

Potencialidad de la semilla de moringa como ingrediente alimenticio beneficioso para la salud

Potentiality of the moringa seed as a food ingredient beneficial for health

Cándida Magali Ferrer Serrano, <https://orcid.org/0000-0003-1616-7932>

Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas, <https://orcid.org/0000-0001-7935-903X>

Martha Mazorra Mestre, <https://orcid.org/0000-0002-9003-0988>

Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE, La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: pllerena@infomed.sld.cu , beatriz.mc@gmail.com

Recibido: 13 de octubre de 2023

Aprobado: 5 de diciembre de 2023

Resumen

La cantidad de nutrientes en un alimento determina su calidad. El objetivo del trabajo fue cuantificar la composición química (macronutrientes, micronutrientes, ácidos grasos, análisis próximo y propiedades físico-química) del polvo y aceite de semillas de *Moringa oleifera* Lam. ecotipo *Plain*, aclimatada en Cuba, y se resaltan los beneficios que aporta su consumo a la salud humana. Se prepara la muestra y se caracteriza el polvo y el aceite de la semilla, utilizando procedimientos normados o establecidos previamente. Los resultados demuestran, que estas semillas tienen altos niveles de grasa y proteínas. Además de los minerales presentes como calcio, cinc, potasio, hierro, magnesio, corroborando la potencialidad de este cultivo como aditivo en diferentes matrices alimentarias, beneficioso para la salud.

Palabras clave: *Moringa oleifera* Lam; semillas; nutrientes; salud humana.

Abstract

The quantity of nutrients in a food determines its quality. The objective of the work was to quantify the chemical composition (macronutrients, micronutrients, fatty acids and properties physical-chemistry) of the powder and oil of seeds of *Moringa oleifera* Lam. ecotipo *Plain* acclimated in Cuba and point out the benefits that its consumption brings to human health. The sample is prepared and it characterizes using procedures normados or established previously. The results show that these seeds have high levels of fat and protein, which gives them importance as a food with energy and nutritional value. In addition to the minerals present such as calcium, zinc, potassium, iron, magnesium, corroborating the potential of this crop as an additive in different matrices food, beneficial for health.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam; seed; nutrients; human health.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una necesidad del ser humano para obtener la energía necesaria y favorecer el buen funcionamiento del organismo. En el campo de la nutrición, múltiples investigaciones permiten establecer estrategias para el desarrollo de nuevas ofertas de alimentos funcionales. Se basan en modificar algunos componentes de estos alimentos, reduciendo, añadiendo o incrementando ingredientes con efectos beneficiosos. Los alimentos relacionados con la salud, son nutracéuticos y funcionales, que incluyen ingredientes prebióticos, probióticos, omegas, antioxidantes, isoflavonas, extractos herbales, minerales, vitaminas y proteínas.^(1,2,3,4)

Las leguminosas constituyen una de las materias primas utilizadas con la finalidad de formular alimentos saludables, por ser una fuente de proteínas, fibra, vitaminas y minerales en especial de calcio. La cantidad de calcio llega hasta 227 mg/100 g en la semilla,^(5,6) supera ampliamente a los niveles encontrados en cereales y además son comparables a las cantidades encontradas en los productos lácteos.^(5,6,7,8)

El hierro se encuentra en cantidades que oscilan alrededor de 6 mg/100 g de semilla, niveles superiores a cualquier otro alimento, excepto el hígado o la levadura seca. Además, se destacan por otros contenidos: magnesio, 60-183 mg/100 g de semilla; fósforo, 301-586 mg/100 g de semilla y azufre 196-237 mg/100 g de semilla. Se presentan para el garbanzo 20,85 mg/100g de sodio, 1 488,28 de potasio, 60,54 de calcio, 2,43 de hierro y 3,36 de zinc.⁽⁶⁾

La *Moringa oleifera* Lam es una leguminosa usada como complemento alimentario, ya que todas las partes de esta planta son comestibles y tienen valor nutricional. Se conoce desde la antigüedad, y ha sido utilizada en poblaciones latinoamericanas y asiáticas.^(5,7,8) Surge como un complemento nutricional de bajo costo, especialmente para los vegetarianos, gracias a su contenido de proteínas, minerales, betacaroteno y compuestos antioxidantes, que a menudo faltan entre las poblaciones pobres de los países subdesarrollados o en desarrollo, por lo que puede promocionarse como fortificante de alimentos para mejorar su valor nutritivo.⁽³⁾

