entre la composición química de la semilla y calidad del aceite de doce variedades de semillas de (*Ricinus communis L.*), cuyo objetivo fue determinar la composición química proximal y la calidad del aceite de

semillas de doce lugares, provenientes del estado de aguas calientes , jalisco , San Luis de Potosí y Zacatecas, para lo cual utilizando las normas técnicas recomendadas por AOAC, realizaron el análisis químico proximal y determinaron la calidad del aceite ; obteniendo los siguientes resultados: la muestra SLPS11C1 tuvo mayor rendimiento de aceite (51.04+ _0.44%) , la muestra SLPS11C2 un menor índice de acidez (0.5415 +- 0.0168 mg/KOH/g) y ácido grasos libres (0.0272 +- 0.0001 %).

- **Aguilar, (2014).** En la tesis titulada "*Rendimientos en semilla y calidad de los aceites del cultivo de higuierilla (Ricinus communis l.) en el Valle del Sinú del departamento de córdoba.* Determino un 57,94% de ácidos grasos saturados, predominando el ácido esteárico y un 43,03% de ácidos grasos insaturados, como el oleico (39,9%) y linolénico (2,2%).
- **Rodríguez, et al (2014).** Determinó los parámetros de densidad, humedad y contenido de cenizas en el aceite, a partir de semillas de ricino de diferentes zonas del ecuador y encontró que los valores eran los mismos independientemente del origen, debido a que sus fluctuaciones no alteraban los resultados estadísticos y al evaluar la viscosidad y el color existía un sesgo por la ricina. óleum, estas características dependen de la zona de muestreo. Estos hallazgos constituyen datos referenciales para realizar futuros estudios de investigación que proporcionarán datos concretos sobre compuestos bioactivos beneficiosos de semillas oleaginosas o definirán, la planta como un cultivo potencial de las tierras altas del Ecuador original, mostrando la intersección de la agricultura y la biotecnología.

- **Gonzales, et al (2010).** En la tesis titulada *Cultivo de macambo "Theobroma bicolor (Humb & Bompl)"*. Determinó el contenido de ácidos grasos saturados en la fracción lipídica (57,94 %), sobresaliendo ácido esteárico, y los insaturados (42,03 %); con presencia de oleico (39,9 %) y linolénico (2,2 %.)
- **López, (2020).** En su tesis “Determinación de las propiedades físicas y químicas y constitución de ácidos grasos de los aceites en las semillas de dos morfotipos de macambo *theobroma bicolor* (humb. & bompl)” El objetivo del trabajo de investigación fue determinar las propiedades físicas y químicas, así como también la constitución de ácidos grasos en aceites de las semillas de dos morfotipos de macambo “*Theobroma bicolor* (Humb. & Bompl)”. El estudio fue de nivel descriptivo con diseño analítico. Las muestras, los frutos de macambo fueron elegidos aleatoriamente en los árboles existentes en las parcelas experimentales del INIA; cito en el Km 25 de la carretera Iquitos-Nauta. Los resultados del contenido de aceite en el morfotipo 1 fue 25,31 % y morfotipo 2 fue 42,67 %. En las determinaciones realizadas al aceite presente en el morfotipo 1 y morfotipo 2 respectivamente se encontraron los siguientes resultados: acidez 0,69 y 0,96 mg KOH/g, número de saponificación 170,99 y 163,99 mg KOH/g índice de peróxidos 9,43 y 12,47 mEqO₂/Kg, yodo 24,3 y 34,73 gI₂/100g y materia no saponificable 0,63 y 0,47 %. por cromatografía gaseosa encontró: ácido esteárico (50,88 %) y (51,68 %), también ácido oleico (37%) y (36,48 %), asimismo la presencia de ácidos grasos insaturados tal es el caso del palmitoleico, linoleico y linolénico. concluyendo que: tanto el contenido de aceite, las características físicas y químicas, así como la constitución de ácidos grasos de cada morfotipo presentan características propias.

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 Higuierilla *Ricinus communis*, L

El aceite de ricino (*Ricinus communis*, L.) se considera de buena alternativa de materia oleaginosa debido al contenido de aceite y sus propiedades químicas, que puede ser diversos productos de uso alimentario y no alimentario como es el caso de barnices para pinturas, polímeros sintéticos, productos cosméticos, aceites lubricantes, fluidos refrigerantes de motores de combustión y biocarburantes; Sin embargo en la actualidad, se desconoce el verdadero potencial de recurso de flora, así como la durabilidad del cultivo en diferentes zonas en Colombia. La producción mundial de ricino ha aumentado en los últimos 10 años de 1.371.000 toneladas de grano en 2000 a 1.481.000 toneladas de grano en 2009, con India representando el 74% el año pasado, seguida de los países China y Brasil con 12,8% y 6,1% cada uno. Durante los últimos 25 años, el uso de aceite de higuierilla ha crecido de 400.000 litros a 610.000 litros. Productos agrícolas, especialmente los aceites vegetales, con mayor precio de referencia del aceite de ricino 66 % de los precios de la soja en el periodo 2003-2011. Oscilaron desde \$650/tonelada en febrero de 2002 hasta un máximo de 2.700 toneladas en febrero de 2011. (Aguilar, 2014)

