

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE MEDICINA**



**Caracterización del aceite de semillas de *Juglans regia* L. “nogal”  
procedente de La Cuesta, Otuzco, obtenido por expresión. 2022.**

**Tesis para optar el Título Profesional de  
Químico Farmacéutico**

**Autor**

**Vera Valderrama, Rosario Mercedes**

**Asesor**

**Alfaro Beltrán, Iris Melina**

**Código ORCID 0000-0002-5239-0501**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2022**

## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS .....	i
1 Palabra clave.....	ii
2 Título .....	iii
3 Resumen .....	iv
5 Introducción .....	1
6 Antecedentes y Fundamentación científica .....	1
7 Justificación .....	9
8 Problema .....	9
9 Conceptualización y operacionalización de variables .....	10
10 Hipótesis .....	11
11 Objetivos .....	11
12 Metodología .....	12
13 Técnicas e instrumentos de investigación .....	12
14 Resultados .....	19
15 Análisis y Discusión .....	23
16 Conclusiones y recomendaciones .....	27
17 Referencias bibliográficas .....	28
18 Anexos .....	33

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Rendimiento en aceite de Juglans regia L. “nogal”</i>	19
<b>Tabla 2</b>	<i>Caracteres organolépticos del aceite de Juglans regia L. “nogal”</i>	20
<b>Tabla 3</b>	<i>Características físicas del aceite de Juglans regia L. “nogal”</i>	21
<b>Tabla 4</b>	Características químicas del aceite Juglans regia L. “nogal”	22

## 1 Palabra clave

<b>Tema</b>	Aceite
<b>Especialidad</b>	Bromatología

## Keywords

<b>Subject</b>	Oil
<b>Speciality</b>	Bromatology

## Línea de investigación

<b>Línea de investigación</b>	Productos naturales con propiedades medicinales y alimenticias
<b>Área</b>	Ciencias médicas y de salud
<b>Subárea</b>	Medicina básica
<b>Disciplina</b>	Farmacología y farmacia

## **2 Título**

Caracterización del aceite de semillas de *Juglans regia* L. “nogal” procedente de La Cuesta, Otuzco, obtenido por expresión. 2022

### 3 Resumen

El uso de nutracéuticos es cada vez más frecuente en el mundo y sobre todo en nuestro país, por lo que nos propusimos extraer y realizar una caracterización físico química del aceite de *Juglans regia* L. “nogal” obtenido por expresión. Nuestra investigación fue descriptiva, transversal y con un diseño descriptivo simple. Para lograr nuestro objetivo obtuvimos el aceite con un rendimiento de 6.57 % V/P, líquido a temperatura ambiente, viscoso, transparente de color amarillento clasificado como DESTELL 022 05 según taco de color tipo PANTONE, con sabor dulce a la nuez de origen, con olor a grasa de la nuez. El aceite en estudio tiene un IR de  $1.454 \pm 0.0000$  y una densidad de  $0.9274 \pm 0.000023$ , un índice de acidez de  $4.7074 \pm 0.31234$ , un índice de saponificación de  $181.07 \pm 1.6166$  y un índice de peróxidos de  $6.3 \pm 0.1$ . Finalmente, obtuvimos, artesanalmente, un aceite de *Juglans regia* L. “nogal” de una calidad aceptable para uso cosmético y alimentario.

Palabras clave: Aceite, características fisicoquímicas; *Juglans regia* L.

#### 4 Abstract

The use of nutraceuticals is becoming more frequent in the world and especially in our country, so we set out to extract and carry out a physical chemical characterization of the *Juglans regia* L. “nogal” oil obtained by expression. Our research was descriptive, cross-sectional and with a simple descriptive design. To achieve our objective, we obtained the oil with a yield of 6.7% V/P, liquid at room temperature, viscous, transparent, yellowish in color classified as DESTELL 022 05 according to PANTONE-type color block, with a sweet flavor of the original nut, smelling of nut fat. The oil under study has an IR of  $1.454 \pm 0.0000$  and a density of  $0.9274 \pm 0.000023$ , an acid value of  $4.7074 \pm 0.31234$ , a saponification value of  $181.07 \pm 1.6166$  and a peroxide value of  $6.3 \pm 0.1$ . Finally, we obtained, by hand, an oil of *Juglans regia* L. “nogal” of an acceptable quality for cosmetic and food use.

Keywords: Oil, physicochemical characteristics; *Juglans regia* L.

## **5 Introducción**

### **Antecedentes y fundamentación científica**

Okur, (2022) en su investigación sobre la nuez (*Juglans regia* L.) afecta las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, fenólicas y antioxidantes del yogur durante el tiempo de almacenamiento, refiere que su estudio utilizó con éxito la nuez (*Juglans regia* L.) en la preparación de yogur, demostrando que la adición de nueces aumentó la actividad antioxidante y el contenido de sustancias fenólicas de este producto. Consiguió aumentar el pH y disminuir la acidez titulable durante el almacenamiento. El yogur con nueces tuvo menos sinéresis que el control en el almacenamiento. También dice que el yogur con 1 % de nueces fue el más aceptado el primer día. Finalmente concluye afirmando que la nuez podría utilizarse como aditivo funcional en los yogures y así mejorar los beneficios en la salud de las personas; y por lo tanto, la nuez se puede incluir en producir un nuevo yogur con buenos atributos sensoriales y con actividad antioxidante.

Cittadini et al., (2020) en el estudio “Evaluación de las características químicas del aceite de avellana y nuez de cultivares convencionales y recursos genéticos nativos en un ambiente de cultivo no tradicional de Argentina” afirman que los frutos secos son una importante fuente de nutrientes, por su alto contenido de proteínas, fibra, minerales, antioxidantes, lípidos y vitaminas B y E. Además, su alto contenido de ácidos grasos esenciales (monoinsaturados y poliinsaturados) les confieren utilidad en el cuidado de la salud, como, por ejemplo, disminuyen el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II, etc. Si bien, las evidencias científicas establecen que la cantidad de aceite y sus componentes en la semilla están regulados por los genes, también se sabe ahora que factores ambientales pueden afectar estos parámetros. Al finalizar la investigación los autores nos brindan información sobre la composición de ácidos grasos de semillas y el contenido de aceite de cultivares de avellano y nogal de la cosecha 2019. Concluyendo que están aportando información sobre la composición de genotipos nuevos y convencionales de dos cultivos que crecen en lugares de plantaciones no tradicionales.

Hayes et al., (2015) en el artículo de revisión “**Nueces (*Juglans regia*) Composición Química e Investigación en Salud Humana**” nos dicen que las nueces se están entre las más consumidas en el mundo. Su consumo ocasiona muchos beneficios en enfermedad cardiovascular, diabetes tipo II y en ciertos tipos de cáncer, además de una reducción de los síntomas del envejecimiento y trastornos neurológicos. Los beneficios se atribuyen a que es rico en ácidos grasos poliinsaturados con una relación  $\omega 3:\omega 6$  que es la más alta de todas las nueces de árbol. Los polifenoles y otros fitoquímicos las convierte en sustancias a tener en cuenta en la prevención del daño del ADN por radicales libres. Las nueces se consideran como una sustancia nutracéutica con potencial uso farmacéutico. En su revisión intentan difundir la información sobre el consumo de nueces y los beneficios para la salud del ser humano.

Ríos Latorre & Salazar Luna, (2018) en su investigación sobre la construcción de un equipo para extraer aceite de sésamo y nuez reportan que el rendimiento del proceso en cuanto a aceite de sésamo fue de 59.28 % y en aceite de nuez fue de 70,69 %. También afirman que obtuvieron un aceite que puede ser usado industrialmente en diferentes campos; además de la posibilidad de fomentar la investigación sobre los usos potenciales de estos y otros aceites que mediante este tipo de equipos se puedan obtener.