Esta oleaginosa y de ella, la semilla, constituyen un ingrediente muy atractivo para su utilización en la industria de los alimentos para la elaboración de panes, bebidas, barras energéticas, cereales, galletas, mejorando el contenido de proteínas, fibra, perfil de ácidos grasos de estos productos,^(9,10) identificando a la

semilla como aditivo en diferentes matrices alimentarias.

El extracto acuoso de las semillas es efectivo contra las bacterias infecciosas de la piel como *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Las semillas de Moringa debido a que contienen los isotiocianatos y la glucomoringina, son potentes agentes antibacterianos y antifúngicos. El alcaloide *Moringina* de la planta, muestra una similitud con la efedrina por tanto, las semillas de Moringa han demostrado tener un efecto potencial en el tratamiento del asma bronquial.^(3,11)

Los datos publicados sobre el contenido de nutrientes de esta interesante planta son algo variable, por lo que resulta interesante seguir profundizando en este tema. Una parte de esta variabilidad se debe a las condiciones edafoclimáticas, es decir, a diferencias en el suelo, el clima, variedad, edad de la planta y técnicas de procesamiento, como el secado.^(4,5,10)

Kumar⁽³⁾ plantea, que el calcio presente en las semillas es de 45 mg/100g, magnesio 635 mg/100g, fósforo 75 mg/100g. Además, encontró que el contenido promedio de proteína de las semillas de *M. stenopetala* era de 42,6 g/100 g y 33,3 g/100 g para las semillas de *M. oleifera* cultivadas en Brasil. En semillas de *M. concanensis* se informa 30,1 g/100 g de proteína en Pakistán y 22,1 g/100 g de proteína en semillas de *M. peregrina* cultivadas en Arabia Saudita.⁽³⁾

Kawo *et al.* Refieren, que los resultados del tamizaje fitoquímico y el análisis elemental del polvo de semilla de *M. oleifera* son responsables de los efectos farmacológicos.⁽¹²⁾ La presencia de estos componentes indica que la planta, si se examina adecuadamente, podría producir medicamentos de importancia farmacéutica. Considerando los diferentes elementos analizados y sus amplios usos, esta planta tiene el potencial de proporcionar nutrientes esenciales para nutrición humana y animal.^(2,3,4,5,6,7,8)

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue cuantificar la composición química (macronutrientes, micronutrientes, ácidos grasos, análisis próximo y propiedades físico-químicas) del polvo de semilla de *Moringa oleifera* Lam. ecotipo *Plain* aclimatada en Cuba, y se resaltan los beneficios que aporta su consumo a la salud humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolla en áreas de las facultades de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica de la Habana, “José Antonio Echeverría” CUJAE.

Se emplean semillas de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain*, procedentes del Centro Internacional de Salud “La Pradera”, Playa.

Primero se realiza un descascarado manual, ejerciendo presión sobre las mismas y logrando la separación de la cáscara del cotiledón. Se disminuye el tamaño de partícula de los cotiledones hasta valores cercanos a 1 mm, según reportes hechos por Abdulkareem.⁽¹³⁾

Para conocer la distribución de tamaño de partículas, se realiza un tamizado según la Norma cubana,⁽¹⁴⁾ con muestras representativas, las cuales deben ser posteriormente secadas a 105 °C durante 24 h en una estufa modelo DHG-9146A. Luego, las semillas son sometidas a un proceso de secado por espacio de 2 h a 55 °C en una estufa modelo DHG - 9146^a.