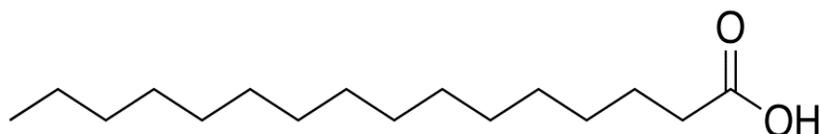
1.2.2 Clasificación taxonómica de la Higuera

REINO	Plantae
SUBREINO	Traqueobionta (Plantas vasculares)
SUPERDIVISION	Spermatophyta (Plantas con semilla)
DIVISION	Magnoliophyta (Plantas con flores)
CLASE	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
SUBCLASE	Rosidae
SUPER ORDEN	Rosidas
ORDEN	Euphorbiales
FAMILIA	Euphorbiaceae
SUBFAMILIA	Acalyphoideae
TRIBU	Acalypheae
SUBTRIBU	Ricininae
GENERO	Ricinus
ESPECIE	Ricinus Communis

Nombre científico: Ricinus communis, L. Ricinus (Aguilar, 2014).

1.2.3 Ácido palmítico

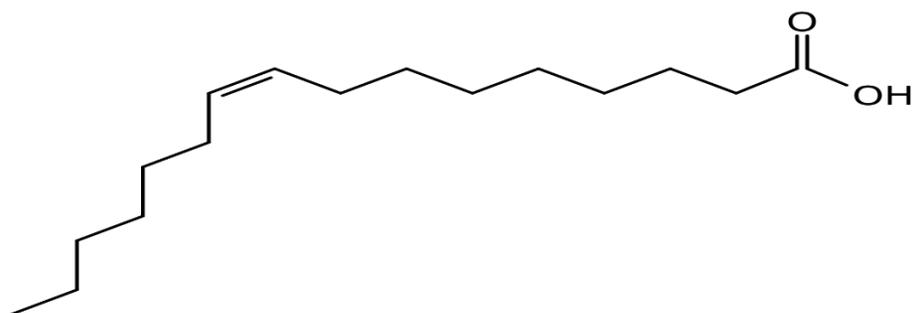
Ácido graso saturado, poco saludable en el organismo humano, por elevar el colesterol en la sangre haciendo que éste sea mayor (relación entre colesterol total y colesterol HDL). Es un componente orgánico que al combinarse con la glicerina forma las grasas y las cuales cumplen importantes funciones fisiológicas; presenta una cadena larga con fórmula molecular $C_{16}H_{32}O_2$ (Amasifuén, 2017 referido en López, 2020).



Ácido palmítico

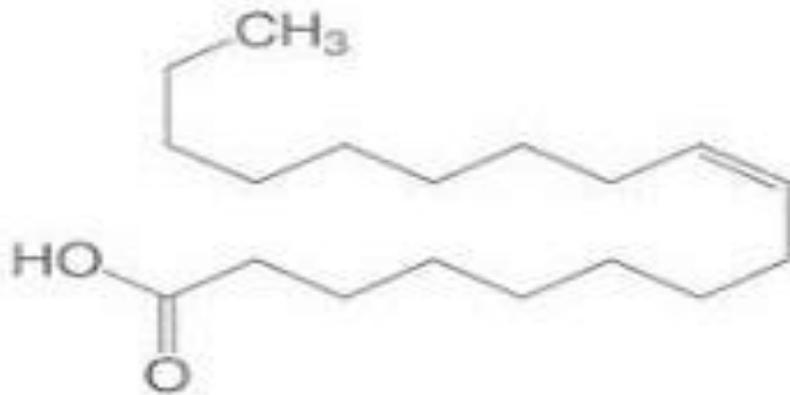
1.2.4 Ácido palmitoleico

Biomolécula monoinsaturada de naturaleza lipídica conocido como ácido delta-9-hexadecénico u omega-7, presente en todos los tejidos, con concentraciones más altas en el hígado; con fórmula molecular $C_{16}H_{30}O_2$ (Amasifuén, 2017 nombrado en López, 2020).



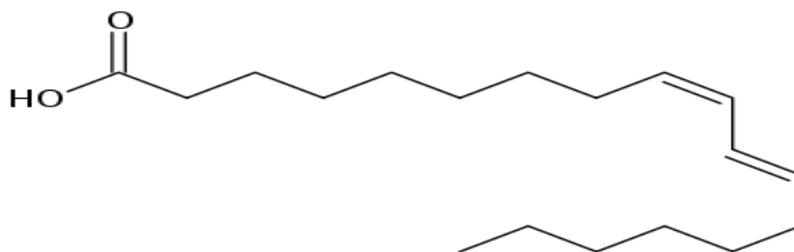
1.2.5 Ácido oleico

Se refiere a un compuesto lipídico monoinsaturado de la gama omega-9, comúnmente presente en aceites vegetales como el de oliva, cártamo y aguacate. Este ácido graso tiene efectos positivos en los vasos sanguíneos, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Su fórmula molecular es $C_{18}H_{34}O_2$. (Paucar, 2015 mencionado en López, 2020).



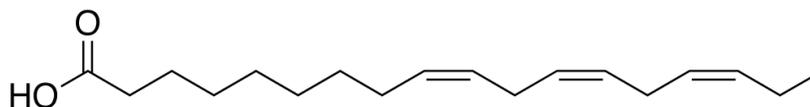
1.2.6 Ácido linoleico

Biomolécula poliinsaturada esencial de la cadena omega-6, cuya estructura es $C_{18}H_{32}O_2$. Este tipo de ácido graso se encuentra predominantemente en aceites vegetales como el de soja, girasol y maíz. En el organismo humano, desempeñan un papel regulador en la presión arterial, la coagulación sanguínea y la respuesta inmune. Se distinguen por la existencia de un enlace doble en el lugar cercano a él. (Martin, 2006 mencionado en López, 2020).