Cuesta Pérez (2019) al término de su investigación concluye que el aceite de nuez extraído por prensado presenta unas características especiales que permite su consumo directo, sin tener que ser refinado, lo que le convierte en un producto 100% virgen y que el mayor rendimiento se obtiene con la prensa de tornillo a 150°C y 17 rpm. Finalmente, respecto a la calidad físico-química del aceite de nuez, concluyen que los aceites extraídos con la prensa de tornillo tienen un mayor contenido en polifenoles totales y los peores resultados respecto a dos índices de calidad (grado de acidez,  $K_{270}$ ), mientras que los aceites obtenidos con prensa hidráulica presentan un mayor contenido en  $\Delta$ -7-Estigmasterol.

Cuesta Pérez (2019), con referencia a las pruebas de preferencia, respecto al color del aceite, que no se han reportado diferencias significativas entre aceites extraídos con

tipos distintos de prensa (tornillo e hidráulica). En cambio, si se han encontrado diferencias significativas con respecto a los parámetros sensoriales de olor y sabor, siempre a favor de las muestras extraídas con la prensa hidráulica, debido probablemente a que las nueces se consumen más en fresco que tostadas.

Finalmente, Cuesta Pérez (2019), reporta que los aceites de nuez extraídos mediante la prensa de tornillo presentan un color amarillo intenso, con olor a nuez tostada y sabor dulzón, siempre que al realizar la extracción la temperatura supere los 100°C. Por el contrario, el aceite extraído mediante la prensa hidráulica presenta un color amarillo con tonos más pálidos, y un olor y un sabor que nos ha recordado a la nuez fresca, combinándose con claros toques dulzones.

En nuestro país, en la investigación de este espécimen vegetal tenemos a Pérez Mendoza, (2018) que en su tesis para determinar el efecto antimicrobiano del extracto de las hojas de *Juglans regia* comprobó el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Juglans regia* en cepas de *Staphylococcus epidermidis* a concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%. Aportando, la suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis alternativa de todas las diluciones.

Aranda-Ventura et al., (2017) en su investigación para determinar la toxicidad, actividad antioxidante e hipoglicemiante del extracto acuoso de hojas de *Juglans neotropica* Diels (nogal peruano), llegó a la conclusión que el extracto acuoso de nogal peruano no tiene efectos tóxicos, tiene una buena capacidad antioxidante y antidiabética in vitro a la concentración de 2000 ug/mL y una buena actividad hipoglicemiante in vivo a una concentración de 250 mg/kg. Para finalmente recomendar que son necesarios más estudios para sentar las bases del empleo del nogal peruano, como una alternativa de tratamiento natural para diabetes y trastornos metabólicos asociados.

Bardales Chuquilín & Ureta Lumbe, (2017) investigaron la actividad antifúngica de la infusión de *Juglans neotropica* Diels (nogal) en colonias de *Cándida albicans* (ATCC 10231); para lo cual evaluaron el efecto de la infusión de nogal al 10%, 20% y 30% de concentración, usando clorhexidina al 0,12% como control positivo. Se observó que si se usa la infusión de *Juglans neotropica* Diels (nogal) al 10%, al 20%, al 30% se evidencia actividad antifúngica sobre *Cándida albicans* ATCC 10231, en igual grado que con la sustancia control (clorhexidina al 0,12%). Los autores dejan en claro que, en base a la evidencia lograda, evaluada con la U de Mann-Whitney concluyeron que se puede usar infusión de *Juglans neotropica* Diels (nogal) para tener actividad antifúngica sobre *Cándida albicans* ATCC 10231 in vitro.

Bermeo Trinidad & Espíritu Ayra, (2021) realizaron una investigación para evaluar la aplicación del colorante extraído de los frutos de nogal de tres zonas diferentes de Huánuco, tiñendo la fibra vegetal y animal (algodón y lana de oveja respectivamente). Los autores, durante dos meses se dedicaron a extraer el tinte de frutos de nogal de Umari, Molinos y Panao. Los resultados que ellos reportan determinan que el mejor tiempo de decocción es 3 horas, El mejor pH es para la muestra de Umari (más ácida y más recomendada para la tinción); pero tiene menos polifenoles, mientras que en polifenoles, quinonas, flavonoides y taninos es mejor la muestra de Panao. En cuanto al color final Panao y molinos son marrón oscuro y Umari es marrón claro en la lana teñida. Para el algodón el color es igual para las 3 muestras (marrón claro).

En el Perú, Choque Calvina & Quispe Huachaca (2017), determinaron que el contenido de humedad de las nueces, al momento de la cosecha, varía entre 10 y 30%, y que, para realizar el almacenamiento, las nueces deberían tener estabilidad. Las nueces deben secarse hasta un porcentaje de humedad entre un 5 y 8%.

También, Choque Calvina & Quispe Huachaca (2017), afirman que esta semilla destaca por poseer un alto contenido de lípidos que varía de un 64 a un 72 %, siendo los principales ácidos grasos de la nuez de tipo insaturado, tales como el linoleico ( $\omega$  6) con un 58.3% del total de los ácidos grasos y el linolénico ( $\omega$  3) con un 13,8 %. La proporción

entre ácidos grasos saturados y polinsaturados que contiene la nuez es de 1 a 7, proporción difícil de encontrar en otros alimentos naturales, y que a su vez responsable de la rancidez oxidativa que afecta la calidad de las nueces y limita su utilización en el consumo fresco e industrial.

Según Choque Calvina & Quispe Huachaca (2017), los ácidos linoleico y oleico, son grasas esenciales, son insaturados porque, al no tener dos átomos de hidrógeno, en su lugar tienen dos átomos de carbono, y son esenciales porque el organismo no puede producirlos, razón por la el ser humano tiene que obtener estas sustancias a partir de los alimentos. Se conoce actualmente que la nuez tiene alrededor del 50% de un aceite rico en glicéridos, ácido linoleico y ácido linolénico.

*Juglans regia* L. “nogal”, árbol monoico, caducifolio. Cuyas hojas son del tipo alternas, imparipinnadas, con folíolos ovado-elípticos en número de 6-9 pares, acuminadas, glabras. Inflorescencia masculina, axilar. Flores unisexuales, bracteadas y las flores masculinas presentan estambres libres numerosos. Las flores femeninas tienen gineceo unilocular y bicarpelar. Su fruto es una drupa con endocarpo pétreo y semillas lobuladas. ("herbarium", 2020)

La planta perteneciente al género de *Juglans* de la familia Juglandaceae es un árbol de hoja caduca y nativo de la región que se extiende desde los Balcanes hacia el este hasta el Himalaya y el suroeste de China. Ahora está ampliamente distribuido en Asia, el sur y este de Europa y los Estados Unidos. Su fruto es una nuez valiosa y nutritiva, cuyo aceite es rico en ácidos grasos insaturados, tocoferoles y fitoesteroles. Las hojas de *J. regia* también se utilizan como medicina tradicional en China y Europa y han mostrado varios beneficios para la salud para el tratamiento de inflamaciones cutáneas, insuficiencia venosa y úlceras. Además, las investigaciones en farmacología y terapéutica han demostrado que las hojas de *J. regia* tienen efectos hipoglucémicos, antioxidantes, antimicrobianos y antihipertensivos. (Zhao et al., 2014)

Los Aceites de origen vegetal son sustancias generalmente extraídas de los frutos oleaginosos de algunas plantas. Es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

Los Aceites Fijos generalmente son líquidos, pero se pueden presentar como sólidos a temperatura ambiente y se suelen denominar grasas. La consistencia diferente es debida a la relación proporcional entre triglicéridos líquidos y sólidos existentes en el aceite. En los aceites fijos la proporción de glicéridos líquidos como el oleato de glicerilo es alta, mientras que en las grasas los glicéridos son sólidos son los que están en mayor proporción, por ejemplo, el estearato de glicerilo. (López Tejeda, 2014)

