

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA**
(Creada por Ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL
TESIS



“Caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos de aceite de
semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*)”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:
Bach. Julio QUISPE JAVIER

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En la Ciudad Acobamba, a los 09 días del mes de noviembre, a horas 11:00 am, del año 2022, se reunieron los miembros del Jurador Evaluador, designado con **Resolución N° 0435-2019-D-FCA-UNH**, con fecha de 18 de diciembre del 2019 conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Dr. RUIZ VILCHEZ, David
<https://orcid.org/0000-0001-8871-5833>
DNI N°: 20033973

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

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

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis virtual, cuyo enlace: <https://meet.google.com/ket-hfic-gjc>, titulado “**CARACTERIZACIÓN FISIQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE SEMILLA DE AYRAMPO (*Berberis flexuosa*)**”, aprobada mediante **Resolución N° 268-2022-D-FCA-UNH**; donde fija la hora y fecha para el mencionado acto.

Sustentante:

Bach. **QUISPE JAVIER, Julio**
DNI N°: 46999175

Asesor:

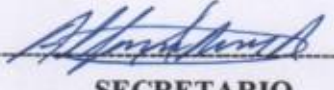
Dr. **CHUQUILÍN GOICOCHEA, Roberto Carlos**
<https://orcid.org/0000-0002-8751-691X>
DNI N°: 42154955

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

APROBADO ☒ **DESAPROBADO** ☐ **POR: UNANIMIDAD**

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Acobamba a los 09 días del mes de noviembre del 2022.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

Título

“Caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos de aceite de
semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*)”

Autor

Bach. Julio QUISPE JAVIER

Asesor

Dr. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA

<https://orcid.org/0000-0002-8751-691X>

DNI N°: 42154955

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento, admiración y respeto a las siguientes personas que me apoyaron para la realización de este proyecto de investigación.

- Al Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, Dr. David RUÍZ VÍLCHEZ y mi asesor Dr. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA, por su colaboración y consejo durante el desarrollo y culminación de mi tesis. gracias por confiar en mi capacidad y por el apoyo dándome palabras de aliento, sin duda alguna su optimismo es la mejor enseñanza que pudo dejarme.
- Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron de una u otra manera al desarrollo y término de esta tesis.
- A mi alma máter la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA por abrirme sus puertas para conseguir mi carrera profesional, así mismo a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a todos los catedráticos que laboran en esta Escuela por compartir sus conocimientos científicos, experiencias y exigencias.

Tabla de contenido

Título	iii
Autor	iv
Asesor.....	v
Agradecimiento	vi
Tabla de contenido	vii
Tabla de contenidos de Figuras.....	ix
Tabla de contenidos de Tablas	ix
Resumen.....	x
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos.....	14
1.4. Justificación	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación	19
2.3. Hipótesis	21
2.4. Operacionalización de variables	21
CAPÍTULO III.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ámbito temporal y espacial	22
3.2. Tipo de Investigación.....	22
3.3. Nivel de Investigación	22
3.4. Población, muestra y muestreo	22
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	25
CAPÍTULO IV.....	26
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26

Conclusiones	32
Recomendaciones.....	33
Referencias bibliográficas.....	34
Apéndice	36

Tabla de contenidos de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de extracción de aceite semilla de ayrampo.....	24
--	----

Tabla de contenidos de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	21
Tabla 2. Características fisicoquímicas del aceite de Berberis flexuosa.....	26
Tabla 3. Características fisicoquímicas del aceite de otras Berberis	27
Tabla 4. Tipo de ácidos grasos presentes en el aceite	28
Tabla 5. Tipo de ácidos grasos presentes en el aceite de especies de Berberis.....	28
Tabla 6. Ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de ayrampo	29
Tabla 7. Ácidos grasos presentes en el aceite	31

Resumen

En el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de ayrampo (*Berberis flexuosa*). El aceite se extrajo por método Soxhlet y tuvo: humedad ($0,06 \pm 0,021$ g/100 g aceite), índice de peróxido ($3,20 \pm 0,011$ meq O_2 / kg aceite), índice de yodo ($120 \pm 0,152$ g yodo/100 g aceite), índice de acidez ($3,37 \pm 0,056$ mg KOH/g aceite), índice de saponificación ($187 \pm 0,081$ mg KOH/g aceite), índice de refracción ($1,478 \pm 0,038$) y densidad específica ($0,870 \pm 0,075$ g/cm³). El ácido α -linolénico (C18: 3 ω -3) (36,15 %), el ácido linoleico (C18: 2 ω -6) (34,66 %), el ácido oleico (C18: 1 ω -9) (17,68 %), el ácido palmítico (C16: 0) (7,23 %) y el ácido esteárico (C18: 0) (2,98 %) tuvieron una presencia predominante. Existe un potencial en aceite de la semilla de ayrampo para su aprovechamiento agroindustrial.

Palabras clave: *Berberis flexuosa*, ácido linoleico, PUFA, índice de yodo, aceite de ayrampo.

Abstract

In this investigation, the objective was to determine the physicochemical characteristics and fatty acid profile of ayrampo seed oil (*Berberis flexuosa*). Ayrampo seeds from the Ascension community, Huancavelica, were used. The oil was extracted by Soxhlet method and had moisture (0.06 ± 0.021 g / 100 g oil), peroxide index (3.20 ± 0.011 meq O₂ / kg oil), iodine index (120 ± 0.152 g iodine / 100 g oil), acidity index (3.37 ± 0.056 mg KOH / g oil), saponification index (187 ± 0.081 mg KOH / g oil), refractive index ($1,478 \pm 0.038$) and specific density (0.870 ± 0.075 g/cm³). α -linolenic acid (C18: 3 ω -3) (36.15%), linoleic acid (C18: 2 ω -6) (34.66%), oleic acid (C18: 1 ω -9) (17.68%), palmitic acid (C16: 0) (7.23%) and stearic acid (C18: 0) (2.98%) had a predominant presence. There is a potential in oil of ayrampo seed for agro-industrial use.

Keywords: *Berberis flexuosa*, linoleic acid, PUFA, iodine index, ayrampo oil.

Introducción

El ayrampo es un fruto silvestre de la sierra, con alto valor nutricional y características funcionales; al que la Universidad Nacional de Huancavelica está empezando a estudiar ampliamente y para darle valor agregado en su procesamiento. En la presente tesis se determinó la composición química proximal de la semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*), las características fisicoquímicas de calidad y perfil de ácidos grasos del aceite obtenido de esta semilla.

