

Caracterización fisicoquímica de hojas, semillas y aceite vegetal de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*

Physicochemical characterization of leaves, seeds and vegetable oil of *Moringa oleifera* ecotype *Plain*

Beatriz Zumalacárregui-de Cárdenas^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7935-903X>

Cándida Ferrer-Serrano² <https://orcid.org/0000-0003-1616-7932>

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE. La Habana, Cuba

²Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE. La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: beatriz@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

La *Moringa oleifera* es una planta con varias actividades biológicas y propiedades terapéuticas, que posee un alto contenido de vitaminas, minerales y fitoquímicos, tales como vainillina, ácidos grasos omega, carotenoides, ascorbatos, tocoferoles, β -sitosterol, ácido octacosanoico, moringina, moringinina y fitoestrógenos importantes. El objetivo de este trabajo es determinar y cuantificar el contenido de polifenoles totales, flavonoides y alcaloides en extractos de hojas, así como algunas propiedades fisicoquímicas de las semillas, cáscaras y del aceite vegetal extraído de la *M. oleifera*, ecotipo *Plain* procedente de la India y aclimatada

en Cuba. En las determinaciones se emplearon métodos fisicoquímicos cualitativos y cuantitativos, métodos espectrofotométricos y cromatográficos. Los resultados demostraron que esta especie posee taninos, flavonoides, y alcaloides en sus hojas en porcentajes similares a otros ecotipos aclimatados en Cuba, y el aceite vegetal obtenido de las semillas es de calidad comparable con diferentes ecotipos de otros países.

Palabras clave: *Moringa oleífera*; hojas; semillas; aceite vegetal; cáscara.

ABSTRACT

Moringa oleifera is a plant with several biological activities and therapeutic properties, with a high content of vitamins, minerals and phytochemicals such as vanillin, omega fatty acids, carotenoids, ascorbates, tocopherols, β -sitosterol, octacosanoic acid, moringin, moringinin and important phytoestrogens. The objective of this work is to determine and quantify the content of total polyphenols, flavonoids of hydroalcoholic extracts of leaves and some physiochemistry properties of seeds, shells and extracted vegetable oil of *M. oleifera*, Plain ecotype from India and acclimatized in Cuba. Qualitative and quantitative physiochemical, spectrophotometric, and chromatographic methods are employed. The results obtained showed that this species has tannins, polyphenols, flavonoids in similar quantities like other ecotypes acclimatized in Cuba, and the vegetable oil obtained is of good quality comparable with different ecotypes from other countries.

Keywords: *Moringa oleifera*; leaves; seeds; vegetable oil; shell.

Recibido: 13/1/2021

Aprobado: 26/2/2022

Introducción

A lo largo de los años, el estudio de los productos vegetales naturales ha ido en aumento, llevando a la identificación y mejora de los productos vegetales beneficiosos para la humanidad. La *Moringa oleifera* Lam (*Moringáceae*) se conoce como “árbol milagroso”, por su riqueza de nutrientes, minerales, vitaminas y aceites esenciales, y ha sido identificada como una planta versátil multifuncional con enormes potenciales económicos, nutricionales y de salud.

Es un árbol de clima tropical y subtropical. Se originó en Agra y Oudh en la región noroeste de la India, que se encuentra al sur del Himalaya y se extiende en varios países del sur de Asia desde el norte de Pakistán hasta el norte de Bengala Occidental y la India, y en las zonas tropicales de África.⁽¹⁾ El árbol tiene una gran valoración en casi todas sus partes (raíz, corteza, hoja, flores, vainas, semillas, aceite de semilla) por sus propiedades nutricionales, medicinales y otros fines industriales.⁽²⁾

Entre las 13 especies conocidas, la *Moringa oleifera* es una planta de alto valor, versátil, adaptable, fácil de cultivar y autopropagada con una tasa de crecimiento muy rápida. En Cuba, se encuentran diversos ecotipos como *Supergenius*, *Plain*, Nicaragua y Criolla, distribuidos en todo el territorio nacional, cultivados bajo las condiciones climatológicas de cada región.^(3, 4)