De acuerdo con López Tejeda, (2014) existen ciertos factores analíticos para identificar aceites fijos y juzgar su calidad. Entre ellos los índices de yodo, de saponificación, de acidez, de peróxidos, cantidad de materia insaponificable, prueba de frío, cantidad de gomas. Estas características pueden ser identificadas mediante el método oficial de la Sociedad Americana de Químicos de Aceites por sus siglas en inglés American Oil Chemist's Society (AOCS). Entre ellos tenemos:

- **El Índice de acidez** que evalúa la presencia de ácidos grasos libres presentes. Se define como la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de aceite.
- **Índice de peróxidos** que determina el estado de oxidación de un lípido, dando la idea de estabilidad del grado de enranciamiento de los aceites. Se expresa en meq de peróxido/kg de muestra.
- **Índice de saponificación** que se define como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos libres y saponificar los ésteres de un gramo de muestra.
- **Índice de yodo** que indica el grado de saturación de los ácidos grasos, es decir, la proporción de dobles enlaces. Se define como la cantidad de gramos de

monocloruro de yodo, expresados como yodo, absorbido por 100 gramos de muestra, en condiciones definidas. Cuanto mayor sea el contenido de ácidos grasos no saturados en la muestra, mayor es su índice de yodo.

- **Prueba de frío**, que determina la resistencia de la muestra a la cristalización y determina la facilidad para separar la estearina de la oleína en un proceso de winterización. Se define como la temperatura mínima a la cual el aceite se encuentra en estado líquido.

Actualmente casi todo mundo sabe que la extracción de un aceite vegetal es un proceso que implica su separación a partir de una mezcla. Obtener los aceites de semillas oleaginosas implica usar semillas que preferentemente estén maduras, porque en ese estado suelen contener hasta un 30% más que un aceite extraído de las mismas semillas inmaduras (verdes). La extracción del aceite se puede realizar mediante medios mecánicos (presión) o mediante disolventes (hexano), (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

En general los aceites vegetales se extraen por prensado. En esta técnica, una prensa que tiene una jaula con un diámetro constante de principio a fin, en la que se aloja el tornillo sinfín, con el fin de mantener la presión para compensar la reducción de volumen debido a la pérdida del aceite extraído. El diámetro que tiene la torta al salir y el diseño del tornillo son responsables de la presión dentro de la prensa. Dependiendo del tipo de prensa, se pueden llegar a presiones de hasta 3000 bar a consta de elevar la temperatura hasta 170°C. Normalmente, para pre-prensado se llega hasta 30-40 bar con una temperatura aproximada de 95°C. En el prensado directo el propósito es alcanzar 400 bar a una temperatura de 115-125°C, razón por la que no es apropiado denominar “prensado en frío”. La extracción por prensado siempre sufrirá la influencia de varios parámetros, tales como: contenido de humedad en semilla, capacidad de prensa y la potencia aplicada. El aceite obtenido por prensado debe ser purificado mediante el uso de separadores, filtros y decantadores. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

Otra forma de extraer un aceite vegetal es haciendo uso de la técnica denominada extracción por solvente, en la que el aceite pasa desde el sólido hacia el solvente. El

mecanismo bajo el cual se sustenta esta técnica consiste en que el material a extraer se pone en contacto con el solvente, el que ingresa y se distribuye por todos y cada uno de los poros intra-partícula, disolviendo al aceite y como consecuencia se forma una micela, cuya composición está en función del equilibrio logrado con el aceite que estuvo dentro de la semilla. Es a través de estas micelas que el aceite logra salir hacia el exterior de la partícula y luego es transportado hacia la salida del lecho por la corriente total. Cabe entonces destacar que el lavado o arrastre del aceite desde la superficie de la partícula es tan importante como el proceso de difusión del aceite dentro del sólido. A gran escala, la extracción con disolventes es el medio más económico para obtener aceite que la extracción por presión, y su uso va aumentando rápidamente, especialmente para la obtención de aceite de soja. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

### **Justificación de la investigación**

En el Perú es indiscutible el papel que juegan las plantas medicinales en el cuidado de la salud de la población, en especial aquellas plantas comestibles totalmente, parcialmente o algún producto extraído de ellas. Es el caso de los aceites fijos, entre ellos el aceite de nogal, que son muy importantes para la salud. Un aceite con cantidades adecuados de ácidos grasos omega 3 y omega 6 sería de mucho beneficio para la sociedad.

No habiendo mucha información sobre las características fisicoquímicas del aceite de *Juglans regia* L. “nogal” en nuestro país, nos proponemos encontrar dichas características y contribuir al conocimiento sobre este aceite. Con los resultados obtenidos se justificaría como una alternativa al cuidado de la salud en enfermedades metabólicas y cardiovasculares, en cosmética para combatir el avance del envejecimiento.

La justificación metodológica se fundamenta en el hecho de emplear técnicas y métodos preestablecidos y aceptados mundialmente para lograr los objetivos propuestos.

### **Problema**

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite de *Juglans regia* L. “nogal” obtenido por expresión?

## Conceptuación y operacionalización de variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Juglans regia L. "nogal"</b>	Sustancia grasa, viscosa, líquida a temperatura ambiente, inmiscible en agua y que se obtiene de semillas de <i>Juglans regia</i> L. "nogal". ("DLe", 2022)	Trocear y secar a 70°C los embriones del fruto de nogal. Realizar el prensado para obtener el aceite	Producto líquido, viscoso de color amarillento	Volumen obtenido	Nominal
<b>Densidad</b>	Para una sustancia homogénea, esta propiedad se define como el valor resultante de la relación entre la cantidad de masa, con respecto al volumen de dicha sustancia. se representa por la letra minúscula griega rho ( $\rho$ ). se expresa como el cociente de la masa entre el volumen ( $\rho = m/V$ ) (Ramírez Manzanares, 2020)	La densidad la determinaremos el método picnométrico	Valor numérico	D = g/mL	De razón
<b>Índice de refracción</b>	Es el valor que resulta de relacionar la velocidad de la luz en el vacío con la velocidad de la luz en el aceite en estudio. (Gutiérrez Álvarez, 2003)	El IR se obtendrá con Refractómetro Abbe	Valor numérico	Valor adimensional	De razón
<b>Prueba de frío</b>	También llamada "Prueba Fría". Es una técnica de control de calidad para varios tipos de aceite, sean de de origen animal o vegetal. (Gutiérrez Álvarez, 2003)	Calentar una porción de aceite a 130°C. Llene un frasco con la muestra y lleve a 25°C en baño maría. Lleve el frasco a 0°C. durante 5.5 h	Cristalización:	<b>Positivo:</b> cristalización <b>Negativo:</b> No cristalización	Nominal
<b>Índice de acidez</b>	Es la cantidad en mg. de KOH que se necesita para neutralizar los ácidos libres en un gramo de aceite. (Gutiérrez Álvarez, 2003)	Aceite + alcohol etílico neutralizado; después se agregó fenolftaleína. Se titula con KOH hasta coloración rosada	Rango de valor normal	mg de KOH/gramo de aceite	De razón
<b>Índice de peróxidos</b>	Es la cantidad de meq de oxígeno (como peróxido) por kg de aceite o grasa. (Gutiérrez Álvarez, 2003)	Aceite + cloroformo-ácido acético. Se agrega Yoduro de Potasio. Se agrega 30mL de agua destilada. se agrega la solución de Almidón. Se titula con Tiosulfato de Sodio	Rango de valor normal	meq de O <sub>2</sub> /kg de aceite	De razón
<b>Índice de saponificación</b>	Son los mg de KOH, necesarios para saponificar un 1 gr de aceite. (Gutiérrez Álvarez, 2003)	Al aceite se le agrega KOH. Se refluja hasta completa saponificación. Se agrega fenolftaleína y se titula con HCl.	Rango de valor normal	mg de KOH equivalente a 1 cm <sup>3</sup> de HCl 0.5 N	De razón

## **Hipótesis**

Los valores de los parámetros fisicoquímicos del aceite de las semillas de *Juglans regia* L. “nogal” procedente del distrito de La Cuesta, provincia de Otuzco, obtenido por expresión deben estar dentro o diferir muy poco de los valores normales que se reportan en la ficha técnica del aceite de nuez comercial.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Extraer y determinar los parámetros fisicoquímicos del aceite fijo de semillas de *Juglans regia* L. “nogal” obtenido por expresión.