A nivel nacional e internacional se viene incrementándose consumidores de berries como son arándanos, cereza, acaí, entre otros, que tienen preferencias por su capacidad antioxidante, aroma característico y propiedades funcionales, que en el futuro se industrializará a mayor escala; para ello, es necesario conocer las posibilidades de aprovechamiento agroindustrial de sus productos y subproductos, debido a su muy escasa información.

Este trabajo permitirá información básica para la ejecución de trabajos aplicados que impulsen el desarrollo de nuevos productos con el aprovechamiento de esta materia prima promisoría de la región Huancavelica, de esta manera, se abren sus puertas al empleo de la semilla de ayrampo y su aceite, impulsando el desarrollo agroindustrial.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El ayrampo (*Berberis flexuosa*) es una planta silvestre que crece en pequeñas parcelas en los andes de la sierra peruana que, recientemente ha sido investigada; en cuanto a la capacidad antioxidante, las características fisicoquímicas y reológicas (Ccatamayo, 2011) con la finalidad de poder aprovechar la pulpa y elucidar su potencial agroindustrial. Los residuos agroindustriales de este proceso como son la cáscara y la semilla son motivo de preocupación por ser investigados para su aprovechamiento, y de esta manera, reducir su impacto ambiental.

La obtención de aceites a partir de semillas residuales de frutas procesadas es una alternativa agroindustrial para agregar valor. Las semillas de las especies *Berberis*, representan alrededor del 4,6 al 5,3 % del peso total de la semilla (Andola *et al.* 2011).

Algunos autores afirman que, existe un compuesto llamado berberina tiene varias propiedades farmacológicas, como efectos inmunomoduladores, antioxidantes, cardioprotectores, hepatoprotectores y renoprotectores (Neag *et al.* 2018), y residen en especie de *Berberis*.

Es por ello que, realizando la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de ayrampo, se espera conocer sus potencialidades para su aprovechamiento industrial.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*)?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*).

Objetivos Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*).
- Determinar el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*) por cromatografía de gases.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica teóricamente porque generará el conocimiento sobre la composición química proximal de la semilla, las propiedades fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*), lo cual es paso primordial para el desarrollo de nuevos productos a partir de este subproducto del procesado de pulpa y que representa más del 40% en peso del fruto fresco. De esta manera, se permitirá elucidar el potencial agroindustrial del aceite, y así orientar más estudios, puede ser útil como aceite comestible, alimento nutracéutico, o insumo para la industria cosmética.

Por otro lado, se estima que los residuos del procesamiento de ayrampo, alcanzan entre un 40 – 50 % de la cantidad de frutas procesadas, los cuales pueden ser aprovechados para la obtención de productos de interés en la industria generando un valor agregado y mitigando la contaminación ambiental, que estos pueden generar cuando no son manejados adecuadamente. Entre los productos considerados de interés están pectinas, aromas naturales, aceites vegetales, entre otros compuestos.

Finalmente, el hecho que se reproduce de manera silvestre permite que los costos de producción sean bajos y se convierta en un producto 100% orgánico, en la región de Huancavelica, originando el incremento de ingresos de los pobladores que se dediquen a la producción de este promisorio fruto del ande peruano.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han encontrado investigaciones del entorno internacional, nacional y local, las mismas que a continuación se mencionan.

En la Universidad de Chile, Escalona Bustos (2005) realizó un estudio que tuvo como objetivo la caracterización de componentes de interés para el desarrollo de alimentos funcionales, de las semillas de Piñón (*Pinus pinea*), y Michay (*Berberis darwinii* hook), siendo de interés para este trabajo el Michay. El análisis proximal determinó que, la semilla de Piñón contenía 47,7% de materia grasa y el Michay 4,6%. El análisis de ácidos grasos realizado por cromatografía gas-líquido, reveló para el Michay se obtuvo 12,2% de ácidos grasos saturados, 20,4% de ácidos grasos monoinsaturados con un 19,1% de ácido oleico, 65% de poliinsaturados con un 36,7% de ácido linoleico y 28,2% de ácido linolénico. Se obtuvo en el Michay 880 ppm de gamma tocoferol. El tiempo de inducción determinado mediante el equipo Rancimat, para el aceite de Michay fue de 19,1 horas. El análisis de fitosteroles para el Michay, dio como resultado un contenido de cinco fitosteroles dentro de los cuales resalta el -Sitoesterol con 4460 mg/100 g. En tanto que el análisis realizado sobre el contenido de aminoácidos indicó que el Michay presentó 3,28% de aminoácidos de los cuales aproximadamente el 50% también correspondió a aminoácidos esenciales. Además, la semilla de Michay presentó 4,7% de alcaloides expresado como Dihidrorugosinona.

Los factores nutricionales y anti nutricionales de cinco especies de Berberis, ampliamente conocidos por sus frutos silvestres comestibles y propiedades medicinales, fueron investigados por Andola *et al.* (2011) en el Himalaya del oeste de la India. Estas frutas contenían un alto contenido de fibra (pulpa 7,0 – 8,1 %; semillas 4,4 – 5,3%), proteína (pulpa 4,7 – 7,2 %; semillas 5,9 – 8,5 %) y grasa (pulpa 2,6 – 4,0 %; semillas 4,6 – 5,3 %) en comparación con la mayoría

de los comestibles salvajes conocidos en la región. Sin embargo, contenían una energía alimentaria bastante inferior, en gran parte debido al bajo contenido de carbohidratos. Las cinco especies surgieron como una buena fuente de minerales, especialmente Ca y K. Los valores de varios elementos nutrientes y minerales variaron significativamente entre las especies, lo que implica que el potencial de diferentes especies puede aprovecharse para diversos atributos. Las frutas, sin embargo, poseían factores anti nutricionales como los taninos y el ácido fítico, que deben abordarse de manera apropiada al considerar estas frutas para valor agregado como alimentos saludables.

