

Caracterización bromatológica de diferentes partes de *Moringa oleifera* Lam. cultivada en Cuba

Bromatological characterization of different parts of the *Moringa oleifera* Lam. cultivated in Cuba

Liz Barbara Pereira Cuni ¹, Ernesto Almora Hernández ², Vivian Lago Abascal ²,
Efraín Rodríguez Jiménez ^{2*}.

¹ Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR). Departamento de Química. La Habana, Cuba.

² Centro de Investigación de Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigación. La Habana, Cuba

* Correspondencia: efrainrodriguez@infomed.sld.cu



RESUMEN

Moringa oleifera Lam. se cultiva en varias zonas de Cuba. Es un árbol de tamaño mediano, de unos 10 m de altura. Se informa que contiene alcaloides, flavonoides, antocianinas, β -carotenos y clorofilas. Posee propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, antihepatotóxicas y antiulcerosas. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la bromatología de diferentes partes de *Moringa oleifera* cultivada en Cuba (hojuelas, raquis, corteza de la planta y los componentes de las semillas: endospermo y cáscara). Con este fin, se determinaron parámetros de control de la calidad de la materia seca de *Moringa oleifera* y de los extractos obtenidos a partir de ésta. Se realizó el tamizaje fitoquímico y la composición proximal. Se determinó el contenido de pigmentos, polifenoles y flavonoides, así como la actividad antioxidante por el método del DPPH por el método espectrofotométrico. En general, los parámetros se mostraron en correspondencia con las especificaciones de calidad previamente establecidas para material vegetal y el extracto. Estos hallazgos respaldan la aplicación potencial de las partes de *Moringa oleifera*, especialmente las hojas y el endospermo, en el desarrollo de alimentos funcionales y suplementos dietéticos.

Palabras claves: Potencial nutracéutico, ingredientes de alimentos funcionales, etnobotánica, plantas medicinales Cuba, fitoquímica de *Moringa*, *Moringa oleifera*, hojas, semilla, polifenoles, ciencia de los alimentos, antioxidantes, pigmentos

ABSTRACT

Moringa oleifera Lam. It is grown in several areas of Cuba. It is a medium-sized tree, about 10 m high. It contains alkaloids, flavonoids, anthocyanins, β -carotenes and chlorophylls. It has anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, anticancer, antihepatotoxic and antiulcer properties. This work aims to characterize the bromatology of different parts of *Moringa oleifera* grown in Cuba (leaves, rachis, plant bark, and seed components: endosperm and shell). To this end, quality control parameters of the dry matter of *Moringa oleifera* and the extracts obtained from it were determined. Phytochemical screening and proximal composition were performed. The content of pigments, polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity were determined using the DPPH and spectrophotometric methods. In general, the parameters were shown to correspond to the quality specifications previously established for plant material and the extract. These findings support the potential application of *Moringa oleifera* parts, especially leaves and endosperm, in developing functional foods and dietary supplements.

Keywords: Nutraceutical potential, functional food ingredients, ethnobotany, medicinal plants Cuba, *Moringa* phytochemistry, *Moringa oleifera*, leaves, seed, polyphenols, food science, antioxidants, pigments.

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera Lam., es un árbol de talla media perteneciente al Reino: Plantae, Division: Magnoliophyta, Subclase: Rosidae, Oeden: Brassicales, Familia: Moringaceae, Género: *Moringa*, Ecotipo: *Moringa oleifera*. La medicina natural y tradicional se centra en promover el bienestar, prevenir enfermedades, regular la inmunidad y mantener una atención personalizada. Por ello, las plantas medicinales ofrecen grandes beneficios para la salud del cuerpo humano¹. Todas las partes de la planta presentan principios bioactivos de importancia alimenticia y medicinal ya que el contenido de proteínas, vitaminas y minerales es muy sobresaliente. Además, la planta presenta una alta capacidad de almacenamiento de compuestos activos que está determinada por la variedad o por la modificación que haya sufrido en el ambiente recolectado². En Cuba se realizan estudios sobre las potencialidades nutricionales de la planta adaptada a nuestras condiciones climáticas. La planta se encuentra en Cuba distribuida a lo largo del territorio nacional y es reconocida por los habitantes por las propiedades nutritivas y medicinales que ofrecen sus diferentes partes. Una de las características distintivas de la planta es que acumula altos contenidos de metabolitos secundarios con aplicaciones biológicas³. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar *Moringa oleifera* cultivada en Cuba, mediante el estudio bromatológico y fitoquímico de sus diferentes partes (hojuelas, raquis, corteza de la planta y los componentes de las semillas: endospermo y cáscara).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal: El material vegetal (hojuelas, raquis, corteza de la planta y los componentes de las semillas: endospermo y cáscara) que se utilizó fue de *Moringa oleifera* Lam. del ecotipo Criolla, cosechada en los meses de junio-septiembre del año 2022 en la Unidad Productiva Finca “Futuro Lechero”, municipio Playa, perteneciente al Centro de Investigación de Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB), con ubicación geográfica 23° 04' 20" N y 82° 29' 20" E. Las semillas de la planta, se encuentran conservadas en el Banco Nacional de Germoplasmas de la Unidad Básica Productiva “El Pitirre”, Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al CIPB. Las muestras de hojas, raquis, corteza de la planta y cáscara de semillas se beneficiaron mediante lavado con agua potable y posteriormente se secaron en hornos solares CONA con tiro de aire a temperatura controlada (45 °C), hasta lograr una humedad inferior a 12%. Las muestras secas se conservaron en bolsas de polietileno hasta su análisis.

