

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

TESIS



**“EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE
RETAMA (*Retama sphaerocarpa* L.) POR EL MÉTODO
SOXHLET Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Franklin ANCCASI LULO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la ciudad de Acobamba, a los 19 (diecinueve) días del mes diciembre, a horas 03:00 pm, del año dos mil veintidós donde se reunieron los miembros del Jurador Evaluador, designado con resolución N° 173-2022-D-FCA-UNH de fecha 22 de agosto del 2022,conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Mg. VENTURA ROMAN, Almer
<https://orcid.org/0000-0003-3709-5560>
DNI N°: 46029313

SECRETARIO : Mtra. TAIPE LUCAS, Carmen
<https://orcid.org/0000-0003-1538-2753>
DNI N°: 43899175

VOCAL : Dr. RUIZ RODRIGUEZ, Alfonso
<https://orcid.org/0000-0002-0852-5878>
DNI N°: 23641445

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis por via virtual, cuyo link: <https://meet.google.com/hyx-rbjw-zqj?authuser=0>, titulado “EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE RETAMA (*Retama sphaerocarpa L.*) POR EL MÉTODO SOXHLET Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA”, aprobada mediante N° 334-2022-D-FCA-UNH; donde fija la hora y fecha para el mencionado acto.

Sustentante:

Bach. ANCCASI LULO, Franklin
DNI N°: 73950233

Asesor:

Dr. Mtro. RUIZ RODRIGUEZ, Alfonso
DNI N°: 23641445

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se procede a la deliberación con el resultado:

APROBADO DESAPROBADO POR: MAYORÍA

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Acobamba a los 19 días del mes de diciembre del 2022.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

Título

**“EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE
RETAMA (*Retama sphaerocarpa* L.) POR EL MÉTODO
SOXHLET Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA”**

Autor

Bach. Franklin ANCCASI LULO

Asesor

Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ

<https://orcid.org/0000-002-0852-5878>

DNI N° 23641445

Dedicatoria

A mi padre Alejandro Ancasi Curasma, a mi madre Zenobia Lulo Rojas por su gran apoyo y comprensión y sacrificio, y a mis hermanas Rossaesella, Jesy y hermano Ricky.

Agradecimiento

Al culminar la presente investigación, expreso mi agradecimiento:

- ✓ A Dios, por guiarme en esta etapa y todas las etapas de mi vida.
- ✓ A la Universidad Nacional de Huancavelica por abrirme las puertas de sus instalaciones para desarrollarme profesionalmente.
- ✓ A mis padres por brindarme todo el apoyo emocional y económico y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son puertas al éxito.

Tabla de contenido

Acta de sustentación.....	ii
Título	iii
Autor	iv
Asesor.....	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del Problema	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivo específico.....	16
1.4. Justificación	16
1.5. Limitaciones.....	16
CAPÍTULO II:	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. Retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.)	21
2.2.1.1. Clasificación taxonómica.....	22
2.2.1.2. Descripción botánica	22
2.2.1.3. <i>Habitad</i>	23
2.2.1.4. <i>Morfología</i>	23
2.2.1.5. <i>Usos</i>	24

2.2.1.6. <i>Composición química</i>	24
2.2.2. Aceite	25
2.1.1. Métodos de extracción de los aceites vegetales	26
2.2.2.1. <i>Extracción por solventes</i>	28
2.2.2.2. <i>Extracción con fluidos supercríticos</i>	29
2.2.2.3. <i>Extracción por prensado</i>	29
2.2.2.4. <i>Extracción acuosa</i>	29
2.2.2.5. <i>Extracción enzimática – prensada</i>	30
2.3. Marco conceptual.....	31
2.4. Definición de términos.....	31
2.5. Hipótesis	32
2.6. Variables	32
2.6.1. Variable independiente.....	32
2.6.2. Variable dependiente.....	32
2.7. Operacionalización de variables	33
CAPÍTULO III:	34
MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio.....	34
3.1.1. Ámbito temporal	34
3.1.2. Ámbito espacial.....	34
3.1.2.1. <i>Ubicación política</i>	34
3.1.2.2. <i>Ubicación geográfica</i>	34
3.2. Tipo de investigación.....	34
3.3. Nivel de investigación.....	35
3.4. Método de investigación	35
3.5. Diseño de investigación	35
3.5.1. Proceso de extracción del aceite.....	35
3.5.1.1. <i>Diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet</i>	35
3.5.1.2. <i>Descripción del diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet</i>	35
3.6. Población, muestra y muestreo	36
3.6.1. Población.....	36

3.6.2. Muestra.....	36
3.6.3. Muestreo.....	37
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	37
CAPÍTULO IV	38
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
4.1. Resultados	38
4.1.1. Análisis fisicoquímico del aceite.....	38
4.1.2. Rendimiento del aceite de semilla de retama	38
4.2. Prueba de hipótesis	39
4.3. Discusión.....	39
4.3.1. Análisis químico proximal	39
4.3.2. Rendimiento	40
Conclusiones	42
Recomendaciones	43
Referencia bibliográfica.....	44
Apéndice.....	50

Tabla de contenidos de tablas

Tabla 1 Características organolépticas generales de los aceites vegetales comestibles.	26
Tabla 2 Procesos de extracción de aceites.	27
Tabla 3 Operacionalización de variables.	33
Tabla 4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	37
Tabla 5 Resultados del análisis fisicoquímico del aceite de semillas de retama	38

Tabla de contenidos de figuras

Figura 1 Diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet.	35
--	----

Resumen

La retama es una especie de la familia *Fabaceae* (leguminosas), oriunda del Mediterráneo, hoy en día se ve en todo el mundo. La extracción de aceite por el método soxhlet se emplea a nivel de laboratorio. El objetivo de la investigación fue determinar las características fisicoquímicas del aceite semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.) extraído por el método Soxhlet y determinar el rendimiento. Esta investigación corresponde al nivel explicativo, método experimental, donde se empleó semillas de retama procedentes del distrito y provincia de Acobamba, recolectadas durante los meses de junio y julio del 2021; empleándose muestra de semillas de retama, los cuales se trituraron y tamizaron. La extracción se realizó por el método soxhlet con hexano, utilizando 100 g de semilla triturada y tamizada. Los resultados de análisis fisicoquímico del aceite reportaron los siguientes valores: índice de yodo 67,40 g/100 g, índice de peróxido 3,06 mEq/kg de muestra, contenido de aceite 40,00%, índice de refracción 1,49 (25 °C), densidad específica 0,87 g/cm³, densidad de acidez 0,34 mg/KOH/g, con un rendimiento de 37,9%. Se concluye que las propiedades fisicoquímicas del aceite crudo de retama no se encuentran dentro de los límites permisibles del Codex alimentarius.

Palabras clave: aceite crudo, índice de refracción, extracción, retama.

Abstract

The Retama is a species of the Fabaceae family (legumes), native to the Mediterranean, today it is seen all over the world. Oil extraction by the soxhlet method is used at the laboratory level. The objective of the research was to determine the physicochemical characteristics of broom seed oil (*Retama sphaerocarpa* L.) extracted by the Soxhlet method and to determine the yield. This research corresponds to the explanatory level, experimental method, where broom seeds from the district and province of Acobamba were used, collected during the months of June and July 2021; using a sample of broom seeds, which were crushed and sifted. The extraction was carried out by the soxhlet method with hexane, using 100 g of crushed and sieved seed. The results of the physicochemical analysis of the oil reported the following values: iodine index 67.40 g/100 g, peroxide index 3.06 mEq/kg of sample, oil content 40.00%, refractive index 1.49 (25 °C), specific density 0.87 g/cm³, acid density 0.34 mg/KOH/g, with a yield of 37.9%. It is concluded that the physicochemical properties of broom crude oil are not within the permissible limits of the Codex alimentarius.

