



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y  
BIOQUÍMICA**

**TESIS**

**COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE  
LINAZA (*Linum usitatissimum l.*) CULTIVADA EN CHUPACA, CON ACEITES  
COMERCIALES DE AJONJOLÍ (*Sesamum indicum l*) Y SACHA INCHI (*Plukenetia  
volubilis l.*)**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. Huanuco Roman, Raul Oscar

Bach. Mayta Fabian, María Magaly

**ASESOR:**

M.S.C. Br. Artica Mallqui, Luis

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Fitoquímica

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios con mucho amor y gratitud, porque sus planes son perfectos, a mis padres quienes me dieron la vida, a mis hijos, a mis maestros y amigos quienes confiaron y motivaron constantemente en la finalización de este proyecto.

HUANUCO ROMAN RAUL OSCAR

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su amor y apoyo incondicional por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, pues sin ellos no lo habría logrado.

Dedico este trabajo a cada una de las personas que forman parte de mi vida a quienes estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos y dejaron huellas imborrables en mí, gracias a cada una de ellas.

MAYTA FABIAN MARIA MAGALY

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme salud, fortaleza, capacidad, guiarme en mi camino y permitirme concluir con mi objetivo.

A mi madre quien fue mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

Y por supuesto a la universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con esta etapa de mi vida; gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta tesis.

HUANUCO ROMAN RAUL OSCAR

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien nos guía en cada paso, quien nos Dios la fé y la esperanza para terminar este trabajo.

A todos nuestros profesores del pregrado, que, de manera especial con su asesoramiento acertado, motivación y enseñanza permitieron avanzar en este arduo camino, desde la elaboración del proyecto hasta la culminación de la tesis.

MAYTA FABIAN MARIA MAGALY

**JURADO DE SUSTENTACIÓN**

**PRESIDENTA:**

**DRA. DIANA ESMERALDA ANDAMAYO  
FLORES**

**MIEMBRO  
SECRETARIO:**

**MG. ROCIO JERONIMA LOPEZ  
CALDERON**

**MIEMBRO  
VOCAL:**

**MG. LUIS ARTICA MALLQUI**

**MIEMBRO  
SUPLENTE:**

**MG. RENEE SOLEDAD ORREGO CABANILLAS**

## **Declaración de autenticidad**

### **DECLARACIÓN JURADA SIMPLE**

Yo, **Huánuco Román Raúl Oscar**, de Nacionalidad Peruano, identificado con, DNI N.º 445533638, Tesista de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, domiciliado en jr. Bolognesi. S/n, distrito de Chilca, DECLARO BAJO JURAMENTO: QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ. Me afirmo y me ratifiqué en lo expresado en señal de lo cual firmo el presente documento a los 29 días del mes de marzo del 2022.



Huánuco Román Raúl Oscar

**FIRMA**



**HUELLA DIGITAL**

## **Declaración de autenticidad**

### **DECLARACIÓN JURADA SIMPLE**

Yo, **Mayta Fabian María Magaly**, de Nacionalidad Peruano, identificado con, DNI N.º 44817722, Tesista de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, domiciliado en av. Los Incas S/n, distrito de Chupuro, DECLARO BAJO JURAMENTO: QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ. Me afirmo y me ratifiqué en lo expresado en señal de lo cual firmo el presente documento a los 29 días del mes de marzo del 2022.



**Mayta Fabian María Magaly**



**HUELLADIGITAL**

**FIRMA**



## ÍNDICE

### CARATULA

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
JURADO DE SUSTENTACIÓN .....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
2.2. Población, muestra y muestreo.....	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.4. Procedimiento.....	24
2.5. Método de análisis de datos.....	29
2.6. Aspectos éticos .....	29
III. RESULTADOS.....	30
IV. DISCUSIÓN.....	37
V. CONCLUSION .....	40
V.I. RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
ANEXOS .....	45

## RESUMEN

La investigación formuló como **OBJETIVO:** Comparar la calidad química y físico del aceite extraído de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*). **METODOLOGÍA:** Se realizó la extracción de aceite de semilla de linaza por prensado en frío y los aceites de ajonjolí, y sachá inchi se obtuvieron en el supermercado Macros-Huancayo: la presente investigación es de tipo cuasi-experimental y descriptivo nivel explicativo, de diseño cuasi-experimental. **RESULTADOS:** La composición de ácidos grasos del aceite de *Linum usitatissimum L.* muestra un contenido de ácido alfa linoleico de 23,07 %, el aceite de sachá inchi el ácido oleico muestra un valor de 41 % y de ácido linoleico 27,75 %. El aceite comercial de *Sesamum indicum L.* predominante tiene ácido linoleico con un 47,58%, y con 28,04 % de ácido oleico respectivamente. **CONCLUSIONES:** El aceite de *Linum usitatissimum L.* “linaza”, presenta un ácido oleico, linoleico significativamente comparado a los aceites comerciales de *Plukenetia volubilis L.* “Sachá Inchi”, y *Sesamum indicum L.* “ajonjolí”.

**Palabras clave:** Ácidos grasos; aceite de linaza; aceite de ajonjolí; aceite de Sachá inchi; extracción; prensado en frío; GC-MS

## ABSTRACT

The present research formulates as **OBJECTIVE:** To compare the chemical and physical quality of the flaxseed oil extracted (*Linum usitatissimum L.*) raised in Chupaca city with commercial oils of sesame (*Sesamum indicum L.*) and sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). **METHODOLOGY:** The extraction of the flaxseed oil was carried out by cold pressing, the sesame and sacha inchi oils were obtained in Macros-Huancayo supermarket: the investigation is quasi-experimental and descriptive type, explanatory level, quasi-experimental design. **RESULTS:** The fatty acid composition of the *Linum usitatissimum L.* oil shows an alpha linoleic acid content of 23,07%, the acid oleic from sacha inchi oil shows a 41% value and 27,75% from linoleic acid. The main commercial oil of *Sesamum indicum L.* has linoleic acid with 47,58%, and 28,04% oleic acid respectively. **CONCLUSIONS:** The *Linum usitatissimum L.* oil “flaxseed”, presents an oleic acid, linoleic significantly compared with the commercial acids of *Plukenetia volubilis L.* “sacha inchi”, and *Sesamum indicum L.* “sesame”.



Elias Prieto A. Reynaga López  
Advanced English Specialist  
ICPNA Dipl. N° 30986

**Keywords:** Fatty acids; linseed oil; Sesame oil; Sachi inchi oil; extraction; cold pressed; GC-MS.

## I. INTRODUCCIÓN

Las semillas y los frutos secos son las fuentes más importantes de los aceites vegetales. El uso fundamental de los aceites vegetales en e la culinaria en donde se les utilizan con complemento de las ensaladas, elaboración de productos hidrogenados como son las margarinas, obtención de cremogenado, como ingredientes de los productos farináceos en panadería. En los últimos 100 a 150 años, se produjo un incremento significativo en el rendimiento de utilización de grasas vegetales, lo que motivo una discusión amplia de su aprovechamiento y bondades en el organismo del consumidor. Muchas sustancias grasas presentan diferente contenido de componentes grasos, contenido de no saponificable donde se incluyen a los fenoles, esteroides, tocoferoles, y escualeno, sin embargo, esta variación depende de los factores de proceso y almacenado <sup>1</sup>.

El consumo de ácidos grasos poliinsaturados; ( $\omega$ -3), ( $\omega$ -6), ya sea de origen animal o vegetal puede proteger contra las enfermedades cardiovasculares; el aceite de sacha inchi es considerado un cultivo promisorio por sus aportes a la salud, y desde el punto de vista de sus ácidos grasos sigue siendo el aceite que presenta mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados en comparación con otros aceites vírgenes. El contenido de ácidos grasos saturados es de 7,04%, mientras que el contenido de poliinsaturados ácidos grasos es superior a 82,90 %. Entre los aceites más cercanos encontramos aceite de chía con un 81% de “ácidos grasos polisaturados” (PUFA), seguido de aceite de sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana*) con un 78%, mientras que el aceite de linaza ocupa el cuarto lugar con el 70%. Los datos sugieren que el consumo del aceite de sacha inchi puede ser considerado como un ingrediente funcional <sup>2</sup>.

Hay pocas evidencias científicas relacionado a las diferencias en la composición de ácidos grasos de los aceites vegetales poliinsaturados; tal como son los estudios.<sup>3</sup>Realizaron el estudio sobre caracterización y estabilidad oxidativa del aceite y la harina de linaza parda (*Linum usitatissimum L.*). El objetivo fue verificar la composición fisicoquímica y la cantidad de compuestos fenólicos en la harina de linaza, así como la composición de ácidos grasos del aceite de esta harina

y su estabilidad oxidativa. Los resultados del cromatograma de aceite de linaza mostraron predominio de ácidos grasos insaturados (95,1%), siendo la mayor concentración el ácido linolénico (C18:3 - 53,58%), seguido del ácido oleico (C18:1 - 25,98%), linoleico (C18:2 - 15,54%)<sup>3</sup>.

Para el desarrollo de la investigación se consideraron los siguientes antecedentes:

**Qiu et al., (2020)**, investigaron sobre la evaluación de las variaciones entre las variedades de linaza en términos de composición de ácidos grasos, fitoquímicos perfil y actividad antioxidante determinada por la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC), 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y ensayos de poder antioxidante reductor de iones ferrosos (FRAP). Los resultados indicaron que se presentaron variaciones significativas en la composición de ácidos grasos, ácidos fenólicos y lignanos en las variedades de linaza de diferentes países. Los ácidos grasos insaturados representaron más de 4/5 del contenido total de ácidos grasos. La proporción más alta de ácido linolénico del total ácido graso se observó en (USPEA) “es una variedad de linaza”, mientras que el más bajo se encontró en Yexiao. (USPEA), mostró el mayor contenido de fenoles totales, así como lignano de linaza. En general, los compuestos fenólicos totales parecen ser los principales contribuyentes de la capacidad antioxidante de la linaza, que presentó correlación positiva significativa. El estudio reveló que tanto el cultivar como el origen de la semilla afectaron significativamente la composición de ácidos grasos, ácidos fenólicos, lignanos y actividad antioxidante de la linaza. Estos resultados proporcionaron nuevos aspectos de los recursos de mejoramiento de los cultivares de la linaza presentando su especificación de calidad y posible valor comercial <sup>4</sup>.

**Matthäus & Özcan., (2017)**, evaluaron la composición de ácidos grasos, contenido de tocoferoles y esteroides en variedades de linaza (*Linum usitatissimum L.*). Los contenidos de aceite de las semillas de lino se determinaron entre 39,9% (Antares) y 43,3% (Railinus). El contenido de ácido oleico de los aceites de semillas varió entre 0,8% (Maroc) y 24,8% (Railinus). Los contenidos de ácido linoleico del aceite de linaza oscilan entre el 10,2 % (Avangard) y el 48,2 % (Maroc), mientras que el ácido palmítico de los aceites oscila entre el 4,8 % (Antares) y el 6,1 % (Maroc), el

contenido de ácido esteárico oscila entre el 4,7 % (Avangard) al 23,5% (Marruecos). Además, el contenido de ácido linolénico del aceite de Avangard fue mayor (59,9%) que el de los resultados de otros aceites de linaza. Los contenidos de P8 del aceite de linaza varían entre 1,1 mg/kg (Railinus) y 16,4 mg/kg (Avangard). Además, el contenido de  $\delta$ -tocoferol del aceite de Railinus también fue mayor (262,7 mg/kg) que el de otros aceites de linaza (0,3-0,4 mg/kg). El tocoferol total en el aceite de semilla de Railinus fue mayor (437,4 mg/100 g) ( $p < 0,05$ ) que el del aceite de semilla de Maroc (30,3 mg/100 g) <sup>5</sup>.

**Popa et al., (2012)**, evaluaron las características del aceite de linaza para determinar si este aceite podría explotarse como aceite comestible. La extracción con éter de petróleo de semillas de lino produjo rendimientos del 30% (p/p) de aceite. Se determinó la composición química, incluida la humedad, el contenido total de aceite y las cenizas. Índice de yodo, Se analizó el índice de saponificación, el índice de acidez y el índice de peróxido del aceite de linaza obtenido. La composición de ácidos grasos se analizó con el método GC-MS de acuerdo con los estándares de la AOAC. En el aceite de linaza se encontró que contenía altos niveles de linolénico 53,21%, seguido de oleico 18,51% y linoleico 17,25%, mientras que los ácidos saturados dominantes fueron palmíticos 6,58 % y esteárico 4,43% <sup>6</sup>.

**Silva et al., (2013)**, realizaron estudios sobre la Características físico-química del Aceite de Linaza (*Linum usitatissimum L.*) del departamento Cajamarca, Perú. El objetivo fue medir las propiedades físico-químicas del aceite de linaza (*Linum usitatissimum L.*) extraídos de pepas enteras y pepas en polvo, mediante prensa hidráulica y de tornillo. Los resultados muestran que el aceite de la pepa de lino obtenida por prensa hidráulica arroja 21,695 g aceite/ 100 g m.s. entera y de 16,817 g aceite/ 100 g m.s. entera obtenida por prensa de tornillos, sin embargo, el aceite obtenido por molino de discos y prensa hidráulica obtuvo más aceite 24,108 g aceite/ 100 g m.s.. El contenido de humedad y volátiles del aceite de lino fueron de 0,079% y 0,110% (b.s.),  $p < 0,05$ , peso específico de 0,931 g/ml  $p > 0,05$ , índice de refracción de 1,482  $p > 0,05$ , índice de acidez de 0,588 y 0,811 mg KOH/g de aceite  $p < 0,05$ , índice de peróxido de 0,256-1,123  $p > 0,05$ , índice de yodo de 195,985 y 196,386 meq de oxígeno activo/kg de aceite  $p < 0,05$ , índice de saponificación de

189,675 y 191,584 mg KOH/g aceite  $p < 0,05$ , materia insaponificable de 0,778% – 1,388% <sup>7</sup>.

**El-Beltagi, H.S, et al., (2007)**, El consumo de semillas de lino (*Linum usitatissimum*) es beneficioso para la salud humana. Semillas de lino, que contienen alrededor del 36-40 % de aceite son los más ricos (entre cultivos plantas) fuente de “ácidos grasos poliinsaturados” (PUFA) esenciales en la dieta humana. (PUFA) son altamente susceptible a la oxidación. <sup>8</sup>

**Simopoulos, A., (2002)**, Lino (*Linum usitatissimum L.*) es un cultivo polivalente. sus semillas que contienen alrededor de 36 a 40 % de aceite, han sido utilizado en dietas humanas y animales y en la industria como fuente de aceite Recientemente ha habido un crecimiento interés en las propiedades probióticas del lino y en sus efectos beneficiosos sobre la enfermedad coronaria, algunos tipos de cáncer y neurológicos y hormonales trastornos <sup>9</sup>.

