



FACULTAD DE POSGRADOS

CARACTERIZACIÓN DE LOS ACEITES DE SEMILLA Y TORTA DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN FUNCIÓN DEL PERFIL LIPÍDICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Magíster en Desarrollo e Innovación de Alimentos

Profesor guía:

Ph.D. Héctor Abel Palacios

Autor

Pablo André Peñaherrera Madril

Año

2022

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue caracterizar los aceites de semilla y torta de moringa (*Moringa oleífera*) en función de la presencia de ácidos grasos y su capacidad antioxidante. Se empezó por la extracción del aceite vegetal de la torta proteica de moringa mediante la técnica Soxhlet obteniendo la muestra 2 (12,83%) con mayor cantidad. La capacidad antioxidante reductora de hierro del aceite de la torta de moringa se evaluó por análisis DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) y FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power), donde los valores obtenidos fueron 32,54 mg eq Trolox/g aceite y 0,44 Trolox/g aceite respectivamente. Los análisis del perfil lipídico de las muestras de aceite se realizó por cromatografía de gases (GC) equipado a un detector de ionización de llama (FID), encontrando 11 compuestos orgánicos, de los cuales los ácidos grasos saturados son: esteárico 11,85%, behénico 6,90%, palmítico 5,73%, araquídico 2,80%, lignocérico 1,21% y heptadecanoico 0,81%. Conforme a los ácidos grasos monoinsaturados se encontraron: oleico 75,46%, elaídico 3,80%, eicosenoico 2,4%, palmitoleico 1,16% y en los ácidos poliinsaturados se halló solamente el ácido linoleico 0,55%.

Palabras clave: torta de moringa, ácidos grasos, FRAP, DPPH, extracción soxhlet.

ABSTRACT

The main objective of the research was to characterize moringa (*Moringa oleifera*) seed and cake oils based on the presence of fatty acids and their antioxidant capacity. It began with the extraction of vegetable oil from the moringa protein cake using the Soxhlet technique, obtaining sample 2 (12.83%) with the largest amount. The iron-reducing antioxidant capacity of moringa cake oil was evaluated by DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazil) and FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power) analysis, where the values obtained were 32.54 mg eq Trolox /g oil and 0.44 Trolox/g oil respectively. The analyzes of the lipid profile of the oil samples were carried out by gas chromatography (GC) equipped with a flame ionization detector (FID), finding 11 organic compounds, of which the saturated fatty acids are: stearic 11.85% , behenic 6.90%, palmitic 5.73%, arachidic 2.80%, lignoceric 1.21% and heptadecanoic 0.81%. According to the monounsaturated fatty acids, the following were found: oleic 75.46%, elaidic 3.80%, eicosenoic 2.4%, palmitoleic 1.16% and in polyunsaturated acids only linoleic acid 0.55% was found.

Keywords: moringa cake, fatty acids, FRAP, DPPH, soxhlet extraction.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA	2
2.1. Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	2
2.1.1. Clasificación taxonómica	2
2.1.2. Botánica de la moringa	3
2.1.3. Compuestos bioactivos de la moringa	3
2.1.3.1. Flavonoides:	3
2.1.3.2. Compuestos fenólicos	3
2.1.3.3. Alcaloides	3
2.1.3.4. Carotenoides	3
2.1.3.5. Taninos	4
2.1.3.6. Saponinas	4
2.1.3.7. Fitatos	4
2.1.4. Valor nutricional de la Moringa	4
2.1.5. Propiedades medicinales	6
2.1.6. Usos en la industria alimentaria	6
2.1.7. Componentes de la moringa y sus usos	7
2.2. Aceites	8
2.2.1. Aceites vegetales	8
2.2.2. Aceites fijos	8
2.2.2.1. Torta de moringa	9
2.3. Propiedades fisicoquímicas de los aceites vegetales	9
3. IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	10
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
5. OBJETIVOS	12

5.1. Objetivo general.....	12
5.2. Objetivos específicos.....	12
6. JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	12
6.1. Extracción del aceite vegetal de la torta de la semilla mediante Soxhlet....	13
6.2. Determinación de la capacidad antioxidante de los aceites de moringa mediante los análisis de FRAP y DPPH.	13
6.3. Perfil de ácidos grasos de los aceites por el método de cromatografía de gases.....	14
7. RESULTADOS	15
7.1. Extracción del aceite vegetal de la torta de semilla de moringa mediante Soxhlet.	15
7.2. Determinación de la capacidad antioxidante de los aceites de moringa mediante los análisis de FRAP y DPPH.	15
7.3. Perfil lipídico	16
8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN	19
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
9.1. Conclusiones	21
9.2. Recomendaciones	22
10. REFERENCIAS.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la moringa.	2
Tabla 2 Composición nutricional de las hojas, vainas y semillas de la moringa.....	5
Tabla 3 Alimentos con adición de moringa	7
Tabla 4 Partes de la moringa y sus usos	7
Tabla 5 Clasificación de los lípidos.	8
Tabla 6 Características físico químicas	9
Tabla 7 Contenido de grasa presente en las extracciones de aceite de torta de moringa.	15
Tabla 8 Análisis de capacidad antioxidante en el aceite de torta de moringa	16
Tabla 9: Resultados del perfil lipídico de los aceites de semilla y torta.	16
Tabla 10: Tiempos de retención tR de los compuestos.	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cromatogramas del aceite de semilla (A) y sobre el aceite de la torta (B) de Moringa oleífera.	18
---	----

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad ha usado las plantas para alimentarse, construcción de sus viviendas, tratar problemas de salud entre otras (Rodríguez & Quintanilla, 2019). La Moringa por sus compuestos bioactivos es la planta conocida como el árbol de vida. Es consumida como alimento, suplemento nutritivo o condimento; y se la emplea para tratar y prevenir diversas patologías, como enfermedades dentales, reproductiva, respiratoria, de la piel, desintoxicante entre otros (Torres, 2022).

La moringa se propaga de forma sexual (ahorra la fuerza de trabajo, maquinaria y obtención de altos rendimientos) y asexual puede tardar 6 meses. Para buen rendimiento se debe obtener semillas de calidad, para ello se considera la densidad de siembra, especie y variedad o ecotipo a usar (Ledea, et. al, 2018).

El progresivo interés de la industria alimentaria, farmacéutica, y cosmetológica por la composición química de la Moringa, ha generado curiosidad científica y técnica, planteando así la necesidad de seguir generando conocimiento sobre las importantes características potenciales para aprovechar al máximo la planta y su funcionalidad (Reyes, et. al, 2022).

El aceite de la semilla es obtenido por prensado en frío (mejor calidad) y en menor cantidad de las simientes, por ello, las industrias calientan las semillas o emplean diversos solventes, la mayoría orgánicos, para obtener mayor cantidad (Andarcia, 2021). Tiene propiedades benéficas para la salud y, sobre todo el cuidado de la piel. Según Blandón (2022) los lípidos tienen importancia biológica debido a las funciones que ejercen en los organismos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA

2.1. Moringa (*Moringa oleífera*)

Es uno de los árboles con más productividad a nivel mundial, es originaria del norte de la India y del sur del Himalaya (León, et. al, 2022). Crece en climas tropicales y subtropicales, se destaca por sus propiedades nutricionales y terapéuticas (Campo, et. al, 2020).