Keywords: crude oil, refractive index, extraction, retama.

Introducción

La Retama es una especie de la familia *Fabaceae* (leguminosas), oriunda del Mediterráneo, hoy en día se ve en todo el mundo, por su fácil adaptación que han sido introducidas como plantas ornamentales, otras investigaciones mencionan que fueron introducidos con el objetivo de controlar la erosión del suelo.

Para la extracción del aceite de las semillas se pueden utilizar tres métodos: extracción mecánica (prensado), extracción con solventes y una combinación de los dos métodos anteriores, siendo los solventes comúnmente más utilizados son las fracciones ligeras de éter de petróleo y el hexano.

El proceso de extracción requiere el conocimiento de las propiedades físicas y fisicoquímicas de las semillas y sus ácidos grasos. Las propiedades físicas permiten medir equipos para el almacenamiento, transporte y procesamiento de semillas. También es necesario caracterizar este aceite para estimular el consumo y la industrialización.

Con el fin de satisfacer las necesidades agroindustriales y alimentarias se plantean la obtención de aceite a partir de semillas de retamas, para lograr un desarrollo integrado como parte de la solución a los problemas de producción a nivel nacional. El objetivo principal fue determinar las características fisicoquímicas de la semilla y del aceite de retama (*Retama sphaerocarpa* L.) extraído por el método Soxhlet.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La obtención de aceites a partir de semillas de plantas es una alternativa agroindustrial para agregar valor. Los aceites vegetales pueden ser buenas fuentes de aceite, carbohidratos, proteínas y minerales, a pesar del alto contenido de celulosa y lignina que pueden limitar su uso en la alimentación animal, principalmente monogástricos. El aceite de sabor agradable y el olor suave se compara con el aceite de algodón en valor nutritivo y digestibilidad. El porcentaje de aceite en las semillas en el peso del salvado seco obtenido, con alto contenido de ácidos grasos insaturados, demuestra que este producto tiene un buen potencial para aprovechamiento tanto en la alimentación humana y animal, como en uso para la industria de cosméticos. Es por ello que, realizando la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de retama, se espera conocer sus potencialidades para su aprovechamiento industrial.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán las propiedades del aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.) extraído por el método Soxhlet?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.)?
- ✓ ¿Cuál será el rendimiento en la extracción de aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las propiedades del aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.) extraído por el método Soxhlet.

1.3.2. Objetivo específico

- ✓ Determinar las características fisicoquímicas del aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.).
- ✓ Determinar el rendimiento del aceite de semillas de retama (*Retama sphaerocarpa* L.).

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación pretende dar el valor agregado y generar conocimiento sobre la composición química proximal de las semillas de retama, las propiedades fisicoquímicas y ácidos grasos del aceite de semillas retama. Lo cual aportará información científica, que servirá como posible herramienta de investigación en relación a su composición del aceite de semillas de retama. El aprovechamiento de las semillas de retama en la extracción de aceite permitirá obtener nuevas alternativas para el uso en la agroindustria, y aprovechar científicamente.

La presente investigación es importante porque utiliza la semilla de la retama (*Retama sphaerocarpa* L.) en la extracción del aceite, el cual pueda ser utilizado en la agroindustria favoreciendo y aportando en la cadena de manejo agroindustrial de la retama.

1.5. Limitaciones

La presente investigación se limita a los siguientes aspectos:

- ✓ La recolección de la semilla fue muy complicada por la escasa presencia de plantas de retama.

- ✓ El ingreso a los laboratorios de la EPIAG fue restringido por la pandemia, lo cual dificultó en el proceso de la extracción del aceite de semillas de retama.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Gabriel (2019) en su investigación titulado “Optimización del proceso de extracción de aceite de teberinto (*Moringa oleifera*)”, su objetivo fue optimizar el proceso de extracción del aceite de teberinto (*Moringa oleifera*) mediante el método Soxhlet. Para la investigación utilizó semillas de teberinto procedentes de distrito de Huacho, provincia de Huaura Lima. Evaluó el mayor rendimiento de extracción de aceite en base a factores que afectan las propiedades físico-químicas de las semillas, las características y calidad del aceite obtenido, determinando donde el diseño de ensayo está dado por los factores que influyen en la extracción del aceite, como el tamaño de partícula (mallas de: 800, 1000 y 1200), tipo de solvente (n-hexano, éter de petróleo y éter dietílico), tiempo de extracción (2 horas, 2,5 horas. y 3.00 horas), y la relación en peso de semillas de moringa por volumen de solvente fue de 1:10, 1:12 y 1:15. De acuerdo a los resultados experimentales y estudios de análisis estadístico, la mayor eficiencia obtuvo para la extracción de aceite de moringa con el tamaño de partícula más pequeño de malla 800 en 3 horas y con el solvente n-hexano. Se ha encontrado que el ácido oleico está presente en mayor proporción en el aceite de moringa (73%) en comparación con el aceite de oliva, en cuanto a calidad y propiedades es similar al aceite de oliva avalado por un laboratorio mundialmente acreditado como SGS.

Hoyos y Hoyos (2019) en su trabajo titulado “Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (*Passiflora edulis* S.) Extraído con solvente orgánico y prensado en frío”, tuvieron como objetivo caracterizar el aceite de semilla de maracuyá (*Pasiflora edulis*. S), extraído con solvente orgánico y prensado en frío. El proceso de extracción de aceite de las semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* S.) variedad negra obtenida en la ciudad de Chiclayo, la extracción del aceite se realizó mediante el método prensado en frío con disolvente orgánico y expeller en un equipo Soxhlet; para lo cual se acondicionaron las semillas, dando

como resultado un total de 12 corridas experimentales. En el análisis cromatográfico según su rendimiento se obtuvo un alto porcentaje de ácido linoleico de 68.95%. El mejor método de extracción para los tipos de semilla de maracuyá fue el prensado en frío, que se obtuvo de la semilla de maracuyá fresca el 27% y el de la semilla de desecho industrial un 25% y la del solvente para la semilla fresca de maracuyá 14% y la semilla de desecho industrial un 7%; por lo tanto, el rendimiento del prensado fue mayor que el del solvente orgánico.

Torres (2018) en su trabajo titulado “Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente”, tuvo por objetivo extraer y caracterizar el aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) obtenido por prensado en frío y solvente orgánico. Para lo cual se utilizó las semillas de granadilla como materia prima para la extracción del aceite, se aplicaron dos métodos de extracción, uno por solventes, utilizando hexano como reactivo y prensado en frío, donde se utilizó una prensa hidráulica. Se caracterizó como afecta el método de extracción en el rendimiento y en las propiedades fisicoquímicas (acidez e índice de peróxidos), perfil de ácidos grasos y su calidad. Se obtuvo mayor rendimiento en el aceite extraído con solvente $23,475 \pm 1,18\%$, teniendo esta mayor acidez 3,4526% e índice de peróxidos 15,372 (meq O₂/kg) y una mayor concentración de ácido linoleico 81,3385%. En el caso del aceite obtenido por prensado, presenta una acidez inferior del 1,756% y un índice de peróxidos de 6,662 meq O₂/kg y un contenido superior en ácido araquidónico del 84,249%. Estos ácidos grasos obtenidos corresponden a los denominados omega 6.