A partir de los ecotipos antes mencionados se realizó la caracterización fisicoquímica del aceite de semillas, extraído por diferentes métodos. Estos aceites, con una composición y porcentaje de ácidos grasos similares a las encontradas en variedades foráneas, fueron empleados en la elaboración de productos de aseo.^(4, 5)

Todas las partes de la planta se han empleado para diferentes propósitos; las hojas, tallos, semillas y raíces del árbol de *Moringa* son comestibles, las ramas se aprovechan como combustible vegetal y el aceite de la semilla lo utilizan en ensaladas, lubricantes de máquinas, de relojes, para perfumes, jabones, cosméticos e ingredientes de productos para el cabello.^(2, 4, 5)

Dentro del campo de la medicina, se puede utilizar para combatir una gran variedad de enfermedades: diabetes, cáncer, inflamación, entre otras, especialmente por su capacidad antioxidante en la eliminación de radicales libres. Por otro lado, las semillas exhiben actividad coagulante en el tratamiento de contaminantes del agua, así como metales en suspensión, incluso contra bacterias plaguicidas que están presentes en el agua. Los ácidos grasos de las

semillas también la hacen útil para producir biodiesel, que sería una forma de combustible renovable y favorable con el medio ambiente.⁽⁶⁾

Por la variedad de beneficios que aporta esta especie a la humanidad en materia de usos, es importante realizar estudios del ecotipo *Plain* aclimatado en Cuba, no solo del aceite extraído de las semillas, sino también de sus hojas y cáscara, que permitan corroborar la riqueza nutricional de la planta, y contar con un poderoso recurso natural para múltiples aplicaciones. De ahí que el objetivo de este trabajo es determinar y cuantificar el contenido de polifenoles totales, flavonoides y alcaloides en extractos hidroalcohólicos de hojas, y las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal y cáscara de la *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* aclimatado en Cuba.

Materiales y métodos

La investigación experimental se desarrolló en áreas de las Facultades de Ingeniería Mecánica y Química de la Universidad Tecnológica de la Habana, “José Antonio Echeverría.” Para ello se emplearon hojas recolectadas después de los 90 días de establecido el cultivo y semillas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* suministradas por el Centro Internacional de Salud La Pradera, sito en La Habana.

Caracterización de las hojas

Las hojas se mantuvieron en bolsas de polietileno negras selladas hasta su posterior utilización. La masa total de hojas disponibles a procesar fue de 1 kg; se procedió a lavar mediante un flujo continuo de agua potable hoja por hoja y se dejó escurrir. El secado se realizó a temperatura ambiente, por un tiempo de 7 días, hasta eliminar la humedad.⁽⁷⁾ La determinación de humedad se efectúa por diferencia de pesadas, utilizando una balanza analítica, modelo SARTORIUS BS 124S. La temperatura para el secado se fija por debajo de 60 °C en estufa modelo DHG-9146^a. Luego se tritura con un molino marca Retsch S200, Alemania, y se obtuvieron valores del tamaño de partículas de la droga seca cercanos a $1 \cdot 10^{-3}$ m, con el fin de aumentar la superficie de contacto al momento de interaccionar con el

disolvente, y así optimizar la extracción de los metabolitos secundarios, con etanol al 70 % como disolvente.⁽⁸⁾

Se realizó la elección de etanol como disolvente de extracción, lo que se justifica por la composición fitoquímica de las hojas, que contienen, principalmente, sustancias hidrosolubles como compuestos fenólicos, flavonoides, vitamina C y minerales.