Es una planta perenne de un rápido crecimiento, puede soportar hasta los 48 °C. Su uso está arraigado en la cultura popular y es conocido como el árbol de la vida (Doménech, et. al, 2017). Para un correcto desarrollo vegetativo su temperatura oscila entre 18 y 28 °C (Rubio, 2020).

Contribuye nutrientes al suelo, y por su alto contenido de nitrógeno en el residuo – torta, lo protege de la erosión y desecación producto de la presencia de temperaturas altas. En su entorno natural crece hasta los 1550 m de altitud (Mendoza, 2020).

2.1.1. Clasificación taxonómica

Tabla 1 Taxonomía de la moringa.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magoliopsida</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Brassicales</i>
Familia	<i>Moringaceae</i>
Genero	<i>Moringa</i>
Especie	<i>Moringa oleifera</i>
Nombre común	<i>Moringa, Marango, Angela, reseda, palo de tambor, terebinto, teberinto, marango, árbol de las perlas, chinto borrego, jacinto, paraíso blanco, san jacinto, perla de la India o rábano picante, aceite.</i>

Fuente: (José, 2017)

2.1.2. Botánica de la moringa

Es un árbol caducifolio, cuyas raíces son gruesas y muy profundas, sus tallos poco o nada ramificados, hojas pinnadas de hasta 60 cm de largo donde cada una se encuentra dividida en numerosos folíolos (Ruiz, et. al, 2019). Su fruto es de 20 a 50 x 1 a 3 cm de una forma alargada. Las semillas son carnosas, globulares de hasta 1 cm, de color pardo oscuro con 3 alas y una consistencia papirácea (Turcios, 2019). Sus flores son bisexuales y tienen un color blanco con estambres amarillos (Lozano, 2019).

2.1.3. Compuestos bioactivos de la moringa

Según Vargas, et. al, (2020) los principios bioactivos de la moringa son los flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides y carotenoides, isotiocianatos, glucosinolatos y taninos, saponinas, oxalatos y fitatos.

2.1.3.1. Flavonoides:

Están en las hojas, frutas y flores y son los principales compuestos encargados del color azul, rojo y pigmentos púrpuras de los tejidos vegetales. Por esto, los flavonoides han sido y son el foco de interés de la investigación, ya que pueden ayudar a prevenir enfermedades que están directamente asociadas con el estrés oxidativo (Morelo, 2019).

2.1.3.2. Compuestos fenólicos

Actúan como agentes protectores frente a factores bióticos y abióticos. y en virtud de su estructura química, se conocen alrededor de más de 5000 compuestos fenólicos. Poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Zárate, et. al, 2021).

2.1.3.3. Alcaloides

Los alcaloides predominan en las hojas, raíces y semillas. La presencia de un nitrógeno en su estructura es la principal característica (Cevallos, 2021).

2.1.3.4. Carotenoides

Son pigmentos hidrosolubles del grupo de los isoprenoides (Sánchez, 2019). Se distinguen por las cadenas insaturadas de 40 carbonos, los cuales presentan una disimilitud principalmente por la existencia de anillos en los carbonos emplazados en

los bordes y que habitualmente acatan a la lista de tetraterpenoides, que incluyen enlaces dobles conjugados (Ezquerro & Chan, 2021). Los principales carotenoides son: caroteno, luteína, licopeno y zeaxantina (Tomás, et. al, 2022).

2.1.3.5. Taninos

Se localizan en la corteza, hojas, duramen y raíces de los árboles, se dividen en hidrolizables y condensables. En la industria son usados para la producción de colorantes, polímeros, fungicidas, bebidas, etc. (Gomes, et. al, 2021).

2.1.3.6. Saponinas

Son partículas pequeñas compuestas por una aglicona (hidrofóbica) y una o más cadenas de azúcar (hidrofilicas) que les da su naturaleza anfifílica y varias propiedades funcionales-tecnológicas (Riquelme & Arancibia, 2020).

2.1.3.7. Fitatos

Se apilan en las semillas mientras pasa el curso de floración, es la principal fuente de acumulación de fosfato y minerales a lo largo de la germinación y desarrollo de la nueva planta (Rodríguez, et. al, 2018).

2.1.4. Valor nutricional de la Moringa

Es rica en nutrientes como proteína, fibra, calcio, hierro, potasio, β -caroteno, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (α -tocoferol), carotenoides (transluteína, trans- β -caroteno, trans-zeaxantina), aminoácidos, ácido alfa linoleico, antioxidantes. Las hojas, flores y vainas tiernas son fuentes potenciales de ácidos grasos poliinsaturados (Oyeyinka & Oyeyinka, 2018).

El valor nutricional va a depender de varios factores como antecedentes genéticos, medio ambiente y métodos de cultivo.

Tabla 2 Composición nutricional de las hojas, vainas y semillas de la moringa

Nutrientes	Hojas frescas	Hojas secas	Droga de hojas	Semilla	Vainas
Calorías (cal)	92	329	205	-	26
Proteína (g)	6.7	29.4	27.1	35.97±0.19	2.5
Grasa (g)	1.7	5.2	2.3	38.67±0.03	0.1
Hidratos de carbono (g)	12.5	41.2	38.2	8.67±0.12	3.7
Fibra (g)	0.9	12.5	19.2	2.87±0.03	4.8
Vitamina B1 (mg)	0.06	2.02	2.64	0.05	0.05
Vitamina B2 (mg)	0.05	21.3	20.5	0.06	0.07
Vitamina B3 (mg)	0.8	7.6	8.2	0.2	0.2
Vitamina C (mg)	220	15.8	17.3	4.5±0.17	120
Vitamina E (mg)	448	10.8	113	751.67±4.41	-
Calcio (mg)	440	2185	2003	45	30
Magnesio (mg)	42	448	368	635±8.66	24
Fósforo (mg)	70	252	204	75	110
Potasio (mg)	259	1236	1324	-	259
Cobre (mg)	0.07	0.49	0.57	5.20±0.15	3.1
Hierro (mg)	0.85	25.6	28.2	-	5.3
Azufre (mg)	-	-	870	0.05	137

Fuete: (Barragán, 2020)

2.1.5. *Propiedades medicinales*

La moringa es empleada como alimento, suplemento nutritivo o condimento y preparado como extracto, infusión, cataplasma, crema y ungüento a manera de antibiótico, hipoglucemiante, antiespasmódico, cicatrizante, hipotensor, antiulceroso, antiinflamatorio y analgésico (Torres, 2022). Es eficaz para tratar y prevenir varias patologías como: enfermedades dentales, de la piel, del aparato circulatorio, trastornos nerviosos, digestivos, anemia, antiparasitaria y desintoxicante entre otros (Ma, et. al, 2020).