La extracción de aceite de las semillas se realiza con hexano, utilizando un equipo Soxhlet. Para cada corrida experimental se pesa una masa de 10 g. El disolvente se adiciona con la relación soluto-disolvente 1:6 definida en trabajo anterior.⁽¹⁵⁾

A las semillas se les determinan humedad, sólidos totales, proteínas, cenizas, según procedimientos reportados.^(15,16,17,18,19,20) La humedad se efectúa por diferencia de pesada, utilizando una balanza analítica, modelo SARTORIUS BS 124S. La temperatura del secado se fija por debajo de 60 °C para evitar la desnaturalización de las proteínas de las semillas. El contenido de calcio, magnesio y otros minerales se determina mediante espectrometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) Perkin Elmer, modelo: Optima 5300 DV (con visión dual). Las determinaciones se realizaron por triplicado en el Centro de Estudios de Ingeniería de Procesos (CIPRO) y en el Centro de Investigaciones para la Industria Minero-Metalúrgica (CIPIMM), según las condiciones de operación de dicho equipo recomendadas por *The Perkin Elmer Corporation* (Tabla 1).⁽²¹⁾

Tabla 1- Condiciones de operación del equipo ICP-OES OPTIMA 5300 DV

Elemento	Longitud de onda	Posición de la llama
K	766,490	Radial
Ca	315,887	Radial
Mg	279,077	Radial
Zn	213,857	Axial
Cu	324,752	Axial
Fe	259,939	Axial
Mn	257,610	Axial

El aceite se caracteriza en cuanto a índice de saponificación, índice de acidez, índice de iodo, índice

de peróxido, índice de refracción, pH y densidad, según procedimientos reportados en otros trabajos.^(15,16,17,18,19)

Debido al contenido de aceite en la semilla, se realizó un análisis del perfil lipídico de la misma. Tras una extracción de la grasa mediante hexano y la posterior metilación de los ácidos grasos, para el análisis del perfil lipídico, se utilizó un cromatógrafo de gases 7890A (Agilent, EE.UU.), con detector de ionización por llama y una columna capilar BPX-70 (30 m x 0,53 mm, 1 µm Df, SGE). Los análisis se realizaron por triplicado. Los patrones de AG (Sigma, EE. UU.), reactivos y disolventes (Merck, Alemania) fueron puros para análisis. Se identificaron los ésteres metílicos de los ácidos grasos para la muestra de ensayo, por comparación de los tiempos de retención de cada componente con los tiempos de los ésteres metílicos patrones. Se utilizó para este análisis, el método del patrón interno.⁽²¹⁾

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 2 y 3 se presentan algunos resultados del análisis inmediato y la composición en micronutrientes de las semillas estudiadas

Tabla 2- Caracterización por análisis inmediato de las semillas estudiadas

Muestra	Humedad (%)	Cenizas totales (%)	Sólidos totales (%)
Semillas	6,24	4,58	94,39

Tabla 3- Micronutrientes presentes en las semillas de Moringa.

Muestra mg/kg	Ca	Cr	Cu	Fe	Mn
Semillas	440,0	120,0	77,0	84,0	51,8

Muestra mg/kg	Mg	P	K	Zn	Na
Semillas	260,0	210,0	404,0	920,0	157,0

Muestra mg/kg	Pb	Ni	Co	Al	Ti
Semillas	50,0	10,0	10,0	15,0	10,0

Se observa una similitud en cuanto a los contenidos determinados con los valores reportados por otros autores.^(19, 20) Las diferencias son debidas a las condiciones edafoclimáticas en general. El valor promedio del porcentaje de humedad en otras especies aclimatadas en Cuba es de 5,8-8,9 % y las cenizas de 5,46-6,63 %. De acuerdo con la literatura,^(18,19,20,21,22) los valores experimentales se encuentran en los intervalos reportados. Los sólidos totales incluyen material disuelto y no disuelto y se corresponde con los

valores determinados de grasas, proteínas y minerales entre otros.

La composición de micronutrientes precisados experimentalmente muestra alguna coincidencia con los intervalos reportados: Ozcan ⁽²³⁾ precisó que el calcio se encuentra entre 203,8-780,0 mg/kg; zinc 8,1-3004,0 mg/kg; manganeso 3,0-959,0 mg/kg; potasio 479,0-482,0 mg/kg y el hierro 31,3-127,7 mg/kg. Para Kawo, ⁽¹²⁾ el calcio 602,0 mg/kg; potasio 732,0 mg/kg; manganeso 17,5 mg/kg y los realizados por Ramos, ⁽¹⁹⁾ donde el calcio 1 000 mg/kg; hierro 580,0 mg/kg; magnesio 1 590 mg/kg y el zinc 764,0 mg/kg. Se observa, que se presentan rangos de valores diferentes que son provocados por cambios geográficos, edades, variedades de las plantas, suelo, clima, entre otros aspectos; característicos de productos naturales.