Alvear y Menéndez (2018), en su trabajo titulado “Estudio del aceite de dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*), considerando distintos parámetros de extracción”, donde evaluaron el proceso de extracción del aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*) analizando las variedades Sims y flavicarpa, aplicando dos métodos de acondicionamiento (semilla entera y molida). Mediante el método de extracción por arrastre, para lo cual se utilizaron dos disolventes (éter etílico y éter de petróleo). Se evaluó el rendimiento de aceite, el perfil lipídico, las características fisicoquímicas y el contenido de cianuro, utilizando un diseño

trifactorial con tres repeticiones. Se determinaron las características fisicoquímicas de los aceites como densidad e índices de refracción, saponificación, yodo, acidez y peróxido. Las mejores condiciones de extracción del aceite de maracuyá para las dos variedades evaluadas se observaron cuando se trituró la semilla y se utilizó éter etílico como diluyente, en el que se obtuvo un rendimiento promedio de 20 g de aceite por cada 100 g de muestra. La caracterización fisicoquímica indicó que el aceite cumple con los estándares de calidad establecidos para aceites comestibles y podría tener interés en la industria cosmética. El índice de saponificación del aceite de semilla de maracuyá fue de 84,5 mg KOH.100 g⁻¹, valor similar al encontrado para el aceite de colza o canola. El índice de peróxidos es uno de los parámetros de calidad establecidos para aceites con un valor <10 meq H₂O₂.k⁻¹, para lo cual el aceite de maracuyá cumple con este requisito (4,55 meq H₂O₂.k⁻¹).

Ortega et al. (2015) en su investigación titulada “Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. obtenido por diferentes métodos de extracción” su objetivo fue evaluar el rendimiento en aceite a través de diferentes métodos de extracción, caracterizar el aceite a nivel fisicoquímico y evaluar la actividad antioxidante. Se investigó los frutos de *Euterpe precatoria* Mart. (asaí) de Yurimaguas del Departamento de Loreto, según sus características morfológicas y análisis proximal; se obtuvo aceite a través de diferentes métodos, evaluando el rendimiento de extracción, propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante. Los resultados morfológicos indican longitudes, diámetros de 1,324 cm a 1,425cm y peso de 1,797 g. El análisis químico proximal se realizó a la pulpa seca, que se utilizó para extraer el aceite. El contenido de cenizas fue similar al reportado para la especie *Euterpe olaraceae* Mart. El contenido total de lípidos totales fue mayor a lo descrito de un contenido de 11,5% en pulpa sin tratar, pero inferior al reportado (37%) en otros estudios. El rendimiento por tratamiento de prensado y pre tratamiento enzimático-prensado fue de 31,9% y 35,3% respectivamente. Sin embargo, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa cuando se comparó el rendimiento. El rendimiento de la extracción por solvente

fue de 42,6% y se observaron diferencias en el color intensidad y IC50. La IC50 del aceite obtenido por prensado y pretratamiento enzimático fue 6,97mg/mL y 3,61mg/mL, respectivamente; el mejor resultado fue la extracción por solvente IC50 1,82 mg/ml; sin embargo, ninguno de los extractos mostró mayor actividad que el Trolox (IC 500,001mg/mL). El contenido de fenoles totales de los aceites obtenidos fue superior a los resultados reportados de *E. oleracea* Mart, con mayor presencia de compuestos fenólicos en la especie *E. precatória*. Confirmando lo reportado respecto al predominio de compuestos fenólicos en *E. precatória* en comparación con *E. oleraceae*.

Quintana y Valencia (2015) en su trabajo titulado “Caracterización del aceite de semilla de chía (*Salvia hispánica* L.), extraído con solvente orgánico y prensado en frío – Lambayeque 2014”, evaluaron el proceso de extracción de aceite de la semilla de Chía de la variedad negra y blanca. Para la extracción del aceite se empleó el método de prensado en frío utilizando un expeller y por solvente orgánico utilizando el equipo Soxhlet; en el que se acondicionaron las variedades de Chía. Se observó que la variable de mayor influencia en el proceso de extracción fue el método de prensado, con un rendimiento de 27% de aceite y un porcentaje de omega 3 (73,28%) y omega 6 (15,48%) para la variedad de Chía negra, y para la variedad de Chía blanca su rendimiento fue menor (25%), con un porcentaje de omega 3 (74%) y omega 6 (15,79%). En cuanto al método de solvente orgánico su rendimiento fue de 13,50% y su porcentaje de omega 3 (61,55%) y omega 6 (14,42%) para la variedad de Chía negra y el rendimiento de la semilla de Chía blanca fue menor que la semilla de Chía negra (8,88%), pero en omegas su porcentaje fue para omega 3 (64,62%) y omega 6 (14,80%).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Retama (*Retama sphaerocarpa* L.)

La retama es un arbusto de origen mediterráneo con una estructura modular claramente simplificada. Las ramas terminales más jóvenes funcionan como unidades modulares de crecimiento capaces de producir

nuevas ramas a partir de las yemas axilares basales (en la base de la rama) e inflorescencias a partir de las yemas axilares laterales (García 2004).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Ayala (2014) la clasificación taxonómica de la retama es de la siguiente manera:

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Papilionaceae
Género	: Spartium
Especie	: Spartium junceum L.
Nombre común	: Retama

2.2.1.2. Descripción botánica

Palacios (2015) sostiene que es un arbusto alto que puede alcanzar los 5 metros con ramas fuertemente ramificadas, de aspecto junciforme: verdes y sin hojas. De hecho, las hojas son pequeñas, lanceoladas o lineales, y se caen rápidamente. Inflorescencia, las flores dispuestas en racimos sueltos se ubican en el ápice de las ramas. Las flores son grandes, de más de 2 cm de largo, de color amarillo muy claro, que crecen desde la parte superior de las ramas, lo que hace que esta especie sea distintiva. Es más, reconocemos por allí que la copa parece hecha de una sola pieza, sin dientes, que encierra la flor por abajo y se abre por arriba. Sus frutos son legumbres muy comprimidas que se vuelven negras cuando maduran. Las semillas son casi circulares, de color marrón rojizo y tienen una superficie porosa. Puede florecer en diferentes épocas del año, aunque la floración principal es a finales de la primavera.

2.2.1.3. *Habitad*

La retama se encuentra en sitios ruderales, orillas de parcelas. Preferentemente en quebradas y orillas de los caminos, adornándolos con sus flores amarillas. La planta de la retama crece predominantemente desde los 2500 a 3500 msnm en Cochabamba - Bolivia). Distribución altitudinal: En el Valle de México desde los 2250 hasta los 2800 msnm (Rzedowski, 2001).

2.2.1.4. *Morfología*

Rzedowski (2001) describe la morfología de la retama de la siguiente manera:

- ✓ **Tallo:** Muy ramificada, con ramas cilíndricas, con ramas verdes, estriadas, prácticamente sin hojas (hojas pequeñas en las ramas más jóvenes).
- ✓ **Hojas:** Alternas, caducas, muy estrechas, algo más anchas hacia el ápice, de hasta 3,5 cm de largo y hasta 5 mm de ancho, a veces puntiagudas, márgenes enteros, estrechas hacia la base, azul verdosas, con pelillos en la superficie.
- ✓ **Inflorescencia:** Las flores dispuestas en racimos laxos, ubicados en las puntas de las ramas. Las brácteas y bractéolas diminutas y caedizas.
- ✓ **Flores:** Grandes y llamativas, de 2 cm de largo o más, amarillas; el cáliz es un tubo corto con la punta asimétrica y con dientes diminutos; la corola con 5 pétalos desiguales, siendo el más exterior el más ancho y conspicuo, casi circular, llamado patrón, luego hay un par de pétalos laterales (más largos que los demás) similares entre sí llamados alas, y por último también los dos más internos similares entre sí y generalmente fusionados a la quilla que envuelve los estambres y el ovario; 10 estambres, los

filamentos unidos para formar un tubo; ovario sésil, angosto, con un estilo delgado y curvo, sin pelillos.