- Fortalece el sistema inmunológico.
- Desarrollo celular.
- Controla los niveles de colesterol sérico.
- Combate la aparición de arrugas.
- Ayuda al correcto funcionamiento del hígado y el riñón.
- Provee energía al organismo.
- Ayuda a una correcta digestión.
- Permite que el sistema circulatorio funcione correctamente.
- Propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas..
- Regula los niveles de azúcar en la sangre (Casa, 2020).

2.1.6. *Usos en la industria alimentaria*

Por su composición química, se la puede utilizar en la elaboración de diferentes productos como conservante, complemento alimenticio tanto para el consumo humano y animal, brindando un alimento de calidad (Quineche, et. al, 2021). A pesar de ello existen escasas investigaciones de los beneficios nutritivos de la moringa utilizada en alimentos.

Tabla 3 Alimentos con adición de moringa

Alimento	Parte del árbol	Efecto
Snack	Hoja en polvo	Nutritivo
	Hoja en polvo	
Productos con harinas	Harina de semilla	Nutritivo
	Harina de semilla	
	Hoja en polvo	
Productos cárnicos	Extracto de hoja (líquido)	Antioxidante, conservante
	Extracto de hoja (en polvo)	
	Harina de semilla	Antioxidante, conservante, aglomerante.
	Hoja en polvo	Antioxidante, conservante

Fuente: (Asensi, et. al, 2017) **Elaborado por:** Autor (Peñaherrera, 2022)

2.1.7. Componentes de la moringa y sus usos

Tabla 4 Partes de la moringa y sus usos

Partes de la moringa		Usos
Semillas	Harina	Alimentación animal
	Semillas	Floculantes
		Aceite
Cascara	Combustible	
Vástago		Medicina
Raíces		
Corteza		Tintes, taninos, medicina
Hojas		Medicina, alimentación animal
Tallos / Brotes		Alimentación animal

Fuente: (Hernández, 2017) **Elaborado por:** Autor (Peñaherrera, 2022)

2.2. Aceites

Son lípidos imprescindibles en la dieta puesto que para la salud humana es importante para muchos procesos metabólicos; estos recursos con abundante presencia de ácidos grasos (AG) esenciales son los encargados de conceder componentes divisibles en grasa tales como vitaminas (Castellanos, 2019).

La clasificación de los lípidos más adecuada es en base a su estructura, por su alta polaridad de varios ácidos grasos. (Tabla 5)

Tabla 5 *Clasificación de los lípidos.*

Derivados	<i>Ácidos grasos y alcoholes (son la base de los lípidos simples y complejos).</i>
Simple	<i>Compuestos de ácidos grasos y alcoholes: acilgliceroles, éter- acilgliceroles, ésteres de ceras, esterole y sus esterole. Pueden ser hidrolizados en dos componentes diferentes, usualmente un alcohol y un ácido.</i>
Complejos	<i>Glicerofofolípidos, gliceroglicolípidos y esfingolípidos (Al hidrolizarse se obtiene 3 o más componentes)</i>

Fuente: (Gutiérrez, 2019) **Elaborado por:** Autor (Peñaherrera, 2022)

2.2.1. Aceites vegetales

Están compuestos primordialmente por acilglicerole de ácidos grasos extraídos solamente de plantas. Pueden abarcar pocas porciones de otras macro biomoléculas, así como fosfátidos, lípidos que no se hidrolizan con hidróxidos y los ácidos grasos libres naturalmente (Gonzales, 2021).

Son ésteres que resultan de la unión de ácidos grasos y alcohole (monoalcohol o un poliol), son solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua, cuya estructura química no se ve alterada al ser expuestos al calor y la destilación (Bello, 2017).

2.2.2. Aceites fijos

La semilla de la planta de Moringa engloba el 37 % y 48 % de su peso en el aceite virgen (alta calidad), con sus características poco viscoso y dulce (Martillo, et. al, 2020). Es rico en MUFA y saturados, correspondiendo el ácido oleico el principal

AG (cerca al 75%), seguido en menor proporción, pero mayoritario de los demás ácidos: esteárico, behénico y palmítico. Incluso goza de una gran cuantía de tocoferoles (Pageo, 2022). Tiene gran estabilidad a la oxidación.

Tiene citoquina, que promueve la segmentación y progresión celular, regenera y retrasa el avejentamiento; la zeatina retarda o previene la vejez, posibilitando reemplazar las células muertas rápidamente (Zumalacárregui & Ferrer, 2021).

2.2.2.1. Torta de moringa

La torta proteica en su composición contiene humedad (7,31 %), proteína (35,7 %), grasa (25,6 %), fibra (12,6 %), ceniza (4,61 %) y carbohidratos (14,18 %) (Cibej, 2019).

Existen estudios sobre la caracterización de la torta, conocido como residuo de la extracción del aceite, Pageo (2022) analizó la cantidad de proteína, el porcentaje de humedad, y el contenido de cenizas, así como también la capacidad de absorción y actividad antioxidante. Silva, et. al, (2018) evaluó la consecuencia del desamargado del residuo (torta) referente a la disposición nutricional y perfil toxicológico.

2.3. Propiedades fisicoquímicas de los aceites vegetales

Tabla 6 Características físico químicas

Densidad	< 1.0 g/ml
Viscosidad	30 – 50 centistokes a 37.8 °C (rango normal)
Líquido	20 °C (aceites vegetales)
Semisólidos	20 °C (manteca, grasa)
Sólidos	20 °C (aceites totalmente hidrogenados y grasas)
Punto de fusión	Capilar cerrado, abierto y punto de goteo
Índice de refracción	se utiliza como control de calidad y del proceso de hidrogenación. Al aumentar el grado de insaturación, o al aumentar la longitud de la cadena, aumenta el índice de refracción.
Presiones de vapor	Los triglicéridos de ácidos grasos de cadena larga tienen presiones de vapor muy bajas. Los ácidos grasos son más volátiles y pueden destilarse a una presión absoluta reducida.

Fuente: (Fantino, 2018) **Elaborado por:** Autor (Peñaherrera, 2022)

3. IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

El estudio de investigación bibliográfica se basa en dar un posible uso adicional a un subproducto agroindustrial, tal es la cuestión de analizar el posible uso al subproducto torta de moringa, que es residuo del prensado y extracción de aceite de la semilla, es por ello que se pretende analizar dos aceites extraídos por prensado en frío (semilla) y solvente (soxhlet) para caracterizar su perfil lipídico e identificar su capacidad antioxidante. Para la investigación se han planteado las siguientes preguntas como guía:

- ¿Se ha realizado la extracción de aceite de la torta de semilla de moringa?
- ¿Se ha conseguido y/o conseguirá extraer aceite de la torta de semilla de moringa?
- ¿Se ha caracterizado el aceite de torta de moringa?
- ¿Se ha evaluado la capacidad antioxidante del aceite de torta de moringa?

Por lo siguiente, este estudio pretende caracterizar el aceite de torta y semilla de moringa, y con los resultados demostrar el posible uso como una alternativa beneficiosa y saludable como objeto de aplicación en la Agroindustria.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las plantas generan gran parte de la economía a nivel mundial, sin embargo, a muchas de ellas no se le ha dado la importancia para sus cultivos, cosecha, postcosecha, comercialización e industrialización. El Ecuador es un país megadiverso con un gran potencial de materia prima que no se aprovecha en totalidad, por el desconocimiento de las propiedades y funcionalidad de las mismas.