Para el tamizaje fitoquímico, el material vegetal se maceró con etanol empleando una relación 1:3 (m:v) por 48 h. El extracto obtenido de las hojas se filtró y se hizo reaccionar con el reactivo correspondiente, obteniendo como respuesta cambio de color o formación de precipitado. Estas reacciones se caracterizan porque son selectivas para las clases de compuestos que se investigan, son simples y rápidas, detectan la mínima cantidad presente de los mismos.⁽⁹⁾

Posteriormente los alcaloides fueron cuantificados empleando el método espectrofotométrico basado en la reacción con verde de bromocresol. La absorbancia del complejo en cloroformo se midió a 470 nm frente al blanco. Los flavonoides fueron determinados en un espectrofotómetro (SHIMADSU UV160-A) mediante el método colorimétrico del tricloruro de aluminio.⁽⁷⁾ El método se basó en la formación de un complejo flavonoide-aluminio. La muestra (0,1 mL) en metanol se mezcló con 0,2-1 mL de nitrato de sodio al 5 %, luego se dejó reaccionar durante 5 min. Se añadió 0,2 mL de tricloruro de aluminio en metanol (10 %) y 1 mL de hidróxido de sodio (1 mol/L) y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 15 min. La absorbancia se leyó a 510 nm contra el reactivo en blanco. La cantidad de flavonoides se calculó a partir de la curva de calibración de rutina. El resultado es expresado en mg/g, calculado como rutina.

Para la extracción de polifenoles, se empleó como método la extracción por maceración, utilizando como disolvente una mezcla hidroalcohólica agua-etanol (30-70) en una relación soluto-disolvente de 20 mL/g. Para hallar el porcentaje de sólidos totales, se tomó 1 mL de extracto hidroalcohólico de las hojas de *Moringa oleifera*, se llevó a una cápsula previamente tarada a 105 °C, se evaporó en una plancha modelo IKA C- MAG HP10, hasta que el residuo quedó aparentemente seco. Se pasó a una estufa modelo DHG-9146^a, china y se dejó secar hasta peso constante (3 h). Luego se retiró la capsula de la estufa, se enfrió y se pesó.

La concentración de polifenoles de los extractos obtenidos se determinó utilizando el reactivo de Folin -Ciocalteu según el método modificado.⁽¹⁰⁾ El método de Folin-Ciocalteu se basa en

una reacción óxido-reducción entre el reactivo Folin-Ciocalteu y los polifenoles de la muestra. El reactivo Folin-Ciocalteu contiene una mezcla de wolfrato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico. Este reactivo de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad se mide espectrofotométricamente a 765 nm para evaluar el contenido en polifenoles.

Para cada muestra se hicieron dos réplicas, se mezclaron en el siguiente orden: 1 mL de muestra, 2,5 mL de Folin-Ciocalteu y 2 mL de carbonato de sodio 7,5 % (p/v). Se realizó un blanco de muestra, sin el reactivo Folin-Ciocalteu, y además un autocero con todos los reactivos, pero sin la muestra. En el momento en el que se añade el carbonato sódico, comienza la reacción. Transcurridos 20 min de reacción en oscuridad a temperatura ambiente, se midió el color de la muestra a 765 nm. Para cuantificar los compuestos fenólicos obtenidos en las muestras se realizó una curva patrón de ácido gálico siguiendo el mismo método colorimétrico. Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra.

Caracterización de semillas y cáscara

Las semillas se encontraban almacenadas en sacos blancos de polietileno a temperatura ambiente; se prepararon para la extracción mecánica, separando primero las cáscaras de los cotiledones en una descascaradora modelo Agro 01 de fabricación nacional. La extracción mecánica por prensado se realizó en un molino marca Komet, tipo DD85. Terminado el proceso de prensado, el aceite pasa a través de un filtro prensa modelo 2FIN 20-20, eliminando partículas que quedan disueltas en el mismo, para posteriormente ser almacenado en un tanque de acero inoxidable de 5 L.