La determinación de los elementos presentes en las muestras se realiza por la importancia que estos presentan, pues el calcio es el que tiene mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. El calcio corporal, es equivalente a decir 1,5-2 % del peso corporal. De esto, casi un 99 % se concentran en los huesos y dientes, el 1 % restante se distribuye en el torrente sanguíneo, los líquidos intersticiales y las células musculares. Tanto su carencia, como su exceso son perjudiciales para la salud, ya que participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y, a su vez, adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, en la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas.^(3,8,23) El nivel de calcio en este estudio es adecuado para las necesidades requeridas.

Elementos como magnesio, zinc, hierro entre otros se recomiendan su ingestión por especialistas en nutrición porque benefician la salud del hombre.^(3,8,19)

El potasio existe principalmente como constituyente en el cuerpo. El requisito de este elemento se estima en 0,2-0,6 % del peso del cuerpo. El nivel de potasio en este estudio es, por lo tanto, adecuado, y podría ser beneficioso para la mejora de la salud de las personas. El cromo aparece en el cuerpo en cantidades muy pequeñas. Participa en el metabolismo del azúcar y para el crecimiento. Su actividad se lleva a cabo conjuntamente con otras sustancias que controlan el metabolismo de la insulina y de varias enzimas, con la formación de ácidos grasos, colesterol y con el material genético de las células.⁽⁸⁾

El zinc es un mineral esencial para el organismo. Colabora con el correcto funcionamiento de la glándula prostática y el desarrollo de los órganos reproductivos,

previene el acné al regular la actividad de las glándulas sebáceas, interviene en la síntesis de proteínas, colágeno, en la respuesta frente al estrés, es fundamental para formar los huesos.⁽⁸⁾

El hierro interviene en la formación de la hemoglobina y de los glóbulos rojos, también en la actividad enzimática del organismo. Transporta el oxígeno en sangre y es importante para el correcto funcionamiento de la cadena respiratoria. Participa en el transporte de energía en todas las células a través de enzimas llamadas citocromos, y otras funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje y la memoria, como también en ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura.^(8,19)

El aceite de la semilla de moringa presenta cualidades antisépticas y antiinflamatoria que ayudan a curar pequeñas dolencias cutáneas, quemaduras, picaduras, erupciones debido a que contiene un alto porcentaje de calcio y cobre, nutrientes importantes de la piel ^(22,23,24,25,26). Además, posee alta calidad por su contenido de ácido oleico, behénico. En la industria cosmética moderna se utiliza en la fabricación de perfumes, exfoliantes, cremas para el cuidado del cabello, jabones y como humectante.⁽²²⁾

El aceite de esta semilla resulta ser mayoritariamente de tipo monoinsaturado, similar al perfil del aceite de oliva. De esta manera, la semilla se presenta como una fuente importante de aceite de gran interés nutricional. Los valores experimentales del aceite de moringa estudiado se exponen en la [tabla 4](#). Los resultados que se presentan en la [tabla 3](#) son similares a los reportados para ecotipos foráneos. Las variaciones están dadas por las características de los suelos, zonas geográficas, clima y condiciones edafoclimáticas en general.^(15,16,17,18,19) El índice de acidez del aceite analizado es de 4,71 mg KOH /g de aceite. Este resultado es ligeramente superior a los reportes de Tsaknis.⁽²⁷⁾ Esto puede ser ocasionado, además de las condiciones edafoclimáticas, a que las semillas llevan tiempo de recolectadas y almacenadas, favoreciendo la hidrólisis de los ésteres presentes en las mismas.