Las extractoras de aceite son industrias agroalimentarias, la producción se utiliza con fines alimenticios, por consiguiente, generan grandes cantidades de residuos, los mismos que se vierten al suelo o en vertientes sin ningún tratamiento, no obstante, la necesidad de incrementar procesos productivos que brinden protección al medio ambiente, lo que significa cambiar el enfoque en el manejo de los temas ambientales, disposición de los desperdicios hasta la fabricación más limpia.

En la actualidad no se aprovecha agroindustrialmente la torta proteica de la moringa, la misma que contiene aceite residual, el cual es requerido por la cosmetología, debido a las propiedades benéficas que tiene este fruto, los beneficios que brinda para la piel y la salud e incluso para la alimentación por su alta semejanza con el de oliva, lo cual le permiten ser un potencial producto para la industria.

Las industrias buscan implementar la innovación tecnológica, considerando las variables tangibles e intangibles, las cuales son decisivas dentro del proceso; al considerar únicamente los aspectos financieros puede conllevar a pérdidas para la empresa en un entorno dinámico, hay factores que actúan de manera irreversible, los cuales afectan el desempeño de la producción de manera directa y decisiva en la obtención de propósitos.

Con esta investigación se pretende aprovechar la torta proteica de la moringa, de la misma que se desea extraer el aceite residual mediante el método de Soxhlet con el fin de evaluar su perfil lipídico y capacidad antioxidante.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Caracterizar los aceites de semilla y torta de moringa (*Moringa oleífera*) en función de su perfil lipídico y capacidad antioxidante.

5.2. Objetivos específicos

- Extraer el aceite vegetal de la torta de moringa mediante Soxhlet.
- Determinar la capacidad antioxidante de los aceites de moringa (Soxhlet - Prensado) mediante los análisis de DPPH y FRAP.
- Evaluar el perfil de ácidos grasos de los aceites por el método de cromatografía de gases.

6. JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

A nivel mundial la demanda por el aceite ha crecido para satisfacer las necesidades del consumidor, mostrando una oportunidad para los agricultores y la industria que lo usa; lo que representará bajos costos de producción y economía para la población, al aprovechar la riqueza del suelo, fomentado la investigación y transferencia tecnológica. Además, se beneficiarían de manera indirecta las personas (comerciantes, transportistas, entre otros) que forman parte de la cadena comercial y productiva.

El Ecuador por su ubicación geográfica, cumple con las condiciones óptimas para el cultivo de la moringa. El árbol de behen tiene un costo bajo de producción con un rápido crecimiento y es resistente a las plagas; por su composición química tiene muchos beneficios para la salud, convirtiéndolo en un gran potencial nutricional para aprovechar.

El contenido de proteínas, vitaminas, minerales y fitoquímicos nutraceuticos dan el valor nutricional a la torta de moringa. Como el mayor interés está dirigido aprovechamiento de este residuo, permitirá obtener un aceite con características similares al aceite de oliva, el cual posee cantidades significativas de ácido oleico que

evita la oxidación al ser sometidos a altas temperaturas. Puede mejorar la estabilidad oxidativa de otros aceites.

El aceite tiene compuestos antioxidantes como carotenoides, tocoferoles y compuestos fenólicos, son importantes en la evaluación de su calidad, dado que contribuyen a su sabor y aroma; lo resguardan de la oxidación. retrasan, controlan o previenen los procesos oxidativos que ocasionan el deterioro de la calidad de los productos y propagación de enfermedades degenerativas.

Los métodos más utilizados, por su simplicidad y reproducibilidad, son FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro), DPPH (depleción del oxido 2,2-difenil-1-picrilhidrazil) y ABTS (depleción del 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzotiazolina-6-acido sulfónico) (Mercado, et. al, 2013).

6.1. Extracción del aceite vegetal de la torta de la semilla mediante Soxhlet.

Se armó el equipo, seguidamente se pesó 10 g de la muestra y se introdujo en un cartucho de papel filtrante tapándolo con algodón. El balón se colocó sobre una manta calefactora y se acopló el extractor. Se colocó el cartucho con la muestra en el extractor y se adicionó el hexano (solvente) en cantidad suficiente hasta que sifone. Posteriormente se acopló el tubo refrigerante, se revisó las tomas de agua de entrada y salida, considerando un tiempo de 6 horas, esto en referencia a bibliografía de investigaciones previas.

- La primera extracción (M1) se realizó sin la molienda previa de la muestra.
- La segunda extracción (M2) se realizó con la muestra triturada, para tener mayor área de contacto (Laboratorio de Investigación UDLA, 2022).

6.2. Determinación de la capacidad antioxidante de los aceites de moringa mediante los análisis de FRAP y DPPH.

Las muestras fueron preparadas de acuerdo al protocolo interno de los laboratorios de investigación de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de las Américas en el campus UDLAPark.

- El aceite obtenido de la extracción soxhlet se diluyó en hexano para disminuir la concentración.
- Los valores se midieron como mg Trolox por g de aceite (Laboratorio de Investigación UDLA, 2022).

6.3. Perfil de ácidos grasos de los aceites por el método de cromatografía de gases.

La cromatografía de gases es un método ampliamente empleado y aprovechado en química analítica que principalmente consiste en separar y analizar compuestos presentes en una mezcla, que puedan vaporizarse sin descomponerse. En cromatografía de gases, la fase móvil (FM) es un gas portador que puede ser Ar, He o N (Argón, Helio y Nitrógeno). La fase estacionaria es una columna localizada al interior de un horno con unas dimensiones entre 15 y 20 m de longitud. En el horno se controla la temperatura a la cual se encuentra la columna, pudiendo alcanzar temperaturas de hasta 450 °C, tras la columna está el detector que puede requerir de diferentes gases como el nitrógeno o el aire en el caso del detector FID (detector de ionización de llama).

El auto mostrador permite introducir una serie de muestras automáticamente en el sistema para su respectivo análisis, aunque también es posible realizar la inyección manual de la muestra. El inyector permite introducir la muestra en una cámara, y está unido a la cabeza de la columna y permite introducir la muestra en un flujo continuo transportado por el gas portador. En el inyector la muestra se introduce en la cámara que dispone de control de temperatura, se inyecta mediante una jeringa que atraviesa el septum. Una temperatura elevada facilita la volatilización de la muestra y la matriz, el gas conductor transporta la muestra en dirección a la columna donde se programa de forma diferente, en modo Split, una parte del gas portador se desecha junto con parte de la muestra saliendo por el Split outlet y solo una parte de la muestra pasa a la columna, evitando la saturación del detector en algunos casos.