### **Objetivos específicos**

1. Extraer por expresión el aceite de semillas de *Juglans regia* L. “nogal”.
2. Realizar el análisis organoléptico del aceite obtenido de semillas de *Juglans regia* L. “nogal”.
3. Realizar las pruebas para determinar los parámetros físicos del aceite de semilla de *Juglans regia* L. “nogal”.
4. Realizar las pruebas para determinar los parámetros químicos del aceite de semilla de *Juglans regia* L. “nogal”

## 6 Metodología

### a) Tipo y Diseño de investigación

#### Tipo de Investigación

##### Descriptiva:

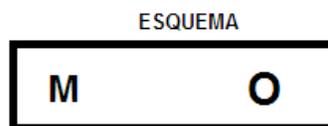
Nuestra investigación busca determinar las características o propiedades fisicoquímicas más comunes del aceite fijo de *Juglans regia* L. “nogal” que se obtuvo de las semillas de esta especie vegetal. (Hernández Sampieri, Fernández Collado and Baptista Lucio, 2014)

##### Transversal

Nuestra investigación implicará la recolección de datos en un periodo de tiempo único o también se puede decir que vamos a describir y analizar el comportamiento de las variables en un momento dado. (Pérez Cabrera & Müggenburg Rodríguez, María Cristina 2007)

#### Diseño de Investigación

Diseño descriptivo simple solo para recoger datos



Donde:

M: Muestra

O: Observación

### b) Población y muestra

**Población:** Frutos de *Juglans regia* L. “nogal” del distrito La cuesta-Otuzco

**Muestra:** 20 kilogramos de frutos maduros de *Juglans regia* L. “nogal”

### **Criterios de Inclusión**

- Frutos maduros.
- Frutos sin indicios de contaminación por plagas.

### **Criterios de Exclusión**

- Frutos inmaduros.
- Frutos con indicios de contaminación por plagas.

## **c) Técnicas e instrumentos de investigación**

### **Técnicas**

#### **Obtención del material botánico.**

Solo se recolectaron frutos maduros de *Juglans regia* L. “nogal” en el distrito de la Cuesta-Otuzco-La Libertad.

#### **Obtención de las semillas *Juglans regia* L. “nogal”:**

A todos los frutos de *Juglans regia* L. “nogal” se les eliminó todo el epicarpio y el mesocarpio, dejando libre la semilla de *Juglans regia* L. “nogal”, que luego fue sometida a limpieza y posterior secado

#### **Obtención de la nuez de *Juglans regia* L. “nogal”:**

Las nueces de *Juglans regia* L. “nogal” serán trituradas para extraer los cotiledones, que son la parte comestible del fruto del nogal.

#### **Obtención del aceite de *Juglans regia* L. “nogal” por prensado en frío**

Se obtuvo el aceite fijo de la especie vegetal en estudio a través de la técnica de expresión en frío; por medio de una prensa de tornillo a alta presión (prensa de aceite artesanal) que es un extractor de aceite de frutos secos en frío. El proceso de extracción se inició con la limpieza del fruto, seguida de descortezamiento (quitar la pulpa), luego se lavó con agua corriente y se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas. Posteriormente trituramos o quebramos las nueces y obtuvimos los

cotiledones. Finalmente se llevó a estufa y se eliminó la humedad hasta obtener peso constante (48 horas). Durante la limpieza se eliminaron sustancias extrañas. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

### **Caracterización organoléptica del aceite de *Juglans regia* L. “nogal”**

#### **Descripción de la apariencia del aceite *Juglans regia* L. “nogal”.**

Se realizó la descripción del aceite obtenido en cuanto al aspecto, describiendo si se observa sedimento o también la presencia de partículas en suspensión. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

#### **Determinación del color del aceite *Juglans regia* L. “nogal”.**

La observación del aceite obtenido, se realizó en tubos de ensayo de vidrio de 16 x 160 mm (se pueden utilizar otros). El color del líquido se examina sobre fondo blanco. Para definir los matices la Farmacopea Española (2002) recomienda observar con luz difusa. La comparación se realizó con un taco de color tipo PANTONE. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

### **Caracterización fisicoquímica del aceite de *Juglans regia* L. “nogal”.**

#### **Densidad relativa**

##### **Método del picnométrico (CODEX STAN 210-1999)**

- Se pesó, en balanza analítica, un picnómetro vacío de 10 mL.
- Luego se pesó el picnómetro lleno de agua.
- Por último, se pesó el picnómetro lleno con aceite. ( $\pm 0,0001$ ).
- El cálculo se realizó por medio de la siguiente ecuación por triplicado. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

$$\rho_{r_{aceite}} = \frac{W_m}{W_a}$$

Donde:

$W_m$  es la masa del aceite (muestra)

$W_a$  la masa de agua en el picnómetro,

### **Índice de refracción (IR)**

#### **Método oficial AOAC 921.08.**

- Se determinó mediante el Refractómetro de Abbe a 20°C.
- Abrimos el doble prisma y colocamos unas gotas del aceite.
- Cerramos y presionamos con fuerza el doble prisma para conseguir la formación de capa delgada y continua de aceite.
- Se dejó reposar la muestra unos minutos para que la temperatura del aceite sea igual a la del doble prisma
- Finalmente se realizó la lectura. (Secretaría de Economía, 2011)

### **Prueba de frío**

La determinación de este parámetro se realizó según publicación de Secretaría de Economía, (2011) y norma COGUANOR 34 072 h13:

- Una muestra de 20 a 30 mL. de aceite se filtró y luego se calentó hasta alcanzar 130°C agitando durante el calentamiento.
- Se transfirió la muestra de aceite caliente a un frasco de vidrio adecuado.
- Se cerró el frasco y se colocó el frasco en baño de hielo hasta alcanzar la temperatura de 25°C.

- Para estar seguro que el cierre es hermético, se selló con parafina.
- Enseguida se sumergió por completo el frasco en baño de hielo, a 0°C donde permanecerá durante 5.5 horas.
- El frasco se retiró del baño de hielo
- Se colocó el frasco a contraluz y se observó detenidamente para evidenciar la presencia de cristales o si hay enturbiamiento.
- Evitar confundir burbujas de aire con cristales.
- Si la muestra de aceite está clara, limpia y brillante se considera que el aceite es de buena calidad.

#### **Determinación del índice de acidez (IA)**

La determinación de este parámetro se realizó según publicación de Secretaría de Economía, (2012)

1. Se realizó por volumetría de neutralización directa.
2. Se pesó 1 g de aceite en matraz Erlenmeyer de capacidad apropiada.
3. Se adicionó 50 mL. de etanol de 96 °GL neutralizado y 2 gotas de fenolftaleína.
4. Se llevó a cabo la titulación con una solución de KOH 0.1 N hasta que aparece un ligero color rosa permanente.
5. Finalmente se calculó el índice de acidez usando la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de acidez (IA)} = \frac{N \times V \times 56.11}{P}$$

Donde:

IA: mg KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres del aceite en estudio.

V: mL de KOH 0.1 N (solución valorada)

N: Normalidad de KOH

56.11: Equivalentes de KOH 0.1 N

P: Peso en gramos del aceite de Juglans regia L. “nogal”.