- ✓ **Frutos y semillas:** Los frutos son legumbres lineales, aplanadas, de hasta 7 cm de largo y hasta 8 mm de ancho, que se abren en la madurez. Semillas casi circulares con un diámetro de hasta 5 mm, de color marrón rojizo y superficie porosa.

2.2.1.5. Usos

Las raíces, la corteza del tallo, las flores y las semillas con propiedades amargos, laxantes y farmacéuticos con propiedades eméticas leves. Remojar las flores y aplicar una cataplasma en la frente y el cerebro alivia los dolores de cabeza. El extracto de la flor se usa como diurético (Font, 1981).

Las flores de forma de sauma, al inhalar los vapores, alivian la congestión nasal, conocida como sinusitis, que se manifiesta por la descarga de grandes cantidades de mucosidad nasal (Yarleque *et al.*, 1990).

2.2.1.6. Composición química

Contiene alcaloides como la esparteína y la citisina. En la corteza y ramas existe un alcaloide llamado retamina, que se encuentra en una concentración de 0,4%, además de otro llamado paquicarpina, que en realidad es la despartina y estructuralmente relacionado con el primero (Flores, 2001).

Las flores contienen alcaloides cardiotónicos. Contiene alcaloides como la esparteína y la citisina. Los compuestos fenólicos, los flavonoides, son principalmente los pigmentos responsables de la coloración de muchas flores y algunas frutas. La importancia de los taninos, que tienen propiedades de depósito de proteínas y alcaloides (Bruneton, 1991).

2.2.2. Aceite

Los aceites son sustancias de origen vegetal, consisten principalmente en mezclas de ésteres de glicerina con ácidos grasos, más conocidos como triglicéridos. Éstos son líquidos a temperaturas ambientales; la reacción química para la formación de los triglicéridos se muestra en la Figura 1 (Bailey, 2001).

Los aceites vegetales han tenido gran importancia en la alimentación de las distintas culturas desde épocas prehispanicas, esto se debe a que desempeñan un papel importante ya que contribuyen a la palatabilidad de la dieta alimentaria de la humanidad (Gil, 2010).

Desde el punto de vista nutricional, tienen gran importancia, ya que aportan con un alto contenido energético, además de aportar a la dieta ácidos grasos esenciales, como el ácido linoleico y el alfa linoleico, y son un medio de conducción de las vitaminas liposolubles A, D y E (Gil, 2010).

Las grasas vegetales se clasifican de forma general en dos grupos: los procedentes de frutos y las obtenidas a partir de semillas oleaginosas. Los aceites vegetales se encuentran generalmente conformados por glicéridos de ácidos grasos, aunque en ciertas ocasiones contienen pequeñas cantidades de otro tipo de lípidos tales como los fosfáticos de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en el aceite (Hernández y Sastre, 1999).

La característica común de los aceites vegetales comestibles es que no contienen colesterol y que en ellos predominan los ácidos grasos insaturados, pero existe diferencias entre los distintos tipos de aceites vegetales dependiendo de su origen (Hernández y Sastre, 1999).

En la Tabla 1 se presentan las características organolépticas más comunes de los aceites vegetales comestibles.

Tabla 1

Características organolépticas generales de los aceites vegetales comestibles

Parámetro	Características
Contenido de grasa	No menos del 99,5% (p/p)
Color	Generalmente amarillo pálido
Olor	Olores característicos dependiendo del tipo de aceite

Fuente: Hernández y Sastre (1999).

2.1.1. Métodos de extracción de los aceites vegetales

La extracción acuosa, el prensado y la extracción por solventes son los métodos básicos para la extracción de aceites. El prensado mecánico (hidráulico y tornillo) se ha practicado durante miles de años 48. La extracción acuosa ebulle, la materia oleaginosa, pulpa o semilla para la separación parcial del aceite (Bargale, 1997). El método más utilizado convencionalmente es la extracción con solventes (Bredeson, 1983).

Actualmente está estudiándose y desarrollándose nuevos métodos de extracción de aceites para reducir el deterioro del aceite en el proceso de extracción y en consecuencia evitar la contaminación del producto (solventes residuales en el caso de extracción por solventes), el deterioro de componentes termolábiles (compuestos antioxidantes, vitaminas, etc.) (Ortega, 2015). En el cuadro 4 se muestran los diferentes procesos de extracción de aceites.

Tabla 2*Procesos de extracción de aceites.*

Proceso de extracción	Ventajas	Desventajas	Refinación, desodorización y blanqueo	Ejemplos
Prensado en frío o centrifugación	Retiene compuestos menores como volátiles, compuestos fenólicos y clorofilas	Bajo rendimiento de aceites	No	Aceite de oliva virgen, aceite de palta, aceite de cáñamo
Extracción mediante fluidos supercríticos (CO ₂)	Proceso no tóxico y más seguro que la extracción con hexano. No requiere eliminar solventes de la micela o harina residual	Más caro. Los rendimientos pueden ser menores a los obtenidos con hexano	Opcional	Aceite de avena
Extracción con etanol	Solvente menos tóxico y más seguro que el hexano	Más difícil de remover los extractos no lipídicos de la micela y la harina	Si	Aceite de grano de maíz
Prensado estándar	Tecnológicamente simple y económico para producción a gran escala industrial	Menor rendimiento que la extracción con hexano, las altas temperaturas causan algunos cambios químicos en el aceite de la harina	Si	Aceites commodities
Extracción con hexano	Bajo costo, altos rendimientos	Problemas para la salud y de seguridad	Si	Aceites commodities
Pre prensado + extracción con hexano	Bueno para semillas con >20% aceite	Requiere más equipamiento	Si	Aceites commodities
Extracción acuosa enzimática	Técnica suave, ambientalmente limpia	Altos costos de las enzimas, rendimiento menor a la extracción con hexano	Opcional	En desarrollo

Fuente: Gourmet and Health-Promoting (2009).

2.2.2.1. Extracción por solventes

La extracción con solventes se originó como un proceso por lotes y se desarrolló para sistemas continuos de extracción de solventes. La extracción generalmente se realiza a contracorriente para maximizar el rendimiento y minimizar el consumo de solvente (Kemper, 2005; Latif, 2009).

Los extractores comerciales operan mediante dos métodos:

a. Percolación

El solvente se difunde desde la parte superior del lecho a una velocidad determinada por la resistencia del lecho al flujo de solvente por gravedad. El proceso de percolación se basa en el principio de humectación permanente de la superficie por el solvente, lo que asegura que el solvente saturado sea reemplazado permanentemente por el solvente insaturado/micella, los solventes con 25-30% de aceite salen del percolador y la harina se desengrasa. Se retiene del 30 al 35% en peso de solvente, los solventes se separan del aceite por evaporación y destilación al vacío (Cooke, 2006).

b. Inmersión

La muestra se sumerge completamente en el disolvente. La micela altamente concentrada es reemplazada por el solvente fresco, el sistema estático debe ser agitado para asegurar que el solvente concentrado sea reemplazado, aumentando la formación de partículas muy pequeñas que deben ser removidas de la micela. En general, el método de inmersión es más adecuado que el método de percolación cuando el aceite debe extraerse de muestras con alto contenido de fibra o baja concentración de aceite (Bockisch, 1998).