En cromatografía de gases, se usan principalmente dos tipos de columna, la columna empaquetada donde la fase estacionaria esta recubierta directamente por la columna y la columna capilar donde la fase inmóvil se sitúa en la pared interior de la columna. El desacoplamiento cromatográfica se basa en la diferencia de partición de

los compuestos entra la fase portátil, el gas portador y la fase estacionaria o columna. Los compuestos que tienen menor afinidad e interacción por la fase estacionaria, viajan más rápido en el interior de la columna y salen primero y los compuestos que tienen más afinidad por la fase estacionaria los cuales interactúan más con la fase, viajan más despacio y salen más tarde de la columna.

7. RESULTADOS

Los aceites analizados fueron almacenados en un lugar fresco a temperatura ambiente, en frascos ámbar y en oscuridad para evitar pérdida de sus componentes para sus respectivos análisis

7.1. Extracción del aceite vegetal de la torta de semilla de moringa mediante Soxhlet.

La extracción de aceite de la torta de semilla de moringa se realizó mediante la técnica Soxhlet y se desarrolló de acuerdo al protocolo interno de los laboratorios de investigación de la Universidad de las Américas en el campus UDLAPark. En la tabla 7 se presentan los resultados del % de grasa en el aceite de torta de moringa (semilla), en el cual se pudo corroborar que el valor de M2 (12,83%) es mayor.

Tabla 7 *Contenido de grasa presente en las extracciones de aceite de torta de moringa.*

Muestra	Grasa (%)
M1	7,43
M2	12,83

Elaborado por: (Laboratorio de Investigación UDLA, 2022) y (Peñaherrera, 2022).

7.2. Determinación de la capacidad antioxidante de los aceites de moringa mediante los análisis de FRAP y DPPH.

La tabla 8 evidencia el contenido de fenoles presentes en el aceite de la torta y semilla de moringa, los valores fueron obtenidos a través del análisis DPPH 32,54 para la torta y 89,1 para la semilla en mg eq Trolox/g aceite y en el análisis FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power) 0,44 para la torta y 0,79 para la semilla en mg

eq Trolox/g aceite, estos métodos captan los radicales libres y determinan la capacidad antioxidante reductora de hierro.

Tabla 8 Análisis de capacidad antioxidante en el aceite de torta de moringa

Ensayo	UM	Aceite Torta	Aceite semilla
DPPH	mg eq Trolox/ g aceite	32,54	89,1
FRAP	mg eq Trolox/ g aceite	0,44	0,79

Elaborado por: (Peñaherrera, 2022).

7.3. Perfil lipídico

En la tabla 9 se evidencian los resultados del perfil lipídico de los aceites de semilla y torta de moringa, encontrando 11 compuestos, de los cuales los ácidos grasos saturados son: esteárico 11,85%, behénico 6,90%, palmítico 5,73%, araquídico 2,80%, lignocérico 1,21% y heptadecanoico 0,81%. Conforme a los ácidos grasos monoinsaturados se encontraron: oleico 75,46%, elaidico 3,80%, eicosenoico 2,4%, palmitoleico 1,16% y en los ácidos poliinsaturados se halló solamente el ácido linoleico 0,55%.

Tabla 9: Resultados del perfil lipídico de los aceites de semilla y torta.

	Ácidos Grasos	Semilla %	Torta %
Saturados	<i>Palmítico</i>	5,73 ± 0,14	6,37 ± 0,09
	<i>Heptadecanoico</i>	0,81 ± 0,00	0,81 ± 0,00
	<i>Esteárico</i>	11,85 ± 0,00	11,85 ± 0,00
	<i>Araquídico</i>	2,80 ± 0,12	2,75 ± 0,05
	<i>Behénico</i>	6,90 ± 0,31	6,93 ± 0,10
	<i>Lignocérico</i>	1,21 ± 0,07	1,31 ± 0,13
Monoinsaturados	<i>Palmitoleico</i>	1,16 ± 0,02	1,79 ± 0,08
	<i>Elaidico</i>	3,80 ± 0,26	4,75 ± 0,15
	<i>Oleico (Cis-9)</i>	75,46 ± 0,93	72,91 ± 0,49
	<i>Eicosenoico</i>	2,4 ± 0,09	2,44 ± 0,06
Poliinsaturados	<i>Linoleico</i>	0,55 ± 0,02	0,76 ± 0,04
	<i>T. Saturados</i>	16,63 ± 0,58	17,35 ± 0,35
	<i>T. Monoinsaturados</i>	82,82 ± 0,60	81,89 ± 0,33
	<i>T. Poliinsaturados</i>	0,56 ± 0,03	0,76 ± 0,04

Elaborado por: (Peñaherrera, 2022).

Los valores son medias ± de tres determinaciones por cada aceite.

En la figura 1 se evidencia el perfil lipídico del aceite de semilla (A) y sobre el aceite de la torta (B) de *Moringa oleífera*, observando una composición diferente en cada arista mientras más alta mayor cantidad de la sustancia; el principal compuesto que se destaca es el ácido oleico, donde se simboliza el vínculo característico del tiempo de retención con el voltaje.

Los datos resultantes se proceden a ingresar en un software que grafica el cromatograma resultante, donde se muestran una serie de picos, donde cada uno de los cuales representa cada uno de los compuestos medidos previamente separados en la columna. En el cromatograma se representa en el eje (X) el tiempo de retención, y en el eje (Y) la señal del detector medida para cada uno de los compuestos.