La cáscara, fue tamizada de acuerdo con la Norma Cubana Minerales-Análisis granulométrico por tamizado.⁽¹¹⁾ Para la operación, según la norma, se tomaron muestras representativas de 15 g de cáscara, las cuales fueron secadas a 105°C durante 24 h en una estufa modelo DHG-9146^a. El juego de tamices que se utilizó pertenece a la escala americana ASTM y sus diámetros (entre $0,125 \cdot 10^{-3}$ y $2 \cdot 10^{-3}$ m)

A las semillas y cáscara se les determinaron humedad relativa, sólidos totales, cenizas totales, según los procedimientos reportados por.⁽¹²⁻¹⁶⁾ La determinación de humedad (g/100g de muestra) se efectuó de acuerdo con el método convencional en estufa modelo DHG-9146^a por

diferencia de pesadas, utilizando una balanza analítica, modelo SARTORIUS BS 124S, hasta alcanzar un porcentaje de humedad cercano a cinco. La temperatura para el secado de las semillas se fijó por debajo de 60 °C para evitar la desnaturalización de las proteínas presentes en las mismas.

El valor de cenizas totales (g/100g de muestra) se determinó mediante la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación a 550 °C, y posterior determinación gravimétrica del residuo.

Se determinó, además, el contenido de calcio, magnesio, y otros minerales, mediante espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) en un equipo marca: Perkin Elmer, modelo: Optima 4300 DV (con visión dual) para producir electrones excitados e iones que emiten radiación electromagnética en longitudes de onda característica de un elemento particular. Las determinaciones se realizaron por triplicado para cada muestra en el Centro de Estudios de Ingeniería de Procesos (CIPRO) y en el Centro de Investigaciones para la Industria Minero-Metalúrgica (CIPIMM).

A las semillas también se les determinó el contenido de fenoles totales siguiendo el procedimiento descrito anteriormente para las hojas.

Caracterización de los aceites

Se determinaron los índices de: saponificación, acidez, iodo, peróxido y refracción; además del grado de acidez, pH y densidad, como se reportan en los trabajos.⁽¹²⁻¹⁶⁾

La determinación de la composición del aceite extraído se realizó utilizando 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, Australia, (Institute for Nutraceutical Advancement). Los análisis se realizaron por triplicado. Los patrones de AG (Sigma, EE. UU.), demás reactivos y disolventes (Merck, Alemania), fueron puros para análisis. Para el análisis cuantitativo, 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 obtenidos en el mercado. Además, se utilizó para este análisis, el método del patrón interno.

La determinación de los coeficientes de absorción se realizó en un espectrofotómetro UV-Visible marca: Shimadzu modelo UV-1603, debido a que durante la autooxidación de los ácidos grasos poliinsaturados se forman hidroperóxidos los cuales absorben radiación en torno a una longitud de onda de 232 nm. Estos compuestos evolucionan con el tiempo dando lugar a otros como las diacetonas. Los productos secundarios, procedentes de la degradación de los hidroperóxidos, tienen la característica de absorber radiación UV entorno a los 270 nm.

Resultados y discusión

De acuerdo con los ensayos realizados a las hojas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* en la determinación de taninos usando el FeCl_3 , el extracto etanólico de las hojas de moringa dio positivo a taninos, dando una coloración azul oscura, lo cual es un indicativo de la presencia de taninos hidrolizables o gálicos. En el ensayo de la determinación de flavonoides usando el método de Shinoda, el extracto etanólico de hojas de moringa dio una coloración carmesí que demostró la presencia de flavononas. Luego en el ensayo de la determinación de alcaloides usando el método de Dragendorff, el extracto etanólico de hojas moringa dio positivo a alcaloides con la aparición de turbidez definida y un precipitado color rojo ladrillo.

Los valores de la cuantificación de los metabolitos en los extractos hidroalcohólicos de las hojas de *Moringa* se muestran en la tabla 1.

Tabla 1- Metabolitos presentes en las hojas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*

Metabolitos	Contenido	Literatura /9, 17, 18/
TANINOS	4,03 ± 0,51 mg/g	4,43 ± 0,71 mg/g
FLAVONOIDES	24,85 ± 1,83 mg/g	34,85 ± 11,83 mg/g
ALCALOIDES	0,67 ± 0,58 mg/g.	0,77 ± 0,58mg/g
FENOLES TOTALES	19,27 ± 4,3 mg/g.	19,27 ± 7,36 mg/g

Estos resultados son inferiores a los reportados en la literatura ^(9, 17, 18) con muestras procedentes de países con diferentes climas y temperaturas como China, India, Ecuador. Además, en estos estudios los tiempos de recolección, maduración y almacenamiento del material vegetal fueron menores a los analizados en este trabajo, pero similares a los reportados por ⁽³⁾ en ecotipos aclimatados en Cuba.