2.2.2.2. Extracción con fluidos supercríticos

La extracción con fluido supercrítico se realizó utilizando dióxido de carbono en lugar de disolventes orgánicos. Cooke *et al.* (2006) definen un fluido supercrítico como cualquier sustancia que cuya temperatura y presión son mayores que sus valores críticos y cuya densidad es cercana o mayor a su densidad crítica. El equilibrio vapor-líquido no puede existir por encima del punto crítico de una sustancia pura. Los fluidos supercríticos exhiben propiedades que se encuentran en algún lugar entre los gases y los líquidos. Este método es tan eficiente como la extracción por solventes y los aceites son de mejor calidad (Eggers and Sievers, 1989). El aceite saturado con CO₂ puede ser liberado por reducción de presión o temperatura (Eggers and Sievers, 1989 y Darr and Poliakoff, 1999). La baja temperatura durante el proceso y la ausencia de solventes residuales hace que el deterioro del aceite sea mínimo (Reverchon. and Osséo, 1994).

2.2.2.3. Extracción por prensado

El prensado mecánico (hidráulico y en espiral) es el método más antiguo y sencillo de extracción de aceites. No se utilizan productos químicos para extraer el aceite y, por lo tanto, el aceite no deja residuos. Es una técnica intensiva en mano de obra. Aunque la extracción por prensa directa fue poco utilizada hasta la década de 1990 debido a los bajos rendimientos, ahora este proceso vuelve a ganar interés por motivos medioambientales (Bockisch, 1998).

2.2.2.4. Extracción acuosa

El método de extracción acuosa se realiza de forma artesanal y está sujeto a las diferentes costumbres y tradiciones de las comunidades indígenas. El aceite se obtiene separando por maceración la pulpa de la semilla y cociendo la pulpa hasta que

sobrenade el aceite para separarlo por decantación. También se puede separar el aceite con una prensa convencional con una eficiencia aproximada del 35% (Brokamp, 2011; Ávila y Díaz, 2002).

2.2.2.5. Extracción enzimática – prensada

Actualmente se están desarrollando métodos de extracción asistida por enzimas debido a la necesidad de tecnologías de extracción que amigables con el medioambiente. Una aplicación particularmente útil de las enzimas es el aumento del rendimiento y/o la reducción del uso de solventes necesarios para la extracción (Latif, 2009).

La extracción acuosa enzimática es una tecnología emergente en la industria de grasas y aceites ya que ofrece ventajas en comparación con la extracción convencional (Latif, 2009). Se elimina el consumo de solventes reduciendo los costos de inversión y los requisitos de energía (Barrios, 1990). Posibilita la recuperación de aceite y de proteína de manera simultánea., además la calidad de los aceites obtenidos con tratamiento enzimático es relativamente buena en comparación con extraídos con solventes.

La hidrólisis enzimática de la pared celular es una opción para el tratamiento previo de las muestras oleaginosas, ya que hidroliza los complejos de lipoproteínas y lipo-polisacáridos en moléculas más simples, liberando de esta manera aceite extra para la extracción. Por ello, el prensado en frío asistido por enzima es una alternativa ideal para la extracción de muestras oleaginosas, donde el conocimiento previo de la composición de la pared celular de la muestra es útil para la selección de las enzimas (Puri et al., 2012).

2.3. Marco conceptual

La calidad de los aceites y grasas se definen por parámetros físicos y químicos que dependen de la fuente de aceite; variables geográficas, climáticas y agronómicas, las condiciones de procesamiento y almacenamiento, por lo que los criterios de garantía de calidad dependen del tipo de aceite investigado, y otros factores que varían en función del uso y reglamentos de cada país (Folashade *et al.*, 2012).

Además, dependiendo del uso previsto, la calidad del aceite durante el almacenamiento y uso debe ser monitoreado. Los aceites pueden sufrir rancidez hidrolítica, autooxidación, foto-oxidación y oxidación térmica (Shahidi, 2005).

2.4. Definición de términos

- ✓ **Aceite crudo:** Es un producto intermedio obtenido después del descascarillado, prensado, extracción por solventes y separación mediante procesos de separación de semillas oleaginosas. Estos aceites se denominan “aceites crudos” debido a su contenido de materias extrañas.
- ✓ **Acidez:** Una sensación de ardor en el estómago o la garganta causada por demasiado ácido en el estómago (Gabriel, 2019).
- ✓ **Ácido oleico:** Este ácido es del tipo de grasa monoinsaturada, omega 9, que se encuentra principalmente en aceites vegetales como el cártamo, el aguacate y el aceite de oliva (Gabriel, 2019).
- ✓ **Agentes pro-oxidantes:** La presencia de trazas de metales de transición, como el cobre y el hierro, producen un efecto de catálisis sobre el proceso de oxidaciones lipídica favoreciendo la formación de radicales libres (Frankel, 2005).
- ✓ **Densidad:** La densidad se define como la masa de una sustancia por unidad de volumen (Farmacopea, 2000).

- ✓ **Energía radiante:** Tanto la radiación visible, ultravioleta como gamma son promotoras de la oxidación lipídica (Frankel, 2005).
- ✓ **Extracción:** Es un proceso de separación de una sustancia que puede disolverse en dos solventes inmiscibles con diferente grado de solubilidad y está en contacto a través de una interfase.
- ✓ **Humedad:** En alimentos con actividad de agua muy baja ($a_w < 0,1$), la oxidación se produce a un ritmo elevado. A medida que la a_w aumenta hasta alrededor de 0,3; la velocidad disminuye y alcanza un mínimo, solo para volver a aumentar con valores de a_w más altos (Labuza, and McNally, 1972).
- ✓ **pH:** Definido como el valor informado por un potenciómetro capaz de reproducir valores de pH de 0,02 unidades utilizando electrodos indicadores sensibles a la actividad de iones de hidrógeno, como un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia adecuado (Farmacopea, 2000).

2.5. Hipótesis

La presente investigación de este tipo y nivel de investigación es implícita (Hernández *et al.*, 2013); por efectos de cumplimiento del reglamento del grados y títulos, se planteó la hipótesis que no está sujeta a la contrastación estadística.

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

- ✓ Método de extracción

2.6.2. Variable dependiente

- ✓ Rendimiento.
- ✓ Características fisicoquímicas del aceite.
- ✓ Ácidos grasos del aceite.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

Tipo	Variable	Indicadores
Independiente	Método de extracción	Temperatura (°C)
		Minutos (min)
Dependiente	Rendimiento	Porcentaje (%)
	Características fisicoquímicas del aceite	Índice de acidez
		Índice de peróxido
		Índice de yodo
Ácidos grasos del aceite	Densidad	
	Cromatograma	

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito temporal y espacial del estudio**

3.1.1. **Ámbito temporal**

La investigación se desarrolló durante el 2021 y el 2022, la semilla de retama fue recolectada del distrito y provincia de Acobamba – Huancavelica. La extracción del aceite de semillas de retama se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01 de la EPIAG – UNH y el análisis del aceite de semilla de retama se realizó en el Laboratorio de Control de calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNCP.