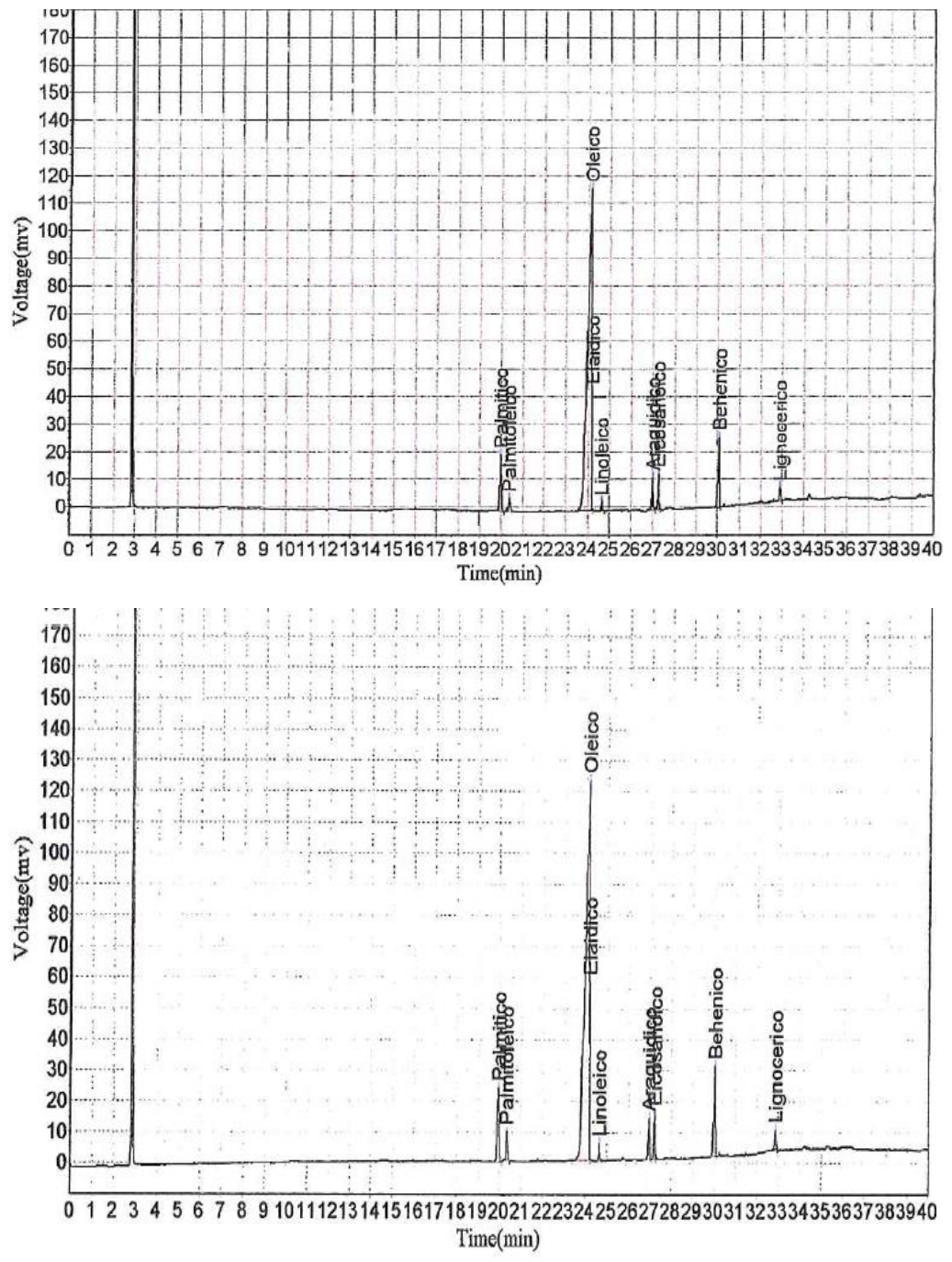
Tabla 10: *Tiempos de retención tR de los compuestos.*

	Ácidos Grasos	tR Semilla	tR Torta	Promedio %
Saturados	<i>Palmitico</i>	$19,97 \pm 0,013$	$19,93 \pm 0,018$	$19,94 \pm 0,03$
	<i>Araquídico</i>	$26,99 \pm 0,01$	$26,96 \pm 0,02$	$26,98 \pm 0,03$
	<i>Behénico</i>	$30,07 \pm 0,01$	$30,03 \pm 0,02$	$30,05 \pm 0,03$
	<i>Lignocérico</i>	$32,91 \pm 0,02$	$32,90 \pm 0,02$	$32,90 \pm 0,03$
Monoinsaturados	<i>Palmitoleico</i>	$20,37 \pm 0,02$	$20,33 \pm 0,02$	$20,35 \pm 0,03$
	<i>Elaídico</i>	$24,19 \pm 0,01$	$24,18 \pm 0,02$	$24,18 \pm 0,02$
	<i>Oleico (Cis-9)</i>	$24,15 \pm 0,01$	$24,11 \pm 0,03$	$24,13 \pm 0,03$
	<i>Eicosanoico</i>	$27,25 \pm 0,01$	$27,21 \pm 0,02$	$27,23 \pm 0,03$
Poliinsaturados	<i>Linoleico</i>	$24,66 \pm 0,01$	$24,63 \pm 0,02$	$24,64 \pm 0,02$

Fuente: (EcuChemLab, 2022). **Elaborado por:** (Peñaherrera, 2022).

En el análisis de cromatografía de gases, el tiempo de retención es el tiempo acontecido entre la transfusión de la muestra y la manifestación de la respuesta suprema.

Figura 1 Cromatogramas del aceite de semilla (A) y sobre el aceite de la torta (B) de Moringa oleífera.



Fuente: (EcuChemLab, 2022). **Elaborado por:** (Peñaherrera, 2022).

8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Al no existir precedentes acerca de los métodos de extracción del aceite de la torta de moringa (residuo), no se puede aseverar que los valores obtenidos durante el estudio ingresen en un rango, debido a que no se han instaurado límites sobre la extracción de soxhlet, capacidad antioxidante y el perfil lipídico; pero si se han realizado varias investigaciones sobre el aceite de la moringa.

En la tabla 7 se evidencia el % de grasa presente en la torta de moringa, se obtuvo 12,83% M2 (muestra triturada) y 7,43% M1 (muestra sin triturar) por el método de soxhlet; según Soto y Rosales (2016) el rendimiento de la extracción va a depender del contacto de la muestra con el disolvente. Otros estudios del aceite de la semilla de moringa reportan: Guzmán, et. al, (2021) obtuvo 19,5%, Tabio, et. al (2018), alcanzaron un 29,90%. Estos valores bibliográficos son mayores debido a que el aceite obtenido de la torta es el residuo de la extracción por prensado.

En la tabla 8 se evidencia los valores obtenidos a través del DPPH 32,54 mg eq Trolox/g aceite y FRAP 0,44 mg eq Trolox/g aceite para el aceite de la torta, mientras que para el aceite de la semilla se obtuvieron 89,1 mg eq Trolox/g aceite y 0,79 mg eq Trolox/g aceite para DPPH y FRAP respectivamente, según Rija, et. al, (2018) estos métodos son usados por su motriz de especificación ágil que permite escatimar tiempo en equiparación a otras técnicas y metodologías.

En la tabla 9 está evidenciado el perfil de ácidos grasos de los aceites de semilla y torta de moringa, se encontró 11 compuestos, de los cuales los ácidos grasos saturados son: esteárico 11,85%, behénico 6,90%, palmítico 5,73%, araquídico 2,80%, lignocérico 1,21% y heptadecanoico 0,81%. Conforme a los ácidos grasos monoinsaturados se encontraron: oleico 75,46%, elaídico 3,80%, eicosenoico 2,4%, palmitoleico 1,16% y en los ácidos poliinsaturados se halló solamente el ácido linoleico 0,55%. Estos resultados son relativamente similares a los reportados por Gharsallah, et.al, (2021) donde el ácido oleico muestra mayor abundancia $73,36 \pm 0,22\%$ y $74,18 \pm 1,55$ respectivamente. Leona, et. al,(2016) reportaron pequeños valores de ácidos caprílico, cáprico, mirístico, erúxico y linolénico; los cuales no fueron

identificados en estas muestras, esto puede ser por diversos factores de adaptabilidad de la planta, métodos de extracción del aceite y solvente utilizado.

El ácido linolénico son parte del grupo Omega 3, los ácidos araquídico, linoleico son parte del grupo Omega 6, los ácidos oleico, eicosanoico pertenecen al grupo Omega 9 y la presencia de estos confieren valor nutricional y calidad como suplemento (Guzmán, et. al, 2021).