Tabla 2- Caracterización de semillas y cáscara

Muestra	Humedad (%)	Cenizas totales (%)	Sólidos totales (%)
CÁSCARA	4,75	5,48	95,24
SEMILLAS	6,24	4,52	94,39

El valor promedio del porcentaje de humedad en otras especies aclimatadas en Cuba ⁽⁵⁾ es de 5,8-8,9 %, y para las cenizas de 5,46-6,63 %, y de acuerdo con la literatura ^(12-14, 19, 20) los porcentajes se encuentran en el intervalo de 5,72-9,00 %, por lo que resultan satisfactorios para este ecotipo.

Tabla 3- Composición de las muestras analizadas (%) calculadas a partir de los valores obtenidos por ICP de los elementos más representativos (en ppm)

Muestra	Pb	Zn	Fe	Ca	Mg	Na
CÁSCARA	<0,005	0,0072	0,092	1,14	0,33	0,11
SEMILLAS	<0,005	0,002 4	0,009 4	0,036	0,084	0,037

En los resultados de las semillas reportados en la tabla 3, se observa una similitud respecto a los que aparecen en la literatura especializada en cuanto a los contenidos determinados,

excepto el magnesio que no aparece en la literatura consultada.^(12, 14, 21-23) No se encontraron referencias respecto a la cáscara.

La determinación de los elementos presentes en las muestras se realiza por su importancia, porque pueden beneficiar la salud del hombre, si se recomienda su ingestión por especialistas en nutrición.⁽²⁴⁾

El aceite de las semillas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* resultó ser de color amarillo, con olor y apariencia característico de este aceite. Los valores del análisis del aceite se exponen en la tabla 4.

Tabla 4- Propiedades fisicoquímicas del aceite de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* extraído

Índices de calidad	Aceite extraído	Literatura /13, 15, 17, 21-23/
Índice de refracción	1,464 ± 0,02	(1,459–1,462 5)
Índice de saponificación (mg de KOH/g)	151,02 ± 12,0	(170,6–190,5)
Índice de acidez (mg de KOH/g)	4,97 ± 1,3	(3,80-6,20)
Grado de acidez	4,01	(0,27–0,86)
Índice de peróxido (mmol eq O ₂ /kg aceite)	1,8 ± 0,2	≤ 5
Índice de yodo	68,685 ± 0,10	(68,00–71,80)
Densidad (g/mL)	0,824 0 ± 0,10	(0,903 6–0,908 0)
pH	6,16 ± 0,10	≤ 6
Coefficiente de absorción a 232 nm	2,8	2,5
Coefficiente de absorción a 270 nm	0,31	0,27

El índice de acidez obtenido es superior al que se encuentra reportado en la literatura.^(7, 17, 19, 21, 23, 25) Esto es debido a la autólisis de los triglicéridos presentes en la semilla que se transforman en ácidos libres y glicerina, en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento, que fueron cinco años a temperatura ambiente.

El índice de saponificación en comparación con el de la literatura es bajo, por la misma razón anteriormente descrita, demostrando que existe una correspondencia entre ambos valores. El índice de peróxidos tiene un valor promedio de 1,8 mmol eq O₂/kg aceite, 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 eq O₂/kg.⁽¹⁰⁾

Respecto al índice de iodo es un aceite monoinsaturado. El índice de refracción del aceite es el adecuado según la literatura señalada en la tabla 4.

La densidad del aceite es de 0,823 8 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.^(4, 13, 15)

Se determinaron los contenidos de ácidos grasos AG (%), cuantificados como ésteres metílicos de los ácidos grasos.