El valor promedio obtenido para el índice de saponificación fue de 186,66 mg/g se encuentra en el rango reportado en la literatura.^(24,27) El índice de peróxido tiene un valor promedio de 3,9 mmol/kg, el cual se asemeja al reportado en la literatura, lo que demuestra que el aceite obtenido no ha presentado rancidez. El límite para dicha aceptación es de 5 mmol/kg.^(27,28, 29,30) El índice de yodo corresponde a un aceite monoinsaturado, un valor más alto indica una mayor insaturación de grasa y aceite.

Tabla 4- Propiedades físico-química del aceite de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain*

Propiedad	Aceite extraído	Literatura ^{/15-18/}
Índice de Refracción	1,4643 ± 0,0004	(1,459–1,4625)
Índice de Saponificación (mg KOH/g aceite)	186,66 ± 1,7482	(170,6–190,5)
pH	6,0	≤ 6
Densidad (g / cm ³)	0,896 ± 2,1213	(0,9036–0,9080)
Índice de peróxido (mmol eq O ₂ / kg aceite)	3,92 ± 0,4950	≤ 5
Índice de Acidez (mg KOH / g aceite)	4,71 ± 0,1697	(3,80–6,20)
Índice de Iodo (mL iodo / g aceite)	68,54 ± 4,0839	(68,00–71,80)

La densidad del aceite es de 0,896 0 g/cm³, encontrándose dentro del intervalo permitido para aceites vegetales. El potencial de hidrógeno se corresponde con lo reportado por la literatura en casos similares.^(15,16,17,18,19) Los resultados de la cromatografía gaseosa del aceite de las semillas estudiadas se reportan en la [tabla 5](#). Se observa, que muestran comportamiento similar a los reportados en la literatura.^(15,17,19) Es importante poseer datos de los perfiles de ácidos grasos, para sus posibles aplicaciones.⁽³⁰⁾ Existe un predominio en el aceite de ácidos insaturados (fundamentalmente monoinsaturados). Entre ellos se cuantifica un alto contenido de ácido oleico (C18:1) con un rango de valores entre 74-74,7 %. Este resultado se corresponde con la literatura.⁽¹⁶⁾ Los ácidos grasos saturados: palmítico, esteárico, araquídico, láurico, mirístico y behénico representan un porcentaje mucho menor. Referente a la capacidad antioxidante de la semilla de

Moringa oleífera, Chelliah⁽³¹⁾ demostró que la misma tiene una actividad antioxidante atribuida al contenido de ácidos grasos.

En cuanto a enfermedades cardiovasculares y niveles de colesterol, el contenido de ácidos grasos insaturados en la semilla es muy importante. La sustitución de ácidos grasos saturados por insaturados como el oleico (monoinsaturado) y linoleico (poliinsaturado) reduce los niveles de colesterol sanguíneo. El consumo de semillas de moringa por su riqueza en ácido oleico ayuda a reducir el nivel de colesterol en sangre.⁽⁸⁾

En la [tabla 6](#) se comparan los resultados experimentales obtenidos con lo reportado en la literatura. El contenido de proteínas en el polvo de semilla analizado fue de 34,42 g/100 g de muestra, comparable a alimentos de origen vegetal como la soya (40 g/100 g); también con alimentos de origen animal como la carne de vacuno (21,4 g/100 g muestra) y la carne de ave (20 g/100 g muestra).⁽⁶⁾

Tabla 5- Composición de los ácidos grasos en las semillas

Ácidos Grasos de semillas	Ecotipo Plain %	Desviación estándar
C 14:0 (mirístico)	0,16	0,015
C 16:0 (palmítico)	6,35	0,034
C16:1 (palmitoleico)	1,25	0,018
C18:0 (esteárico)	4,46	0,117
C18:1 (oleico)	74,7	0,183
C18:2 (linoleico)	0,734	0,132
C18:3 (linolénico)	0,157	0,039
C20:0 (araquídico)	2,76	0,092
C20:1 (gondoico)	2,36	0,055
C22:0 (behénico)	5,54	0,155
C24:0 (lignocérico)	1,06	0,018

Tabla 6. Macronutrientes del polvo de semillas ecotipo *Plain* cubano.