### **Índice de peróxido (NTC 236)**

En un Erlenmeyer de 125 mL. se colocaron:

- 1 g de aceite de aguacate
  - 15 mL de ácido acético
  - 10 mL de cloroformo
  - 75 mL de agua
  - 1 mL de yoduro de potasio 0.1 N; y
  - 2 mL de almidón
  - La titulación se realizó con tiosulfato de sodio 0.1N
  - La titulación termina cuando se observa ausencia de color.
- (Secretaria de Economía, 2010)

### **Índice de saponificación**

- En un matraz erlemeyer se colocarán:
- 2g de aceite
- 25 mL de KOH 0.5N
- Se sometió a reflujo durante una hora
- Se añadieron 5 gotas de fenolftaleína; y
- Se tituló con HCl 0.5N. (Secretaría de Economía, 2014)

#### **d) Procesamiento y análisis de la información**

Para cada parámetro evaluado se realizaron tres repeticiones. Para cada una de las series de resultados, de los datos de cada una de las pruebas físicas y químicas del aceite de *Juglans regia* L. “nogal” se obtuvo el promedio y la desviación estándar. Para realizar estos cálculos se utilizó Microsoft® Excel® 2016 MSO (16.0.4266.1001) 64 bits (Microsoft Office Professional Plus 2016) en su opción fórmulas estadísticas para calcular el promedio y la desviación estándar.

## 7 Resultados

**Tabla 1**

*Rendimiento en aceite de Juglans regia L. "nogal"*

PARÁMETRO	MUESTRA (Kg)	RENDIMIENTO (% V/P)
Fruto	5.4	4.26
Nuez	3.5	6.57
Cotiledones Frescos	1.5	15.33
Cotiledones Secos	1.35	17.04
Volumen obtenido	230 mL.	

En la Tabla 1 se muestra el rendimiento en el aceite obtenido, calculado a partir de cada parámetro de referencia. El volumen final obtenido fue de 230 mL, volumen con el cual se calcula el rendimiento global de 4.26 %. Los otros rendimientos son informativos y de proceso, pues se debe considerar que el aceite se encuentra en los cotiledones, estos a su vez están dentro de la nuez y esta está. Por otro lado, para obtener el aceite hay que disminuir la humedad del cotiledón y trabajar con cotiledones secos. Finalmente debemos manifestar que se trabajó con una muestra global de 20 kg de frutos; pero que de estos fueron seleccionados 5.4 kg para esta investigación.

**Tabla 2**

*Caracteres organolépticos del aceite de Juglans regia L. “nogal”*

	Amarillento
<b>COLOR</b>	DESTELL 022-05. Según Taco de color tipo PANTONE
<b>OLOR</b>	Característico a grasa / sui generis
<b>SABOR</b>	Dulce suave (sui generis)
<b>ASPECTO</b>	Transparente
<b>ESTADO/APARIENCIA</b>	Líquido
<b>TEXTURA</b>	Viscoso

En la Tabla 2 tenemos los caracteres organolépticos, aclarando que en cuanto al color se utilizó el método comparativo con el taco de color tipo PANTONE que es más preciso que la simple inspección visual y la opinión subjetiva de una persona, ya que este instrumento está exento de toda subjetividad, aparte de que es aceptado en todo el mundo.

**Tabla 3***Características físicas del aceite de Juglans regia L. “nogal”*

<b>Característica física</b>	<b>Resultados</b>	<b>Promedio ± Desvest</b>	<b>Valor de referencia FICHA TECNICA: ACEITE NUEZ VIRGEN 1ª PR (Juglans regia L.)", 2022)</b>
	<b>0.9274</b>		
<b>Densidad g/mL</b>	<b>0.92738</b>	0.9274 ± 0.000023	0,920 a 0,926
	<b>0.92738</b>		
	<b>1.454</b>		
<b>Índice de Refracción</b>	<b>1.454</b>	1.454 ± 0.0000	1,474 a 1,478
	<b>1.454</b>		
<b>Prueba de frio</b>	<b>Negativo</b>	Negativo	Negativo

En la Tabla 3 mostramos los valores obtenidos por triplicado en cada uno de los análisis realizados para determinar las características físicas del aceite. Para cada una de las pruebas se muestra también el valor promedio y la desviación estándar. También se muestran los valores, para cada una de las pruebas, reportados en la ficha técnica del producto comercial, que al ser comparados muestran una diferencia no importante entre el aceite en investigación y el aceite comercial.

**Tabla 4***Características químicas del aceite Juglans regia L. "nogal"*

<b>Características químicas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Promedio ± Desvest</b>	<b>Valor de referencia FICHA TECNICA: ACEITE NUEZ VIRGEN 1ª PR (Juglans regia L.)", 2022)</b>
Índice de acidez	4.88715765	4.7054 ± 0.31234	< 2.00 mg KOH/gramo de aceite
	4.344981125		
	4.884793964		
Índice de saponificación	179.2	181.07 ± 1.6166	180.0-200.0 g KOH/100g
	182		
	182		
Índice de esteres	174.312842	176.36 ± 1.7941	No especifica
	177.655019		
	177.115206		
Índice de peróxidos	6.2	6.3 ± 0.1	< 5.0 meq O <sub>2</sub> /Kg
	6.4		
	6.3		

En la Tabla 4 mostramos los valores obtenidos por triplicado en cada uno de los análisis realizados para determinar las características químicas del aceite. Para cada una de las pruebas se muestra también el valor promedio y la desviación estándar. También se muestran los valores, para cada una de las pruebas, reportados en la ficha técnica del producto comercial, que al ser comparados muestran una diferencia importante en el índice de acidez y el índice de peróxidos entre el aceite en investigación y el aceite comercial. Claramente se ve que el índice de acidez es 150 % mayor que el valor de referencia y que el índice de peróxidos es 26 % mayor que el valor de referencia

## 8 Análisis y discusión

El Perú es un país rico que tiene una flora nativa muy grande; pero la cual no es explotada ni muy utilizada en toda su magnitud. Esta situación se debe a que en nuestro país no se tiene la información adecuada para propiciar su uso. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo la búsqueda de información sobre las características físicas y las características químicas del aceite de *Juglans regia* L. obtenido, de tal manera que con esta información se pueda justificar los usos potenciales de las semillas de esta planta en la industria alimentaria, en la industria cosmética y tal vez en la industria farmacéutica.

Para fines del presente estudio se utilizaron las semillas de *Juglans regia* L. “nogal” para obtener el aceite. En nuestra investigación se determinó el rendimiento porcentual obtenido con los valores que se muestran en la Tabla 1. El proceso de extracción fue por expresión, tal y como se muestra en dicha tabla el porcentaje depende de la referencia como por ejemplo fue de 4.26 % si hacemos referencia al fruto y de 6.57 % si la referencia es la nuez. Resultado que es muy inferior al reportado por Cuesta Pérez (2019) que refiere rendimientos de alrededor del 40 % en su tesis doctoral al evaluar diferentes métodos y condiciones de extracción. Esta diferencia puede ser por condiciones ambientales, ecosistema, estado de la planta o técnica de extracción; pero que no reviste mayor importancia para nuestro trabajo pues no es el objetivo primordial la evaluación del rendimiento.

En la Tabla 2, mostramos los caracteres organolépticos del aceite obtenido. El color amarillento y el sabor suavemente dulce a nuez coincide con lo reportado por Musa Özcan (2009). En cuanto al color se reporta en la misma tabla que comparado con el taco de color tipo PANTONE es el Destell 022-05. En cuanto al olor se puede afirmar que tiene una característica muy particular y es que huele a grasa con un

ligero toque afrutado. El sabor es suave y finalmente el aspecto, la apariencia y la textura es muy similar a otros aceites fijos.