**Viorica-Mirela P, et al., (2012)**; en la investigación evaluaron las características del aceite de linaza para determinar si este aceite podría explotarse como aceite comestible. La extracción con éter de petróleo de semillas de lino produjo rendimientos del 30% (p/p) de aceite. Se determinó la composición química, incluida la humedad, el contenido total de aceite y las cenizas. También se analizaron las propiedades fisicoquímicas como el Índice de yodo, índice de saponificación, el índice de acidez y el índice de peróxido del aceite de linaza obtenido.

La composición de ácidos grasos se analizó con el método GC-MS de acuerdo con los estándares de la AOAC. Aceite de linaza se encontró que contenía altos niveles de linolénico (53,21%), seguido de oleico (18,51%) y linoleico (17,25%), mientras que los ácidos saturados dominantes fueron palmítico (6.58 %) y esteárico (4.43%) <sup>10</sup>.

Los aceites y grasas vegetales son constituyentes importantes de los alimentos y son componentes esenciales de nuestra dieta diaria. Los aceites se obtienen por expulsión mecánica o extracción con disolventes de semillas oleaginosas (soja,

colza, girasol, etc.) o frutos oleaginosos como la palma y el olivo. Los aceites contienen generalmente triglicéridos (alrededor de 98 g/100 g).<sup>11,12,13</sup>

Los triésteres resultaron de una reacción entre el glicerol y los ácidos grasos, ácidos, y otras sustancias en proporción minoritaria (Figura 1).

Algunos de ellos como los diglicéridos, vitaminas, fitoesteroles, tocoferoles y polifenoles tienen importantes beneficios para la salud en humanos, y por lo tanto deben no ser eliminado durante el procesamiento.<sup>14</sup>

Otros compuestos conocida por su efecto negativo en la calidad y estabilidad de aceites, incluyen ácidos grasos libres, materias insaponificables, ceras, pigmentos, impurezas sólidas (principalmente fibras), productos de oxidación (peróxidos, aldehídos, cetonas, alcoholes y oxidados) (ácidos grasos) (Figura 1).<sup>15</sup>

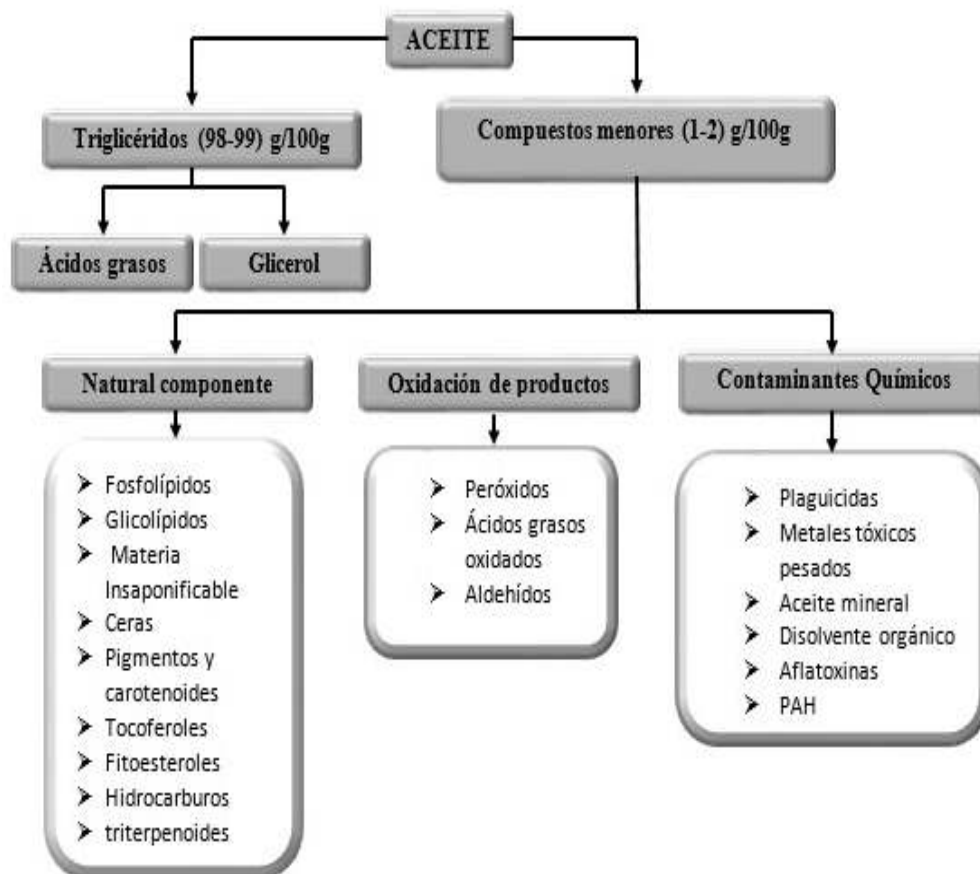


Figura 1: Descripción general de la composición química y los contaminantes de los aceites vegetal.



La composición de grasas y aceites de la mayoría de los aceites refinados contienen al menos un 98 % de triglicéridos. El resto está compuesto de 0.5 % diglicéridos, 0,1 % ácidos grasos libres, 0,3 % esteroides, 0,1 % tocoferoles y niveles de ppm de fosfolípidos y varios pigmentos. Los tocoferoles son conocidos por sus propiedades como antioxidantes solubles en aceite y vitamina E. La eficacia de los cuatro isómeros de tocoferoles como vitamina E y antioxidantes son, Alfa, Beta, Gamma y Delta, respectivamente.

**Los lípidos se pueden clasificar; según su estructura química;** En hidrocarburos, alcoholes alifáticos, ácidos alifáticos, ceras, lípidos que contienen glicerol, que contiene esfingosina (trans-D-eritro-1,3-dihidroxi-2-amino-4-octadeceno) lípidos, fosfolípidos, esteroides y lípidos misceláneos.<sup>16</sup>

**Los ácidos grasos saturados;** la mayoría de los ácidos saturados (alcanoicos) naturales tienen una estructura no ramificada con un número par de átomos de carbono. Se han informado ácidos de C<sub>2</sub> a más largos que C, pero los ácidos grasos más comunes e importantes caen en el rango de C<sub>12</sub> a C<sub>22</sub>. Estos se designan mediante un símbolo estructural numérico, por ejemplo, 18:0, o un símbolo sistemático nombre, ácido octadecanoico, o un nombre común, ácido esteárico. **Los ácidos grasos insaturados;** los ácidos grasos insaturados pueden ser monoeno (alquenoico) o polieno interrumpido por metileno ácidos (-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH=CH-) En naturaleza, los dobles enlaces están orientados con ambos átomos de hidrógeno en el mismo lado del doble enlace (forma cis). Sin embargo, los átomos de hidrógeno en lados opuestos del doble enlace (forma trans) son termodinámicamente más estables.

Ácidos grasos con doble enlaces se derriten a una temperatura más alta que sus contrapartes cis. Cuando hay suficiente energía química, como por oxidación o hidrogenación, el cis-doble.

Los enlaces pueden isomerizarse para formar enlaces trans-dobles, que a menudo van acompañados por cambios de posición del doble enlace en la cadena de carbono alifático. Los ácidos pueden existir en numerosos isómeros posicionales, y su presencia en el aceite generalmente implica que ha ocurrido oxidación o modificación química. Para simplificar la estructura de ácidos grasos, a menudo se

utiliza un símbolo numérico, por ejemplo, 18: 1 o 18: 1 (9) o 9c- 18:1 para ácido oleico, en lugar del nombre sistemático, 9c-octadecenoico ácido.

El número antes de los dos puntos indica el número total de átomos de carbono. El primer número después de los dos puntos representa el número de dobles enlaces; el siguiente número entre paréntesis muestra la ubicación del doble enlace contando desde el terminal A o marcado numéricamente delante del número total de carbonos para indicar que el doble enlace se produce entre el 9º y el 10º carbono en forma cis (p. ej., 9c). Otra convención para indicar la posición de un doble enlace en la cadena de carbono de un ácido graso es contar el átomo de carbono desde el terminal 0 o n<sup>17</sup>.

Las técnicas instrumentales para asignar estructura química de ácidos grasos, para la caracterización de compuestos aislados de muestras biológicas, se utilizan un grupo de técnicas instrumentales que permiten la obtención de espectros correspondientes a los niveles energéticos de átomos y moléculas. La espectrometría de masa (EM) y/o la cromatografía de gases acoplada a masas (CG-EM) en combinación con otras espectroscopias como la resonancia magnética nuclear (RMN) e infrarrojo (IR), forman la base del análisis químico cualitativo y cuantitativo para la identificación y caracterización de estructuras moleculares de una muestra o mezcla. El análisis de los datos provenientes de estas espectroscopias permite asignar la estructura química al compuesto en estudio.<sup>18</sup>

En el proceso de determinación de ácidos grasos de aceites y grasas se la cromatografía de gas (CG) juega un papel importante en el análisis de todas las clases de lípidos encontrados en fuentes naturales, tanto de origen vegetal como animal, con excepción de algunos compuestos isoprenoides de alto peso molecular (carotenoides). El detector de ionización en llama, es el sistema de detección más utilizado para registrar EMAGs. En la CG la fase móvil es un gas inerte (helio, nitrógeno o hidrógeno), mientras que la fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido. La separación de una mezcla por medio de CG consiste básicamente en inyectar una muestra en el equipo, volatilizarla, cargarla en la columna cromatográfica y hacerla eluir a través de la fase estacionaria por medio del flujo de un gas inerte.<sup>19</sup>

Por otro lado, la espectrometría de masa (EM), es capaz de detectar concentraciones bajas de analitos provenientes de alimentos de origen vegetal y animal. La EM suministra información tanto cualitativa como cuantitativa sobre los compuestos que eluyen de una columna o que se insertan directamente a la cámara de ionización. La EM es una técnica empleada para estudiar las masas de átomos, moléculas o fragmentos de moléculas (iones fragmento), estos fragmentos dan información relevante respecto de la estructura del analito. Para obtener un espectro de masa las moléculas gaseosas o las especies desorbidas de fases condensadas se ionizan, los iones se aceleran en un campo eléctrico y a continuación se separan según su relación masa/carga ( $m/z$ ). El proceso de esta espectrometría comprende básicamente cuatro etapas <sup>.20</sup>: Ionización de la muestra, aceleración de los iones por un campo eléctrico, dispersión de los iones según su masa/carga ( $m/z$ ) y detección de los iones y producción de la correspondiente señal eléctrica.

**Las bases conceptuales de la investigación quedan definidas por: Aceites vegetales;** un aceite vegetal es un triglicérido extraído de una planta. El término "aceite vegetal" se puede definir estrictamente como sustancias que son líquidas a temperatura ambiente, o ampliamente definidas sin tener en cuenta el estado de la materia de una sustancia a una temperatura dada. Por esta razón, los aceites vegetales que son sólidos a temperatura ambiente a veces se denominan grasas vegetales.<sup>21</sup>

**Ácidos grasos;** los ácidos grasos son cadenas de carbono con un grupo metilo en un extremo de la molécula y un grupo carboxilo en el otro extremo que están saturados o insaturados.<sup>22</sup> **Ácidos grasos saturados,** se derivan tanto de grasas animales como de aceites vegetales. Las fuentes ricas de ácidos grasos saturados en la dieta incluyen grasa de mantequilla, grasa de carne y aceites tropicales (aceite de palma, aceite de coco y aceite de palmiste). Los ácidos grasos saturados son ácidos orgánicos de cadena lineal con un número par de átomos de carbono <sup>.23</sup> **Ácidos grasos insaturados;** hay dos tipos principales de grasas insaturadas: monoinsaturadas y poliinsaturadas. Las grasas monoinsaturadas, que incluyen los aceites de oliva, maní y canola, tienen un doble enlace presente por molécula. <sup>24</sup>

Extracción de aceite; Se define como el proceso de separación de los lípidos de triglicéridos (TAG) de la biomasa de algas recolectada y concentrada y podría realizarse a través de una variedad de técnicas de manipulación mecánica o química.

<sup>25</sup> . **Perfil de ácidos grasos:** Determina en gran medida las propiedades y usos de un aceite vegetal. La aplicabilidad óptima requiere perfiles de ácidos grasos personalizados que determinan la calidad de los aceites. <sup>26</sup> Cromatografía de Gas – Espectro de masas. La cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) es un método analítico que combina las características de la cromatografía de gases y la espectrometría de masas para identificar diferentes sustancias dentro de una muestra de prueba.<sup>27</sup>

Bajo la realidad problemática, la investigación propone como problema general: ¿Cuál es la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca comparado a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)?. **De igual forma se formuló los problemas específicos siguientes:** ¿Cuál es la composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca comparado a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)?. ¿Cuáles son los valores de las propiedades físico-químicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca comparado con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)?. ¿Qué diferencia existe en la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)?

**La investigación se justifica** porque surge de la necesidad de conocer la composición de ácidos grasos del aceite de linaza (*Linum usitatissimum L.*) que tiene una importancia fundamental en la alimentación del ser humano, por sus ácidos grasos esenciales, fosfolípidos, carotenoides, antioxidantes naturales y otras sustancias, la linaza posee un elevado contenido de grasa, fibra y proteínas, así como un aceite rico en ácidos grasos omega 3 y un considerable contenido de lignanos con efectos beneficiosos sobre la regulación hormonal y en la prevención

de enfermedades como el cáncer y la diabetes. Así también contiene tanto fibra dietética soluble como insoluble, que actúa como un agente esponjante en el intestino. Los tocoferoles y tocotrienoles, actúan coordinados con otras moléculas y enzimas para la defensa de las células (especialmente glóbulos rojos, células musculares y células nerviosas).

En la actualidad es posible obtener aceites vegetales de alta calidad a partir de muchos tipos de semillas oleaginosas, que tienen diferente composición de ácidos grasos, el consumidor puede elegir dependiendo de la necesidad de aceite vegetal. El consumidor necesita saber no sólo qué aceite tiene el ácido graso más favorable composición para el cuerpo y es más útil para comer. También es importante saber bajo qué condiciones y cuánto tiempo se puede almacenar, porque los aceites de cultivos no tradicionales son inestables en el almacenamiento.