Tabla 5- Análisis del aceite de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*

Ácidos	Resultados (%)	Desviación estándar
Mirístico (C14:0)	0,16	0,015
Palmítico (C16:0)	5,89	0,034
Palmitoleico(C16:1)	1,16	0,018
Estearico (C18:0)	5,30	0,117
Oleico (C18:1)	67,93	0,183
Linoleico (C18:2)	0,62	0,132
Linolénico (C18:3)	0,19	0,039
Araquídico (C20:0)	2,51	0,092
Eisosenoico (C20:1)	2,04	0,055
Behénico (C22:0)	2,67	0,155
Lignocérico (C24:0)	0,40	0,018
Total	88,88	0,311

De estos resultados se corrobora que el componente fundamental en este aceite es el ácido graso oleico. Además, se observan otros como los ácidos palmítico, estearico, behénico,

araquídico, palmitoleico y el eicosenoico que contribuyen, de manera importante, a su composición.⁽⁵⁾

Los resultados de polifenoles totales de las muestras de aceite de moringa analizadas fueron de 43,4 mg/g expresado en ácido gálico. Estos valores son similares a los reportados por Ogbunugafor ⁽²⁶⁾, quienes obtuvieron un valor de 40,17 mg/g de polifenoles totales presentes en el aceite de moringa, con la diferencia que el método de extracción fue por solvente y las muestras eran procedentes de Nigeria.

Conclusiones

Se logró identificar y cuantificar los taninos hidrolizables, flavonoides y alcaloides presentes en las hojas de los extractos etanólicos de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*. Se determinó la concentración de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu, obteniendo en el extracto etanólico de las hojas 19,27 mg AG/g, y en el aceite de las semillas 43,4 mg AG/g. Las propiedades físico-químicas del aceite de semilla de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain* determinadas, indicaron un aceite de buena calidad, demostrándose que el ácido oleico es el mayoritario y es semejante a otros aceites de su tipo, reportados en la literatura consultada. Las determinaciones realizadas a la cáscara y a las semillas aportan indicios de su calidad, posibilitando el empleo de estas en la alimentación.

Referencias bibliográficas

1. SHARMA, V.; PALIWAL, R.; SHARMA, P. & SHARMA, S. "Phytochemical analysis and evaluation of antioxidant activities of hydro-ethanolic extract of *Moringa oleifera* Lam. Pods." *Journal of Pharmacy Research*. 2011, **4** (2), 554-557, ISSN: 0974-6943.
2. GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K. & SANTHOSH KUMAR, D. "Moringa *oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application". *Food Science and Human Wellness*. 2016. **5** (2), 49-56, ISSN: 2213-4530.

3. LAGO ABASCAL, V. y otros. “Determinación de polifenoles totales, flavonoides y evaluación antimicrobiana en tres ecotipos de *Moringa oleifera* cultivadas en Cuba”. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias* 2020, 6 (1), 50-61, ISSN 2411-927X. www.rcfa.uh.cu.
4. FERRER, C.; ZUMALACÁRREGUI, B.; MAZORRA, M. “Caracterización físico-química del aceite de semillas de *Moringa oleifera*”. *Centro Azúcar*. 2020, 47(1), Cuba ene.-mar., 22-34, ISSN: 2223-4861
5. ZUMALACÁRREGUI, B.; FERRER, C. “Elaboración de crema exfoliante con aceite y cáscara de semillas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*”. *Centro Azúcar*, 2021, 48 (1), Cuba ene.-mar., 22-34, ISSN: 2223-4861
6. VILLARREAL GÓMEZ, A.; ORTEGA ANGULO, K. “Revisión de las características y usos de la planta moringa *oleifera*”. *Investigación & Desarrollo*. 2014, **22**(2), julio-dic., 309-330, Universidad del Norte Barranquilla, Colombia. ISSN (Versión impresa): 0121-3261
7. NILE, S. H. & KHOBRAGADE, C. N. “Antioxidant activity and flavonoid derivatives of *Plumbago zeylanica* N.” *Journal Natural Products*. 2010, **3**,130-133, ISSN: 0974-5211.
8. ABDULKAREEM, A.; UTHMAN, H.; AFOLABI, A. S. & AWENEBE, O. L. “Extraction and Optimization of Oil from *Moringa oleifera* Seed as an Alternative feedstock for the Production of Biodiesel en Sustainable Growth and Application in Renewable Energy”. En: Majid Nayeripour, Mostafa Kheshti *Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources*, Editorial IntechOpen, Croacia, 2011, pp. 244-268, ISBN: 978-953-307-408-5.
9. CABRERA CARRIÓN, J. L. y otros. “Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela”. *Bioagro*. 2017. 29 (1). 53-60, ISSN: 1316-3361.
10. KHANAHMADI, M.; REZAZADEH, S. H. & TARAN, M. “*In vitro* antimicrobial and antioxidant properties of *Smyrniium cordifolium boiss* (Umberlliferae) extract”. *Asian J. Plant Sci*. 2010, **9**.99-103, ISSN: 2249-7412
11. NC 631. “Minerales-Análisis granulométrico por tamizado. Requisitos generales”. *Oficina Nacional de Normalización*, La Habana, 2008, 1-12.