En la Tabla 3, reportamos el promedio y la desviación estándar de la densidad relativa y del índice de refracción del aceite de la nuez de *Juglans regia* L. extraído por prensado. Los resultados que se muestran en dicha tabla evidencian que el aceite obtenido por el método de expresión en nuestra experiencia muestran diferencias con los valores que se reportan en "FICHA TECNICA PRODUCTO: ACEITE NUEZ VIRGEN 1ª PR (*Juglans regia* L.)" (2022) donde el rango en el que puede oscilar densidad es de 0.920 a 0.926. al comparar el valor encontrado de 0.9274 podemos ver que hay una diferencia de 1 milésima de límite superior del rango, esta ínfima diferencia posiblemente se explique si consideramos que el aceite obtenido se purificó artesanalmente por centrifugación a 5000 rpm y posterior decantación, lo cual ocasiona que nuestro aceite no tenga la pureza de un aceite comercial. También en la tabla 3 se muestra un valor de índice de refracción de 1.454 para el aceite de *Juglans regia* L. obtenido, el cual es 2 centésimas menor que el valor de referencia de 1.474 a 1.478 consignado en la misma tabla 3. Esta variación según Gutiérrez Álvarez (2003) se puede explicar porque el índice de refracción, dentro de ciertos límites, es característico para un aceite determinado, por lo cual se le considera como indicador de la pureza del aceite; pero, este valor también depende del grado de saturación de los ácidos grasos que componen al aceite, de la razón cis/trans de los enlaces dobles y de la potencial influencia del grado de oxidación del aceite. Finalmente debemos considerar que son muchos los factores que influyen en el contenido de metabolitos primarios y secundarios en las plantas, entre ellos factores edáficos y climáticos, la época de recolección, la edad de la planta, la temperatura ambiente. La humedad, la intensidad de la luz solar, la altitud, el viento, la porosidad y el pH del suelo, etc. (Celis Flores & Huamán Andoa, 2014)

Son varias las pruebas químicas utilizadas en el análisis de aceites y grasa, los cuales sirven para determinar ciertos valores que por convenio se denominan

índices, valores que indican la cantidad equivalente de una sustancia, que se necesita para reaccionar con ciertos grupos funcionales presentes los aceites y las grasas. (Manrique, 2022) En este contexto en la Tabla 4 presentamos los resultados de las pruebas químicas más comunes para la caracterización química del aceite de Juglans regia L. obtenido en la presente investigación.

El valor promedio determinado para índice de acidez de 2.24 mg de KOH/gramo de aceite determinado para el aceite de Juglans regia L. obtenido y que se muestra en la Tabla 4, al ser comparado con el valor del aceite comercial de Juglans regia L. de primer prensado que también se muestra en dicha tabla, claramente se puede ver que es mayor al rango de referencia  $< 2.00$  mg de KOH/gramo de aceite. Este valor tan elevado del índice de acidez, según Mieres Pitre et al., (2012) sería causado por la gran cantidad de ácidos grasos libres en el aceite de Juglans regia L. obtenido. Estos ácidos grasos libres se forman por hidrólisis del triglicérido. Si el proceso de extracción no controla la temperatura como fue nuestro caso, entonces la descomposición de los triglicéridos debido al calor se ve favorecida, que es lo que origina una cantidad de ácidos grasos libres más alta, afectando de cierta forma la calidad del aceite obtenido.

El valor del índice de saponificación 181.07 mg de KOH/100 gramos del aceite de Juglans regia L. en estudio cae dentro del rango especificado en la misma tabla. Este índice de saponificación nos muestra que el aceite en estudio tiene una gran capacidad de saponificación. En teoría el índice de saponificación para este aceite debe estar dentro del rango de 180 - 200; pero, aunque el valor experimental se encuentra dentro y cercano al límite mínimo establecido, se puede inferir la presencia del alto porcentaje de ácidos grasos libres en el aceite en estudio (Mieres Pitre et al., 2012)

En la tabla 4 también se muestra el índice de éster para el aceite de Juglans regia L. en investigación con un valor de 176.36 mg de KOH/100 gr de aceite, el cual solo se calcula para saber la cantidad de KOH necesaria para saponificar los

triglicéridos de una muestra de aceite. Por esta razón no se consigna un rango de valores apropiados para este aceite. (Manrique, 2019)

Finalmente, el índice de peróxidos determinado para el aceite en investigación fue de 6.3 meq O<sub>2</sub>/Kg tal y como se muestra en la Tabla 4. Este valor es ligeramente mayor que el valor máximo consignado en la misma tabla y que pertenece a la única ficha técnica para el aceite comercial de *Juglans regia* L. que se encontró en la red. Para el análisis de esta diferencia, primero debemos establecer que, tal y como se expresa en el reporte institucional de Hanna instruments (2021), el índice de peróxidos indica de que calidad es un aceite y que nos permite determinar el inicio del proceso de oxidación en un aceite. Todo esto se fundamenta en que la presencia de los ácidos grasos insaturados es normal en los aceites y que cuando estos reaccionan con el oxígeno, aparecen los peróxidos, en consecuencia, los aceites se oxidan. La oxidación de los aceites se origina por exposición a la luz, exposición a metales, al contacto con oxígeno y a temperaturas inadecuadas de almacenamiento. Finalmente, a medida la oxidación de un aceite puede originar sabores y olores desagradables, que para el estudio que llevamos a cabo no ocurrió, tal y como se reporta en la tabla 2 donde se reportan los caracteres organolépticos y ninguno de ellos indica deterioro del aceite; entonces, el valor de 6.3 meq O<sub>2</sub>/Kg del aceite como índice de peróxidos del aceite en estudio nos indica que este aceite se oxida rápidamente y que su conservación debe ser más cuidadosa. ("Análisis de oxidación de alimentos", 2022)

## 9 Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

1. Se logró obtener el aceite fijo de semillas de *Juglans regia* L. “nogal” utilizando la técnica de expresión, logrando un rendimiento de 6.57 % V/P.
2. El aceite fijo de *Juglans regia* L. es líquido a temperatura ambiente, de color amarillento (DESTELL 022-05. Según Taco de color tipo PANTONE), es transparente, viscoso, con olor a una grasa con nuez y que tiene sabor suave y dulce característico a la nuez de *Juglans regia* L.
3. El aceite de semilla de *Juglans regia* L. “nogal” tiene una densidad de 0.9274, un índice de refracción de 1.454, negativo a la prueba de frío y el color amarillento se confirma por un pico de absorción a 578 nm.
4. El aceite de semilla de *Juglans regia* L. “nogal” tiene un índice de acidez de 4.7054 mg KOH/gramo de aceite, un índice de saponificación de 181.07 gramos de KOH/100 gramos de aceite y un índice de peróxidos de 6.3 meq O<sub>2</sub>/Kg.
5. El aceite fijo de semilla de *Juglans regia* L. “nogal” obtenido artesanalmente por expresión tiene características físico químicas ligeramente diferentes de los parámetros reportados en la ficha técnica de aceite comercial de *Juglans regia* L. de la empresa La despensa del jabón.

### Recomendación

Como en nuestro país no se produce aceite de *Juglans regia* L. “nogal” y se importa muy poco, sería interesante profundizar en la industrialización

de este aceite ya que tiene un aroma muy agradable y puede ser un gran recurso para elaboración de preparados cosméticos.