En la figura 1 referente al cromatograma obtenido por cromatografía de gases se evidencia la presencia de los compuestos vigentes en el aceite de moringa de la semilla y torta, donde los ácidos grasos se identificaron comparando los tiempos de detención, y se puede apreciar una composición variada para cada pico, el principal compuesto que se destaca es el ácido oleico, seguido de los ácidos behénico, palmítico y eláidico. Además, existen varios factores que afectan a la separación de los compuestos y por tanto al tiempo de retención de cada uno de ellos en la columna, los cuales son: la temperatura a la que se encuentra la columna, el flujo o caudal del gas portador, el tamaño de la columna y la cantidad de muestra inyectada.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

- La extracción del aceite vegetal de la torta proteica de moringa se realizó mediante la técnica Soxhlet obteniendo la muestra 2 (12,83%) con mayor cantidad.
- La capacidad antioxidante de los dos aceites vegetales de la torta de moringa se evaluó por análisis DPPH y FRAP en donde los valores fueron obtenidos a través del DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) 32,54 mg eq Trolox/g aceite y FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power) 0,44 eq Trolox/g aceite.
- En el análisis del perfil de ácidos grasos de los aceites de semilla y torta de moringa, se identificaron 11 compuestos, de los cuales los ácidos grasos saturados son: esteárico 11,85%, behénico 6,90%, palmítico 5,73%, araquídico 2,80%, lignocérico 1,21% y heptadecanoico 0,81%. Conforme a los ácidos grasos monoinsaturados se encontraron: oleico 75,46%, elaídico 3,80%, eicosenoico 2,4%, palmitoleico 1,16% y en los ácidos poliinsaturados se halló solamente el ácido linoleico 0,55%.

9.2. Recomendaciones

- Envasar el aceite en envases oscuros y almacenarlos en espacios frescos, ventilados, lejos de la luz directa del sol, rotulados de manera correcta y legible, para evitar que se volatilicen los compuestos del aceite.
- Determinar la capacidad antioxidante reductora de hierro por diferentes técnicas como ORAC, TRAP y/o ABTS.
- Mantener los envases sellados herméticamente hasta realizar los análisis pertinentes.
- Realizar estudios sobre el aprovechamiento de la torta proteica de la moringa, que permita su aplicación en la Agroindustria.

10. REFERENCIAS

- Andarcia, D. (2021). *Aceite de moringa: características y usos*. Obtenido de Mejor con salud: <https://mejorconsalud.as.com/aceite-moringa-caracteristicas-usos/>
- Asensi, G., Durango, A., & Ros, G. (2017). Moringa oleifera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 67(2). Obtenido de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-3/>
- Barragán, L. (2020). *Proceso de manufactura de encapsulados de Moringa oleifera para ser incorporados en un producto alimenticio, aplicando la metodología de Despliegue de la Función de Calidad. [Tesis de maestría en tecnología avanzada de manufactura; UTM]*. Repositorio institucional. Obtenido de http://jupiter.utm.mx/~bibliote/resultados2_se.php?rconsulta=datos&folio=14155&cadenal=Vermas&viene=0&stp=3&vp=0&tarch=1
- Bello, A. (2017). Obtención y caracterización físico-química del aceite de las semillas del mate (*Crescentia cujete* L.). *Cumbres*, 3(1), 93-99.
doi:<https://doi.org/10.48190/cumbres.v3n1a12>
- Blandón, S. (2022). Importancia de las grasas y aceites en la dieta y los efectos de la operación de fritura sobre la inocuidad de los alimentos. *Ciencia y Tecnología El Higo*, 12(1), 42-52.
doi:<https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i1.14525>
- Campo, M., Cruz, C., Cunalata, G., & Matute, N. (2020). Infusiones de Moringa oleifera (moringa) combinada con *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Lippia alba* (mastranto). *Unemi*, 13(34), 114-126.
doi:<https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss34.2020pp114-126p>
- Casa, L. (2020). *Obtención de una bebida alternativa a base de jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) con extracto de hoja de moringa (Moringa oleifera Lam) en el cantón La Mana provincia de Cotopaxi. [Maestría en procesamiento de alimentos; UAE]*. Repositorio institucional. Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASA%20REA%20LUIS%20ALFONSO.pdf>

- Castellanos, R. (2019). *Desarrollo de una salsa tipo chimichurri mediante la metodología “despliegue de la función de calidad” y estimación de su vida útil. [Maestría Académica en Ciencia de Alimentos; Universidad de Costa Rica].* Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10669/85758>
- Cevallos, E. (2021). *Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del amaranto (Amaranthus spp.) en función del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante. [Tesis - Maestría en Agroindustrial, Mención Tecnología de Alimentos; Universidad Técnica de Cotopaxi].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8125>
- Cibej, F. (2019). *Caracterización química proximal de la torta de Moringa (Moringa oleifera) sobre su composición nutricional, sensorial y toxicológica. [Maestría en tecnología de alimentos; Universidad Nacional Agraria La Molina].* Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4059>
- Doménech , G., Durango, A., & Ros, G. (2017). Moringa oleifera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. *ALAN*, 67(2), 86-97. Obtenido de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_alan/article/view/20419
- Ezquerro, J., & Chan, J. (2021). Capacidad antioxidante y mecanismo de acción de pigmentos en organismos marinos. *CienciaUAT*, 15(2), 186-197. doi:<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1501>
- Fantino, M. (2018). *Optimización del proceso de extracción de aceite de pistacho (pistacia vera L.). [Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos; Universidad Nacional de Córdoba].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11086/28242>
- Gharsallah, K., Rezig, L., Msaada, K., Chalh, A., & Soltani, T. (2021). Composición química y caracterización del perfil del aceite de semilla de Moringa oleifera. *Elsevier*, 137, 475-482. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.11.014>

- Gomes, F., Silva, I., Vargas, M., Soares, A., Soares, É., Martinez, Y., & Gonçalves, R. (2021). Extracción de taninos de la corteza de *Pinus* spp tratada térmicamente - aplicación como adhesivo. *Scielo*, 27(1), 1-9.
doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712041>
- Gonzales, M. (2021). *Diseño de un proceso para la producción de aceite comestible a partir de materias primas alternativas: semillas de zapallo y su grado de aceptación en el consumidor de Arequipa. [UNSA]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13178>
- Gutiérrez, M. (2019). *Estructuración de aceite vegetal mediante interesterificación y organogelación. [Tesis doctorado en ciencias biológicas área: bioprocesos; Universidad Autónoma de Aguascalientes]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11317/1799>
- Guzmán, J., Bojórquez, E., De León, A., Calva, O., Barba, A., & Ruíz, V. (2021). Comparación de aceites de *Moringa* oleífera extraídos con fluidos supercríticos y hexano y caracterización de proteínas de almacenamiento de semillas en harina desgrasada. *Elsevier*, 40.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100830>
- Hernández, E. (2017). *Desarrollo y caracterización de un floculante natural a base de semilla de moringa oleífera para la reducción de turbidez en sistemas de captación de agua pluvial. [Tesis de maestría; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/13498>
- José, M. (2017). *Optimización del tratamiento enzimático asistido con ultrasonido para la extracción de aceite a partir de semillas de moringa (Moringa oleífera). [Tesis-Maestría en Biotecnología; Universidad del Papaloapan]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://www.unpa.edu.mx/tesis_Tux/maestría_biotecnologia.html
- Ledea, J., Rosell, G., Benítez, D., Reyes, R., Ray, J., & Reyes, J. (2018). Producción de semilla de los cultivares de *Moringa* oleífera Lam en el Valle del Cauto.