Parámetro (%)	Abdulkarim S. ⁽¹³⁾ 2005	Leone et al. ⁽³²⁾ 2016	Adegbe A. ⁽³³⁾ 2016	Valor experimental (%)
Grasa	30,80 ± 2,19	36,70 ± 2,80	32,50 ± 7,78	40,00
Proteínas	38,30 ± 1,03	31,40 ± 1,30	39,57 ± 3,23	34,42
Carbohidratos	16,50	18,40	7,44 ± 10,30	14,82
Fibra	4,50 ± 0,38	6,80 - 8,00	5,00 ± 0,00	2,90

La cantidad de proteína (18,63%) obtenida por Kawo,⁽¹²⁾ es inferior al valor experimental. Anwar en su trabajo de dos regiones de Pakistán obtuvo valores entre 30,97-31,36% y de 29,63%⁽¹⁸⁾ cercanos al valor experimental determinado.

De este estudio se concluye que las semillas de *Moringa oleifera* analizadas, pueden dar lugar a una fuente económica de proteínas, para uso como suplemento alimentario en la dieta.

El contenido de grasa total obtenido del aceite estudiado fue de 40%. Anwar y Bhangar⁽¹⁸⁾ reportaron contenidos de grasa cruda entre 38-42% en semillas de *Moringa* cultivadas en regiones templadas de Pakistán, mientras que Compaoré *et al.*⁽²⁴⁾ obtuvieron un contenido de grasa de 43,56 %. Abdulkarim *et al.*⁽¹³⁾ determinaron un contenido de grasa de 40,8% en semillas de *Moringa oleifera*, provenientes de Malasia. A pesar de las diferentes condiciones edafoclimáticas, valores similares a los obtenidos en este trabajo.

Los beneficios de las fibras para la salud humana son varios. Al ingerir las fibras solubles absorben agua en el intestino delgado formando soluciones de gran viscosidad que hacen más lento el vaciamiento gástrico, generando la sensación de saciedad.⁽³²⁾ Las fibras insolubles, forman mezclas de baja viscosidad, lo que aumenta la masa fecal y acelera el tránsito intestinal, previniendo la constipación y reduciendo el tiempo de contacto entre potenciales carcinogénicos y la mucosa del colon. Alimentos como la avena, pan y lentejas cocidas tienen de 5 a 10 g de fibra dietética/100 g alimento.^(33,34) En este trabajo resultó menor el contenido de fibra.

Si la cantidad de carbohidratos es insuficiente para cubrir las necesidades energéticas del organismo, se presentan mecanismos como la disminución de la actividad y el deterioro de sus tejidos, lo que conduce a una disminución de la capacidad para trabajar físicamente y desgaste del cuerpo. Los carbohidratos están relacionados con la fibra alimentaria, azúcares y almidones.⁽⁸⁾ El resultado experimental es ligeramente menor que el propuesto por Abdulkarim y Leoni,^(13,32) y se corresponde con la menor cantidad de fibra.

Algunas investigaciones sobre el uso de la *Moringa* como las realizadas por Gopalakrishnan, Doriya, & Kumar⁽³³⁾, Hodas F. y col.^(4,32) han despertado el interés de conocer las características bromatológicas para proponer esta planta como estrategia alternativa para la fortificación de alimentos.

CONCLUSIONES

La semilla de *Moringa oleifera* Lam, ecotipo Plain, tiene altos niveles de grasa y proteínas, lo que le brinda importancia como alimento de tipo energético y valor nutritivo. Además, los mayores contenidos de micronutrientes son cinc, calcio, potasio, magnesio y fósforo y menores concentraciones de níquel, cobalto, aluminio y Titanio. Se demuestra por el índice de iodo, que el aceite de la semilla tiene un alto porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, predominando el ácido oleico, que previene al organismo de enfermedades cardiovasculares. La *Moringa* abarca muchos usos importantes para la alimentación humana, tanto su aceite, como sus semillas, muestran alto contenido nutricional y en la medicina, debido a su potencial uso como antioxidante, antiinflamatorio, entre otros. Se corrobora la potencialidad de este cultivo como aditivo en diferentes matrices alimentarias, beneficioso para la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENÍTEZ B, col. "Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional". *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. 2017; 36, (4): pp. 4106-4113, ISSN: 0798-0264.
2. MAHMOOD, T.; MUGAL, T.; & UI, I. *Moringa oleifera: a natural gift-A review*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2010. 2(11): pp 775-781, ISSN: 0975-8232.
3. GULSHAN KUMAR *et al.* "Multifaceted applications of different parts of *Moringa* species: Review of present status and future potentials". *International Journal of Chemical Studies* 2019; 7(2): pp 835-842, ISSN: 2321-4902.
4. LIÑÁN, T. F. "*Moringa oleifera* el árbol de la nutrición". *Ciencia y salud virtual*, 2010, 2(1): pp 130-138. <https://doi.org/10.22519/21455333.70>, ISSN: 2114-5333.
5. HODAS, F.; ZORZENON, M. R. T.; MILANI, P. G. "*Moringa oleifera* potential as a functional food and a natural food, additive: a biochemical approach". *An Acad Bras Cienc*. 2021. 93. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120210571>. ISSN 0001-3765.
6. PEDRO DÁVILA, F.; RAMIRO GALLEGOS, G. "Determination of sodium, potassium, iron, zinc and,