3.1.2. **Ámbito espacial**

3.1.2.1. *Ubicación política*

País	: Perú
Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba

3.1.2.2. *Ubicación geográfica*

Latitud Sur	: 12°50' 30"
Longitud Oeste	: 74° 33' 42,2"
Altitud	: 3417 msnm.

3.2. **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es Aplicada, ya que se aplicó y/o utilizo los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren nuevos conocimientos, después de implementar y sistematizar la investigación basado en la práctica (Hernández *et al.*, 2015).

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Explicativo (Hernández *et al.*, 2013), porque busca explicar el rendimiento del aceite de semilla de retama.

3.4. Método de investigación

En el presente estudio se utilizó un método general: el método científico-experimental (Hernández *et al.*, 2013).

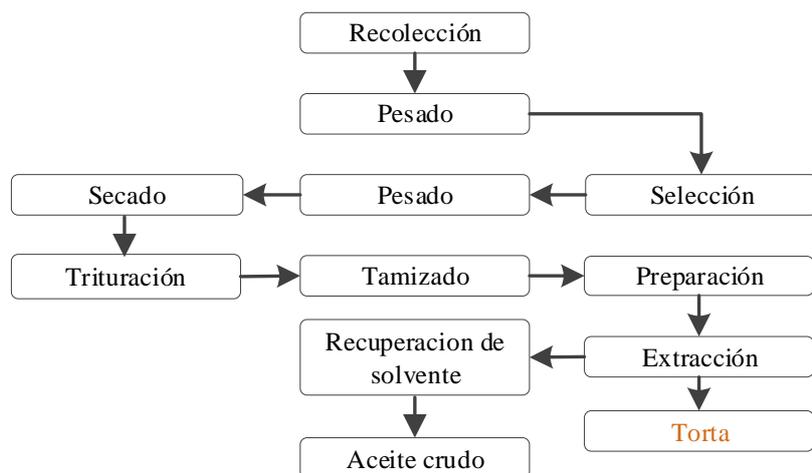
3.5. Diseño de investigación

3.5.1. Proceso de extracción del aceite

3.5.1.1. Diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet

Figura 1

Diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet.



Fuente: Adaptado de Gabriel (2019).

3.5.1.2. Descripción del diagrama de extracción de aceite por el método Soxhlet

- a. **Recolección:** Se recolecto 600 g de semillas de retama en el distrito y provincia de Acobamba.
- b. **Pesado 1:** La semilla recolectada se pesó a la llegada al laboratorio.

- c. **Selección:** Se retiro las semillas que no se encontraban en estado maduro y algunas impurezas como restos de ramas de retama.
- d. **Pesado 2:** Luego de la selección se pesó, obteniendo 580 g de semillas de retama, el pesado se realizó con una balanza analítica.
- e. **Secado:** El secado se realizó en una estufa, a una temperatura de 60 °C por 48 horas, donde se obtuvo 490 g. de semilla de retama.
- f. **Trituración:** La semilla de retama se trituro en un mortero, con la ayuda de un pilón.
- g. **Tamizado:** Se realizo un tamizado con la ayuda de un colador de malla N° 100.
- h. **Preparación:** Se cargo la 100 g semilla molida al equipo Soxhlet y se colocó al balón el hexano.
- i. **Extracción:** Se extrajo 29 ml aceite de semilla de retama, lo cual al pesar dio como 37,9 g.
- j. **Recuperación de solvente:** El hexano se recuperó, lo cual se puede utilizar de nuevo.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población

La población estuvo conformada por la semilla de retama producida en el distrito de Acobamba de la provincia de Acobamba.

3.6.2. Muestra

La muestra estuvo compuesta por 580 g de semilla de retama.

3.6.3. Muestreo

La técnica utilizada para la obtención de la muestra fue al azar.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 4

Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Observación directa	Ficha de observación, libretas de campo.	Estado de la semilla de retama.
Mediciones	Cantidad de semilla y aceite.	Gramos de semilla
Recolección de información	Revisión bibliográfica de libros, formatos impresos y virtuales.	Referencias bibliográficas de extracción de aceite por el método soxhlet.
Características fisicoquímicas del aceite	Métodos de determinación.	Datos obtenidos del laboratorio

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El estudio de los resultados obtenidos se realizó utilizando el MS Excel 2019.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis fisicoquímico del aceite

Los resultados del análisis fisicoquímico del aceite de semillas de retama se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados del análisis fisicoquímico del aceite de semillas de retama

Análisis	Resultados
Índice de yodo	67,40
Índice de peróxido	3,06
Índice de refracción	1,49
Densidad especifica	0,87
Densidad de acidez	0,34

4.1.2. Rendimiento del aceite de semilla de retama

A continuación, se presenta el análisis de rendimiento en la extracción del aceite a partir de las semillas de retama.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{M. S}}{\text{M. I.}} \times 100$$

Donde:

M.I = Material que ingresa

M.S = Material que sale

R = Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{37,9 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = 37,9\%$$

Resumen: Para la obtención de aceite se utilizó 100 g de semillas de retama, del cual se obtuvo 37,9 g de aceite, con un rendimiento de 37,9%.

4.2. Prueba de hipótesis

Para la presente investigación no es necesario realizar la prueba de hipótesis.

4.3. Discusión

4.3.1. Análisis químico proximal

El índice de yodo es una medida de la insaturación en las moléculas del aceite, su presencia se debe a los propios mecanismos de la planta, para fijar enlaces dobles, que es el principal precursor de nuevos ácidos grasos, que también son afectados por los factores ambientales de pre cosecha, luz temperatura, riego, constituyentes del suelo, control de plagas y ataque de plagas (Jimenez et al., 2001). En la presente investigación, el índice de yodo que se obtuvo es de 67,40 gI₂/100g de aceite, valor inferior del rango establecido por el Codex Alimentarius 210 (2011) que es de 86-107 gI₂/100g

El valor de índice de peróxido es un indicador del grado de descomposición oxidativa. El sabor rancio suele presentarse cuando el índice de peróxido está entre 20 y 40 mEq O₂/kg de aceite (Ekwenye, 2006). Un valor de índice de peróxido bajo no indica que el aceite sea bueno, solo indica el estado de oxidación actual de la muestra de aceite y no el potencial de oxidación (Frank et al., 2011). En la presente investigación se obtuvo el Índice de peróxido de 3,06 mEq O₂/Kg de aceite, este valor se encuentra fuera del rango establecido por el Codex Alimentarius 210 (2011). Por su parte De la Cruz (2021) extrajo aceite de semillas de nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) con índice de peróxido de 6,38 mEq O₂/Kg de aceite, valor superior al obtenido en la presente investigación. Los estudios han demostrado que los valores de índice de peróxido aumentan linealmente durante el almacenamiento, con métodos de extracción y con cantidades crecientes de ácidos insaturados (Aletor et al., 1990; Frank et al., 2011).

El índice de refracción (IR) se define como la relación entre la velocidad de la luz en el aire (técnicamente, el vacío) y la velocidad de la luz en el

aceite. El IR está relacionado con el grado de saturación; el IR disminuye linealmente a medida que disminuye el yodo (Nielsen, 2003). En la presente investigación el índice de refracción fue de 1,49 que se encuentra fuera del límite máximo establecido por el Codex Alimentarius (para el aceite de maní es 1,460 - 1,465), los resultados de la presente investigación se encuentran por encima de los resultados obtenidos por Gabriel (2019), esto podría ser por la materia prima utilizada en cada investigación.