## 10 Referencias bibliográficas

- Análisis de oxidación de alimentos. (2022). [Blog]. Retrieved 29 December 2021, from <https://www.kemin.com/na/es-mx/blog/food-technologies/food-oxidation-analysis>.
- AOCS-FICHA TECNICA PRODUCTO: ACEITE NUEZ VIRGEN 1ª PR (*Juglans regia* L.). Ladispensadeljabon.com. (2022). Retrieved 15 February 2022, from <https://www.ladispensadeljabon.com/>.
- Aranda-Ventura, J., Villacrés Vallejo, J., García-de Sotero, D., Sotero Solís, V., Vásquez Torres, D., & Monteiro Temmerman, Ú. et al. (2017). Toxicidad, actividad antioxidante in vitro e hipoglicemiante in vitro e in vivo del extracto acuoso de *Juglans neotropica* Diels (nogal peruano). *Revista Peruana De Medicina Integrativa*, 1 (4), 8. <https://doi.org/10.26722/rpmi.2016.14.37>
- Bardales Chuquilín, A., & Ureta Lumbe, Y. (2017). *Actividad antifúngica con infusión de Juglans neotropica diels (nogal) en colonias de Candida albicans (ATC 10231)*. (Licenciatura). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Bermeo Trinidad, B., & Espíritu Ayra, Y. (2021). *Extracción de tinte a partir del fruto de nogal (Juglans regia) obtenido de las tres zonas de Pachitea y su aplicación para tinción de fibra vegetal y animal* (Licenciatura). Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco.
- Cabezas-Zábala, C., Hernández-Torres, B., & Vargas-Zarate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista De La Facultad De Medicina*, 64(4), 761.

<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>

- Celis Flores, P., & Huamán Andoa, D. (2014). *Características Farmacognósticas de Campsiandra angustifolia (huacapurana) de uso terapéutico tradicional en la ciudad de Iquitos 2013* (Licenciatura). UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.
- Choque Calvina, B., & Quispe Huachaca, A. (2017). *Efecto del consumo de la bebida de nuez (Juglans regia) sobre el estado de ansiedad y depresión en pacientes con problemas de adicción del centro de rehabilitación casa de la juventud Arequipa, 2016* (Licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Cittadini, M., Martín, D., Gallo, S., Fuente, G., Bodoira, R., Martínez, M., & Maestri, D. (2020). Evaluación de las características químicas del aceite de avellana y nuez de cultivares convencionales y recursos genéticos nativos en un ambiente de cultivo no tradicional de Argentina. *Investigación y tecnología alimentaria europea*, 246 (4), 833-843. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03453-8>
- Cuesta Pérez, A. (2019). Optimización del proceso de extracción de aceite de nuez virgen y aprovechamiento agrícola de las harinas generadas por el mismo (Doctorado). Universidad de Castilla-La Mancha.
- DLe*. Diccionario de la Lengua española. (2022). Retrieved 17 April 2022, from <https://dle.rae.es/aceite>.
- Gutiérrez Álvarez, B. (2003). *Proyecto de Inversión de una Planta de Extracción y Empaque de Aceite de Aguacate para el Rancho Villa Reguero* (Tesis de Maestría). Universidad de las Américas Puebla.
- Hayes, D., Angove, M., Tucci, J. y Dennis, C. (2015). Nueces (*Juglans regia*) Composición Química e Investigación en Salud Humana. *Reseñas críticas*

*en ciencia de los alimentos y nutrición*, 56 (8), 1231-1241.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.760516>

Herbarium. Plantasyhongos.es. (2020). Retrieved 6 November 2020, from [http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Juglans\\_regia.htm](http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Juglans_regia.htm).

López Tejada, A. (2014). Evaluación del rendimiento extractivo e índices de calidad del aceite fijo de la nuez de marañón (*anacardium occidentale*), obtenido por el método de lixiviación maceración dinámica con reflujo utilizando tres solventes a escala laboratorio (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Manrique, G. (2019). *Caracterización de grasas y aceites* [pdf] (1st ed., p. 4). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Retrieved 29 December 2021, from [https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Grasas\\_y\\_Aceites.pdf](https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Grasas_y_Aceites.pdf).

Monteza Almeyda, S., & Samamé Barboza, J. (2016). *Extracción, caracterización y determinación del tiempo de vida útil, del aceite de semilla de zapote (Matisia cordata, bonpl)* (Licenciatura). Universidad Señor de Sipan.

Okur, Ö. (2022). Efecto de la nuez (*Juglans regia* L.) sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, fenólicas y antioxidantes de yogures tipo fraguado durante el tiempo de almacenamiento. *Revista turca de agricultura: ciencia y tecnología de los alimentos*, 10 (6), 1060-1065. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i6.1060-1065.4962>

Pérez Cabrera, Iñiga , & Müggenburg Rodríguez V., María Cristina (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, 4(1),35-38 [fecha de Consulta 21 de Junio de 2022]. ISSN: 1665-7063. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358741821004>

- Pérez Mendoza, J. (2018). *Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de Juglans regia, comparado con vancomicina sobre cepas de staphylococcus epidermidis, estudio in vitro* (Licenciatura). Universidad César Vallejo.
- Ramírez Manzanares, G. (2020). *Informe de Práctica #3: «Densidad»* (1st ed., p. 2). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Real Farmacopea Española*. 2002. 2ª Ed. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. (p.2801).
- Ríos Latorre, J., & Salazar Luna, D. (2018). *Diseño y construcción de un equipo para la extracción de aceite de Sésamo (Sesamum indicum) Y Nuez (Juglans regia) (Sesamum indicum) Y NUEZ (Juglans regia)* (Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Secretaría de Economía. (2010). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales - determinación del valor de peróxido – método de prueba* (pp. 2-5). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Secretaría de Economía. (2011). *Alimentos para humanos - aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del Índice de Refracción con el Refractómetro de ABBÉ - Método de prueba* (pp. 3-5). México, D.F.: Gobierno de Los Estados Unidos Mexicanos.
- Secretaría de Economía. (2011). *Alimentos - aceites y grasas vegetales o animales - determinación del índice de yodo por el método ciclohexano – método de prueba* (pp. 2-5). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Secretaría de Economía. (2012). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales – determinación de ácidos grasos libres - método de prueba* (pp. 1-4). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Sánchez Paz, I., & Figueroa Barrera, M. (2013). *Extracción y caracterización fisicoquímica de aceite fijo obtenido por Expresión de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala: Crescentia cujete (Morro), Mammea americana (Mamey), Pachira aquatica (Zapotón), Cucumis melo (Melón) y Acrocomia mexicana (Coyolio)* (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Secretaría de Economía. (2014). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales – determinación del índice de saponificación – método de prueba* (pp. 2-4). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Zhao, M., Jiang, Z., Liu, T., & Li, R. (2014). Flavonoids in *Juglans regia* L. Leaves and Evaluation of In Vitro Antioxidant Activity via Intracellular and Chemical Methods. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 1-6.

<https://doi.org/10.1155/2014/303878>

## **11 Agradecimientos**

Los resultados de esta Tesis, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, me brindaron su apoyo para su culminación.

A MIS PADRES, que a lo largo de toda mi vida me han apoyado y son ejemplo de superación.

A MI HIJO, por ser el motivo de mi superación, por su apoyo incondicional y la confianza que depositó en mí.