- calcium in three legumes: chickpeas, soybeans and peanut by flame atomic absorption spectrophotometry”, *info ANALÍTIC*, 2016, 4, (2): pp. 9-19, ISSN: 2477-8788.
7. GARCÍA, O I. R.; RIVERA, C. “Las leguminosas, una fuente importante de fibra alimentaria: Una visión en Venezuela”. *Revista del Instituto Nacional de Higiene*, 2009, 40(1): pp. 57-63, ISSN: 0798-0477.
8. FERRER, S. C.; LLERENA, F. P.; MAZORRA, M. M. *Moringa: Árbol de múltiples usos*. Editorial Bolívar y Martí, Caracas, Venezuela, ISBN:978-980-7694-00-1, 2014.
9. RAMACHANDRAN.C PKV, GOPALAKRISHNAN.P:K. DRUMSTICK. *Moringa oleifera: A Multipurpose Indian Vegetable. Economic Botany*. 1980, 34: pp 276-283, ISSN:1874-9364.
10. ANWAR, F. *Moringa Oleifera: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. Phytotherapy Research*. 2007, 21(1): pp. 17-25, ISSN: 0951-418X.
11. DIXIT, S.; TRIPATHI, A.; KUMAR, P. “Medicinal properties of *Moringa oleifera*: A review”. *International Journal of education and Science research review*, 2016, 3(2): pp. 173-184, ISSN: 2348-6457.
12. KAWO, A. H. *et al.* “Preliminary Phytochemical Screening, Proximate and elemental composition of *Moringaoleifera Lam* Seed Powder Bayero”. *Journal of Pure and Applied Sciences*, 2009, 2 (1): pp 96-100, ISSN; 2076-3417.
13. ABDULKARIM, S. M. *et al.* “Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods”. *Food Chemistry*, 2005, 93(2): pp. 253-263. ISSN: 0021-8561.
14. NC 631, Minerales-Análisis granulométrico por tamizado. Requisitos generales, *Oficina Nacional de Normalización*, La Habana, 2008, pp 1-12.
15. FERRER, C.; ZUMALACÁRREGUI, B.; MAZORRA, M. “Caracterización físico-química del aceite de semillas de *Moringa oleifera*”. *Centro Azúcar*, 2020, 47(4): pp. 1-11 octubre-diciembre, ISSN: 2223-4861.
16. ANWAR, F.; RASHID, U. “Physico-chemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan”. *Pakistan Journal of Botanic*, 2007, 39(5): pp. 1443-1453, ISSN: 0556-3321.
17. ANWAR, F.; RASHID, U.; ZAFAR S. “Characterization of *Moringa oleifera* seed oil from drought and irrigated regions of Punjab, Pakistan”. *Grasas y aceites*. 2006. 57(2): pp. 160-168, ISSN: 1988-4214
18. ANWAR, F.; BHANGER, M. I. “Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* . 2003. 51(22): pp 6558-6563, ISSN: 0021-8561.
19. RAMOS, C.; FARIAS, D.; AMARAL, E.; BEZERRA, E. “Caracterização físico química da moringa (*Moringa oleifera* Lam)”. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grand*. 2010, 12(1), 55-60, ISSN: 0012-7353.
20. HERNÁNDEZ, A. *Análisis Químico Cuantitativo*, 2da edición, tomos I y II, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1995, pp. 1-384. ISBN 978-959-07-1146-6.
21. BOSS CH.; FREDEEN, K. *Concepts, Instrumentation and Techniques in inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*. Editorial Perkin Elmer, 2nd edición, enero 1997, ISBN, 9788418032202, ASIN B0006QS310.
22. ZUMALACÁRREGUI, DE C. B.; FERRER, S. C. “Elaboración de crema exfoliante con aceite y cáscaras de semillas de *moringa oleifera* ecotipo Plain”. *Centro Azúcar* , 2021, 48(1): pp. 22-34. ISSN: 2223-4861.
23. OZCAN, M. M. “*Moringa* spp: Composition and bioactive properties”. *South African Journal of Botany*, 2020, 129: 25-31, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.017>. ISSN: 0254-6299.
24. ADOUKO, S. JACQUES, ARNAUD S.; OKRI, F.; TOSSOU, J. Review on biological and immunomodulatory properties of *Moringa oleifera* in animal and human nutrition *Pharmacognosy and Phytotherapy* 12(1):1-9, january-march 2020, <https://doi.org/10.5897/JPP2019.0555>, ISSN: 2141-2502.
25. COMPAORÉ, W. R. *et al.* “Chemical composition and antioxidative properties of seeds of *Moringa oleifera* and pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* commonly used in Food Fortification in Burkina Faso”. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2011, 3(1): pp. 64-72, ISSN: 2278-3202.
26. PANIAGUA, A.; CHORA, J. “Elaboración de aceite de semillas de *Moringa oleifera* para diferentes usos”. *Revista de Ciencias de la Salud*, 2016, 3(9): 36-46, ISSN 2145-4507.
27. TSAKNIS SLAJ. “Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Variety Periyakulam 1”. *Journal of*