Los ácidos grasos insaturados son líquidos a temperatura ambiente. Esto está relacionado con el punto de fusión o dureza y densidad del material graso (Gabriel, 2019), para la presente investigación la densidad fue de 0,87 g/cm², valor ligeramente superior al obtenido por Gabriel (2019), estas variaciones pueden ser por el tipo de materia prima utilizados en cada investigación.

El índice de acidez es un sistema que ayuda a determinar la cantidad de cadenas de ácidos grasos que han sido hidrolizadas a partir de la estructura básica del glicerol, representa el índice de KOH necesario para saponificar los ácidos grasos libres de las grasas y se conoce comúnmente como el porcentaje de ácidos grasos por ácido oleico (Badui, 1996, citado por Gabriel, 2019), el índice de acidez para el aceite obtenido de semilla de retama fue de 0,34 mg de CHI/g de aceite, valor inferior al obtenido por Gabriel (2019) quien obtuvo valores de 1,403; 1,401; 1,402 y 1,301 en aceite de semilla de moringa. El índice de acidez puede incrementarse en el caso de aceites extraídos por prensado en frío o vírgenes, debido a la presencia de pigmentos y compuestos antioxidantes como clorofila y carotenoides. En el caso de aceite extraído por solventes, el índice es mucho mayor.

4.3.2. Rendimiento

El rendimiento de la extracción de aceite de semillas de retamas por el método de soxhlet fue de 37,9%, valor superior al que obtuvo Ortega et

al. (2015) por el método de prensado en frío de los frutos de *Euterpe precatoria* Mart., que obtuvo 31,9%. Con respecto a la extracción con pre tratamiento enzimático prensado en frío obtuvo 35,3%, valor próximo al obtenido en la presente investigación, mientras con el método de extracción con solventes obtuvo un rendimiento de 42,6%, cuyo valor es superior al obtenido en la presente investigación.

Conclusiones

Al culminar con la investigación se tiene las siguientes conclusiones:

- ✓ Se determinó las propiedades fisicoquímicas del aceite teniendo los resultados: índice de yodo 67,40 g/100 g, índice de peróxido 3,06 mEq/kg de muestra, contenido de aceite 40,00%, índice de refracción 1,49 (25 °C), densidad específica 0,87 g/cm³, densidad de acidez 0,34 mg/KOH/g.
- ✓ Se tuvo un rendimiento de 37,9% en la extracción de aceite de semillas de retama por el método de soxhlet.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar la el análisis químico proximal del aceite crudo de retama.
- ✓ Obtener al aceite de semillas de retama por otros métodos para conocer el rendimiento.
- ✓ Realizar el refinado del aceite de semillas de retama.

Referencia bibliográfica

- Aletor, V.A., Ikhená, A.F. y Egharevba, V. (1990). The quality of some locally processed nigerian palm oils: An estimation of some critical processing variables. *Food Chem*, 36: 311-317.
- Alvear, J. y Menéndez, K. (2018). Estudio del aceite de dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*), considerando distintos parámetros de extracción. <http://redisd.org/index.php/es/poster-1010-bio/100-estudio-del-aceite-de-dos-variedades-de-maracuya-passiflora-edulis-considerando-distintos-parametros-de-extraccion>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1999). Official methods of analysis. 15 ed. Washington DC, United States.
- Ávila, LM. y Díaz Merchán, JA. (2002). Aceite de Seje (*Oenocarpus bataua*). Bogotá, Colombia; p. 4–5.
- Ayala, E. (2014). Efecto genotóxico in vitro de plantas medicinales antibacterianas *Spartium junceum* L. “retama”, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “tara” y *Eucalyptus globulus* Labill “eucalipto”. Ayacucho - 2013. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915853/efecto-genotoxico-in-vitro-de-plantas-medicinales-antibacterian_hgPJVjM.pdf
- Bailey, A. (2001). *Aceites y grasas industriales*. 2da. Ed. Barcelona, España: Reverté S.A.
- Bargale, PC. (1997). Mechanical oil expression from selected oilseeds under uniaxial compression. Available from: <http://ecommons.usask.ca/handle/10388/etd-10212004-000419>
- Barrios, VA., Olmos, DA., Noyola, RA. and López Munguía, CA. (1990). Optimization of an enzymatic process for coconut oil extraction. *Oleagineux* [Internet]. 45(1):35–42. Available from: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19896772329.html;jsessionid=A677104D782F7588064BAC37084A2432>

- Bockisch, M. (1998). Extraction of vegetable oils. In: AOCS Press, editor. *Fats and Oils Handbook* [Internet]. Champaign, USA: AOCS. Available from: <http://books.google.com/books?id=ixEtWwg72OQC&pgis=1>
- Bredeson, DK. (1983). Mechanical oil extraction. *J Am Oil Chem Soc* [Internet]. 60(2):211–3. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/BF02543484>
- Brokamp, G., Valderrama, N., Mittelbach, M., Grandez, CA., Barfod, AS. and Weigend, M. (2011). Trade in palm products in north-western South America. *Bot Rev* [Internet]. 77(4):571–606. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007/s12229-011-9087-7>
- Bruneton, J. (1991). *Elementos de fitoquímica y farmacognosia*. 18 ed. Madrid: Acribia S.A. Madrid – España.
- Cooke, D., Schwarz, M., Boocock, D., Winterhalter, P., Steward, WP., Gescher, AJ., et al. (2006). Effect of cyanidin-3-glucoside and an anthocyanin mixture from bilberry on adenoma development in the ApcMin mouse model of intestinal carcinogenesis--relationship with tissue anthocyanin levels. *Int J Cancer* 119(9):2213–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16823841>
- Darr, JA., Poliakoff, M. (1999). *New Directions in Inorganic and Metal-Organic Coordination Chemistry in Supercritical Fluids*. *Chem Rev* [Internet]. American Chemical Society; 99(2):495–542. Available from: <http://dx.doi.org/10.1021/cr970036i>
- De la Cruz, C. (2021). Obtención de aceite de la semilla del nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica – Perú]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3903>
- Eggers, R. and Sievers, U. (1989). Processing of oilseed with supercritical carbon dioxide. *J Chem Eng JAPAN* [Internet]. 22(6):641–9. Available from: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jcej/22.641?from=CrossRef>

- Ekwenye, U.N. (2006). Chemical characteristics of palm oil biodeterioration. *Biokemistri*, 18:141-149.
- FAO/OMS. (2011). *Grasas y aceites comestibles*. Codex Alimentarius.
- Farmacopea. (2000). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (Vol. I y II)*. México.
- Folashade, O., Omoregie, H. y Ochogu, P. (2012). Standardization of herbal medicines - A review. *Int J Biodivers Conserv* [Internet]. Mar; 4(3):101–12. Available from:
[http://www.academicjournals.org/ijbc/abstracts/abstracts/abstracts2012/March/Kunle et al.htm](http://www.academicjournals.org/ijbc/abstracts/abstracts/abstracts2012/March/Kunle%20et%20al.htm)
- Font, Q. (1981). *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. Red. España: Labor S.A.
- Frank, N., Albert, M, y Ekwe, D. (2011). Assessment of the quality of crude palm oil from smallholders in Cameroon. *J. Stored Prod. Postharvest Res*, 2: 52-58.
- Frankel, E. (2005). Lipid oxidation. Available from:
<http://www.cabdirect.org/abstracts/20053161712.html>
- Gabriel, M. (2019). Optimización del proceso de extracción de aceite de teberinto (*Moringa oleifera*) mediante método soxhlet. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Callao – Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4396>
- García, S. (2004). Demografía modular de una planta perenne mediterránea [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/5325/1/T27386.pdf>
- Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición: Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la nutrición*. 2da. ed. Madrid, España: Panamericana.
- Gourmet and Health-Promoting. (2009). Specialty Oils [Internet]. American Oil Chemists' Society; Available from:
http://books.google.com.pe/books/about/Gourmet_and_Health_Promoting_Specialty_O.html?id=k_p9PgAACAAJ&pgis=1