Determinación del Tamizaje fitoquímico: Se emplearon técnicas colorimétricas, rápidas y selectivas para la determinación de los diferentes metabolitos secundarios que se realizaron según la metodología establecida por Miranda⁴. Se ejecutaron los ensayos Dragendorff, Mayer y Wagner (alcaloides), Baljet (coumarinas), Liebermann-Burchard (triterpenos o esteroides), espuma (saponinas), ninhidrina (aminoácidos libres), Fehling (carbohidratos reductores), cloruro férrico (fenoles o taninos), Borntrager (quinonas), Shinoda, (flavonoides), resinas y antocianinas. Se utilizó el sistema de cruces: alta (+++), media (++) y ninguno (-), como criterio de medida⁴.

Determinación de Composición proximal: Para la determinación de las características físico-químicas: proteínas, grasa, fibras, cenizas y almidón se empleó la espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRs), y se expresaron en %⁵.

Determinación del contenido de pigmentos:

Determinación del contenido de clorofilas: El nivel de clorofilas *a* y *b* se determinó mediante una modificación del método propuesto por Waterhouse⁶, que consiste en la determinación espectrofotométrica a la extracción obtenida a partir de 0.5 g del material vegetal seco y molido en 5 mL de metanol, con protección luminosa. La determinación espectrofotométrica se efectuó a 665 y 652 nm y estos valores fueron utilizados para calcular la concentración de clorofila *a* (*Ca*) y clorofila *b* (*Cb*), basados en la ley de Lambert-Beer y los coeficientes de absorbancias tomados de la citada literatura, a partir de las ecuaciones y expresados en µg/mL:

$$Ca = (16.72 * Abs665) - (9.16 * Abs652) \quad (1)$$

$$Cb = (14.09 * Abs652) - (15.28 * Abs665) \quad (2)$$

Determinación del contenido de Antocianinas totales: Se realizó según Fennema⁷, se pesó 1 g de material vegetal molido y seco. Se extrajo exhaustivamente mediante agitación constante en recipiente protegido de la luz, con 50 mL de una mezcla metanol: HCL concentrado 37% (99:1 v/v), durante tres horas. La relación peso de la muestra/volumen de disolvente fue 1 g/50 mL. El extracto obtenido se filtró, se trasvasó a un frasco volumétrico y se enrasó a 100 mL. La lectura de la absorbancia se determinó a 520 nm y a partir de ésta se calculó la concentración de pigmentos, expresado en gramos de 3,5 diglucósido de malvidina por cada litro de extracto, mediante la siguiente ecuación:

$$Antocianina = \frac{Abs520 * PM}{E} \quad (3)$$

Donde:

Abs520: Absorbancia a la longitud de onda 520 nm

PM: peso molecular (691 g/mol para diglucósidos y 529 g/mol para monoglucósidos).

E: Coeficiente de extinción molar, en una cubeta de 1 cm de longitud (37700 L/cm.mol para diglucósidos y 28 000 L/cm.mol para monoglucósidos)

Determinación del contenido de β-carotenos: Se estimó por espectrofotometría según el método descrito por Nagata⁸. Se midió la absorbancia de los extractos a las longitudes de onda: 453, 505 y 663 nm. Estos valores fueron utilizados para calcular la concentración de β-carotenos basados en la ley de Lambert-Beer y los coeficientes de absorbancia a partir de la ecuación expresados en mg/100 mL:

$$\beta \text{ Caroteno} = (0.216 * Abs663) - (0.304 * Abs505) + (0.452 * Abs453) \quad (4)$$

Determinación de metabolitos secundarios: A partir de cada parte de la planta de Moringa se prepararon los extractos hidroalcohólicos al 96% (v/v) de etanol. Las muestras se molinaron a un tamaño de partículas de 2 a 5 mm, para realizar la extracción por el método de maceración, a una proporción de 1:20 (p/v) durante tres días a temperatura entre 25 a 28 °C y protegido de la luz⁹. Los extractos se filtraron por papel de filtro Whatman N° 1, se dispensaron en bulbos previamente rotulados, a razón de 2 mL y se conservaron a temperatura de -20 °C hasta la realización de los ensayos.