food composition and analysis. 2002, 15(1): 65-77. ISSN: 0889-1575.

28. PÉREZ, T. S.; ARMENGOL NAYDA; REYES, F. "Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal". *Pastos y Forrajes*. 2010, 33(4): 1-16, ISSN: 0864-0394.

29. KHANAHMADI, M.; REZAZADEH, S. H.; TARAN, M. "In vitro antimicrobial and antioxidant properties of *Smyrniium cordifolium boiss* (Umbelliferae) extract". *Asian J. Plant Sci*. 2010, 9(2): 99-103, ISSN: 2249-7412.

30. DÍAZ, J.; FERRER, C.; ZUMALACÁRREGUI, B. *Biocombustibles para su uso en motores diesel*, capítulo 7, Potencial de la *Moringa oleifera* para la producción de biodiesel, Editorial IDICT, Cuba, 2014, pp. 125-141. ISBN: 978-959-234-095-4.

31. CHELLIAH, R. *et al.* "Nutritional quality of *Moringa oleifera* for its bioactivity and antibacterial

properties". *International Food Research Journal*, 2017, 24(2): pp 825-836, ISSN: 2231-7546.

32. LEONE, A. *et al.* "*Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health". *International Journal of Molecular Sciences*. 2016, 17(12): pp. 1-14, <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>, ISSN: 2161-6620.

33. ADEGBE, A. L. "Proximate analysis, physicochemical properties and chemical constituents characterization of *Moringa oleifera* (Moringaceae) seed oil using GC-MS Analysis". *American Journal of Chemistry*, 2016. 6(2): pp. 23-28. <https://doi.org/10.5923/j.chemistry20160602.01>, ISSN: 2041-6539.

34. GOPALAKRISHNAN, L. *et al.* "*Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application". *Food Science and Human Wellness*. 2016. 5(2): pp. 49-56, ISSN: 2213-4530.

DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

M.Sc. Cándida Ferrer Serrano. Concepción metodológica de la investigación, experimentación, análisis, escritura y revisión del artículo.

Dra. C. Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas. Concepción metodológica de la investigación, experimentación, análisis y revisión del artículo.

M.Sc. Martha Mazorra Mestre. Concepción de la investigación, análisis y revisión del artículo.