1.2.7 Ácido linolénico

Compuesto orgánico poliinsaturado, con fórmula molecular $C_{18}H_{30}O_2$, es un ácido poliinsaturado de la familia omega 3. u omega 6 Sus tres dobles enlaces le confieren la propiedad de oxidarse rápidamente, cumple funciones destacables en el cuerpo humano como es para obtener energía y producir otros ácidos grasos omega 6 (Medina, 2014 alegado en López, 2020).



Ácido linolénico

1.2.8 Determinación de Características Fisicoquímicas de un aceite

Ácidos Grasos Libres

Constituye una medida que evalúa la cuantía de biomoléculas lipídicas libres que se encuentran en los aceites y grasa animales y vegetales. La información sobre la proporción se deriva de ensayos que, en ciertas ocasiones, permiten inferir detalles sobre procesos de procesamiento o descomposición. Las grasas crudas y no refinadas generalmente presentan un valor acidez de hasta 10, mientras que los aceites purificados exhiben un valor de acidez de 0,2. Esta medida se muestra en miligramos de KOH necesarios para equilibrar las biomoléculas lipídicas libres presentes en 1 gramo de aceite o grasa. Para su determinación, la muestra problema se diluye en un solvente orgánico y se titulan con una solución de KOH utilizando fenolftaleína como indicador. (Muños, et al, 2011).

Índice de Peróxidos

Se utiliza para medir la cantidad de oxígeno que se une a los lípidos a modo de peróxidos. El producto básico de la oxidación es el hidroperóxido, junto con pequeñas cantidades de otros peróxidos generados durante este proceso. Este

parámetro cuantifica el cambio en el aceite inducido por la degradación de los enlaces dobles presentes en las biomoléculas lipídicas insaturadas, que da como resultado la formación de peróxidos, acompañada de polimerización y disgregación, dando como resultado aldehídos, cetonas y ácidos grasos de menor peso molecular. Este proceso puede preservar los aceites esenciales, pero se acelera en presencia de luz, calor y humedad. La ranciedad oxidativa asociada destruye las vitaminas que se pueden disolver en gases o aceites, principalmente las vitaminas A y E. (Muños, et al, 2011)

Índice de Saponificación

Constituye un valor referencial de las biomoléculas lipídicas libres y sus mezclas presentes en un lípido, y guarda proporción con su peso molecular promedio. Se utiliza para evaluar integridad de la grasa y determinar la cantidad de NaOH o KOH necesaria para transformar en jabón un gramo de grasa. En el procedimiento, el lípido en cuestión se convierte en jabón adicionando un exceso de KOH en etanol, y la cantidad de potasio (K) no reaccionado se calcula mediante valoración con HCl. (Muños, et al, 2011)

Materia Insaponificable

Las sustancias no saponificables se refieren a componentes presentes en lípidos (aceites y grasas) comerciales, excluyendo ácidos grasos de cadena larga no esterificados libres y minerales de punto de ebullición bajo, luego de realizar el proceso de saponificación y extracción con éter dietílico, estas sustancias permanecen no son evaluadas, mostrando un residuo significativo luego del secado a 80°C. Este residuo comprende hidrocarburos y alcoholes de peso molecular elevado. En general, la mayoría de lípidos contienen mínimas cantidades de materia insaponificable, normalmente por debajo del 2,0%. (Matissek, et al, 2000)

Índice de Yodo: Método de Hanus

Se emplea para medir el nivel de insaturación en los componentes grasos, indicando la cantidad de dobles enlaces presentes en una unidad de grasa; a mayor índice, mayor cantidad de estos dobles enlaces. Este método se utiliza con el fin de evaluar la pureza y conocer la configuración molecular de las grasas. La muestra en cuestión, previamente pesada con precisión, se expone al reactivo de Hanus, una solución de bromuro de yodo en ácido acético. Después de un periodo determinado, se cuantifica el yodo en exceso mediante la titulación con una solución de tiosulfato de sodio. (Amaya,2007).

1.3 Definición de términos básicos

Lípidos

Son materias insolubles en agua y disolventes polares, con una constitución química alterada; no se disuelven en agua ni en disolventes polares, pero son solubles en disolventes compuestos químicos que contienen carbono, entre ellos están el éter, benceno y cloroformo principalmente. (Moreiras, et al, 2008)

Ácidos Grasos

Son compuestos que presentan grupos carboxilos unidos a un grupo arilo o alquilo de cadena larga, generalmente con números pares de átomos de carbono, que por lo común oscila entre 12 y 24. (Merino, et al, 2008).

Ácidos Grasos Saturados

Se trata de ácidos grasos que carecen de dobles enlaces, siendo flexibles y sólidos a temperatura ambiente. Estos compuestos se encuentran principalmente en

alimentos de origen animal y, su consumo excesivo eleva la concentración de colesterol y triglicéridos en la sangre. (Merino, et al, 2008).