**Según la problemática establecida el estudio determinó como objetivo general:**

Comparar la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*). **También se propuso como hipótesis general de la investigación:**

El tipo de semilla afecta en la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*); **como objetivo específico:** Determinar la composición de ácidos grasos del aceite extraído de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) por cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), Determinar las características fisicoquímicas (Índice de peróxidos, Iodo, acidez, densidad e índice de refracción) del aceite extraído de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), Comparar la calidad química y físico química del aceite extraído de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*); Además, se planteó como hipótesis específicas de la investigación lo

siguiente: El tipo de semilla afecta en la composición de ácidos grasos de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), el tipo de semilla afecta en las características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), el tipo de semilla afecta en la calidad química y fisicoquímicas del aceite de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y Sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuasi-experimental considerando que existe una ‘exposición’ y una ‘respuesta’ y una hipótesis para demostrar, pero no existe aleatorización, lo que equivale a un diseño que está dirigido y orientado con material ya estandarizados.<sup>28</sup>

#### Diseño de la investigación

El diseño cuasi experimental, porque la técnica para desarrollar el experimento se realizó directamente sobre el aceite extraído de semilla de linaza cultivado en Chupaca en relación a aceites comerciales de semillas de ajonjolí y sachá inchi.

Donde:

S1; S2; S3: muestras

R1; R2; R3: observaciones

S1; S2; S3 —————> R1; R2; R3

### 2.2. Población, muestra y muestreo

#### Población

Está constituido por aceite de semillas de linaza (*Linum Usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y Sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*)

#### Muestra

Está conformado por 5 kg de semillas linaza (*Linum usitatissimum L.*) provenientes de productores de la provincia de Chupaca para la extracción de aceite y 500 ml aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) adquiridas en supermercados de Huancayo, Departamento de Junín.

La selección de las semillas de linaza y aceites comerciales de ajonjolí y sachá Inchi, se realizarán considerando los siguientes criterios:

### **Criterios de Inclusión**

- Semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*), que deberán estar en buen estado, presentar buenas características sensoriales y que no deberán mostrar alguna contaminación microbiana.
- Las grasas comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), deberán presentar un envase adecuado, etiquetado y con fecha de producción y expiración.

### **Criterios de Exclusión**

- Semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*), que están en mal estado, presentar características sensoriales inadecuadas y que muestren alguna contaminación microbiana.
- Las grasas comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*), que presenten un envase inadecuado, un etiquetado deficiente y con fecha de producción y expiración caducada.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas**

La técnica utilizada es la observación sistemática, cuya aplicación dará como resultado la obtención de datos en forma secuencial durante un espacio de tiempo establecido por el investigador, se considerará además todos los aspectos externos que pueden influir durante su aplicación.

### **Instrumentos**

El instrumento que se utilizó será la ficha de observación donde se anotará los sucesos de relevancia de la investigación, además; se empleará la ficha de evaluación de rendimiento y propiedades fisicoquímicas del aceite obtenido de copras de coco serán registrados en ficha de recolección de datos normalizados y recomendados por la AOAC.<sup>29</sup>

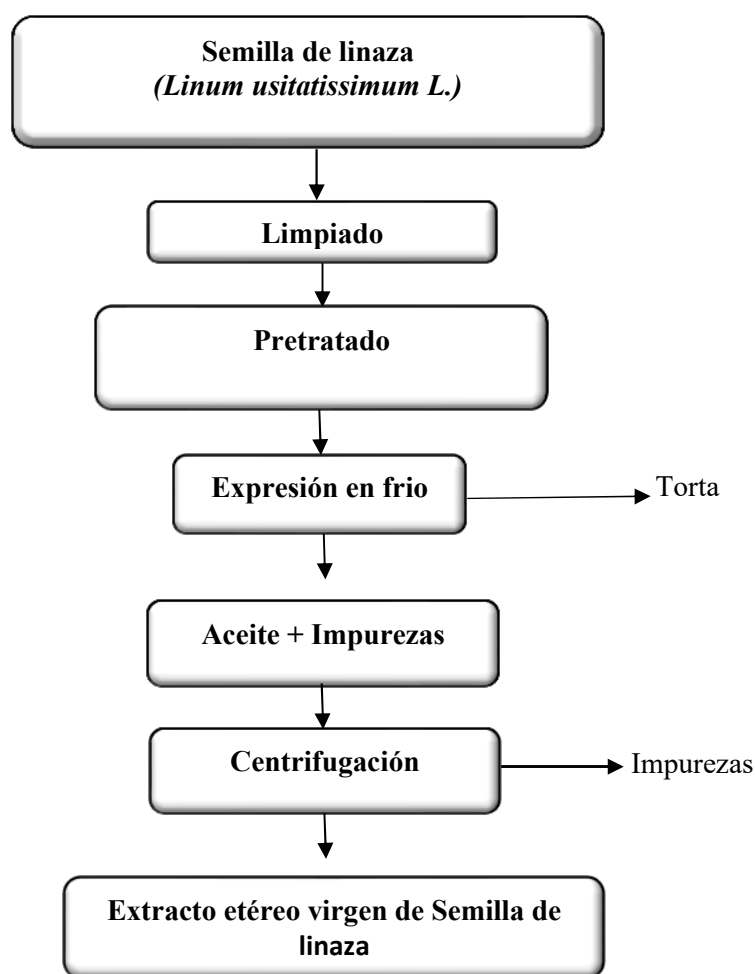


## 2.4. Procedimiento

### A. Procedimiento de extracción de aceite

Los procesos experimentales se pueden observar muestra el procedimiento experimental de la extracción de aceite a partir de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca.

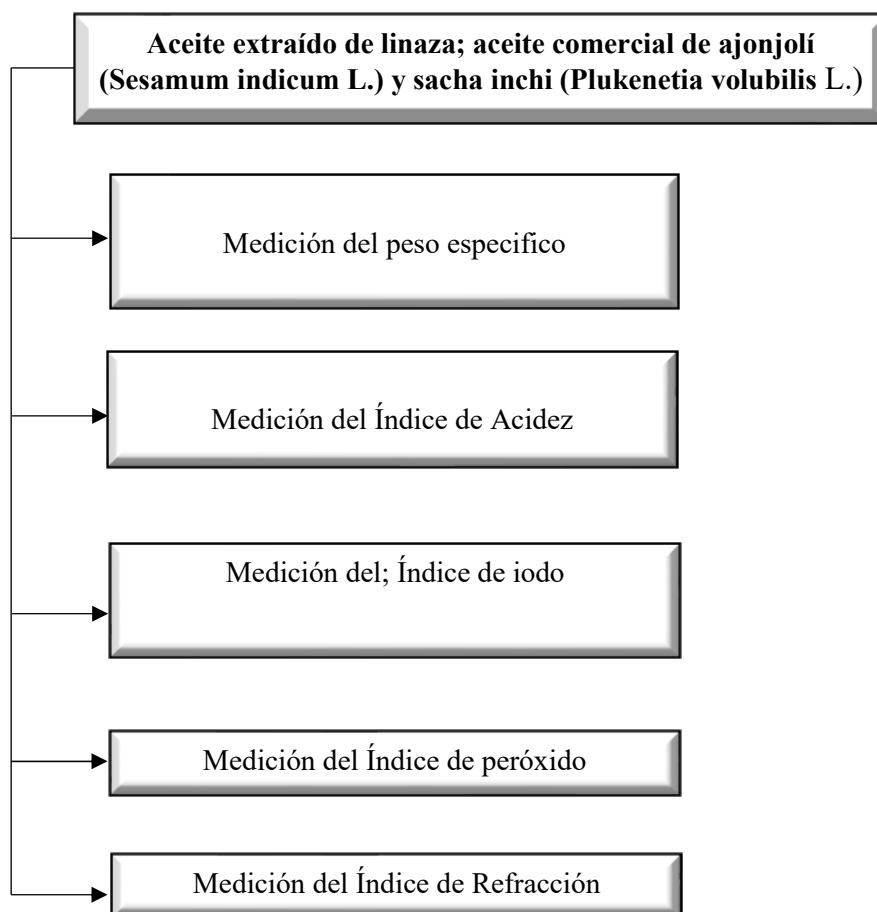
Figura 1. Flujograma experimental en el proceso de obtención de aceite de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca.



B. Procedimiento de la determinación de las características fisicoquímicas del aceite extraído de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales adquiridos en supermercados de Huancayo.

En la figura 2 se muestran el flujograma de análisis de las características fisicoquímicas (Índice de peróxidos, iodo, refracción, acidez y valor de la densidad) del aceite extraído de semilla de lino obtenida utilizando el lino (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí y sacha inchi adquiridos en supermercados de Huancayo, se llevarán a cabo tomando como referencia la AOCS (Sociedad Americana de químicos del aceite)<sup>29</sup>.

**Figura 2. Diagrama del proceso experimental de la determinación fisicoquímica de aceite de linaza cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L*) y Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L*)**



**a. Índice de Acidez- Método oficial de la AOAC:**

Este método mide la cantidad de ácidos grasos libres en la materia de la grasa, de acuerdo a esto se estima la cantidad de muestra a analizar.

Método para la determinación de acidez libre NPT 209.005, 2011. La acidez libre expresa frecuentemente en términos de índice de acidez, en vez de porcentaje de acidez, es definido como el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar 1 gramo de muestra. Para convertir el porcentaje de acidez libre (como oleico a índice de acidez) se multiplica el primero (% Acidez Libre) por 1,99.

**Calculo**

$$\% \text{ Acidez Libre} = \frac{\text{ml de álcali} \times 28.2}{\text{Peso de la muestra}}$$

**b. Índice de peróxidos-Método Oficial de la AOAC:**

El índice de peróxido. Es el método químico más común para determinar el grado de deterioro de oxidación del yoduro a yodo en unas condiciones determinadas. En la reacción, que tiene lugar en medio ácido, se libera un mol de yodo por cada mol de oxígeno perióxico. El yodo liberado se valora con una disolución de tiosulfato sódico utilizando almidón como indicador <sup>28</sup>.

**Calculo**

Valor de peróxido como miliequivalente de peróxido por 1000 g de muestra.

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{S \times N \times 1000 \text{ g}}{\text{peso de la muestra}}$$

**c. Índice de Refracción:**

Se utilizó el método de la AOAC Cc7-25, El índice de refracción será determinado en la muestra utilizando un refractómetro ABBE, el cual fue previamente calibrado con agua destilada. Para cada una de las lecturas se introdujo la muestra entre dos prismas. Se registrará un valor de índice de refracción, para cada una de las muestras, expresados en cuatro lugares decimales.

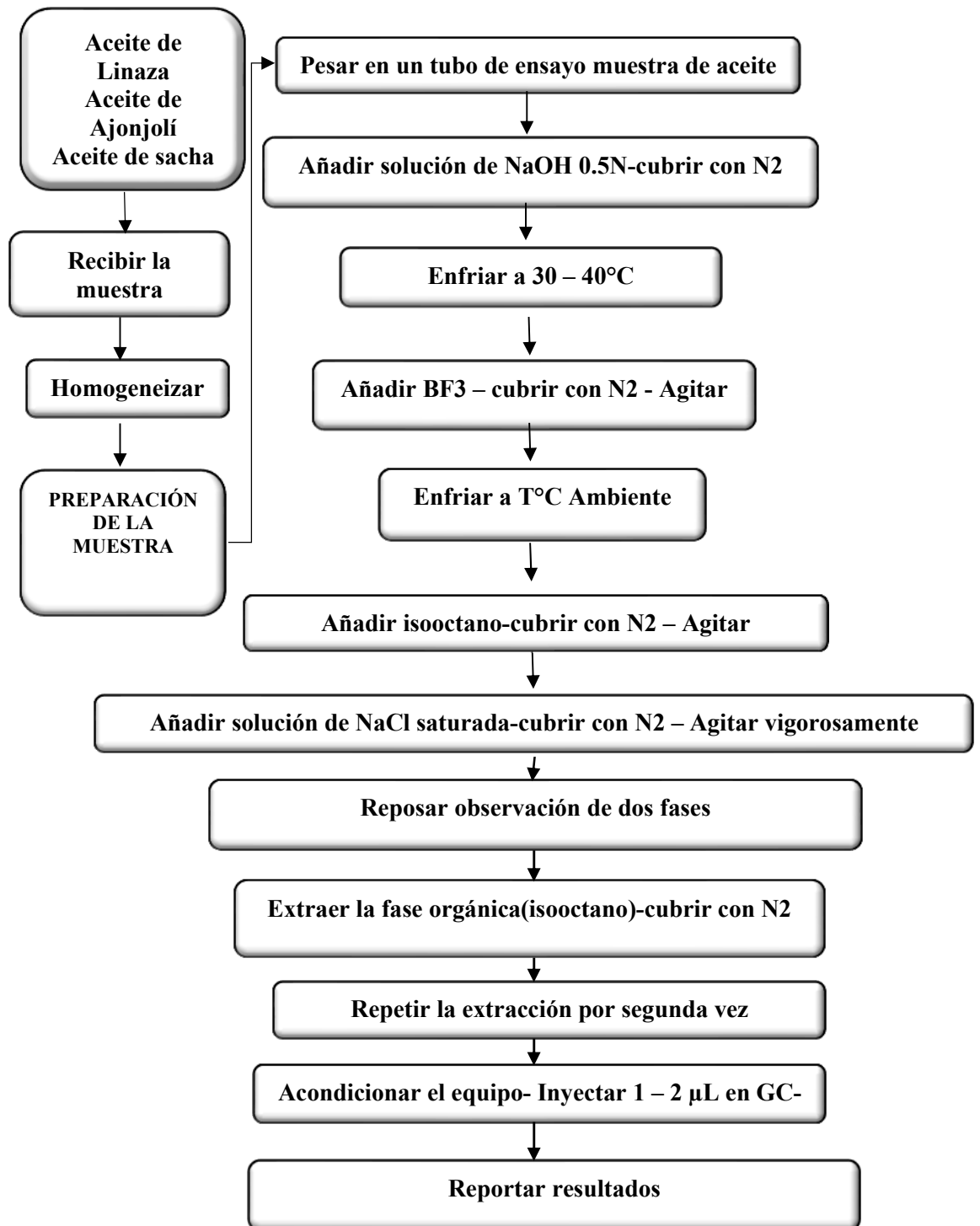
**d. Determinación de la densidad:**

La densidad se determinó en la muestra utilizando el método del picnómetro. Según la AOAC.

**C. Procedimiento de la determinación de la composición de ácidos grasos del aceite extraído de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales adquiridos en supermercados de Huancayo.**

El flujograma (Fig.3) se muestran el diagrama del proceso de análisis de la composición de ácidos grasos (perfil de ácidos grasos) del aceite extraído de semilla de linaza obtenida a partir de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí y sacha inchi adquiridos en supermercados de Huancayo e llevarán a cabo en base al método recomendados.<sup>30</sup>

**Figura 3. Flujo grama de la medición del perfil de ácidos grasos del aceite extraído de semilla de Linaza (*Linum Usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca y de los aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) y sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) por GC-MS.<sup>31</sup>**



## 2.5. Método de análisis de datos

La presentación de los datos obtenidos en la investigación se distribuyó en tablas y gráficas, y se procesaron utilizando estadígrafos de tendencia central (media y desviación estándar) e medidas de inferencia (ANVA). Los resultados obtenidos se presentarán en el panel de procesamiento matemático y analizados utilizando el procesador estadístico S.A.S. V8.