Tavakoli *et al.* (2017) investigaron la actividad antioxidante del aceite de semilla de *Berberis integerrima* como antioxidante natural en la estabilidad oxidativa del aceite de soja. En este estudio describe el uso potencial del aceite de semilla de *B. integerrima* (BSO) como antioxidante natural. Determinaron la actividad de captación de hidrazilo 2,2-difenil-1-picrilo y el poder antioxidante reductor férrico del extracto alcohólico de aceite. El efecto protector de BSO en la estabilización del aceite de soja evaluó adicionalmente en función de los valores de peróxido, valores de ácido tiobarbitúrico, dienos conjugados y trienos, y la prueba de Rancimat durante el almacenamiento. Los resultados de la cromatografía de gases (GC-FID) mostraron que más del 90% de los ácidos grasos eran ácidos linolénicos (ω -3), linoleico (ω -6) y oleico (ω -9). Los compuestos fenólicos totales fueron 323,0 mg de ácido gálico/kg de aceite. La separación cromatográfica de sus esteroides y tocoferoles (HPLC) demostró que β -sitosterol, campesterol, estigmasterol colesterol, sitostanol, Δ 5-avenasterol, Δ 7-avenasterol, clerosterol y α -tocoferol y γ -tocoferol estaban presentes en la BSO, respectivamente. La CI_{50} del extracto alcohólico oleoso fue menor que los antioxidantes comerciales, incluido el hidroxianisol butilado y el hidroxitolueno butilado. Los resultados estadísticos indicaron que la BSO tiene efectos significativos en la estabilidad del aceite de soja en la mayoría de los días.

Kaya *et al.* (2018) prepararon películas comestibles basadas en quitosano complementando con el aceite de semilla de *Berberis crataegina* DC y el

extracto de fruta en la matriz de quitosano. Las películas producidas se caracterizaron tanto fisicoquímicamente (SEM, DSC, FT-IR, UV-vis, ángulo de contacto y análisis mecánico) como biológicamente (detección de ant quórum, antimicrobiano y antioxidante). La película de extracto de fruta de quitosano reveló una mayor estabilidad térmica, antioxidante, antimicrobiana y actividad de detección de quórum en comparación con otras películas. La adición de aceite de semilla y extracto de fruta de *B. crataegina* en la película de quitosano disminuyó notablemente la transmisión de UV a vis, pero mejoró los valores de resistencia a la tracción. Se observó que la hidrofobicidad de la película de aceite de semilla de quitosano es mayor (92.64 ± 4.17) que la película de control de quitosano (84.67 ± 1.50), mientras que la película de extracto de fruta de quitosano exhibió una hidrofobicidad ligeramente menor (73.82 ± 7.42) que la película de quitosano. La alta estabilidad térmica general, la actividad antioxidante y antimicrobiana de la película de extracto de quitosano y fruta reveló que el extracto de fruta de *B. crataegina* se puede usar como un ingrediente eficaz para la producción de la película comestible con propiedades fisicoquímicas y biológicas mejoradas.

Las plantas que contienen berberina se han utilizado tradicionalmente en diferentes partes del mundo para el tratamiento de trastornos inflamatorios, enfermedades de la piel, cicatrización de heridas, reducción de la fiebre, afecciones oculares, tratamiento de tumores, enfermedades digestivas y respiratorias y patologías microbianas. Las propiedades fisicoquímicas de la berberina contribuyen a la gran diversidad de métodos de extracción y detección. Teniendo en cuenta sus particularidades, Neag *et al.* (2018) publicaron una revisión que describe varios métodos hasta ahora con referencia a los factores más importantes que influyen en la extracción de berberina. Además, los métodos comunes de separación y detección, como la cromatografía en capa fina, la cromatografía líquida de alto rendimiento y la espectrometría de masas, se analizan con el fin de ofrecer una visión general compleja de los métodos existentes. Además, muchos estudios clínicos y experimentales sugieren que la berberina tiene varias propiedades farmacológicas, como efectos

inmunomoduladores, antioxidantes, cardioprotectores, hepatoprotectores y renoprotectores. Esta revisión resume la información principal sobre ocurrencia botánica, usos tradicionales, métodos de extracción y efectos farmacológicos de berberina y plantas que contienen berberina.

El interés por las plantas y frutas medicinales ha aumentado en los últimos años debido a que las personas comienzan a consumir alimentos naturales. Gıdık (2021) investigó el contenido total de flavonoides fenólicos, la actividad antioxidante, el contenido de taninos condensados, el contenido de aceite y las composiciones de ácidos grasos de cinco razas locales de *Berberis* spp. de Bayburt, Turquía, y sus actividades antioxidantes y antimicrobianas. La composición de ácidos grasos de las muestras se realizó con cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), y el contenido total de ácidos grasos de las muestras estuvo entre 6,12 % y 8,60 %. Los principales ácidos grasos de *Berberis* spp. las muestras fueron ácido α -linolénico (32,85–37,88 %) y ácido linoleico (30,98–34,28 %), seguidos de ácido oleico (12,85–19,56 %). Dos ensayos de antioxidantes produjeron resultados similares, demostrando que los extractos de *B. vulgaris* L. salvaje tenían el mayor poder antioxidante reductor férrico (FRAP) (621,02 $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) y radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) (0,10 SC50 mg/mL) valores. De acuerdo con el análisis de componentes principales (PCA), se determinaron cuatro componentes. Además, se determinaron dos grupos principales de acuerdo con el análisis de conglomerados jerárquicos (HCA), y *B. vulgaris* L. silvestre y de cultivo se encontraban en diferentes subgrupos. Este es el primer informe original sobre la composición de ácidos grasos y el contenido de aceite de *Berberis* spp. cultivado en Bayburt, Turquía. Los resultados obtenidos indican que *B. integerrima* Bunge y *B. vulgaris*, que tienen un contenido de ácidos grasos especialmente notable, actividad antioxidante y antimicrobiana, podrían ser fuentes potenciales de estas propiedades en diferentes áreas de uso.

En el distrito de Alaca de la provincia de Çorum entre 2017 y 2018, Sayın & Balcı (2022) determinaron las cantidades de algunos bioquímicos en frutos y

semillas de *Berberis vulgaris* L., que se cultiva de forma natural. Mientras que los principales ácidos fenólicos en frutas se determinaron como ácido clorogénico (45,98 ppm), ácido 4-hidroxibenzoico (10,98 ppm) y ácido vanílico (8,89 ppm), los principales ácidos orgánicos se encontraron como ácido cítrico (762,20 ppm), ácido málico (480,13 ppm) y ácido tartárico (164,10 ppm). El nivel de vitamina A de los frutos de los genotipos de *Berberis vulgaris* L. utilizados en el experimento se encontró entre 3,02 y 0,22 UI/kg. El contenido de vitamina E de nuestros genotipos se detectó entre 776,86 y 39,19 UI/kg. Los principales ácidos grasos en los componentes del aceite obtenido de las semillas de los frutos fueron principalmente ácido linoleico (64,44%), ácido palmítico (13,96%) y ácido esteárico (5,31%). El componente de aceite de ácido oleico se encontró solo en 9 tipos.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

Generalidades de aceites vegetales

Los aceites y las grasas, cualquiera que sea su origen (vegetal o animal), son sustancias líquidas o sólidas, más o menos coloreada, untuosas, inflamables, fusibles, más livianas e insolubles en agua y en alcohol, constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Este último elemento no se encuentra en los aceites y grasas minerales. Los aceites y las grasas vegetales se encuentran en mayores proporciones en las semillas y en los frutos. Algunos se extraen de las raíces, aunque esto se hace en casos muy especiales (Cruz & Meléndez, 2004).