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2013). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández, M., y Sastre, A. (1999). Tratado de nutrición. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT278&dq=composicion+de+los+aceites+vegetales+comestibles&hl=es&sa=X&ei=PU100jVUWgGoGwjALax4GOBg&ved=0CCMQ6AEwAg#v=onepage&q=composicion%20de%20los%20aceites%20vegetales%20comestibles&f=false>
- Hoyos, J. y Hoyos, S. (2019). Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (*Passiflora edulis* S.) extraído con solvente orgánico y prensado en frío. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5648/Hoyos%20Zagaceta%20%26%20Sanchez%20Zavaleta.pdf?sequence=1>
- Kemper, T. (2005). Oil extraction. In: Shahidi F, editor. Bailey's Industrial Oil and Fat Products [Internet]. 6th ed. John Wiley & Sons, New York. Available from: http://books.google.com.pe/books/about/Bailey_s_Industrial_Oil_and_Fat_Products.html?id=qgJtygAACAAJ&pgis=1
- Labuza, T, and McNally, L. (1972). Stability of intermediate moisture foods. 1. Lipid oxidation. J Food. [Internet]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03408.x/abstract>
- Latif, S. (2009). Analytical investigations to compare the enzyme-assisted extraction of vegetable oils with conventional methods [Thesis doctoral, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan]. <http://pr.hec.gov.pk/jspui/handle/123456789//572>
- Nielsen, S.S. (2003). Análisis de los alimentos. 3.a Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Ortega Romero, Elizabeth, Jurado Teixeira, Bertha, Ramos Llica, Eva, Zamudio Malpatida, Karin, & Aparicio Aquisé, Elvira. (2015). Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de Euterpe

preparatoria Mart. obtenido por diferentes métodos de extracción. Revista de la Sociedad Química del Perú, 81(1), 33-43. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000100005&lng=es&tlng=es.

Ortega, E. (2015). Obtención del aceite vegetal de Euterpe precatoria Mart. (Asaí) por diferentes métodos de extracción: evaluación del rendimiento y calidad (características físico-químicas, actividad antioxidante y estabilidad) [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3988>

Palacios, S. (2015). Efecto antiulceroso y antisecretor del extracto hidroalcohólico de las flores del *Spartium junceum* L. “retama”. Ayacucho – 2015. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916091/efecto-antiulceroso-y-antisecretor-del-extracto-hidroalcoholico_BAk5hNI.pdf

Puri, M., Sharma, D. and Barrow, CJ. (2012). Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. Trends Biotechnol [Internet]. Elsevier Ltd; 2012; 30(1):37–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2011.06.014>

Quintana, J. y Valencia, J. (2015). Caracterización del aceite de semilla de chía (*Salvia hispánica* L.), extraído con solvente orgánico y prensado en frío – Lambayeque 2014. Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, 2(1) 7-14. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/102>

Reverchon, E. and Osséo, LS. (1994). Comparison of processes for the supercritical carbon dioxide extraction of oil from soybean seeds. J Am Oil Chem Soc [Internet]. 71(9):1007–12. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/BF02542270>

Rzedowski, G. (2001). Flora fanerogámica del valle de Mexico. 2ª ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Patzcuaro, Michoacan, México.

- Shahidi, F. (2005). Quality Assurance of Fats and Oils. In: Shahidi F, editor. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2005. p. 565–75.
- Torres, A. (2018). Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5768>
- Yarlequé, J., Aucasime, L., Magallanes, C., León, E. y Anaya, R. (1990). El medicamento vegetal en la provincia de Huamanga y Lima Metropolitana. Instituto de Investigación de la FCB-UNSCH.

Apéndice

Aprendice 1. Matriz de consistencia

“EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE RETAMA (*Retama sphaerocarpa* L.) POR EL MÉTODO SOXHLET Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Actividades y protocolos
<p>¿Cuáles serán las propiedades del aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.) extraído por el método Soxhlet?</p> <p style="text-align: center;">Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.)?</p> <p>¿Cuál será el rendimiento en la extracción de aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.)?</p>	<p>Determinar las propiedades del aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.) extraído por el método Soxhlet.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar las características fisicoquímicas del aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.). ✓ Determinar el rendimiento del aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.). 	<p>Se extraerá aceite de semillas de retama (<i>Retama sphaerocarpa</i> L.) y se caracterizará sus propiedades fisicoquímicas.</p>	<p>Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Método de extracción <p>Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rendimiento. ✓ Características fisicoquímicas del aceite. ✓ Ácidos grasos del aceite. 	<p>T° y tiempo</p> <p>% IR, densidad</p>	<p style="text-align: center;">Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p style="text-align: center;">Nivel de investigación: Explicativo</p> <p style="text-align: center;">Método de investigación: Experimental - Científico</p>

Apéndice 2. Testimonio fotográfico



Fotografía 1. Plantas de retama en el distrito de Acobamba - Huancavelica.



Fotografía 2. Muestra de semilla de retama (entera y triturada).



Fotografía 3. Proceso de extracción de aceite por el método Soxhlet.



Fotografía 4. Calentamiento de la semilla de retama triturada.

Apéndice 3. Certificados de análisis



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0242 - LCC - UNCP - 2021

SOLICITANTE : ANCCASI LULO FRANKLIN
DIRECCIÓN : HUANCAMELICA.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ACEITE ESCENCIAL DE LA SEMILLA DE LA RETAMA
MARCA : S/M
TAMAÑO DE MUESTRA : 50mL
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 04/08/21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 17/08/21
SOLICITUD DE SERVICIO : N°0242 - 2021
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 1

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Índice de Yodo (g/100g)	87.40
Índice de Peróxido (meq/Kg de muestra)	3.06
Contenido de aceite (%)	40.00
Índice de refracción (25°C)	1.49
Densidad específica (g/cm ³)	0.87
Índice de acidez (mg/KOH/g)	0.34

MÉTODOS DE ENSAYO:
1. ÍNDICE DE YODO : AOAC, 2001
2. ÍNDICE DE PERÓXIDO : NTP 289.006:1998
3. CONTENIDO DE ACEITE : AOAC, 2001
4. ÍNDICE DE REFRACCIÓN : AOAC, 2001
5. DENSIDAD ESPECÍFICA : AOAC, 2001
6. ÍNDICE DE ACIDEZ : NTP 289.006:1998

LOS RESULTADOS SÓLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA: EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VALIDEZ SOLO A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O EMENDACIÓN DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DEPOSITOS LEGALES VIGENTES. INHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENAN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 17 DE AGOSTO DEL 2021.



UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación titulado:
"EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE RETAMA (Retama sphaerocarpa L.) POR EL MÉTODO SOXHLET Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA".
- Presentado por el autor:
ANCCASI LULO, Franklin.
- Docente asesor:
Mtro. RUIZ RODRIGUEZ, Alfonso.
- Para obtener:
El Título Profesional de: INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), y al estar dentro de los parámetros establecidos, la investigación es **aceptado como original**.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
72.0 %	28.0 %

El Certificado se expide el 1 de junio del año 2022.



DR. ESPINOZA QUISEP CARLOS ENRIQUE
JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

N° 169-2022