A MIS PROFESORES a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

**12 Anexos:**

**Anexo 1:**

**Obtención del aceite de *Juglans regia* L. “nogal”**



Fig. 1: Habilitando la materia prima



Fig. 2: Secado de la materia prima



Fig. 3: Maquina extractora de aceite



Fig. 4: Primera prensada



Fig. 6: Aceite de primera prensada



Fig. 7: Aceite de primera prensada en reposo



Fig. 8: Después de 24 horas de reposo

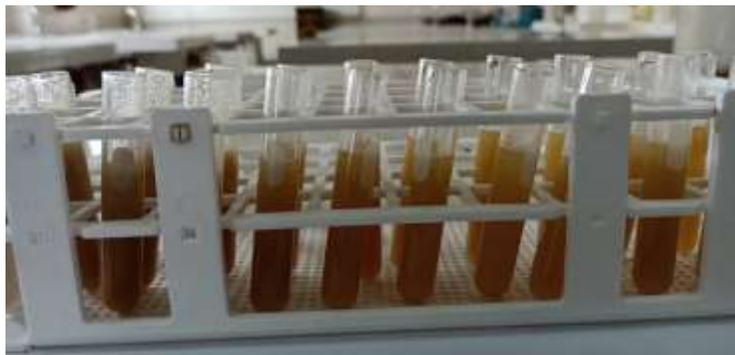


Fig. 9: Antes de iniciar la centrifugación



Fig. 10: Inicio de la centrifugación



Fig. 11: Aceite después de la centrifugación

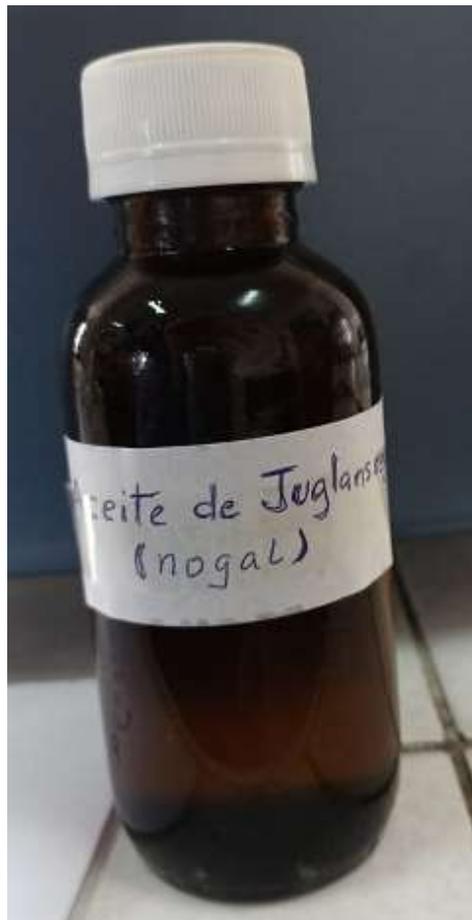


Fig. 12: Aceite envasado para almacenar

**Anexo 2:**

**Caracterización física del aceite de Juglans regia L. “nogal”**

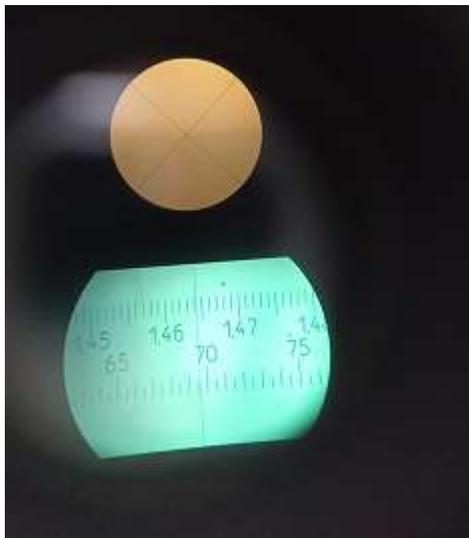


Fig. 13: Índice de refracción de Juglans regia L. “nogal”



Fig. 14: Densidad del aceite de *Juglans regia* L. “nogal”

**Anexo 3:**

**Caracterización química del aceite de *Juglans regia* L. “nogal”**



Fig. 15: Inicio de la Titulación



Fig. 16: Final de la Titulación

**Anexo 4:**

**Hoja de recolección de datos**

<b>N° REPETICIONES</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>RESULTADO</b>
1	Color	Amarillento/DESTELL 022-05 Picos de Abs: 460, 578 y 610
1	Olor	A grasa
1	Sabor	Ligeramente dulce
1	Aspecto	Transparente
1	Estado	Líquido
1	Textura	Viscoso
1	Densidad	0.9274
2		0.92738
3		0.92738
1	Índice de refracción	1.454
2		1.454
3		1.454
3	Prueba frio	Negativo
1	Índice de acidez	4.88715765
2		4.344981125

3		4.884793964
1	Índice de saponificación	179.2
2		182
3		182
1	Índice de esteres	174.312842
2		177.655019
3		177.115206
1	Índice de peróxidos	6.2
2		6.4
3		6.3
<b>MUESTRA</b>	<b>PESO (KG)</b>	<b>RENDIMIENTO (%V/P)</b>
FRUTO MADURO	20	4.26 (CALCULO TEÓRICO)
MEJORES FRUTOS	5.4	4.26
NUEZ	3.5	6.57
COTILEDONES FRESCOS	1.5	15.33
COTILEDONES SECOS	1.35	17.04
VOL. ACEITE OBTENIDO	<b>230 mL</b>	

**Anexo 4:**

**Base de datos de resultados**

<b>PRUEBA</b>	<b>RESULTADOS</b>	
<b>Caracteres organolépticos</b>		
Color	Amarillento/DESTELL 022-05	
	Picos de Abs: 460, 578 y 610	
Olor	A grasa	
Sabor	Ligeramente dulce	
Aspecto	Transparente	
Estado	Líquido	
Textura	Viscoso	
<b>Rendimiento</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>PESO (KG)</b>	<b>RENDIMIENTO (% V/P)</b>
FRUTO MADURO	20	4.26 (TEÓRICO)
MEJORES FRUTOS	5.4	4.26
NUEZ	3.5	6.57
COTILEDONES FRESCOS	1.5	15.33
COTILEDONES SECOS	1.35	17.04
VOL. A CEITE OBTENIDO	<b>230 mL</b>	
<b>Pruebas físicas:</b>		
	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESV.STAND</b>
Densidad (g/mL)	0.9274	0.000023
Indice de refracción (adimensional)	1.454	0
Prueba en frio	<b>NEGATIVO</b>	
<b>Pruebas químicas:</b>		
Indice de acidez (mg KOH/gramo de aceite)	4.7054	0.31234
Indice de saponificacion (g KOH/100 gramo aceite)	181.07	1.6166
Indice de esterres (adimensional)	176.36	1.7941
Indice de peroxidos (meq O2/Kg de aceite)	6.3	0.1

## Anexo 5:

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite de Juglans regia L. “nogal” obtenido por expresión?	Los valores de los parámetros fisicoquímicos del aceite de las semillas de Juglans regia L. “nogal” procedente del distrito de La Cuesta, provincia de Otuzco, obtenido por expresión deben estar dentro de los valores normales que determinan la calidad de un aceite para consumo humano.	<b>GENERAL:</b> Extraer y determinar las características fisicoquímicas del aceite fijo de semillas de Juglans regia L. “nogal” obtenido por expresión. <b>ESPECÍFICOS:</b> 1.Extraer por expresión el aceite de semillas de Juglans regia L. “nogal”. 2.Realizar el análisis organoléptico del aceite obtenido de semillas de Juglans regia L. “nogal”. 3.Realizar las pruebas para determinar las características físicas del aceite de semilla de Juglans regia L. “nogal”. 4.Realizar las pruebas para determinar las características químicas del aceite de semilla de Juglans regia L. “nogal”	Aceite de <i>Juglans regia</i> L. “nogal”	Se obtuvo mediante prensado en frío	Producto líquido, viscoso de color amarillento	Volumen obtenido
			Densidad	Se calculó mediante el método picnométrico	Valor	g/mL
			Índice de refracción	Se determinó mediante el refractómetro ABBE	Valor	Adimensional
			Prueba en frío	Se somete una muestra del aceite a 0°C	Cristalización	Negativo
			Índice de acidez	Por titulación ácido-base	Rango de Valor normal	mg de OH/gramo de aceite
			Índice de saponificación	Por titulación ácido-base	Rango de Valor normal	mg de KOH equivalente a 1 cm <sup>3</sup> de HCl 0.5 N
			Índice de esteres	Resultado de restar el Índice de acidez del Índice de saponificación	Rango de valor normal	mg KOH necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres y saponificar los esteres presentes en 1.0 g de aceite.
Índice de peróxidos	Por titulación de óxido reducción	Rango de valor normal	meq O <sub>2</sub> /kg de aceite			