Composición química de aceites vegetales

Los aceites vegetales están constituidos por glicéridos terciarios, en los que la glicerina se combina con diversos ácidos grasos de peso molecular elevado. Las características de cada aceite vegetal dependen de las proporciones en que cada glicérido entra en su composición. Los glicéridos que más abundan en los aceites vegetales son la estearina, la palmitina y la oleína. Los dos primeros son sólidos, mientras que el tercero es líquido a la temperatura ordinaria. En las grasas vegetales (aceites sólidos), predominan la estearina y la palmitina. En los aceites, el glicérido predominante es la oleína. Los procesos productivos para la

obtención de aceites vegetales en la actualidad constan de dos grandes etapas las cuales se conocen como extracción y refinación (Cruz & Meléndez, 2004).

Métodos de extracción de aceite

El aceite contenido en las semillas oleaginosas no se separa de estas mientras se encuentran frescas. Generalmente las semillas se estacionan en lugares apropiados durante cierto período de tiempo que depende de su grado de humedad. Se debe tener presente que la humedad deprecia notablemente una semilla, y que el aceite obtenido de ella también resulta de una calidad inferior. La semilla seca se debe conservar sin que se alteren sus propiedades, por el contrario, en una semilla húmeda, si no se seca convenientemente se pueden desarrollar mohos y sabores desagradables que, al pasar al aceite lo harían muchas veces de difícil refinación. El aceite contenido en las semillas oleaginosas se puede extraer por dos procedimientos bien diferenciados: a) por prensado, y b) con disolventes (Cruz & Meléndez, 2004).

Extracción de aceite con disolventes

El proceso de extracción de aceites con solventes permite el agotamiento casi total de la semilla. Este proceso consiste en tratar las semillas con un solvente volátil que generalmente es el n-hexano, el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este.19 Posteriormente a través de un proceso de destilación se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su reutilización.

Aplicación de la metabolómica basada en la cromatografía de gases-espectrometría de masas en la ciencia y tecnología de los alimentos

La metabolómica es una herramienta utilizada para la evaluación cuantitativa de metabolitos que se ha aplicado ampliamente en el campo de la ciencia de los alimentos. Recientemente, la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC/MS) basada en metabolómica se está convirtiendo en una herramienta común para analizar, no solo compuestos volátiles, sino también compuestos no volátiles debido al desarrollo de varios métodos de derivatización. Aunque varios estudios han revisado la aplicación de la metabolómica en la ciencia de

los alimentos, el presente artículo de revisión se centra específicamente en la investigación de la metabolómica utilizando GC/MS para el análisis de compuestos no volátiles como azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos. Se ha demostrado que el análisis de compuestos no volátiles basado en GC/MS es extremadamente valioso en la ciencia de los alimentos y podría abrir nuevas vías para que futuros investigadores e ingenieros desarrollen instrumentos o mejoren el proceso de producción en la industria alimentaria (Putri *et al.* 2022).

2.3. Hipótesis

En un trabajo de investigación de este tipo y nivel de investigación la hipótesis es implícita (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2013).

2.4. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicador	Unidad	Fuente y/o instrumento
Rendimiento de extracción de aceite	Porcentaje de extracción de aceite	%	Balanza
Características fisicoquímicas del aceite	Humedad de aceite	%	Método gravimétrico
	Índice de peróxido	meq O ₂ /g	Titulación
	Índice de yodo	g I/100 g	Titulación
	Índice de acidez	mg KOH/g	Titulación
	Índice de saponificación	mg KOH/g adimensional	Titulación
	Densidad específica	adimensional	Picnometría
	Índice de refracción		Refractometría
Perfil de ácidos grasos del aceite	del Cromatograma	%	Cromatografía de gases

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de investigación se ejecutó el año 2020. La fruta de ayrampo se obtuvo del distrito de Ascensión, provincia y región de Huancavelica (-12.7812094 S, -74.9862769 O). La caracterización fisicoquímica del aceite y perfil de ácidos grasos se realizó en el Laboratorio del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP).

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue básica (Hernández *et al.* 2013).

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue descriptivo (Hernández *et al.* 2013).

3.4. Población, muestra y muestreo

La población utilizada para el presente proyecto de investigación fue la producción silvestre de ayrampo, del distrito de Ascensión, Huancavelica. La muestra fue de 5 kg de semilla de ayrampo, luego de extraer la pulpa.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para recolección de datos fueron las siguientes:

Métodos de Investigación

El método utilizado en la investigación es el método de observación.

Diseño de Investigación

El diseño de investigación que permite determinar la composición del aceite esencial por cromatografía de gases es no experimental.

Procedimiento de obtención de aceite de semilla de ayrampo

Recolección de la muestra

La recolección de ayrampo (*Berberis flexuosa*) como materia prima se realizó identificando la zona de colecta de la muestra por GPS en la época de vegetación en florecencia. Luego se extrajo la pulpa y se recuperó las semillas de los residuos agroindustriales para el presente trabajo.

Lavado

Se procedió a realizar la eliminación de mucílago adherido a la superficie de semillas de ayrampo y se oreó las mismas sobre una superficie lisa, con adecuada ventilación.

Deshidratado

En el proceso de secado de semillas de ayrampo se llevó a cabo por convección con aire caliente por 24 h a una temperatura de 60 °C, para facilitar el proceso de extracción de aceite y así mismo lograr un mayor tiempo de almacenaje. La humedad debió estar por debajo de 14 %.

Triturado

Se trituraron 100 g de semillas de ayrampo en un mortero.