### Procesamiento estadístico

Los valores experimentales se validarán utilizando el DCA y la comparación de Tukey para diferenciar el perfil de ácidos grasos y características fisicoquímicas del aceite extraído de semilla de linaza con aceites comerciales de ajonjolí y sachá inchi y evaluar las comparaciones entre los aceites bajo 3 repeticiones, en base al diseño estadístico del modelo aditivo lineal, que se representa como:

$$Y_i = \mu + t_j + e_{ij}$$
$$i = 1, \dots, t$$
$$j = 1, \dots, r_i$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es el dato que se observa en el  $i$  - ésimo tratamiento,  $j$  - ésima repetición.

$\mu$  = Efecto del promedio general.

$t_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental en el  $i$  - ésimo tratamiento,  $j$  - ésima repetición.

## 2.6. Aspectos éticos

El trabajo investigativo se desarrolló, respetando las consideraciones éticas establecidas, principalmente respecto a proteger el medio ambiental y respetando las biodiversidades; y con actuación responsable y autenticidad de los datos obtenidos y publicados. Por otro lado, salvaguardar la materialidad ética de la dirección del área de investigación, con severidad científica y la reserva de la publicación, sin que existan conflictos de interés de los investigadores.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de la composición químico proximal de semilla de *Linum usitatissimum* L. “Linaza” producido en la provincia de Chupaca.

En tabla 1 se observa los resultados del análisis químico proximal de la semilla de linaza, analizado en función a la metodología recomendada por la AOAC.

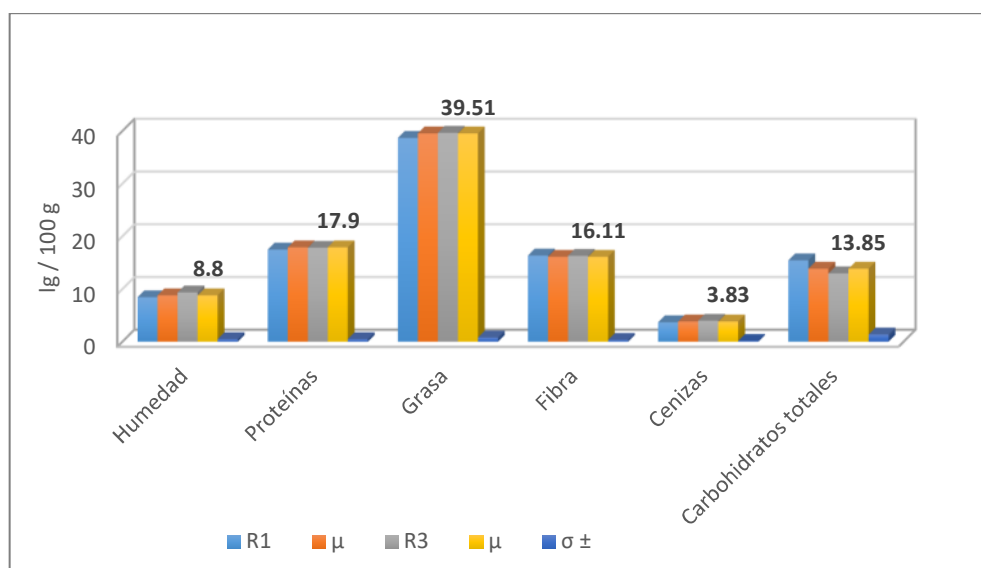
**Tabla 1. Composición químico proximal de semilla de *Linum usitatissimum* L. “Linaza” producida en provincia de Chupaca.**

<b>Componentes g/100g</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma \pm</math></b>
Humedad	8,80	0,49
Proteínas	17,90	0,49
Grasa	39,51	0,79
Fibra	16,11	0,34
Cenizas	3,83	0,15
Carbohidratos totales	13,85	1,37

$\mu$  = promedio de tres repeticiones;  $\sigma$  = desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 1. Composición químico proximal de semilla de linaza producida en Chupaca.**



En el gráfico 1 se presenta la composición química del aceite de *Linum Ustatissimum L.* “Linaza” producida en la provincia de Chupaca en base a tres repeticiones; en donde se presenta el valor promedio de la humedad 8,8%, proteínas con un valor promedio 17,9 %, grasa con un valor promedio 39,51 %, fibra con un valor promedio 16,11% y carbohidratos totales con un valor promedio 13,85 %.

### **3.2 Resultados de las características fisicoquímicas del aceite de semilla de *Linum usitatissimum L.* “linaza” producido en la provincia de Chupaca.**

En la tabla 2 se observa los resultados de las características fisicoquímicas del aceite de semilla de *Linum usitatissimum L.* “linaza”, obtenido por extracción por prensado en frío.



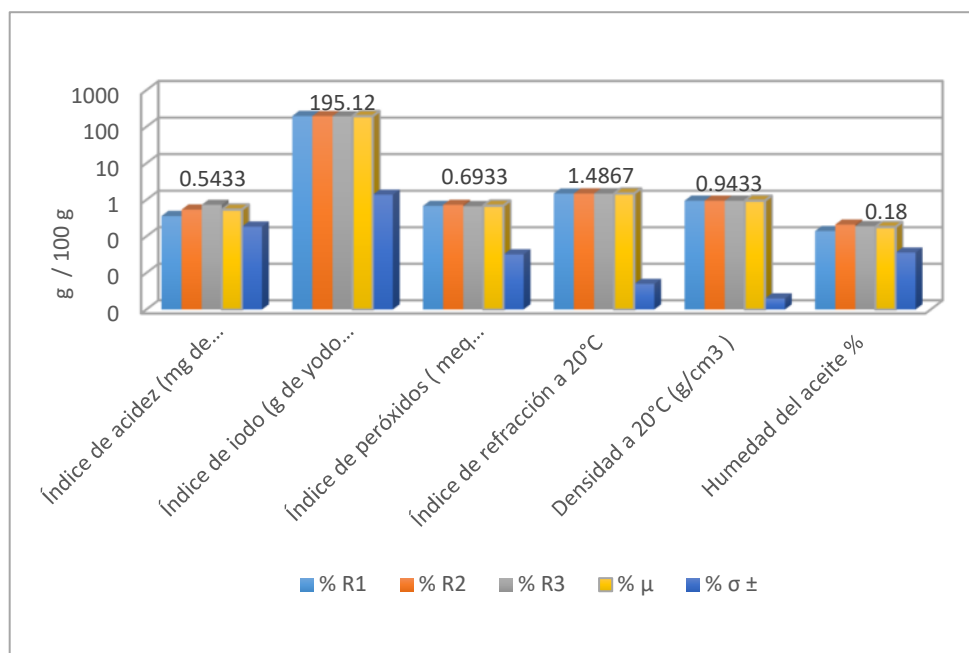
**Tabla 2. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de *Linum usitatissimum* L. “linaza” producido en la provincia de Chupaca**

<b>EXTRACCIÓN Prensado en Frío</b>		
<b>Características</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma \pm</math></b>
Índice de acidez (mg de KOH/g)	0,5433	0,185
Índice de iodo (g de yodo absorbido/100 g de aceite)	195,12	1,38
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	0,6933	0,032
Índice de refracción a 20°C	1,4867	0,005
Densidad a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,9433	0,002
Humedad del aceite %	0,18	0,036

$\mu$  = promedio de tres repeticiones;  $\sigma$  = desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2. Características fisicoquímicas del aceite *Linum usitatissimum* L. “Linaza” producida en la provincia de Chupaca**



En el gráfico 2 se presenta el comportamiento de las características fisicoquímicas del aceite de *Linum Ustatissimum L.* “Linaza” producida en la provincia de Chupaca en base a tres repeticiones; en donde se observa los valores del índice de acidez promedio (mg de KOH/g) fue de 0,5433; índice de iodo con un valor promedio de 19512(g de yodo absorbido/100 g de aceite); Índice de peróxidos cuyo promedio es de 0,6933(meq O<sub>2</sub>/kg de aceite); Índice de refracción con un valor promedio de 1,4867 a 20°C; Densidad promedio de 0,9433 g/cm<sup>3</sup> a 20°C y Humedad del aceite con 0,18% en promedio.

### 3.3 Resultados de las características fisicoquímicas del aceite comercial *Plukenetia Volubilis L.* “sacha inchi.”

En la tabla 3, se reportan los resultados de las características fisicoquímicas del aceite comercial de Sacha inchi, analizados en base a la metodología establecida en la norma técnica AOAC.

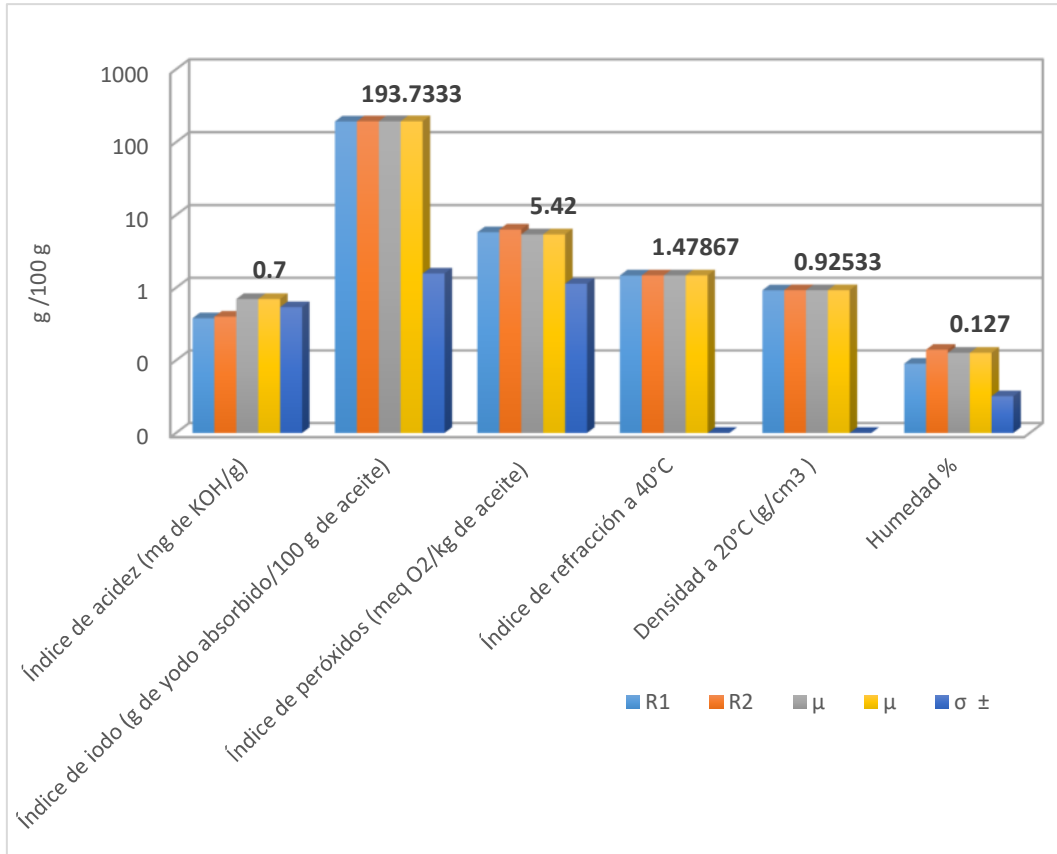
**Tabla 3. Características fisico-químicas del aceite comercial *Plukenetia Volubilis L.* “Sacha Inchi.”**

Características	$\mu$	$\sigma \pm$
Índice de acidez (mg de KOH/g)	0,70000	0,54
Índice de iodo (g de yodo absorbido/100 g de aceite)	193,7333	1,57
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	5,4200	1,136
Índice de refracción a 40°C	1,47867	0,003
Densidad a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,92533	0,004
Humedad %	0,127	0,032

$\mu$  = promedio de tres repeticiones;  $\sigma$  = desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3. Características fisicoquímicas aceite comercial *Plukenetia Volubilis* L. “Sacha Inchi”**



En la gráfico 3 se presenta el comportamiento de las características fisicoquímicas aceite comercial *Plukenetia Volubilis* L. “Sacha Inchi” en base a tres repeticiones; en donde se observa los valores del índice de acidez promedio (mg de KOH/g) fue de 0,7; índice de iodo con un valor promedio de 193,73(g de yodo absorbido/100 g de aceite); Índice de peróxidos cuyo promedio es de 5,42(meq O<sub>2</sub>/kg de aceite); Índice de refracción con un valor promedio de 1,4786 a 40°C ; Densidad promedio de 0,9253 g/cm<sup>3</sup> a 20°C y Humedad del aceite con 0,127% en promedio.

### 3.4 Resultados de las características fisicoquímicas aceite comercial *Sesamum*

#### *Indicum L. “Ajonjolí.”*

En la tabla 4 se presentan las características fisicoquímicas determinados en base a la metodología de las normas técnicas AOAC, utilizando métodos químicos, según las concentraciones y parámetros establecidos para cada característica.