12. ANWAR F.; RASHID, U. "Physico-chemical characteristics of *Moringa oleífera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan". *Pakistan Journal of Botanic*, 2007, **39** (5), 1443-1453, ISSN: 0556-3321.
13. 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), 160-168, ISSN: 1988-4214.
14. 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), 6558-6563, ISSN: 0021-8561.
15. RAMOS, C.; FARIAS, D.; AMARAL, E.; & BEZERRA, E. "Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleífera* Lam)". *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grand*. 2010, **12** (1), 55-60, ISSN: 0012-7353.
16. HERNÁNDEZ, A. *Análisis Químico Cuantitativo*, 2da edición, Tomos I y II, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1995, pp. 150-305, pp. 1-384 ISBN 978-959-07-1146-6.
17. MUKUNZI, D. *et al.* "Comparison of Volatile Profile of *Moringa oleifera* Leaves from Rwanda and China Using HS-SPME". *Pakistan Journal of Nutrition*. 2011, **10** (7), 602-608, ISSN: 1680-5194.
18. SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. "Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam)". *J. Agric. Food Chem*. 2003, 15, 2144-2155, ISSN: 1520-5118.
19. FAROOQ, F.; RAI, M.; TIWARI, A.; ARIF, A.; FAROOQ, S. "Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer". *Journal of Medicinal Plants Research* (Internet) 2012. 6 (27), 4368-4374. ISSN: 1996-0875. Disponible en: <http://miracletrees.org/moringa-doc-medicinal-properties-of-moringa-oleifera.pdf>.
20. MANZOOR, M.; FAROOQ, A.; TAHIRA, I.; BHANGER, M. I. "Physico-Chemical Characterization of *Moringa concanensis* Seeds and Seed Oil." *J Amer Oil Chem Soc*. 2007, **84**, 413–419. DOI 10.1007/s11746-007-1055-3, ISSN: 0003-021X.
21. TSAKNIS, J. *et al.* "Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya". *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 1999, **47**(11), 4495-4499, ISSN: 0021-8561.
22. TSAKNIS, J.; LALAS, S.; GERGIS, V.; DOURTOGLOU, V. *et al.* "Una caracterización total del aceite de semillas de *Moringa oleífera* Malawi". *Rivista Italiana delle Sostanze grasse* 1998, **75**, 21-28, ISSN: 0035-6808.

23. ALFARO, N. C. Informe final Proyecto FODECYT, No. 26, Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentaria nutricional de Guatemala., 2006. Disponible en: <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.26.pdf>. (consultado en el 2013).
24. 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), 64-72, ISSN: 2278-3202.
25. LALAS, S. & TSAKNIS, J. “Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety *Periyakulam 1*”. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2002. **15**(1), 65-77, ISSN: 0889-1575.
26. OGBUNUGAFOR, H. A. *et al.* Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del aceite de semilla de *Moringa oleifera* Pakistan” *Journal of Nutrition*. 2011,**10**(5), 409-414, ISSN: 1680-5194.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas: Concepción metodológica de la investigación, experimentación, análisis y escritura del artículo.

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