Ácidos grasos mono insaturados

Son compuestos, principalmente derivado de fuentes vegetales y con el ácido oleico como representante típico, brinda beneficios al sistema cardiovascular cuando se consume en cantidades apropiadas. Contribuye a disminuir la cantidad de colesterol total en la sangre e incrementa los niveles del conocido colesterol beneficioso. (Merino, et al, 2008)

Ácidos grasos poliinsaturados

Estos poseen dos o más dobles enlaces en su molécula, y desempeñan un papel crucial en la normalización de la presión arterial, la dilatación de los conductos a través de los cuales circula la sangre en el cuerpo (vasos sanguíneos), la formación de masas en la sangre (coagulo) y ayudan a combatir infecciones y enfermedades. (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 constitución de ácidos grasos de la fracción lipídica de las semillas de higuera roja y blanca *Ricinus communis, L.*

2.2. Variables y su Operacionalización

2.2.1. Variable de estudio

Características fisicoquímicas y constitución de ácidos grasos en la fracción lipídica de las semillas de higuera roja y blanca *Ricinus communis, L.*

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

El estudio tiene un enfoque cuantitativo con diseño descriptivo comparativo debido a que contrasta los valores de las características físicas, químicas y biomoléculas de naturaleza lipídica en los aceites de las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus Communis, L.*

La metodología, tiene las siguientes fases:

- Recolección de espigas de higuierilla roja y blanca).
- Secado de espigas.
Extracción de las semillas.
- Secado de semillas.
- Molienda de semillas.
- Extracción de aceite.
- Determinación de las características fisicoquímicas del aceite.
- Análisis cromatográfico del aceite.
- Discusiones
- Recomendaciones

3.2 Diseño muestral

Se aplico un diseño muestral aleatorio simple, donde cada semilla presente en una población más grande. Fue elegida al azar.

Las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus communis, L.* a emplearse en el presente estudio fueron recolectadas de las plantas que crecen en la zona urbana y rural del distrito de Iquitos provincia de Maynas -Región Loreto.

3.3 Población de estudio

Lo constituyeron las semillas de todas las plantas de dos variedades de higuierilla *Ricinus communis, L* existentes en las plantas que crecen en la región Loreto y San Martín.

3.3.1 Muestra

Estuvo conformada por 2000 g de semillas de higuierilla roja y 2000 g de semillas de higuierilla blanca *Ricinus communis, L* de las plantas que crecen en el distrito de Iquitos en Loreto y Aucaloma en San Martín.

3.3.2 Criterios de selección

Las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus communis, L* fueron recolectadas de las espigas presentes en cada planta de higuierilla de cada variedad, Para lo cual se eligieron aquellas espigas que tengan en promedio el 50% de los frutos secos y que presentaron un color marrón oscuro o negro, rechazando las espigas que presentaron mayor porcentaje de frutos verdes o deteriorados por insectos y roedores.

3.3.3 Procedimientos de recolección de datos

Recolección de las espigas de higuierilla

Las espigas que contenían las semillas de higuierilla roja y blanca *Ricinus communis, L* a emplearse el presente estudio fueron recolectados en su máximo estado madurez de las plantas existentes en la ciudad de Iquitos (zona urbana) de la provincia de Maynas para la higuierilla roja y para la variedad higuierilla blanca en el departamento de San Martín a lo largo de la carretera que conduce al distrito

de Aucaloma , en la provincia de san martín – Tarapoto, siendo las coordenadas de los lugares de recolección 18M 694350 9587275(higuerilla roja) y 18M 34311 9285978(higuerilla blanca), foto referencial en el **Anexo 4**; y luego transportadas a los laboratorios de Química analítica de la facultad de Ingeniería Química; de la UNAP.

Secado de espigas.

Luego de ser cortadas se secaron al sol con la finalidad de facilitar la extracción de las semillas.

Secado de semillas.

Las semillas extraídas de las espigas fueron secadas al sol durante dos días luego se colocaron en una estufa por espacio de 6 horas a 60 °C.

Molienda de las semillas.

Posteriormente las semillas secas se redujeron de tamaño con la ayuda de un equipo de molienda casero.

Extracción del aceite

La muestra molida se colocó en un cono de papel filtro y se introdujo en un equipo de extracción (Soxhlet). Se agregó éter de petróleo hasta cubrir totalmente la muestra con el solvente, se realizó la extracción durante 3 horas con reflujo permanente y se finalizó separando solvente del aceite extraído por evaporación al vacío en un equipo rotavapor.

Determinación del contenido de aceite (Método AOCS Ba 3-38)

Procedimiento:

- Se pesó 5 g de semillas molidas de cada variedad de higuera a (previamente secada a 40°C por tres días), se colocó en un cono confeccionado en papel filtro para luego colocarlo en un equipo de extracción (Soxhlet).
- Se midió 60 ml de éter de petróleo y se depositó dentro del equipo de extracción soxhlet, luego el cartucho conteniendo la muestra de semillas de higuera se sumergió en el líquido y se dejó macerando por una hora.
- Pasado una hora se agregó lentamente 60 ml de éter de petróleo como exceso; con la finalidad de producir el sifoneo, de tal manera que el solvente cubra la muestra.
- Se encendió la plancha de calentamiento del equipo y se esperó hasta que se produzca el primer goteo en el matraz para poder controlar las 3 horas de extracción.
- Finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder retirar el matraz y llevarlo a concentrar en un equipo de rotavapor. La determinación de la cantidad de aceite se realizó por diferencia de peso del matraz.

$$\%_{\text{aceite}} = \frac{m_2 - m_1}{M} \times 100$$

m_1 : peso en g del matraz vacío (fondo plano).

m_2 : peso en g del matraz con grasa

M : peso de la muestra molida en g.

Determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite presente en las semillas.

a. Densidad a 25 °C. (Norma ASTM D 1298)

Se eligió dos picnómetros, se pesaron a temperatura ambiente y se llenaron con aceite de higuera roja y blanca hasta el borde superior del capilar, se insertó un termómetro en cada uno de los picnómetros, se pesaron y se determinó la temperatura.

Cálculos:

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

P = Masa en gramos del picnómetro vacío

P' = Peso en gramos del picnómetro lleno con agua a la temperatura de referencia.

P'' = Peso en gramos del picnómetro lleno con aceite a la temperatura de referencia.

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

b. Índice de Acidez. (NTP 209.005:1968)

Para esta determinación se depositó en un Erlenmeyer de 250 ml, 5 g. de aceite, se agregó 50 ml de una mezcla etanol-éter etílico en proporción (1:2) respectivamente, a la mezcla se añadió 3 gotas de solución de fenolftaleína y se valoró con una solución etanólica de KOH 0,1N, se detuvo la valoración cuando se observó variación en el color del indicador.

Cálculos:

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

V = ml de solución etanólica de KOH utilizada,

N=Normalidad exacta de la solución KOH utilizada.

P = masa en gramos de la muestra utilizada

c. Porcentaje de ácidos Grasos Libres (AC. Oleico). (UNE-EN ISO 660:2010)

En un matraz Erlenmeyer, se depositó 2 g. de aceite, luego se agregó 50 ml de alcohol neutralizado, se mezcló y llevo a calentamiento con la ayuda de una cocinilla eléctrica, a la mezcla calentada se añadió 5 gotas de indicador de fenolftaleína y se valoró con solución de NaOH 0,1 N agitando continuamente en forma vigorosa hasta visualizar un color rosado de forma persistente que se mantuvo durante al menos 30 segundos.

Cálculos:

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

V = Volumen (ml) de solución de NaOH usada

N = concentración normal de la solución NaOH usada.

P = masa en gramos del aceite utilizado.

d. Índice de Peróxido. (NTP 209.006:1968)

5 g de aceite se introdujo en un matraz de Erlenmeyer, se añadió 30 ml de disolución de ácido acético-cloroformo (3:2) y se agito hasta homogenizar completamente la muestra. luego se agregó 0,5 ml de solución saturada de KI y dejó reposar por 5 min.; transcurrido ese tiese tiempo se añadió un volumen de

50 ml de agua destilada se tituló con solución de tiosulfato de sodio 0,1 N hasta visualizar un color amarillo, luego se añadió 0,5 ml de una solución de almidón y nuevamente se volvió a titular hasta desaparecer por completo el color amarillo. en ambas titulaciones se registraron los volúmenes gastados.

Cálculos

El índice de peróxido se calculó utilizando mediante la siguiente fórmula

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

V = Volumen en ml de Tiosulfato, consumido en la titulación.

N = C o n c e n t r a c i ó n n o r m a l Normalidad de la solución de tiosulfato.

P = peso, en gramos, de la muestra de aceite utilizada en la determinación

e. Índice de saponificación. (NTP 209.058:1980)

En un Erlenmeyer se introdujo 2 g de aceite y 25 ml de solución etanoica de KOH 0,5 N. se mezcló y se llevó a una fuente de calor hasta ebullición agitando permanentemente, luego se retiró y se dejó en reposo por 60 min, se añadió 5 gotas de solución de fenolftaleína y se valoró en caliente con una solución de ácido clorhídrico 0,5N; con una muestra en blanco se volvió a repetir el procedimiento.

Cálculos

Los resultados fueron calculados con la siguiente ecuación.

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

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

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

N = Normalidad exacta de la solución de ácido clorhídrico utilizado

P = Peso en gramos del aceite.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22. El cual no permitió manipular hojas de cálculo para el trabajo de almacenamiento de datos, organizando diferentes tipos de información relacionada con uno o más archivos y luego mostrándolos en forma de gráficos para obtener una imagen científica más amplia.

3.5 Aspectos éticos

En la ejecución de la investigación se tuvo en cuenta el cuidado del medio ambiente y la biodiversidad ecológica, durante la recolección de las espigas que contenían las semillas no se afectó negativamente las plantas; para ello se utilizaron tijeras cortadoras adecuadas para este fin de tal manera que no pongan en riesgo el desarrollo futuro de esta especie forestal. También se protegió la propiedad intelectual citando a los autores de las fuentes bibliográficas utilizadas, se protegió con equipos de protección personal a todas las personas involucradas en esta investigación, Además, no se trabajó con personas o animales. Durante el uso de los reactivos químicos se respetaron las normas de seguridad orientados a proteger las personas y el medio ambiente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Contenido de aceite de dos variedades de higuera

Tabla. 2 Contenido de aceite de higuera de dos variedades

Semilla higuera roja	Semilla higuera blanca
33,88%	33,35%

4.2. Características fisicoquímicas en las semillas de dos variedades de higuera

Tabla. 3 Aceite de semilla de higuera blanca

Parámetro	Valor promedio
Humedad (%)	0,80
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,9496
Índice de Acidez (mg de KOH/g grasa)	11,045
Grado de Acidez (% Ac.Oleico)	5,55
Índice de Peróxido (mEp O ₂ /Kg aceite)	44,58
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	385,27