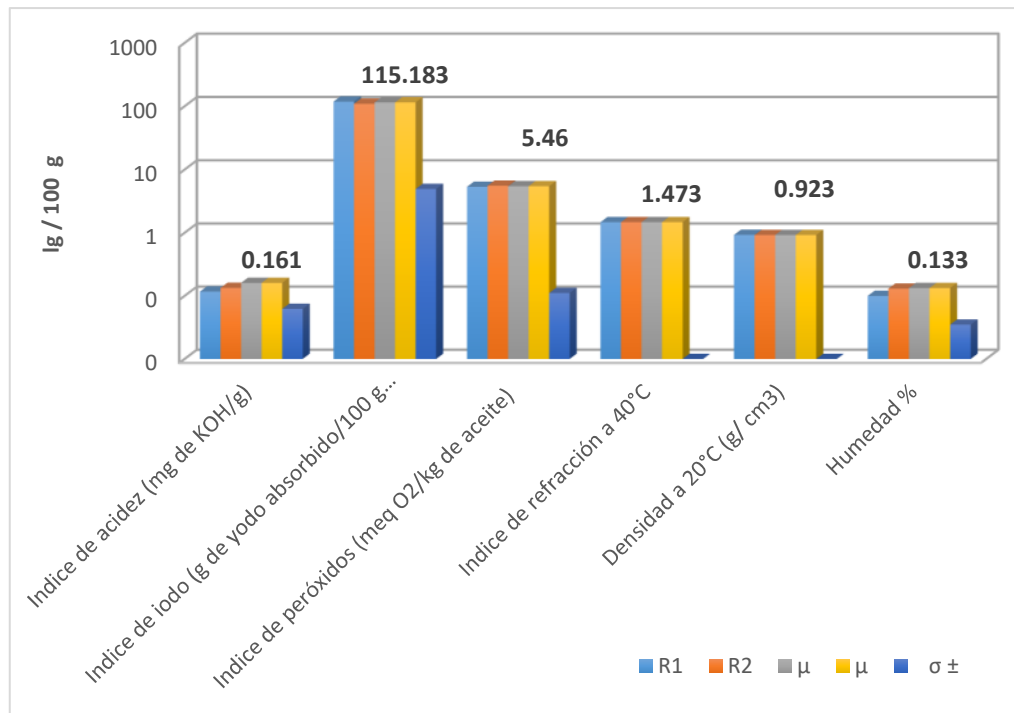
**TABLA 4. Características fisicoquímicas del aceite comercial *Sesamum Indicum L. “Ajonjolí.”***

Características fisicoquímicas	$\mu$	$\sigma \pm$
Índice de acidez (mg de KOH/g)	0,161	0,062
Índice de iodo (g de yodo absorbido/100 g de aceite)	115,183	4,940
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	5,460	0,111
Índice de refracción a 40°C	1,473	0,002
Densidad a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,923	0,003
Humedad %	0,133	0,035

$\mu$ = promedio de tres repeticiones;  $\sigma$  = desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 4. Características fisicoquímicas del aceite comercial *Sesamum Indicum L* “Ajonjolí**

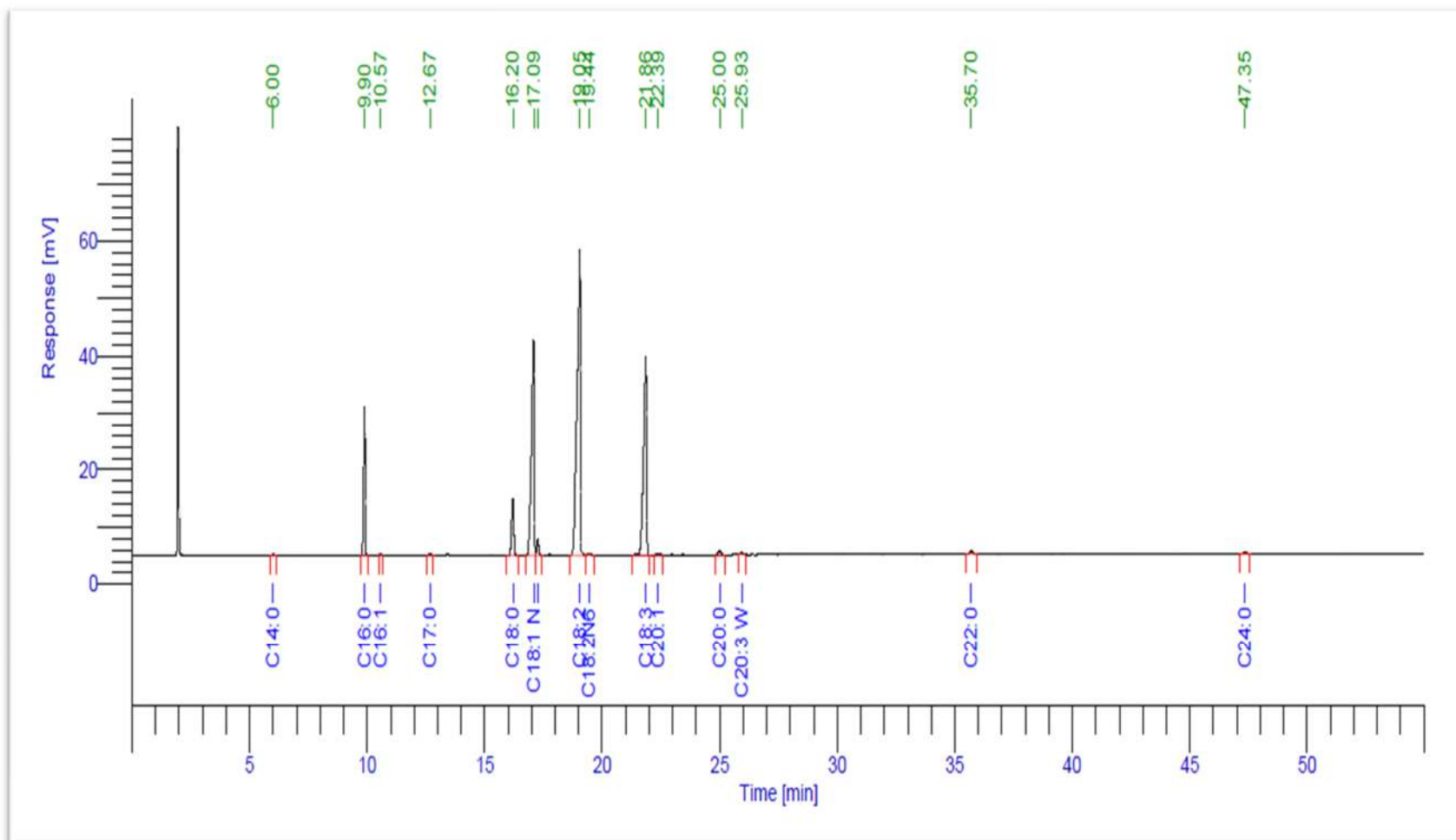


En el gráfico 4 se presenta el comportamiento de las características fisicoquímicas aceite comercial *Sesamum Indicum L*. “Ajonjolí “en base a tres repeticiones; en donde se observa los valores del índice de acidez promedio (mg de KOH/g) fue de 0,161; índice de iodo con un valor promedio de 115,183(g de yodo absorbido/100 g de aceite); Índice de peróxidos cuyo promedio es de 5,46(meq O<sub>2</sub>/kg de aceite); Índice de refracción con un valor promedio de 1,473 a 40°C; Densidad promedio de 0,923g/cm<sup>3</sup> a 20°C y Humedad del aceite con 0,133% en promedio.

**3.5 Resultados de la composición química de ácidos grasos en muestras de aceites de *Linum usitatissimum* L. “Linaza” producida en la provincia de Chupaca, aceites comerciales de Sacha inchi y ajonjolí, evaluadas por Cromatografía de Gas con espectro de masas.**

**Tabla 5. Composición de ácidos grasos de aceite de semilla de *Linum usitatissimum* L. “linaza” (g/100g).**

<b>Numero</b>	<b>Nombre de componente</b>	<b>% Promedio</b>
1	Acido mirístico	0,060
2	Acido palmítico	8,030
3	Acido palmitoleico	0,070
4	Acido margárico	0,080
5	Acido esteárico	4,640
6	Acido oleico	22,520
7	Acido vaccenico	1,120
8	Acido linoleico	38,960
9	Acido linoleico	0,150
10	Acido alfa-linolénico	23,070
11	Acido gadoleico	0,170
12	Acido araquídico	0,360
13	Acido eicosatrienoico	0,170
14	Acido araquídico	0,430
15	Acido lignocérico	0,170



**Gráfico 5. Perfil cromatográfico de la composición de los ácidos grasos del aceite de linaza obtenido por prensado en frío producido en la provincia de Chupaca determinado por (GC-MS).**

**Tabla 6. Composición de ácidos grasos del aceite comercial de semilla de *Plukenetia Volubilis L.* “Sacha Inchi”**

<b>NUMERO</b>	<b>Nombre de componente</b>	<b>% Promedio</b>
1	Acido mirístico	0,11
2	Acido palmítico	16,51
3	Acido palmitoleico	1,02
4	Acido margárico	0,07
5	Acido esteárico	3,75
6	Acido oleico	41
7	Acido vaccenico	2,08
8	Acido linoleico	27,75
9	Acido linoleico	0,12
10	Acido gamma linolénico	0,13
11	Acido alfa-linolénico	6,31
12	Acido gadoleico	0,12
13	Acido araquídico	0,47
14	Acido eicosatrienoico	0,21
15	Acido araquídico	0,25
16	Acido lignocérico	0,11



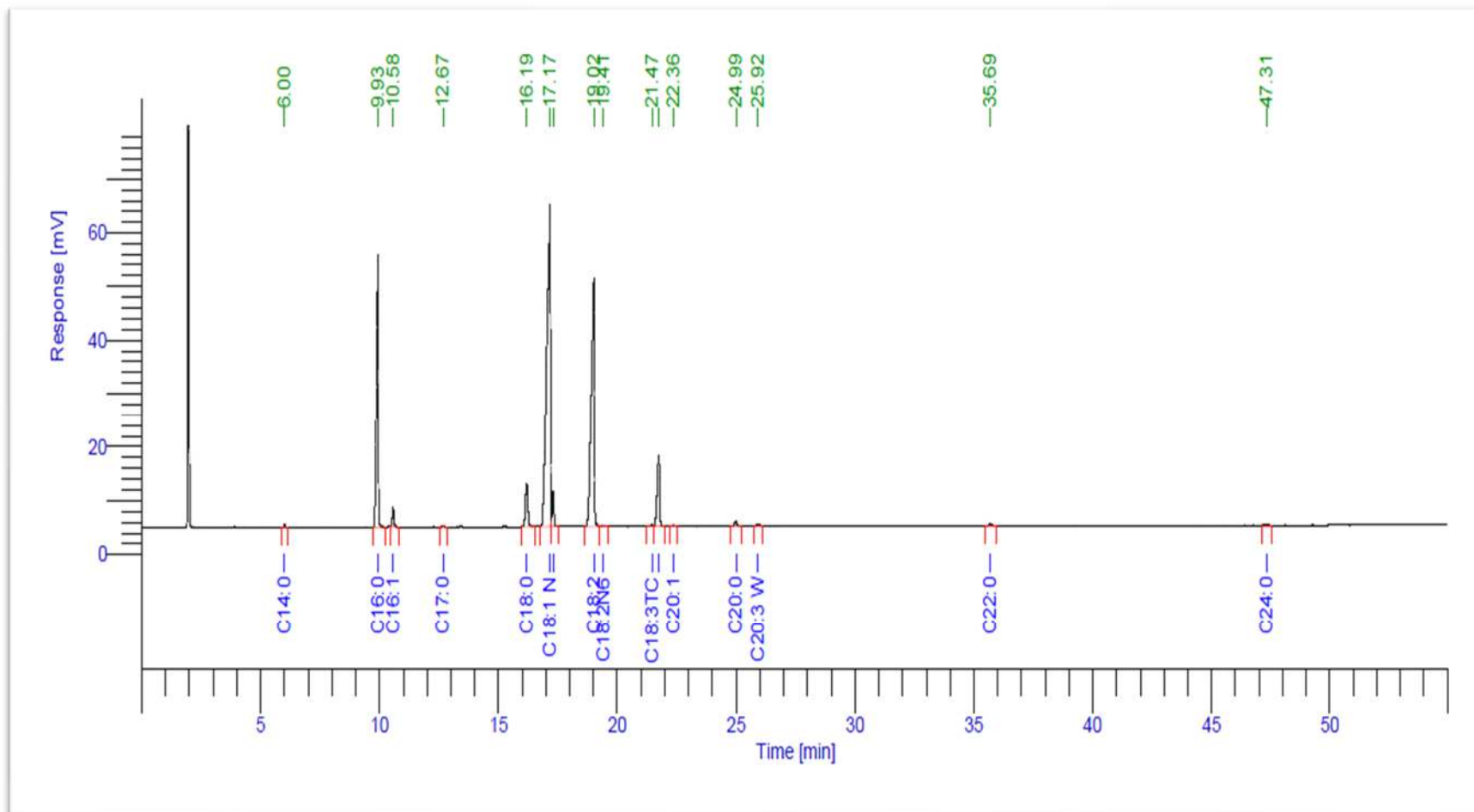


Gráfico 6. Perfil cromatográfico de la composición de los ácidos grasos del aceite comercial de semilla de *Plukenetia Volubilis L.* “Sacha Inchi” analizado por GC-MS.

**Tabla 7. Composición de ácidos grasos del aceite comercial de semilla de *Sesamum Indicum L.* “Ajonjolí.”**

<b>Numero</b>	<b>Nombre de componentes</b>	<b>% Promedio</b>
1	Acido mirístico	0,1
2	Acido palmítico	10,83
3	Acido palmitoleico	0,09
4	Acido margárico	0,09
5	Acido esteárico	4,23
6	Acido oleico	28,04
7	Acido vaccenico	1,36
8	Acido oleico	0,07
9	Acido linoleico	47,58
10	Acido linoleico	0,65
11	Acido gamma linolénico	0,49
12	Acido alfa-linolénico	4,32
13	Acido gadoleico	0,51
14	Acido araquídico	0,55
15	Acido eicosatrienoico	0,24
16	Acido araquídico	0,58
17	Acido lignocérico	0,28