Extracción

Se colocó la semilla en una bolsa de manta, se cerró la bolsa y se colocó dentro del tubo de extracción. Se agregó poco a poco el solvente n-hexano hasta que cubría totalmente la muestra. Se realizó el proceso por 10 h.

Separación

Esta operación se desarrolló mediante diferencial de densidades y se filtró.

Almacenamiento

El aceite envasado se almacenó en ambientes de refrigeración a temperaturas promedios de 3 a 5 °C.

Rendimiento

El rendimiento de extracción de aceite se semilla de ayrampo (% peso) se calculó con la siguiente ecuación:

$$y = \left[\frac{\text{aceite de ayrampo (g)}}{\text{peso de semilla de ayrampo (g)}} \right] \times 100$$

Características fisicoquímicas del aceite

Humedad de aceite: Según el método volumétrico (Karl Fischer).

Índice de peróxido: El índice de peróxido se determinó mediante el método Cd 8b-90 de la (AOCS, 1960).

Índice de yodo: El índice de iodo se determinó mediante el método Cd 1d-92 (AOCS, 1960).

Índice de acidez: Se determinó el índice de acidez mediante el método Cd 3d-63 de la (AOCS, 1960).

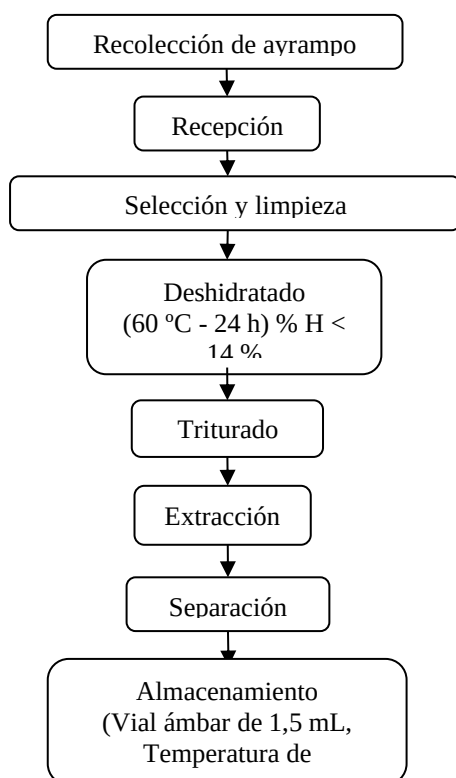
Índice de saponificación: Se determinó el índice de saponificación mediante el método Cd 3-25 de la (AOCS, 2002).

Índice de refracción: se determinó mediante el método Cd 7-25 de la (AOCS, 2002).

Densidad: Se realizó mediante el método del picnómetro vacío y seco (AOAC, 2019).

Figura 1

Diagrama de flujo para el proceso de extracción de aceite semilla de ayrampo.



3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Obtenidos los datos se procedió al procesamiento de los datos con apoyo del software MS Excel para Windows.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de algunas propiedades fisicoquímicas del aceite de Bfx se presentan en la Tabla 2. Los atributos físicos de los lípidos están determinados por las estructuras químicas y los grupos funcionales, e impresionan enormemente el papel de los lípidos en los alimentos. El aceite de semilla de ayrampo fue de color verde amarillento y líquido a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), incluso en un refrigerador.

La buena calidad del aceite de semilla de ayrampo se puede verificar por los bajos valores de **acidez** ($3,37 \pm 0,056\text{ mg KOH/g aceite}$) y **peróxido** ($3,20 \pm 0,011\text{ meq O}_2/\text{kg aceite}$), que están relacionados con el desarrollo de reacciones hidrolíticas y oxidativas, respectivamente. La (Norma Para Aceites Vegetales Especificados- Codex Stan 210, 2015) ha definido un valor ácido máximo de $4,0\text{ mg KOH/g}$ para aceites prensados en frío y vírgenes y, valores máximos de peróxido de 10 y 15 meq / kg para aceites prensados en frío y vírgenes y, refinados, respectivamente, como parámetros de calidad. El aceite de semilla de ayrampo presentó valores de acidez y peróxido por debajo de estos estándares. El rendimiento de extracción de aceite fue de $5,86\%$, lo que indica que estas semillas no son, cuantitativamente, una buena fuente de aceite.

Tabla 2

Características fisicoquímicas del aceite de Berberis flexuosa

Análisis	Resultado
Humedad (g/100 g aceite)	$0,06 \pm 0,021$
Índice de peróxido meq O_2/kg aceite)	$3,20 \pm 0,011$
Índice de yodo (g yodo/100 g aceite)	$120 \pm 0,152$
Índice de acidez (mg KOH/g aceite)	$3,37 \pm 0,056$
Índice de saponificación (mg KOH/g aceite)	$187 \pm 0,081$
Índice de refracción (nD a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$)	$1,478 \pm 0,038$
Densidad específica (g/cm^3)	$0,870 \pm 0,075$
Rendimiento de extracción	$5,86\%$

El **índice de yodo** obtenido para el aceite de semillas de ayrampo fue $120 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$, similar al aceite de ajonjolí, algodón y maíz (Norma Para Aceites Vegetales Especificados- Codex Stan 210, 2015). De acuerdo con la clasificación de los aceites según el índice de yodo, el aceite se clasifica como semi-secante (Índice de yodo 100-120) y puede ser recomendado para uso en la elaboración de jabones, productos de limpieza y cosmético (Leão *et al.* 2014). El índice de yodo (Tabla 3) fue inferior al que presentó el aceite de semilla de *B. integerrima* ($180,0 \pm 1,0 \text{ g yodo}/100 \text{ g aceite}$) (Tavakoli *et al.* 2017).

El **índice de saponificación** del aceite de semillas de ayrampo fue de $187 \text{ mg KOH.}100 \text{ g}^{-1}$, el valor mucho menor al encontrado para el aceite de semilla de *B. integerrima* ($197,2 \pm 2,0 \text{ mg KOH/g aceite}$) (Tavakoli *et al.* 2017).

La **densidad** del aceite fue de $0,870 \pm 0,075 \text{ g/cm}^3$. El **índice de refracción** (IR) se usa para medir los cambios de insaturación durante la hidrogenación de aceite o grasa. El aceite de semilla de ayrampo mostró un IR de $1,478 \pm 0,038$ a 20°C , que fue similar al reportado para el aceite de semilla de *B. integerrima* (Tabla 3) (Tavakoli *et al.* 2017).