Agronomía mesoamericana, 29(2), 415-423.

doi:<https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29545>

León, G., Monteagudo, R., & Rodríguez, E. (2022). Caracterización del procedimiento de obtención de aceite de Moringa oleifera con relación al tipo de semillas. *Scielo*, 42(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000100024&lng=es&nrm=iso

Leona, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2016). Semillas y Aceite de Moringa oleifera : Características y Usos para la Salud Humana. *MDPI*, 17(12). doi:<https://doi.org/10.3390/ijms17122141>

Lozano, L. (2019). *Composición del aceite de las semillas de Moringa oleifera y evaluación de sostenibilidad para su implementación como cultivo agroforestal en Colombia. [Trabajos Fin de Máster ; Universidad de Valladolid]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/37683>

Ma, Z., Ahmad, J., Zhang, H., Khan, I., & Muhammad, S. (2020). Evaluación de las propiedades fitoquímicas y medicinales de la Moringa (Moringa oleifera) como potencial alimento funcional. *Elsevier*, 129, 40-46. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918315060>

Martillo, W., López, E., Resabala, M., Briones, G., Moreira, C., & Palacios, S. (2020). Cinética de la reacción de transesterificación del aceite de moringa en la obtención de biocombustible. *Investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología*, 5(2), 1-10. doi:<https://doi.org/10.33936/riemat.v5i2.2966>

Mendoza, J. (2020). *Coagulantes naturales y su eficiencia en el tratamiento del agua residual de la empacadora de banana esmeralda del cantón Mocache, año 2020. [Tesis - Maestría en Gestión Ambiental; Universidad Técnica Estatal De Quevedo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6278>

Mercado, G., de la Rosa, L., Wall, A., López, J., & Álvarez, E. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en

México. *Scielo*, 28(1), 36-46.

doi:<https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>

Morelo, G. (2019). *Diseño de micropartículas de flavonoides: estudio de la cristalinidad y agente canalizante sobre la estabilidad oxidativa de matrices lipídicas. [Tesis de posgrado- Doctorado en Nutrición y Alimentos; Universidad de Chile]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181317>

Oyeyinka, A., & Oyeyinka, S. (2018). Moringa oleifera como fortificante de alimentos: tendencias recientes y perspectivas. *ScienceDirect*, 17(2), 127-136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>

Pageo, S. (2022). *Caracterización del aceite de semilla de Moringa oleifera y del residuo tras la extracción. [Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos; Universidad Politécnica de Valencia]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/188987>

Quineche, Ú., Salirrosas, S., & Paucar, L. (2021). Moringa oleifera: Usos de hojas y semillas en la industria alimentaria. *Agroindustrial Science*, 11(1), 97-104. doi:<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.12>

Reyes, N., Jiménez, M., Mendieta, B., Rocha, L., & Noguera, Á. (2022). Rasgos morfológicos de Moringa oleifera cv Honghe en condiciones de trópico seco. *La Calera*, 22(38), 1-8. doi:<https://doi.org/10.5377/calera.v22i38.13736>

Rioja, A., Vizaluque, B., Aliaga, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Redalyc*, 35(5), 168-176. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4263/426358213006/html/>

Riquelme, N., & Arancibia, C. (2020). Obtención de nanoemulsiones utilizando saponinas de quillay como sustituto de un surfactante sintético. *Scielo*, 12(23), 1-12. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2019.23.67654>

- Rodríguez, E., & Quintanilla, A. (2019). Relación ser humano-naturaleza: Desarrollo, adaptabilidad y posicionamiento hacia la búsqueda de bienestar subjetivo. *AIA*, 23(3), 7-22. Obtenido de <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/238>
- Rodríguez, L., Lucas, B., Miranda, E., & Guerrero, M. (2018). Contenido de Ácido Fítico y Fósforo Inorgánico en *Vigna unguiculata* y *Phaseolus vulgaris* Germinadas a Diferentes Temperaturas. *Scielo*, 29(3), 39-46. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300039>
- Rubio, L. (2020). Comparativa nutricional del cultivo de oringa oleífera en España. *Ciencia y tecnología*, 13(2), 17-22. doi:<https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.388>
- Ruiz, A., Mercado, M., Guantay, M., & Ponessa, G. (2019). Anatomía e histoquímica foliar y caulinar de *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54(3), 325-344. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/25357>
- Sánchez, Á. (2019). Efectos del carotenoide astaxantina en la salud humana, según la ciencia. *NPunto*, 2(20), 46-58. Obtenido de <https://www.npunto.es/revista/20/efectos-del-carotenoide-astaxantina-en-la-salud-humana-segun-la-ciencia>
- Silva, M., Cibej, F., Salvá, B., Guevara, A., & Pascual, G. (2018). Efecto del desamargado de la torta de semilla de moringa (*Moringa oleifera*) sobre su composición proximal y su perfil nutricional y toxicológico. *Scielo*, 9(2), 247-257. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.10>.
- Soto, M., & Rosales, M. (2016). Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxylla*. *Scielo*, 18(4), 701-714. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000061>
- Tabio, D., Espinosa, C., Díaz, Y., Rondón, M., Fernández, E., & Piloto, R. (2018). Extracción etanólica de aceite de semillas de *Moringa oleifera*. *Dialnet*, 74, 32-38. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6463444>

- Tomás, A., Martín, G., González, I., Torales, L., Ponce, H., González, R., . . .
Periago, M. (2022). Influencia de los carotenoides sobre los marcadores de riesgo cardiometabólico en mujeres peri y posmenopáusicas. *Scielo*, 38(5), 993-1001. doi:<https://dx.doi.org/10.20960/nh.03624>
- Torres, M. (2022). Moringa oleifera en el tratamiento de las infecciones de las extremidades de los pacientes diabéticos. *Boletín médico de posgrado*, 38(1), 62-68. Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/bmp/article/view/3836>
- Turcios, E. (2019). Uso de semilla de moringa oleifera como coagulante orgánico en el tratamiento de agua para consumo humano. *Agua, saneamiento y ambiente*, 14(1), 1-9. Obtenido de <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/asa/article/view/1138>
- Vargas, O., Segura, D., Becerra, L., Amado, J., & Silva, H. (2020). Efecto hipoglicemiante de Moringa oleifera (moringa) comparado con smallanthus sonchifolius (yacón) en Rattus norvegicus con diabetes mellitus inducida. *Scielo*, 37(3), 4781-4841. doi:<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2020.373.5275>
- Zárate, W., González, S., Ramírez, F., Robledo, A., & Juárez, A. (2021). Efecto de los ácidos fenólicos en el sistema antioxidante de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 854-868. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v32i3.45101>
- Zumalacárregui, B., & Ferrer, C. (2021). Elaboración de champú utilizando aceite de semillas de Moringa oleifera aclimatadas en Cuba. *Scielo*, 33(1), 40-54. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212021000100040