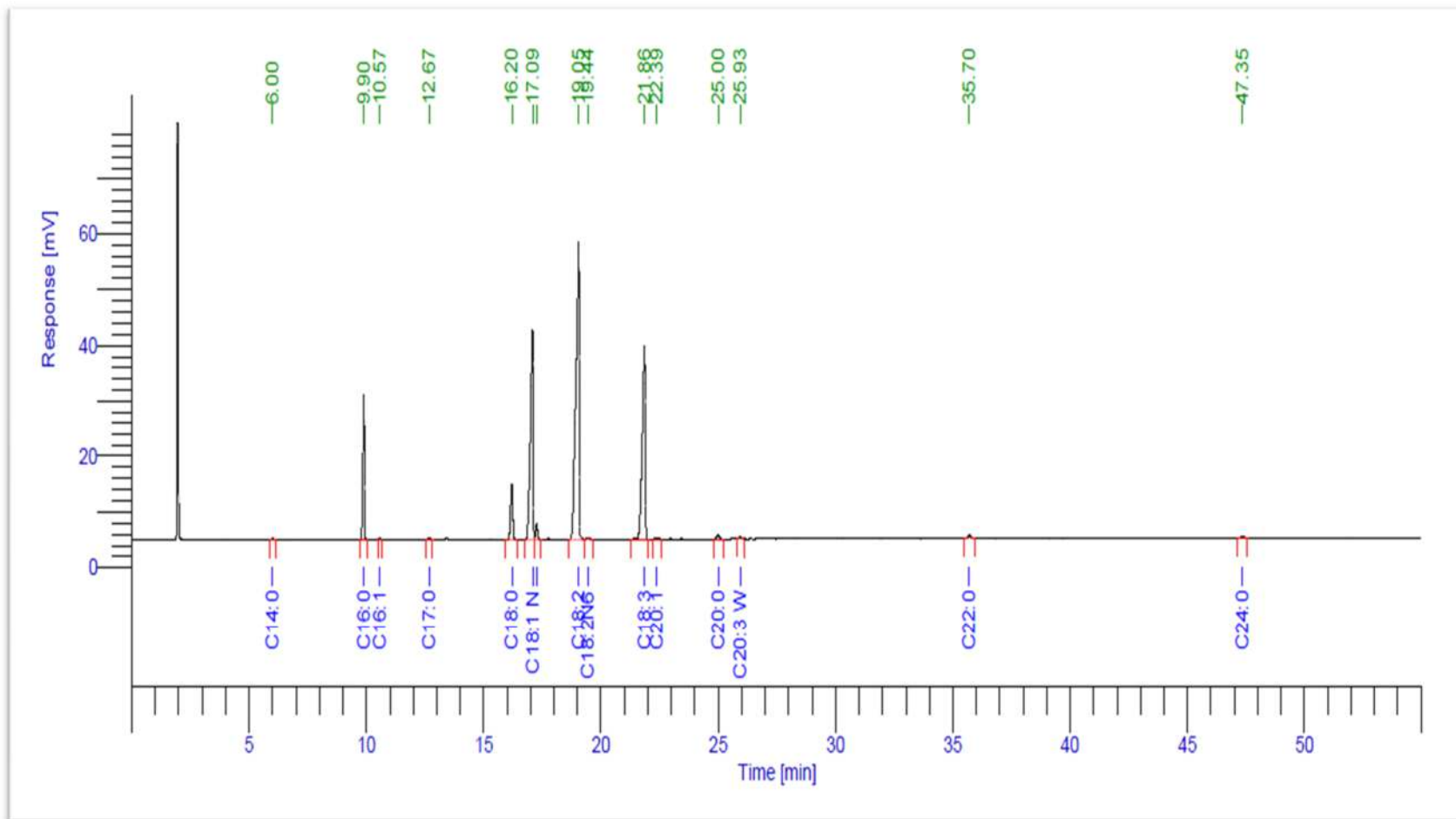
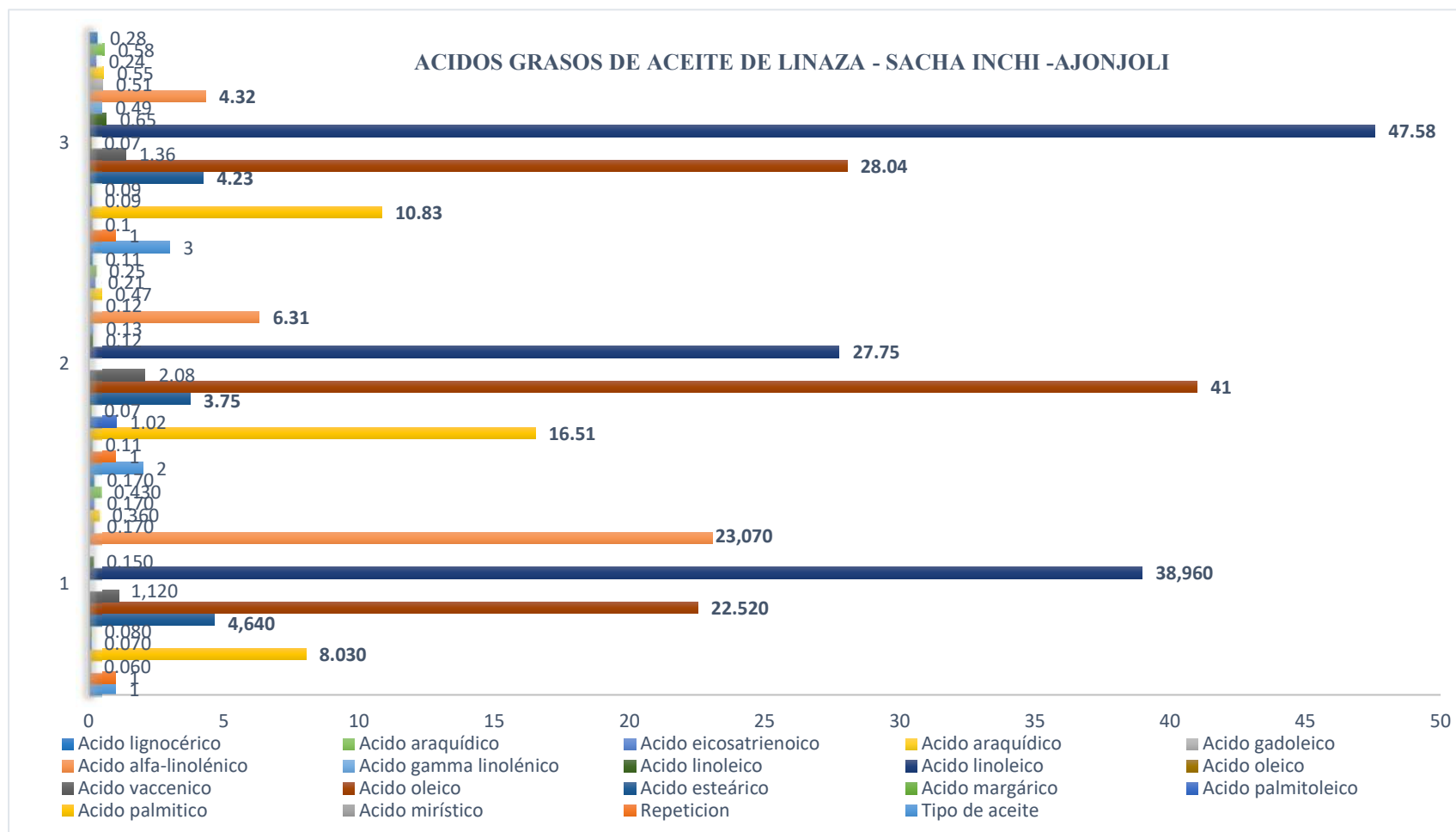


Gráfico 7. Perfil cromatográfico de la composición de los ácidos grasos del aceite comercial de semilla de semilla de *Sesamum Indicum L.* “Ajonjolí.” analizado por GC-MS.



**Gráfico 8. Variabilidad de la composición de acidos grasos de aceites *Linum usitatissimum* L. “linaza” - *Plukenetia Volubilis* L. “Sacha Inchi.”- semilla de *Sesamum Indicum* L. “Ajonjolí.” % promedio.**

En el gráfico 8 presenta el comportamiento de la variabilidad de la composición de ácidos grasos de aceite *Linum usitatissimum L.* “linaza” producida en la provincia de Chupaca significativamente está representado por los ácidos grasos omega 9, omega 3 y omega 6; mientras que la composición de ácidos grasos del aceite comercial de *Plukenetia Volubilis L.* “sacha Inchi” contiene omega 9 y omega 6 sin embargo el aceite comercial de *Sesamum Indicum L.* “ajonjolí” contiene omega 6 y omega 9; estos resultados experimentales también refuerzan que los aceites comerciales de sachá inchi y ajonjolí presentan bajos niveles de concentración de omega 3 alfa linoleico en comparación al aceite de linaza producida en la provincia de Chupaca

#### IV. DISCUSIÓN

➤ **Composición químico proximal de la semilla de linaza producida en Chupaca**

La composición químico proximal de la semilla de (*Linum usitatissimum* L.) “linaza” según los resultados obtenidos en la investigación arrojan un contenido promedio de proteínas de  $17,90\% \pm 0,49$ ; mientras el contenido de grasa representa un  $39,51\% \pm 0,79$ ; contenido de fibra con  $16,11\% \pm 0,34$ ; cenizas con  $3,83\% \pm 0,15$ ; carbohidratos totales con  $13,85\% \pm 1,37$  respectivamente. Sin embargo, **Ricky W (1994)** reporta un contenido de proteínas de  $22,8\% \pm 0,6$  hasta un valor máximo de  $29,20\% \pm 0,2$ . Por otro lado **Ostojich y Sangronis (2012)**; menciona que la semilla de linaza venezolana presenta un contenido de  $22,31\% \pm 0,18$  de proteínas, grasa cruda  $40,66\% \pm 0,26$  mientras la semilla canadiense presenta un contenido de  $21,47\% \pm 0,09$ , grasa cruda  $43,46\% \pm 0,33$ .; siendo estos resultados diferentes a lo calculado en la investigación.

➤ **Las características fisicoquímicas del aceite de semilla de *Linum usitatissimum* L. “linaza” producido en la provincia de Chupaca.**

La característica fisicoquímica de las semillas de (*Linum usitatissimum* L.) “Linaza” según los resultados obtenidos en la investigación nos indica un contenido de promedio para extracción de prensado en frío, el índice de acidez  $0,5433\% \pm 0,185$ ; mientras el índice de iodo  $195,12\% \pm 1,38$ ; índice de refracción  $1,4867\% \pm 0,005$ ; densidad  $0,9433\% \pm 0,002$  respectivamente. Sin embargo, **Romell Adriel Maxi (2019)** Reporta un contenido de índice de acidez  $1,701\% \pm 1,803$ ; mientras el índice de iodo  $292,53\% \pm 290,94$ ; y el índice de refracción  $1,479\% \pm 1,474$ ; y la densidad  $0,910\% \pm 0,949$ . Por otro lado, **Jhon Oscar Arias (2015)**, que la semilla de linaza procedencia de Corongo presenta un índice de peróxido  $0,05\% \pm 0,01$  siendo así diferente a lo calculado por la investigación.

➤ **Resultados respecto a las características fisicoquímicas aceite comercial (*Plukenetia Volubilis L.*) “Sacha Inchi”.**

Las características fisicoquímicas del aceite comercial (*Plukenetia Volubilis L.*) “sacha inchi” según los resultados obtenidos en la investigación nos indica, índice de acidez  $0,70000\% \pm 0,54$  en tanto el índice de iodo  $193,7333\% \pm 1,57$ ; en tanto el índice de peróxido  $5,4200\% \pm 1,136$ , índice de refracción  $1,47867\% \pm 0,003$ ; densidad  $0,92533 \pm 0,004$ , humedad  $0,127 \pm 0,032$  respectivamente. Sin embargo, **Dennys Sihuayro Larico (2013)** reporta un contenido de índice acidez  $0,926\% \pm 1,0$ ; mientras el índice de peróxido  $0,926\% \pm 10,0$ ; por tanto, el índice de refracción  $1,478\% \pm 1,481$ . Por otro lado. **Arilmi Gorriti Gutiérrez (2010)** Reporta un contenido índice de peróxido  $1,683\% \pm 0,141$ ; índice iodo  $192,300\% \pm 1,356$  a si siendo diferente a lo calculado alas características realizado al aceite de sachá Imchi.

➤ **Características fisicoquímicas aceite comercial (*Sesamum Indicum L.*) “Ajonjolí”.**

Las características fisicoquímico del aceite comercial (*Sesamum Indicum L.*) “Ajonjolí” Según extraído de semilla de lino obtenida utilizando los aceites comerciales de ajonjolí los resultados obtenidos en la investigación nos indica, Índice de acides  $0,161\% \pm 0,062$  ; Índice de iodo  $115,183\% \pm 4,940$  ; Índice de peróxido  $5,460\% \pm 0,111$  ; Índice de refracción  $1,473\% \pm 0,002$  como también la densidad  $0,923\% \pm 0,003$  y la humedad  $0,133\% \pm 0,035$  sin embargo **Cortez (2017)** donde el Indicé de acidez es diferente a los resultados  $0,57\% \pm 0,01$  ; como también el Indicé de iodo  $106,73\% \pm 4,06$  ; a si igual Indicé de refracción  $1,45\% \pm 0,01$  ; respectivamente la densidad  $0,89\% \pm 0,00$  . Por otro lado, **Tejada (2018)** determinó un Indicé de acidez de  $0,1\% \pm 0,00$ ; donde el Indicé de iodo es  $1,20\% \pm 1,04$ ; como también el Indicé de peróxido de  $0,1\% \pm 0,00$ ; siendo así diferente a lo obtenido de las características fisicoquímicas realizados.

➤ **Comparación de la composición de ácidos grasos del aceite linaza y aceite comercial de ajonjolí, aceite de sacha Inchi.**

En el gráfico 8 se observa que predominantemente existen concentraciones significativas de ácido linoleico con un valor de 38,960 %; en el aceite de (*Linum usitatissimum L.*) “linaza”, como también ácido alfa linolenico con un valor de 23,070 %, y un valor de ácido oleico 22,520 %; sin embargo, el aceite comercial de (*Plukenetia Volubilis L.*) sacha Inchi presenta un contenido de 41% de ácido oleico y con 27,75% de ácido linoleico; por otro lado, el aceite comercial de (*Sesamum Indicum L.*) “ajonjolí” presenta un contenido de ácido linoleico de 47,58% y ácido oleico con un 28,04 %; sin embargo, **Popa et al., (2012)** reporta que el aceite de linaza presenta altos niveles de ácido linoleico con valores de 53,21% y de ácido oleico con un valor de 18,51% y 17,25% de ácido linoleico respectivamente; por otro lado, **Matthäus & Özcan., (2017)**, reportan que el contenido de ácido oleico de los aceites de semillas de linaza según variedad encontraron valores de 0,8% (Maroc) y 24,8% (Railinus); mientras que el contenido de ácido linoleico del aceite de linaza según variedad oscilan entre el 10,2 % (Avangard) y el 48,2 % (Maroc). La composición de ácidos grasos de aceite de *Linum usitatissimum L.* “linaza” producida en la provincia de Chupaca significativamente está representado por los ácidos grasos omega 9, omega 3 y omega 6; mientras que la composición de ácidos grasos del aceite comercial de *Plukenetia Volubilis L.* “sacha Inchi” contiene omega 9 y omega 6 sin embargo el aceite comercial de *Sesamum Indicum L.* “ajonjolí” contiene omega 6 y omega 9; estos resultados experimentales también refuerzan que los aceites comerciales de sacha inchi y ajonjolí presentan bajos niveles de concentración de omega 3 alfa linoleico en comparación al aceite de linaza producida en la provincia de Chupaca.



## V. CONCLUSION

- Se determino el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de *Linum usitatissimum L.* “linaza” por cromatografía de gas acoplado a espectro de masas donde se obtuvieron un valor de 38,960 % de ácido linoleico.
- Se analizo la comparación de la composición química de ácidos grasos de los; aceite de *Linum usitatissimum L.* “linaza”, *Plukenetia Volubilis L.* “Sacha Inchi”, y *Sesamum Indicum L.* “ajonjolí” ; siendo el más frecuente en: ácido oleico y ácido linoleico, alfa linoleico.
- Se determino las características fisicoquímicas de los aceites: *Linum usitatissimum L.* “linaza”, *Plukenetia Volubilis L.* “Sacha Inchi”, y *Sesamum Indicum L.* “ajonjolí” (índice de acidez, índice de iodo, índice de peróxidos, índice de refracción, densidad, humedad.)