Tabla 3

Características físicoquímicas del aceite de otras Berberis

Análisis	<i>B. flexuosa</i>	<i>B. integerrima</i>¹
Humedad (g/100 g aceite)	$0,06 \pm 0,021$	-
Índice de peróxido meq O_2/kg aceite)	$3,20 \pm 0,011^a$	$0,50 \pm 0,01^b$
Índice de yodo (g yodo/100 g aceite)	$120 \pm 0,152^a$	$180,0 \pm 1,0^b$
Índice de acidez (mg KOH/g aceite)	$3,37 \pm 0,056^a$	$1,400 \pm 0,000^b$
Índice de saponificación (mg KOH/g aceite)	$187 \pm 0,081^a$	$197,2 \pm 2,0^b$
Índice de refracción (nD a 20°C)	$1,478 \pm 0,038^a$	$1,478 \pm 0,000^a$
Densidad específica (g/cm^3)	$0,870 \pm 0,075^a$	$0,821 \pm 0,004^a$

^{a, b} Letras diferentes indican diferencia significativa

¹Tavakoli *et al.* (2017)

El aceite de semilla de ayrampo (Tabla 4) es rico en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA: 71,06 %), y en menor proporción ácidos grasos monoinsaturados (MUFA:

18,35 %) y ácidos grasos saturados (SFA: 10,59 %). Los ácidos grasos pueden clasificarse como saturados (semiconductores entre átomos de carbono) y mono o poliinsaturados de acuerdo con el número de ligaduras dobles de cadena (Bhangle & Kolasinski, 2011).

Tabla 4

Tipo de ácidos grasos presentes en el aceite

Ácidos grasos	Porcentaje (%)
Saturados	10,59
Monoinsaturados	18,35
Poliinsaturados	71,06

Se hizo una comparación del aceite de semilla de ayrampo sobre el tipo de ácidos grasos en diferentes especies de Berberis (Tabla 5): *B. integerrima* (Tavakoli *et al.* 2017), *B. crataegina* (Kaya *et al.* 2018), *B. darwinii hook* (Escalona Bustos, 2005). Existe mucha variabilidad numérica, en el tipo de ácidos grasos; sin embargo, al ver los datos, existe una proporcionalidad que se cumple en las cuatro especies que, a grandes rasgos podría señalarse como: PUFA (70 %), MUFA (20 %) y SFA (10 %). Un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados y un bajo porcentaje de saturados, se considera ideal para los aceites comestibles, lo que implica al aceite de semilla de ayrampo con fines en cocina, como aceite para ensaladas, así como, en la formulación de margarina. El aceite de semilla de ayrampo puede ser usado también como ingrediente funcional, ya que su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

Tabla 5

Tipo de ácidos grasos presentes en el aceite de especies de Berberis

Ácidos grasos	Berberis			
	<i>flexuosa</i>	<i>integerrima</i> ¹	<i>crataegina</i> ²	<i>darwinii hook</i> ³
Saturados (%)	10,59	8,40	9,85	12,20
Monoinsaturados (%)	18,35	15,70	19,45	20,40
Poliinsaturados (%)	71,06	75,30	70,70	65,00

Abreviaturas: Bfx: *B. flexuosa*; Big: *B. integerrima*; Bcg: *B. crataegina*; Bdw: *B. darwinii hook*.

¹Tavakoli *et al.* (2017), ²Kaya *et al.* (2018), ³Escalona Bustos (2005).

Tabla 6*Ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de ayrampo*

Ácidos grasos	Cn:m	(%)
SFA's (ácidos grasos saturados)		
Palmítico	16:0	7,23
Heptadecaenoico	17:0	0,09
Esteárico	18:0	2,98
Araquídico	20:0	0,29
MUFA's (ácidos grasos monoinsaturados)		
Palmitoleico	16:1	0,08
Oleico	18:1 ω-9	17,68
Vaccenico	18:1 ω-7	0,59
PUFA's (ácidos grasos poliinsaturados)		
Linoleico	18:2 ω-6	34,66
α-Linolénico	18:3 ω-3	36,15
Estearidónico	18:4 ω-3	0,25

Los ácidos grasos α-linolénico (36,15 %), linoleico (34,66 %), oleico (17,68 %), palmítico (7,23 %) y esteárico (2,98 %) predominaron en el aceite de semilla de ayrampo (Tabla 6). Al compararse, el aceite de semilla de ayrampo, con el de otras especies de *Berberis* (Tabla 7), se puede observar que, en cuanto SFA, el ácido palmítico es mayor en Bfx y el ácido esteárico es mayor en Bdw (Escalona Bustos, 2005), y el ácido araquídico es similar en Bfx y Bdw (Escalona Bustos, 2005), y ambos son superiores a Big (Tavakoli *et al.* 2017) y Bcg (Kaya *et al.* 2018). En cuanto a MUFA todos fueron similares en contenido de ácido oleico, excepto en Big (Tavakoli *et al.* 2017). Finalmente, con respecto, a PUFA el ácido linoleico se presentó en menor cantidad en BFX y el ácido α-linolénico fue mayor en Big (Tavakoli *et al.* 2017).

El alto contenido de estos PUFA se compara muy bien con el aceite de girasol, que generalmente se considera un aceite comestible de primera calidad (Lühs & Friedt, 1994).

El ácido linoleico conjugado (ALC) tiene diversos efectos benéficos sobre el organismo humano, tales como: reducción de carcinogénesis, inmunomodulación, prevención de arterioesclerosis, prevención de diabetes mellitus y reducción de grasa corporal, demostrados *in vitro* y en animales (Haro *et al.* 2006). El aceite de semilla de ayrampo posee los ácidos linoleico y α -linolénico, de los cuales se pueden obtener ALC y tener aplicaciones nutracéuticas.

Los hallazgos de este estudio han permitido elucidar una amplia gama de posibilidades de aplicación para la semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*) y su aceite, en la agroindustria del país y el mundo.