Tabla. 4 aceite de semilla de higuera roja

Parámetros	Valor promedio
Humedad (%)	1,52
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,9600
Acidez (mg de KOH/g grasa)	22,95
Grado de Acidez (%Ac.Oleico)	11,54
Peróxidos (mEq O ₂ /Kg aceite)	65,95
Saponificación (mg KOH/g aceite)	475,20

Tabla. 5 Resumen de propiedades fisicoquímicas del aceite en las semillas de higuera roja y blanca

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL ACEITE	VARIEDAD BLANCA	VARIEDAD ROJA
	MUESTRA	MUESTRA
Índice de Acidez (mg de KOH/g aceite)	11,045	22,95
Grado de Acidez (%Ac.Oleico)	5,55	11,54
Índice de Peróxido (meq O ₂ /Kg aceite)	44,58	65,95
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	385,27	475,20
Humedad (%)	0,80	1,52
Densidad (g/ml) a 15.6°C	0,9496	0,9600

4.3. Composición de ácidos grasos en la semilla de higuera variedad blanca y variedad roja

Tabla. 6 Ácidos grasos en aceite de semillas de higuera blanca

Tiempo de cromatografía = 30.99 minutos

Volumen = 1 ml

Ácidos grasos saturados	
Determinaciones	Valor promedio
Palmítico (%)	13,26
Estearico (%)	8,48

Ácidos grasos insaturados	
Determinaciones	Valor promedio
Oleico (%)	26,49
Linoleico (%)	17,48
Ricinoleico	34,29

Tabla. 7 Composición de ácidos grasos en la semilla de higuera variedad roja

Tiempo de cromatografía = 39.99 minutos

Volumen = 1 ml

Ácidos grasos saturados	
Determinaciones	Valor promedio
Palmítico (%)	5,32
Estearico (%)	5,43

Ácidos grasos insaturados	
Determinaciones	Valor promedio
Oleico (%)	22,20
Linoleico (%)	16,27
Ricinoleico	50,78

Tabla. 8 Resumen de resultados de ácidos grasos

ACIDOS GRASOS SATURADOS	MUESTRA	MUESTRA
	VARIEDAD BLANCA (%)	VARIEDAD ROJA (%)
Acido Palmítico	13,26	5,32
Ácido Esteárico	8,48	5,43
Oleico	26,49	22,20
Linoleico	17,48	16,27
Ricinoleico	34,29	50,78

Las condiciones y/o características del equipo usado en los análisis cromatográficos se muestran en el **Anexo 3**.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los valores obtenidos para el contenido de materia grasa encontrado por otros investigadores en semillas de *Ricinus communis* L, Fueron: (Tierra et al , 2022) obtuvo un contenido de 43.8%, para semillas frescas y 65.18%, para semillas que previamente fueron pretratadas antes de la extracción , (José et al, 2017) determino un contenido de 51.04 +- 0.44% para la semilla variedad SLPS11C1, valores mayores que los encontrados en las dos variedades objeto de estudio del presente trabajo (33.88% para higuierilla roja y 33.35% para higuierilla blanca), en lo referente a la composición de ácidos grasos (Aguilar ,2014) determinó que el aceite de *ricinus communis* estaba compuesta por 57.94% de ácidos grasos saturados valor mayor que el encontrado en las dos variedades de higuierilla de la presente investigación (21.74% en higuierilla blanca y 10.75% para higuierilla roja) y 43 .03% de ácidos grasos insaturados, valor menor a lo determinado en la presente investigación (78.26% para higuierilla roja y 89.25% para higuierilla roja), (Gonzales, et al 2010) , encontró que el aceite de semillas *de macambo "Theobroma bicolor (Humb & Bompl)* estuvo compuesta por 57.94% de ácidos valor menor a lo determinado en la presente investigación (78.26% para higuierilla roja y 89.25% para higuierilla roja).

En lo referente a las propiedades fisicoquímicas de los aceites obtenidos fueron de la siguiente manera, (Tierra, et al , 2022) para aceite de *Ricinus communis* determino la siguiente composición : Índice de acidez 0.5 mg KOH/g , índice de saponificación 183.09 mgKOH/Kg , índice de peróxido 4.7 meq O₂ /Kg de aceite , densidad 0.967 g/ ml, valores menores al encontrado en la presente investigación a excepción de la densidad cuyo valor es mínimamente mayor , (López , 2020) para aceite en semillas de dos morfotipos