## V.I. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de las propiedades fisicoquímico y químicas, perfil de ácidos grasos en base de métodos de extracción.
- Realizar estudios sobre las propiedades funcionales del aceite de semillas de linaza en comparación a aceites comerciales tradicionales.
- Realizar estudios sobre la aplicación y aprovechamiento de los ácidos grasos omega 3, omega 6, omega 9, en relación al origen de producción de la linaza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Savva, Savvas C., and A. Kafatos. "Vegetable oils: dietary importance." 2016: 365-372.
2. Ramos F. Perfil de ácidos grasos de aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en comparación con otros aceites vírgenes comestibles. *Revista Campus*. 2018; 21(21).
3. Da Costa S. Caracterização e estabilidade oxidativa da farinha e oil de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.). *Sociedad y Desarrollo*. 2020; 9(10).
4. Qiu C. Comparación de la composición de ácidos grasos, perfil fitoquímico y actividad antioxidante en cuatro variedades de lino (*Linum usitatissimum* L.). *Ciencia de cultivos oleaginosos*. 2020; 5(3).
5. Matthäus B, Mehmet O. Composición de ácidos grasos, contenido de tocoferoles y esteroides en variedades de linaza (*Linum usitatissimum* L.). *Revista iraní de química e ingeniería química*. 2017; 36(3).
6. Popa M. Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum* L.). from Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2012.
7. Silva JM, Gallardo G, Pascual G. Caracterización físico-química del Aceite de Linaza del Departamento Cajamarca, Perú. *Infinitum*. 2013; 3(2).
8. El-Beltagi S, El-Hariri D. Evaluation of fatty acids profile and the content of some secondary metabolites in seeds of different flax cultivars. *General Applied Plant Physiology*. 2007; 33.

9. simopoulos A. The importance of the ratio of omega-6/ omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 2002; 56.
10. Viorica M, Gruia A, Icoleta D, Dumbrava D, Moldovan C, Bordean D, et al. Fatty acids composition and oil characteristics of linseed. from Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2012; 18(2).
11. Brahmi S, Bouamara K. Comparison of chemical composition and biological activities of Algerian seed oils of *Pistacia lentiscus* L., *Opuntia ficus indica* (L.) mill. and *Argania spinosa* L. seeds. *Industrial Crops and Products*. 2020; 151.
12. Vidrih R, Vidakovi C, Abramovič H. Biochemical parameters and oxidative resistance to thermal treatment of refined and unrefined vegetable edible oils. *Czech Journal of Food Sciences*. 2010; 28(5).
13. Ying Q, Rudzińska A, Grygier A, Przybylski R. Determination of triacylglycerols by HTGC-FID as a sensitive tool for the identification of rapeseed and olive oil adulteration. *Molecules*. 2020; 25(17).
14. Gnanaprakasam A, Sivakumar M, Surendhar M, Irumarimurugan, Kannadasan T. Recent strategy of biodiesel production from waste cooking oil and process influencing parameters: a review. *Journal of Energy*. 2013.
15. Aliyar N, Piravi Z, Ghavami M. Study on the effect of activated carbon with bleaching earth on the reduction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bleached soybean oil. *Grasas y Aceites*. 2019; 70(2).
16. Becher P. *Encyclopedia of Emulsion Technology*, Marcel Dekker New York,; 2006.
17. Gharby S, Guillaume D, Elibrahimi M, Charrouf Z. Physico-chemical properties and sensory analysis of deodorized argan oil. *ACS Food Science & Technology*. 2021; 1(2).
18. Choong Y, Lin H, Chen C. A rapid gas chromatographic method for direct determination of free sterols in animal and vegetable fats and oils. *Journal of Food and Drug Analysis*. 1999; 7(4).
19. Skoog D, Crouch S, Holler F. *Principios de análisis instrumental*. Cengage Learning .2008.

20. Corral P. Fundamentos y funciones de la espectrometría de masa. Universidad de Valencia. Facultad de Farmacia.
21. Mochida Y, Nakamura S. Déterminatioll of Total Hydroperoxides in Oxidized Vegetable Oils Based on Triphenyiphosphine Oxidation Using Electron Ionization Mass Spectrometry. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2006; 54(6).
22. Elewa T, Mekki B, Bakry B, El-Kramany F. Evaluation of some introduced canola (*Brassica napus* L.) varieties under different nitrogen fertilizer levels in newly reclaimed sandy soil.. *Middle-East J Sci Res.* 2014; 21(746).
23. Lamas D, Constenla D, Raab D. Effect of degumming process on physicochemical properties of sunflower oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.* 2016; 6.
24. Chew S, Nyam K. Refining of edible oils,” *Lipids and Edible Oils*, Academic Press. Cambridge, MA, USA. 2020.
25. Gotor A, Rhazi L. “Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review. ” *OCL.* 2016; 23(2).
26. Evrard J, Xatart P, Argenson C, Morin O. Proc´ed´es d’obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique.* 2017; 42.
27. Christie W. *Gas Chromatography and Lipids: a Practical Guide.* Ayr; 2009.
28. Sampieri RH, *Metodologia de la Investigacion.* Sexta edición ed. C.V. SAD, editor. México: Interamericana ; 2014.
29. Pierluigi D, Ali F, Qing H, Jeanne I. Revisión de métodos para la preparación y separación cromatográfica de gases de ácidos grasos de referencia trans y cis . *Journal of AOAC INTERNATIONAL.* 2009; 92(5).
30. Suri K. "Impacto del tostado por infrarrojos y aire seco en la estabilidad oxidativa, la composición de ácidos grasos, los productos de reacción de Maillard y otras propiedades químicas del aceite de semilla de comino negro *Nigella sativa* ; 2019.
31. Alimentarius, Codex.. Organizacion mundial de la salud." Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Alimentación y la Cultura 1; 2015.

## **ANEXOS**

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES		DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>A. Independiente</b>  ➤ Tipos de aceites		➤ Aceite de Linaza ➤ Aceite de sacha Inchi ➤ Aceite de ajonjolí	Es un triglicérido extraído de una planta. El término "aceite vegetal" puede definirse estrechamente como referido solo a los aceites vegetales que son líquidos a temperatura ambiente, o definidos ampliamente sin tener en cuenta el estado de la materia de la sustancia a una temperatura dada. Se obtienen por el método de prensado mecánico (prensa hidráulica).	Color	<b>Cualitativo</b>
<b>B. Dependiente</b>	<b>Características fisicoquímicas</b>	Índice de acidez	Cantidad de miligramos de hidróxido de potasio necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en un gramo de aceite o grasa.	mg KOH/g	<b>Cuantitativo</b>
		Índice de peróxidos	Cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico.	mileq O2/Kg	<b>Cuantitativo</b>
		Índice de Iodo	Masa de yodo (atómico), en gramos, que se adiciona a las instauraciones presentes en 100 g de materia grasa.	g I2 / 100 g	<b>Cuantitativo</b>
		Índice de Refracción	El índice de refracción es una característica óptica de una sustancia y el número de partículas disueltas en esta. El índice de refracción se define como la relación de la velocidad de la luz en un espacio vacío en relación a la velocidad de la luz a través de una sustancia.	20°C	<b>Cuantitativo</b>
		Densidad	Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.	g/cm <sup>3</sup>	<b>Cuantitativo</b>
	<b>Composición de ácidos grasos</b>	Ácidos saturados Ácidos insaturados	Los ácidos grasos son ácidos mono carboxílicos de cadena larga. Por lo general, contienen un número par de átomos de carbono, normalmente entre 12 y 24. Ello se debe a que su síntesis biológica tiene lugar mediante la aposición sucesiva de unidades de dos átomos de carbono.	%	<b>Cuantitativo</b>

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: Comparación de la composición de ácidos grasos de aceite de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivada en Chupaca, con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*)**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	VARIABLES		METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca comparado a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca comparado a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)?</li> <li>• ¿Cuáles son los valores de las propiedades fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca comparado con aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)?</li> <li>• ¿Qué diferencia existe en la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Comparar la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>).</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la composición de ácidos grasos del aceite extraído de semilla de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>) por cromatografía de gas acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).</li> <li>• Determinar las características fisicoquímicas (Índice de peróxidos, Iodo, acidez, densidad e índice de refracción) del aceite extraído de semilla de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca y aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>).</li> <li>• Comparar la calidad química y físico química del aceite extraído de semilla de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca con aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> El tipo de semilla afecta en la composición de ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>).</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo de semilla afecta en la composición de ácidos grasos de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>).</li> <li>• El tipo de semilla afecta en las características fisicoquímicas de aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)</li> <li>• El tipo de semilla afecta en la calidad química y fisicoquímicas del aceite de las semillas de linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>) cultivada en Chupaca en relación a aceites comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum L.</i>) y Sachá Inchi (<i>Plukenetia Volubilis L.</i>)</li> </ul>	Variables	Dimensión	<p><b>Método de investigación.</b> - analítico. <b>Tipo de investigación.</b> - Cuasi - Experimental y descriptivo. <b>Nivel de investigación.</b> - Explicativo. <b>Diseño de la investigación.</b> - Cuasi Experimental. <b>Población y muestra.</b> - Semilla de linaza cultivada en Chupaca. Aceites comerciales de sachá inchi y ajonjolí. <b>Técnicas e instrumento de recolección de datos</b> Técnicas: Observación ordenada Instrumento: Ficha de recolección de datos Validadas por la AOAC. <b>Técnicas de procesamiento y análisis de datos.</b> - Gráficos de control estadístico - Microsoft Excel - Stat graphisc V.16</p> <p><b>Aspectos éticos de la investigación.</b> Basadas en los Principios fundamentales de la ética y con actuación responsable y autenticidad de los datos obtenidos y publicados</p>
V.I Tipos de aceites vegetales	Aceite extraído de linaza  Aceite comercial de sachá inchi  Aceite comercial de ajonjolí				
V.D Características fisicoquímicas	Índice de Iodo Índice de peróxidos Índice de Acidez Índice de refracción Densidad				
Composición de ácidos graso	Perfil de ácidos grasos saturados e insaturados				



**INTRUMENTO DE RECOLECCION DE LA COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS**  
**“Comparación de la composición de ácidos grasos de aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivada en Chupaca, con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L).**

Ácidos Grasos (%)	Aceite de Linaza-Chupaca	Aceite de Ajonjolí	Aceite de sacha inchi	Codex Alimentarios
C16:0				
C16:1				
C18:0				
C18:1				
C18:2				
C18:3				
C18:0				
C18:1				
C18:2				
C18:3				
C18:0				
C18:1				
C18:0				
C18:1				
C18:2				
C18:3				
C18:0				
C18:1				
C18:2				
C18:3				
C18:0				
ND				
ω-6/ω-3				

OBSERVACIONES:.....  
.....  
.....  
.....

**COMPOSICIÓN QUIMICO PROXIMAL DE SEMILLA DE LINAZA PRODUCIDAD EN CHUPACA**

<b>Componentes g/100g</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Media</b>	<b>Desv Stand ±</b>
Humedad	8,43	8,61	9,35	8,80	0,49
Proteínas	17,46	18,43	17,82	17,90	0,49
Grasa	38,67	40,23	39,62	39,51	0,79
Fibra	16,34	15,72	16,28	16,11	0,34
Cenizas	3,67	3,84	3,97	3,83	0,15
Carbohidratos totales	15,43	13,17	12,96	13,85	1,37

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ACEITE DE LINAZA, SACHA INCHI Y AJONJOLI**

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS ACEITE *LINUM USTATISSIMUM L.* “LINAZA”**

<b>EXTRACCIÓN PENSADO EN FRIO</b>	<b>%</b>				
<b>Características</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Media</b>	<b>Desv Stand ±</b>
Índice de acidez (mg de KOH/g )	0,3600	0,5400	0,7300	0,5433	0,185
Índice de iodo( g de yodo absorbido/100 g de aceite)	196,5000	195,1200	193,7400	195,1200	1,380
Índice de peróxidos ( meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	0,6800	0,7300	0,6700	0,6933	0,032
Índice de refracción a 20°C	1,4820	1,4920	1,4860	1,4867	0,005
Densidad a 20°C ( g/cm <sup>3</sup> )	0,9420	0,9450	0,9430	0,9433	0,002
Humedad del aceite %	0,1400	0,2100	0,1900	0,1800	0,036

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS ACEITE COMERCIAL *PLUKENETIA VOLUBILIS L.* “SACHA INCHI.”**

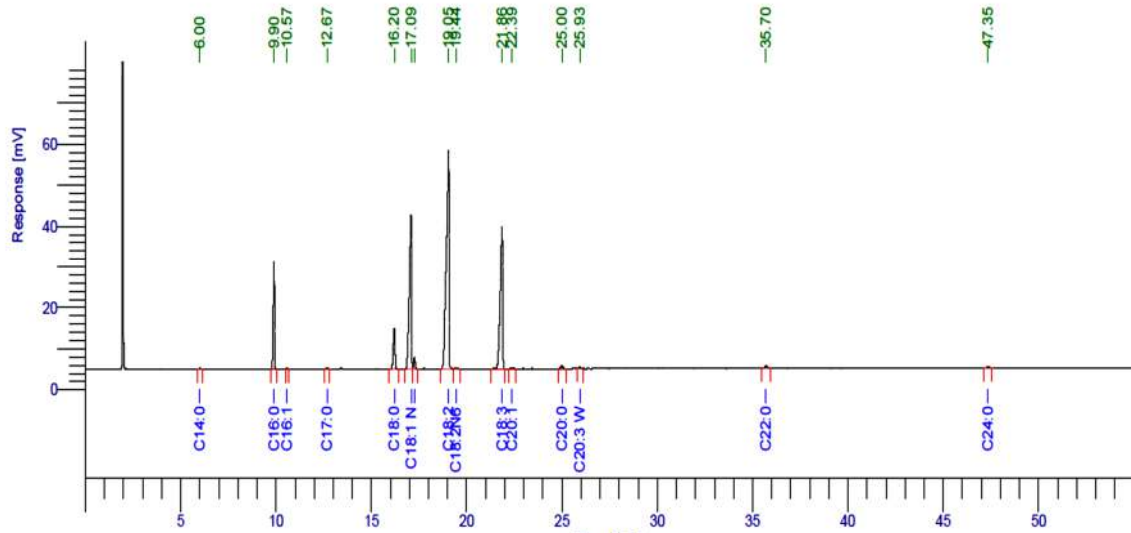
<b>Características</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Media</b>	<b>Desv Stand ±</b>
Índice de acidez (mg de KOH/g)	0,3800	0,4000	1,3200	0,70000	0,54
Índice de iodo (g de yodo absorbido/100 g de aceite)	192,5000	193,2000	195,5000	193,7333	1,57
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	5,8100	6,3100	4,1400	5,4200	1,136
Índice de refracción a 40°C	1,4760	1,4780	1,4820	1,47867	0,003
Densidad a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,9210	0,9260	0,9290	0,92533	0,004
Humedad %	0,0900	0,1400	0,1500	0,127	0,032