Tabla 7

Ácidos grasos presentes en el aceite

Ácidos grasos	Cn:m	Berberis			
		<i>flexuos</i>	<i>Integerrima</i>	<i>Crataegina</i>	<i>darwinii</i>
		<i>a</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>hook</i> ³
SFA´s (ácidos grasos saturados)					
Cáprico	10:0	nd	0,10	0,03	nd
Laúrico	12:0	nd	0,10	Nd	Trazas
Mirístico	14:0	nd	nd	0,10	0,20
Pentadecaenoic	15:0	nd	nd	0,03	nd
o					
Palmítico	16:0	7,23	5,90	6,86	6,60
Palmitoleico	16:1	0,08	0.1	nd	nd
Heptadecaenoi	17:0	0,09	nd	0,07	0,09
co					
Esteárico	18:0	2,98	1,90	2,64	3,30
Araquídico	20:0	0,29	0,10	0,13	0,30
Behénico	22:0	nd	0,10	nd	0,30
Lignocérico	24:0	nd	0,10	nd	1,40
MUFA´s (ácidos grasos monoinsaturados)					
Oleico	18:1 ω-9	17,68	15,5	18,53	19,1
Vaccenico	18:1 ω-7	0,59	nd	nd	0,90
PUFA´s (ácidos grasos poliinsaturados)					
Linoleico	18:2 ω-6	34,66	37,0	36,47	36,70
γ-Linolénico	18:3 ω-6	nd	nd	0,29	0,10
α-Linolénico	18:3 ω-3	36,15	38,3	33,95	28,2
Estearidónico	18:4 ω-3	0,25	nd	nd	nd

nd: no detectado

¹Tavakoli *et al.* (2017), ²Kaya *et al.* (2018), ³Escalona Bustos (2005).

Conclusiones

- Las características fisicoquímicas de calidad del aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*) fueron las siguientes: humedad ($0,06 \pm 0,021$ g/100 g aceite), índice de peróxido ($3,20 \pm 0,011$ meq O₂/ kg aceite), índice de yodo ($120 \pm 0,152$ g yodo/100 g aceite), índice de acidez ($3,37 \pm 0,056$ mg KOH/g aceite), índice de saponificación ($187 \pm 0,081$ mg KOH/g aceite), índice de refracción ($1,478 \pm 0,038$) y densidad específica ($0,870 \pm 0,075$ g/cm³).
- El análisis de cromatografía de gases del aceite de semillas de ayrampo estableció la presencia de cuatro ácidos grasos saturados, tres monoinsaturados y tres poliinsaturados. El ácido α -linolénico (C18: 3 ω -3) (36,15 %), el ácido linoleico (C18: 2 ω -6) (34,66 %), el ácido oleico (C18: 1 ω -9) (17,68 %), el ácido palmítico (C16: 0) (7,23 %) y el ácido esteárico (C18: 0) (2,98 %) fueron los principales ácidos grasos hallados.

Recomendaciones

- Evaluar otras alternativas tecnológicas para el uso de la semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*).
- Evaluar el aprovechamiento de los residuos de la extracción de aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*), como fibra y proteína.
- Estudiar la estabilidad oxidativa y tecnologías que reduzca este defecto para su comercialización.
- Evaluar alternativas aplicación en industrias de alimentos, farmacéuticas o cosmética.

Referencias bibliográficas

- Andola, H. C., Rawal, R. S., & Bhatt, I. D. (2011). Comparative studies on the nutritive and anti-nutritive properties of fruits in selected Berberis species of West Himalaya, India. *Food Research International*, 44(7), 2352–2356. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.017>
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis* (Association of Official Analytical Chemists, Ed.; 21st ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- AOCS. (1960). *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society* (2nd ed.). American Oil Chemists' Society.
- AOCS. (2002). *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS* (2nd ed.). AOCS.
- Bhangle, S., & Kolasinski, S. L. (2011). Fish Oil in Rheumatic Diseases. In *Rheumatic Disease Clinics of North America* (Vol. 37, Issue 1, pp. 77–84). <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2010.11.003>
- Ccatamayo, J. (2011). *Aprovechamiento agroindustrial del ayrampu (Berberis sp.) en el proceso de una bebida funcional para la seguridad alimentaria*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Norma para aceites vegetales especificados- Codex stan 210, 1 (2015).
- Cruz, R., & Meléndez, L. (2004). *Obtención, refinación y caracterización de aceite de semilla de Passiflora edulis flavicarpa (Maracuyá)*. Universidad de El Salvador.
- Escalona Bustos, A. E. (2005). *Estudio de componentes presentes en semillas de piñón (Pinus pinea) y michay (Berberis darwinii hook), factibles de utilizar en el desarrollo de alimentos funcionales*. Universidad de Chile.
- Gıdık, B. (2021). Antioxidant, Antimicrobial Activities and Fatty Acid Compositions of Wild Berberis spp. by Different Techniques Combined with Chemometrics (PCA and HCA). *Molecules*, 26(24), 7448.
- Haro, A. M., Artacho, R., & Cabrera-Vique, C. (2006). Ácido linoleico conjugado: Interés actual en nutrición humana. In *Medicina Clinica* (Vol. 127, Issue 13, pp. 508–515). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1157/13093270>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la investigación* (Sexta).
- Kaya, M., Ravikumar, P., Ilk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L., Labidi, J., Salaberria, A. M., Cakmak, Y. S., & Erkul, S. K. (2018). Production and characterization of chitosan based edible films from *Berberis crataegina*'s fruit extract and seed oil. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 287–297. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.013>
- Leão, K. M. M., Sampaio, K. L., Pagani, A. A. C., & Da Silva, M. A. A. P. (2014). Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit residues. *Industrial Crops and Products*, 58, 280–286. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.04.032>
- Neag, M. A., Mocan, A., Echeverría, J., Pop, R. M., Bocsan, C. I., Crisan, G., & Buzoianu, A. D. (2018). Berberine: Botanical Occurrence, traditional uses, extraction methods, and relevance in cardiovascular, metabolic, hepatic, and renal disorders. In *Frontiers in Pharmacology* (Vol. 9, Issue AUG). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00557>
- Putri, S. P., Ikram, M. M. M., Sato, A., Dahlan, H. A., Rahmawati, D., Ohto, Y., & Fukusaki, E. (2022). Application of gas chromatography-mass spectrometry-based metabolomics in food science and technology. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
- Sayın, S., & Balcı, G. (2022). Biochemical Contents of Fruit and Seeds in Naturally Collected *Berberis vulgaris* L. Types. *Erwerbs-Obstbau*, 1–7.
- Tavakoli, A., Sahari, M. A., & Barzegar, M. (2017). Antioxidant activity of *Berberis integerrima* seed oil as a natural antioxidant on the oxidative stability of soybean oil. *International Journal of Food Properties*, 20(sup3), S2914–S2925. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1382509>

Apéndice

Apéndice 01. Testimonio fotográfico.



Fotografía 1. Semilla seca de ayrampo *Berberis flexuosa*.