macambo "Theobroma bicolor (Humb & Bompl) encontró los siguientes valores: Índice de acidez (0.69 y 0.96) mg/g respectivamente ,Índice de saponificación (170.99 y 163.99) mg KOH/g respectivamente , índice de yodo (24.3 y 34.73) g/100g, índice de peróxido (9.43y 12.47) meq O₂/Kg aceite , respectivamente, siendo los mismos valores menores a los encontrados en la presente investigación.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Se encontró que el aceite en semillas de higuera roja es 31,99% y en semillas de higuera blanca 31,55%.
- Se determinó las características fisicoquímicas de los aceites presentes en las semillas de higuera roja y blanca ***Ricinus communis,L*** .Los resultados se indican en las tablas 3 y 4 ; página 25 y 26.
- Se evaluó la composición de la fracción lipídica, respecto a los ácidos grasos en las semillas de higuera roja y blanca ***Ricinus communis,L*** . los valores encontrados se muestran en las tablas 6 y 7 de las páginas 27 y 28.
- De acuerdo a los resultados mostrados en el presente trabajo se establece que el contenido de aceite, las características fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos de la fracción lipídica de las semillas de higuera roja y blanca ***Ricinus communis,L*** son diferentes. el mayor rendimiento en aceite lo tuvo la variedad higuera blanca (33.88%). respecto a las características fisicoquímicas del aceite los mayores valores lo tuvieron el aceite obtenido de la variedad higuera roja, la mayor composición de ácidos grasos saturados lo tuvo la variedad higuera blanca (21,74 %) y en grasas insaturadas la variedad higuera roja (89.25 %).

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Con los resultados encontrados en los aceites de las semillas de higuierilla roja y blanca, respecto al contenido de componentes físicos, químicos y los componentes naturales de grasas y aceites; se recomienda proseguir con la investigación para decidir su adecuada utilización; cómo es el caso de obtención de biodiesel, jabones, etc.
2. Realizar estudios de investigación sobre la composición de los residuos sólidos generados durante la extracción de los aceites para lograr un aprovechamiento integral de las semillas.
3. Realizar estudios técnicos económicos orientados a su aprovechamiento a nivel industrial.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUILAR, arturo campos. 2014. “Rendimientos en semilla y calidad de los aceites del cultivo de higuera (ricinus communis l.) en el valle del sinú, departamento de córdoba”.

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.

ARRÁZOLA, Guillermo; BUELVAS Helmoth & 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.

AMAYA, Luisa, et al.2007. Obtención del aceite de las semillas de luffa cylindrica y evaluación de su potencial uso en la industria cosmética. Scientia et technica, 2007, vol. 13, no 33, p. 287-289.

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

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”.

MARTIN, B. E.2006. “Efectos de la intervención nutricional con un preparado lácteo enriquecido en ácidos grasos poliinsaturados omega-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.

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

MARTÍNEZ, María Félix Cornejo; URBANO, Obdulia Estrada.2012. "Caracterización de aceite de higuera (Ricinus communis) de dos variedades silvestres para la producción de biodiesel en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo". Disponible en:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/795/1/Mar%20F%20a9lix%20Cornejo%20Mart%20adnez%20Obdulia%20Estrada%20Urbano%20Maestr%20en%20Energ%20Renovables.pdf>

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

NESTEL P, CLIFTON P, NOAKES M. 1994. *"Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men"*. Journal of Lipid Research 35 (4): 656–662. Disponible en:https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_palmitoleico

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 MEZA, Carlos Alberto, et al. 2014. *Análisis comparativo características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*) en Tungurahua y Manabí.* Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería Bioquímica.

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

VILLALOBOS, Alina A. Camacho; SEVERINO, Liv Soares; SABEL, JM del A.2007. Evaluación de cuatro cultivares de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) en la selva del Perú región Ucayali.

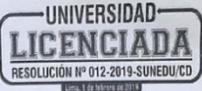
ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE HIGUERILLA ROJA Y BLANCA



UNAP

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



RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra : Aceite de Higuierilla blanca *Ricinus Communis, L*
 Solicitado por : Alex Daniel García Alván
 Andy Mason Sánchez Ordoñez
 Tipo de Análisis : Físico Químico
 Fecha de Análisis : 06 de julio del del 2023

PARÁMETRO	MUESTRA	MÉTODO
Humedad (%)	0,80	NTP 209.004:1968
Densidad (g/ml) a 15.6 °C	0,9496	ASTM D 1298
Índice de acidez mg KOH/g grasa	11,045	NTP 209.005:1968
Grado de acidez (% de Ac. Oleico)	5,55	NTP209.005:1968
Índice de Peróxido mEq O ₂ /Kg aceite	44,58	NTP 209.006:1968
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	385,27	NTP 209.058:1980

Iquitos 06 de julio de 2023

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



UNAP

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



RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra : Aceite de Higuierilla roja *Ricinus Communis, L*
 Solicitado por : Alex Daniel García Alván
 Andy Mason Sánchez Ordoñez
 Tipo de Análisis : Físico Químico
 Fecha de Análisis : 06 de julio del del 2023

PARÁMETRO	MUESTRA	MÉTODO
Humedad (%)	1,52	NTP 209.004:1968
Densidad (g/ml) a 15.6 °C	0,9600	ASTM D 1298
Índice de acidez mg KOH/g grasa	22,95	NTP 209.005:1968
Grado de acidez (% de Ac. Oleico)	11,54	NTP209.005:1968
Índice de Peróxido mEq O ₂ /Kg aceite	65,95	NTP 209.006:1968
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	475,20	NTP 209.058:1980