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS ACEITE COMERCIAL *SESAMUM INDICUM L.* “AJONJOLÍ.”**

<b>Características</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Media</b>	<b>Desv Stand ±</b>
Índice de acidez (mg de KOH/g)	0,117	0,134	0,231	0,161	0,062
Índice de iodo (g de yodo absorbido/100 g de aceite)	118,450	109,500	117,600	115,183	4,940
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg de aceite)	5,340	5,560	5,480	5,460	0,111
Índice de refracción a 40°C	1,471	1,472	1,475	1,473	0,002
Densidad a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,925	0,919	0,924	0,923	0,003

Software Version : 6.3.4.0700  
 Sample Name : AC. LINAZA  
 Instrument Name : CLARUS 690  
 Rack/Vial : 0/3  
 Sample Amount : 1.000000  
 Cycle : 1

Date  
 Data Acquisition Time  
 Channel  
 Operator  
 Dilution Factor



## ACIDOS GRASOS

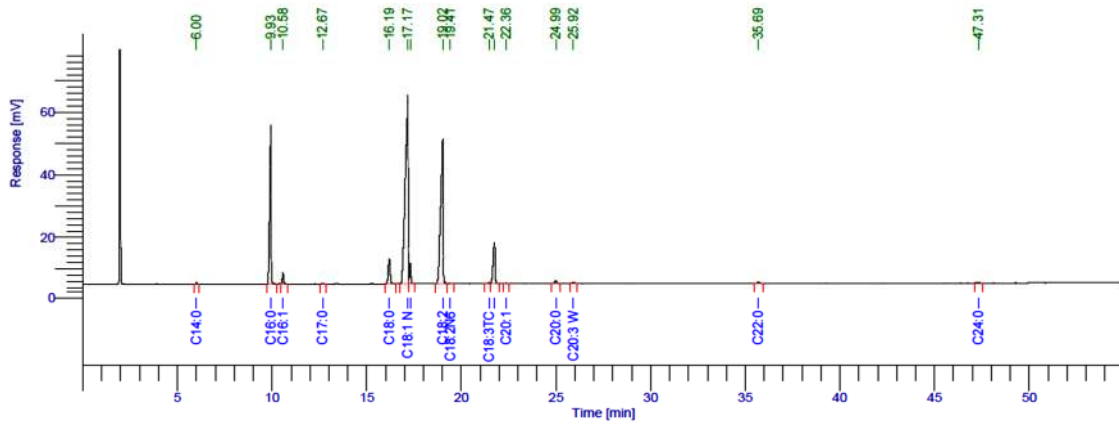
Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]	Norm. Area [%]
1	C14:0	6.002	838.14	323.07	0.06	0.06
2	C16:0	9.897	108301.31	26053.82	8.03	8.03
3	C16:1	10.572	950.69	241.96	0.07	0.07
4	C17:0	12.672	1105.86	229.25	0.08	0.08
5	C18:0	16.203	62523.43	9849.38	4.64	4.64
6	C18:1 n9	17.089	303786.13	37653.92	22.52	22.52
7	C18:1 n7	17.269	15154.59	2914.06	1.12	1.12
8	C18:2	19.055	525470.38	53354.86	38.96	38.96
9	C18:2n6c	19.440	1959.02	258.19	0.15	0.15
10	C18:3	21.862	311201.12	34777.92	23.07	23.07
11	C20:1	22.388	2244.39	288.30	0.17	0.17
12	C20:0	24.999	4854.92	666.23	0.36	0.36
13	C20:3 W3	25.934	2244.46	338.09	0.17	0.17
14	C22:0	35.703	5755.71	649.26	0.43	0.43
15	C24:0	47.345	2302.63	243.08	0.17	0.17
			1348692.77	167841.39	100.00	100.00

Missing Component Report  
 Component Expected Retention (Calibration File)

C:8	2.363
C:10	2.871
C:12	3.954
C18:3TCC	21.297
C22:1	40.334

Software Version : 6.3.4.0700  
 Sample Name : SACHA INCHI  
 Instrument Name : CLARUS 690  
 Rack/Vial : 0/2  
 Sample Amount : 1.000000  
 Cycle : 1

Date  
 Data Acquisition Time  
 Channel  
 Operator  
 Dilution Factor



## ACIDOS GRASOS

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]	Norm. Area [%]
1	C14:0	5.998	1673.42	626.76	0.11	0.11
2	C16:0	9.928	249754.39	50706.12	16.51	16.51
3	C16:1	10.576	15401.80	3615.09	1.02	1.02
4	C17:0	12.667	1016.26	201.01	0.07	0.07
5	C18:0	16.193	56705.47	8072.12	3.75	3.75
6	C18:1 n9	17.174	620468.24	60140.49	41.00	41.00
7	C18:1 n7	17.303	31466.78	6451.95	2.08	2.08
8	C18:2	19.018	419866.28	46207.84	27.75	27.75
9	C18:2n6c	19.410	1783.31	247.95	0.12	0.12
10	C18:3TCC	21.469	1953.84	279.24	0.13	0.13
11	C18:3	21.741	95530.22	13071.61	6.31	6.31
12	C20:1	22.363	1852.29	234.39	0.12	0.12
13	C20:0	24.992	7123.72	942.69	0.47	0.47
14	C20:3 W3	25.924	3233.29	442.76	0.21	0.21
15	C22:0	35.688	3721.39	425.19	0.25	0.25
16	C24:0	47.312	1630.30	169.55	0.11	0.11
			1513181.02	191834.75	100.00	100.00

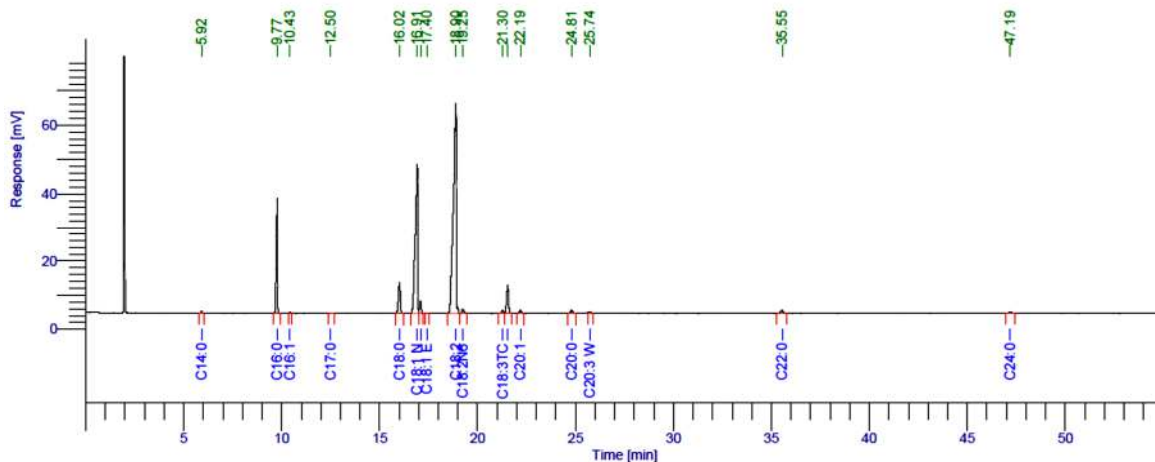
### Missing Component Report

Component Expected Retention (Calibration File)

C:8	2.363
C:10	2.871
C:12	3.954
C22:1	40.334

Software Version : 6.3.4.0700  
 Sample Name : AJONJOLI  
 Instrument Name : CLARUS 690  
 Rack/Vial : 0/1  
 Sample Amount : 1.000000  
 Cycle : 1

Date  
 Data Acquisition Time  
 Channel  
 Operator  
 Dilution Factor



### ACIDOS GRASOS

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]	Norm. Area [%]
1	C14:0	5.917	1407.41	564.09	0.10	0.10
2	C16:0	9.768	148826.19	34153.01	10.83	10.83
3	C16:1	10.427	1223.96	296.83	0.09	0.09
4	C17:0	12.504	1196.30	244.30	0.09	0.09
5	C18:0	16.019	58187.24	9021.36	4.23	4.23
6	C18:1 n9	16.909	385409.73	43954.57	28.04	28.04
7	C18:1 n7	17.094	18661.92	3608.23	1.36	1.36
8	C18:1 ethyl	17.404	920.44	164.80	0.07	0.07
9	C18:2	18.901	653874.66	61574.89	47.58	47.58
10	C18:2n6c	19.253	8888.23	1239.34	0.65	0.65
11	C18:3TCC	21.297	6669.54	920.45	0.49	0.49
12	C18:3	21.531	59436.99	8269.42	4.32	4.32
13	C20:1	22.185	7006.79	959.66	0.51	0.51
14	C20:0	24.808	7597.89	1018.69	0.55	0.55
15	C20:3 W3	25.743	3270.91	469.63	0.24	0.24
16	C22:0	35.554	7996.63	902.02	0.58	0.58
17	C24:0	47.194	3791.55	384.41	0.28	0.28

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]	Norm. Area [%]
--------	----------------	------------	---------------	-------------	----------	----------------

1374366.41 167745.71 100.00 100.00

Missing Component Report  
 Component Expected Retention (Calibration File)

C:8	2.363
C:10	2.871
C:12	3.954
C22:1	40.334

**Juicio de Expertos**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**1. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: Poma Vivas, Mónica
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3. Título Profesional: Químico Farmacéutica
- 1.4. Grado Académico: Doctora
- 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS  
**“Comparación de la composición de ácidos grasos de aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivada en Chupaca, con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)**  
**Bach. HUANUCO ROMAN RAUL OSCAR**  
**Bach. MAYTA FABIAN MARIA MAGALY**
- 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.- Muy poco	2.- Poco	3.- Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable				
INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN						
		1	2	3	4	5		
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado				X			
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X		
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos					X		
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X		
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento				X			
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X		
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X		
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X		
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación				X			
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X		
TOTAL, Parcial					12	35		
Total						47		

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: Valido, Aplicar

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Puntuación



**Dra. Mónica Poma Vivas**  
Químico Farmacéutica  
C.Q.F.P. N° 08043

Firma del experto

11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**Juicio de Expertos**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**1. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: MARAVI CABRERA ARACELY JANETT
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt
- 1.3. Título Profesional: Químico Farmacéutico
- 1.4. Grado Académico: Magister en Educación con mención en Docencia y Gestión Educativa
- 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS  
**“Comparación de la composición de ácidos grasos de aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivada en Chupaca, con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)**  
**Bach. HUANUCO ROMAN RAUL OSCAR**  
**Bach. MAYTA FABIAN MARIA MAGALY**
- 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables				X	
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos				X	
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica				X	
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento				X	
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL, Parcial					16	30
Total						46

II. OPINÓN DE APLICABILIDAD: Válido, aplicar

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Puntuación



Aracely Janett Maravi Cabrera  
Químico Farmacéutico  
C.O.F.P. N.º 00001

Firma del experto

11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar



**Juicio de Expertos**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**1. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: *Ruiz Espinoza, Johan Edgar*  
 1.2. Cargo e institución donde labora: *Docente UFR*  
 1.3. Título Profesional: *Químico Farmacéutico*  
 1.4. Grado Académico: *Maestría*  
 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS  
 "Comparación de la composición de ácidos grasos de aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivada en Chupaca, con aceites comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) y *sacha inchi* (*Plukenetia volubilis*)  
**Bach. MAYTA FABIAN MARIA MAGALY**  
**Bach. HUANUCO ROMAN RAUL OSCAR**  
 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.- Muy poco	2.- Poco	3.- Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable		
INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado				X	
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables				X	
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos				X	
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica				X	
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento				X	
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención				X	
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica				X	
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.				X	
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL, Parcial					32	10
Total						42

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: *Válido, aplicar*

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *4.2*

Puntuación

  
**Johan E. Ruiz Espinoza**  
 Maestro en Investigación y Docencia  
 Universitaria  
 Químico Farmacéutico Lic. Nutrición Humana  
 COFP N° 13459 CNP N° 5627  
 Firma del experto

11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

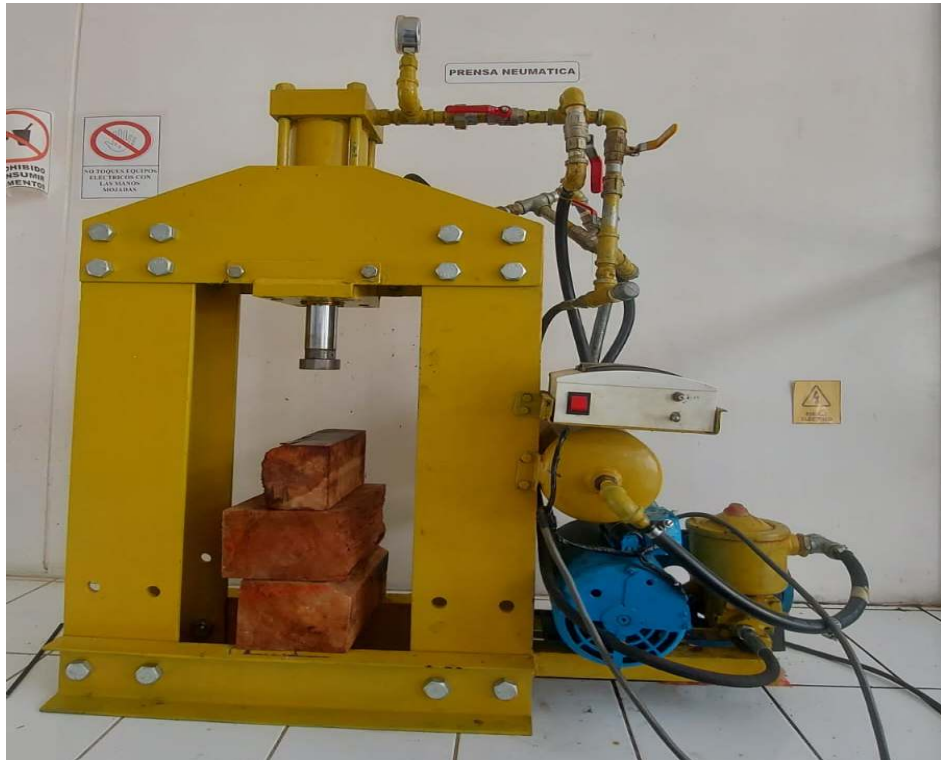
## BAÑO MARIA



## BAÑO DE ULTRASONIDO



## PRENSA NEUMATICA



## AGITADOR ORBITAL



## ESPECTROFOMETRO DE ULTRAVIOLETA



## ESTUFA DE SECADO



## ESPECTROFOTOMETRO UV2600



## ROTA VAPOR



## BAÑO TERMOSTÁTICO CON AGITADOR



## HEMOGENEIZADOR



## BALANZA ANALITICA



## ESTUFA