Fotografía 2. Triturado de ayrampo *Berberis flexuosa*.



Fotografía 3. Semilla seca de ayrampo *Berberis flexuosa*.

Apéndice 3. Matriz de consistencia

Título: “Caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de ayrampo (*Berberis flexuosa*)”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de ayrampo (<i>Berberis flexuosa</i>)?	Objetivo General		
	Determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de ayrampo (<i>Berberis flexuosa</i>).		Rendimiento
	Objetivos Específicos		Composición química proximal de la semilla
	Determinar la composición química proximal de la semilla de ayrampo (<i>Berberis flexuosa</i>).	Implícita	Características fisicoquímicas del aceite
	Determinar las características fisicoquímicas de aceite de semilla de ayrampo (<i>Berberis flexuosa</i>).		Perfil de ácidos grasos del aceite
	Determinar el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de ayrampo (<i>Berberis flexuosa</i>) por cromatografía de gases.		

Apéndice 4. Certificados de análisis



LABS-ITP
Página 1 de 2

LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA
PRODUCCIÓN

INFORME DE ENSAYO N° 0484/19

Solicitante : JULIO QUISPE JAVIER.
Dirección : Av. Evitamiento Este Los Libertadores S/N Acobamba.
Producto declarado : ACEITE DE SEMILLA AYRAMPO (*Berberis flexuosa*)
Presentación y Condiciones de la Muestra : En frasco pequeño color ámbar con tapa rosca. A temperatura ambiente.
Cantidad de muestras : 0,5 mL. Aprox.
Fecha de recepción de la muestra : 11.09.19
Fecha de Ejecución de Análisis : 20.09.19
Referencia de la muestra : Declaración verbal del cliente
N° de Solicitud de Servicio de Ensayo : 0220-19

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS
Cromatografías de Ácidos grasos	LABS-ITP-FQ-002-98, Rev. 4, 2003*	%	Anexo I

RESUMEN:

ACIDOS GRASOS	%
Saturados	10,59
Monoinsaturados	18,35
Poliinsaturados	71,06
TOTAL	100,00

Observaciones: *Método validado por el Laboratorio Físico – Químico LABS-ITP.

Callao, 20 de Setiembre de 2019

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
QUIM. GARY ALVAREZ GUZMÁN
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA

CARRETERA A VENTANILLA KM 5,200 – TELFS. 5770116 – 5770118 – CASILLA 360 – CALLAO 1 PERU
TELEFAX: 5773130 E-mail: clientelab@itp.gob.pe

Queda prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP. Los resultados emitidos en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El nombre del producto declarado es de responsabilidad del cliente.

EACI-F01- P22, Rev 05

Fecha: 11/12/15

Cambio: Cambio de estructura del formato.



LABS-ITP
Página 2 de 2

LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA
PRODUCCIÓN

INFORME DE ENSAYO N° 0484/19

ANEXO 1

ÁCIDOS GRASOS	Cn:m	(%)
Butírico	04:0	nd
Caproico	06:0	nd
Caprílico	08:0	nd
Cáprico	10:0	nd
Undecanoico	11:0	nd
Láurico	12:0	nd
Tridecanoico	13:0	nd
Mirístico	14:0	nd
Miristoleico	14:1	nd
Pentadecaenoico	15:0	nd
Cis-10-Pentadecenoico	15:1	nd
Palmitico	16:0	7,23
Palmitoleico	16:1	0,08
Heptadecaenoico	17:0	0,09
Cis-10-Heptadecenoico	17:1	nd
Estéarico	18:0	2,98
Oleico	18:1ω-9	17,68
Vaccenico	18:1ω-7	0,59
Linoleico	18:2ω-6	34,66
γ-Linolénico	18:3ω-6	nd
α-Linolénico	18:3ω-3	36,15
Estearidónico	18:4ω-3	0,25
Araquídico	20:0	0,29
Eicosaenoico	20:1ω-9	nd
Eicosadienoico	20:2	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-6	nd
Eneicosaenoico	21:0	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-3	nd
Araquidónico	20:4ω-6	nd
Eicosapentaenoico	20:5ω-3	nd
Behénico	22:0	nd
Cetoleico	22:1ω-11	nd
Erucico	22:1ω-9	nd
Docosadienoico	22:2	nd
Tricosanoico	23:0	nd
Lignocérico	24:0	nd
Clupadónico	22:5ω-3	nd
Docosahexaenoico	22:6ω-3	nd
Nervónico	24:1ω-9	nd

nd : no detectable

CARRETERA A VENTANILLA KM 5,200 – TELFS. 5770116 – 5770118 – CASILLA 360 – CALLAO 1 PERU
TELEFAX: 5773130 E-mail: clientelab@itp.gob.pe

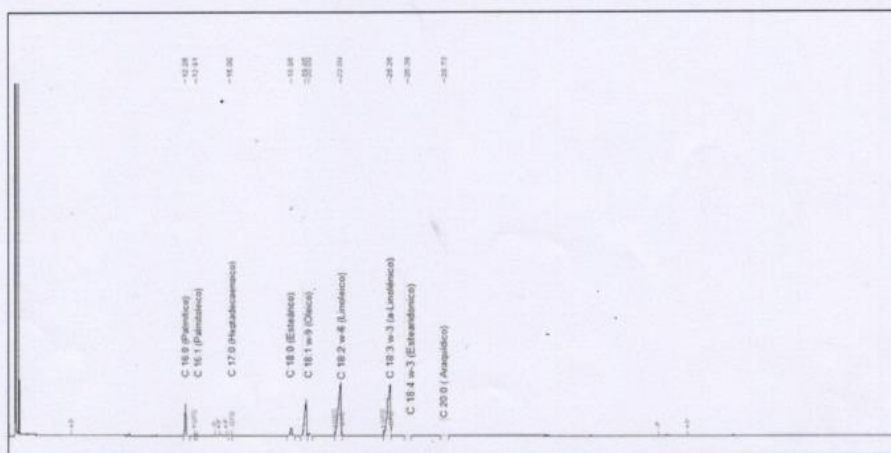
Queda prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP. Los resultados emitidos en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El nombre del producto declarado es de responsabilidad del cliente.

EACI-F01- P22, Rev 05

Fecha: 11/12/15

Cambio: Cambio de estructura del formato.

Muestra: 0548 Aceite de Semilla Ayrampo (Berberis Flexuosa)



Duplicado