Iquitos 06 de julio de 2023

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

ANEXO2: RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFIA DE GASES

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

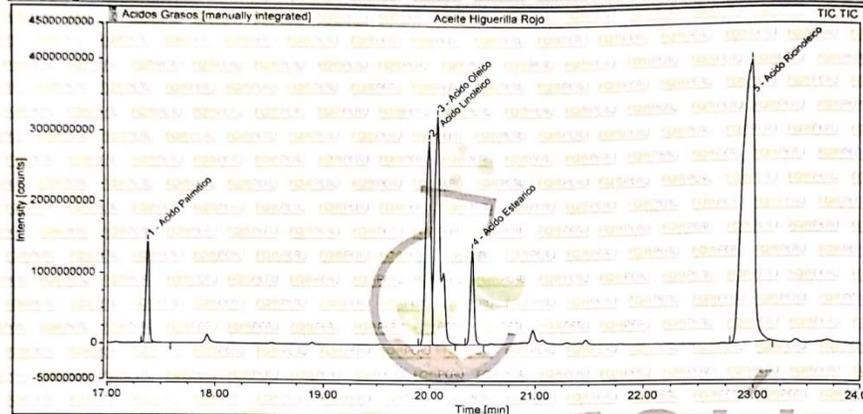


Page 1 of 2

Cromatograma y Resultados

Injection Details
 Nombre de Inyección: Aceite Higuierilla Rojo
 Tiempo de Cromatografía: 30.99
 Volumen de Inyección: 1.00

Chromatogram



No.	Peak Name	Retention Time (min)	Relative Area (%)
1	Acido Palmítico	17.378	1.96
2	Acido Linoleico	19.999	5.32
3	Acido Oleico	20.060	16.27
4	Acido Estearico	22.007	22.20
5	Acido Ricinoleico	22.998	5.43
Total:			100.00

[Handwritten Signature]
 CARLOS ALBERTO...
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 122553



Default Integration

Chromatogram (c) Chromat
 Version 7.2.4.8179

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

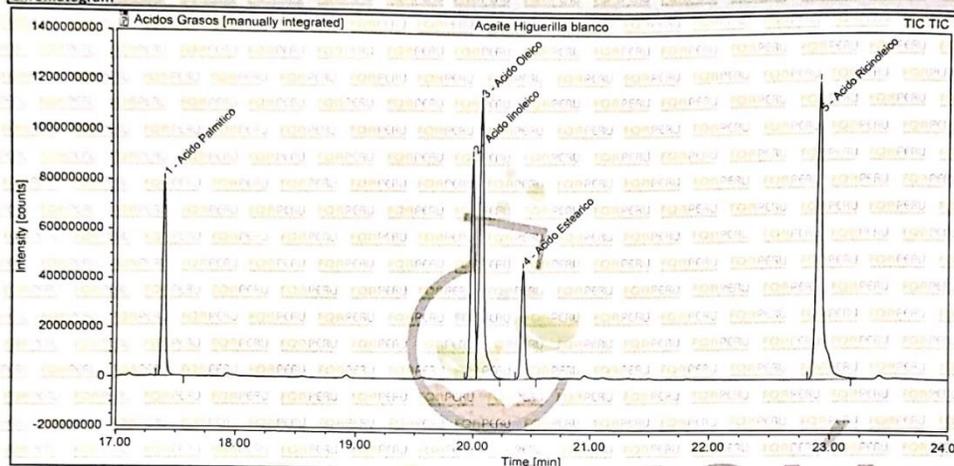


Cromatograma y Resultados

Injection Details

Nombre de Inyeccion Aceite Higuerrilla blanco
 Tiempo de Cromatogr 30.99
 Volumen de Inyeccion 1.00

Chromatogram



Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Relative Area %
1	Acido Palmítico	17.400	13.26
2	Acido linoleico	19.992	17.48
3	Acido Oleico	20.067	26.49
4	Acido Estearico	20.424	8.48
5	Acido Ricinoleico	22.910	34.29
Total:			100.00

[Signature]
 CARLOS AZEVEDO PALQUI MENDO
 INGENIERO QUIMICO
 CIP 122688



Default Integration

Chromleon (c) Dionex
 Version 7.2.4.8179

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRONICO: fqaperusac@gmail.com

**ANEXO 3: CONDICIONES DEL EQUIPO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES
PARA EL ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS**

Equipo varian 450-GC	
Nombre del Método	: ungurahui 52 min 14.10.17 METH
Tipo/dimensiones de la columna	: VF-WAX CP 9207/60m x 0.25mm x 0.39mm
Volúmen/modo de inyección	: 1ul, en columna
Temperatura de inyector	: 250 °C
Temperatura inicial del horno	: 140 °C (por 3 min.)
Rampa de calentamiento	: 2,0 °C/min
Temperatura final	: 240°C
Flujo	: 1,0 mL/min
Tiempo de corrida	: 52 min.
Temperatura del detector	Fuente: 270 °C Flujo de hidrógeno: 30mL/min Flujo de aire:300mL/min
Flujo de gases del detector (FID)	Modo: flujo de ajuste constante (25mL/min) Gas de ajuste: helio
El equipo GC brinda el porcentaje de cada ácido graso que contiene la muestra	

ANEXO 4: PANEL FOTOGRAFICO

Georreferencia del lugar de recolección de muestras





Planta de Higuera Roja.



Planta de Higuera Blanca.



Coleta de Espigas de Higuierilla.



Espigas conteniendo semillas de Higuierilla Roja y Blanca.



Semilla Higuierilla Roja.



Semilla de Higuierilla Blanca.



Secado de semillas de higuera.



Semilla de Higuera seca.



Molienda de semilla de Higuera.



Aceite extraído de semillas



Determinación de parámetros físico-químicos del aceite de higuera.