Determinación del contenido de polifenoles totales: Se realizó por el método de Folin-Ciocalteu en medio básico². Para la curva patrón se utilizó el ácido gálico (Merck). Se preparó a una concentración de 0.5 mg/mL, a partir de la que se realizaron diluciones para obtener concentraciones de 0.005 mg/mL y 0.050 mg/mL. Se tomaron 96 µL de cada concentración de los extractos, se mezclaron con 480 µL de agua destilada, 48 µL del reactivo ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico (Folin-Ciocalteu) y 576 µL de Na₂CO₃ 29% (p/v). Se utilizó como blanco agua destilada. La mezcla se incubó a temperatura ambiente, durante 30 minutos, protegida de la luz y se midió la absorbancia a 760 nm en espectrofotómetro (Shimadzu UV160-A). El resultado se expresó como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramos de masa seco (mg EAG/g MS).

Determinación del contenido de flavonoides totales: Se determinó por el método colorimétrico del cloruro de aluminio¹⁰. Se empleó como patrón de referencia la quercitina, a razón de 10 mg disueltos en etanol 80% (v/v) para preparar concentraciones de 0.025 mg/mL y 0.100 mg/mL. Se tomó 0.5 mL de cada muestra y se trató con 1.5 mL de etanol 95% (v/v), 0.1 mL de cloruro de aluminio (10% p/v), 0.1 mL de acetato de potasio (1 M) y 2.8 mL de agua destilada. La mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 30 minutos y se leyó la absorbancia a 415 nm en espectrofotómetro (Shimadzu UV160-A). El contenido de flavonoides totales se expresó como miligramos equivalentes de quercitina por gramo de masa seco (mg EQ/g MS).

Determinación de la actividad antioxidante mediante 1,1-difenilpicrilhidracina (DPPH): Este ensayo se realizó mediante el método descrito por Tabart¹¹. Se prepararon cinco concentraciones de cada extracto, de éstas se tomó 750 µL y se mezclaron con 1500 µL del reactivo DPPH (0.075 mg/mL). Como blanco se utilizó etanol 95% y como referencia 750 µL de etanol 95% más 1500 µL del reactivo DPPH. La reacción se dejó en la oscuridad durante 30 min y posteriormente se leyó la absorbancia de las muestras a 517 nm en espectrofotómetro Shimadzu UV 1201. El porcentaje de inhibición se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\%Inhibicion\ DPPH = \frac{Abs\ Control - Abs\ Muestra}{Abs\ Control} * 100 \quad (5)$$

Donde:

Abs Control: Absorbancia de EtOH + DPPH

Abs Muestra: Absorbancia de extracto + DPPH

Análisis estadístico: Se usó el Microsoft Excel 2018 para calcular la media y la desviación estándar (DS) de las mediciones realizadas por triplicado (n=3). El procesamiento estadístico de la determinación de la composición proximal, determinación de polifenoles, flavonoides y DPPH se realizó mediante el programa SPSS para Windows versión 23 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Se llevó a cabo un análisis de varianza de clasificación simple a través de ANOVA, para un nivel de significación del 95% y para la comparación de las medias se utilizó el test de Rangos Múltiples de Duncan y la prueba de *t* de Student de muestras no pareadas para comparación de los extractos. La significación estadística se consideró para $p < 0.05$.

RESULTADOS

Tamizaje fitoquímico. El análisis cualitativo de las distintas partes de *Moringa* se realizó para evidenciar la presencia de compuestos químicos (Tabla 1). Se evidenció que los diferentes órganos de la planta contenían

aceites/grasas, alcaloides, triterpenos/esteroides, fenoles/taninos y flavonoides. No se detectó la presencia de glicósidos cardiotónicos, esteroides y mucílagos.

Tipo de Metabolito		Parte de la planta				
		H	R	S	CS	C
Aceites y grasas		+++	++	+++	+++	+
Alcaloides	Dragendorff	++	++	+++	-	+
	Mayer	+++	+++	+++	-	+
	Wagner	+++	+++	+++	+	+
Lactonas y coumarinas		-	-	++	++	-
Triterpenos y esteroides		+++	+++	++	+	+
Catequinas		++	+++	-	-	+
Azúcares reductores		+++	+++	++	-	+
Saponinas		-	-	+	+	+
Fenoles y taninos		+++	+++	+++	+	+
Aminoácidos		+++	-	++	+	-
Quinonas		-	-	-	-	-
Flavonoides		+++	+++	++	++	+
Glicósidos cardiotónicos		-	-	-	-	-
Antocianidina		-	-	++	-	-
Esteroides		-	-	-	-	-
Resinas		-	-	++	+	+
Mucílagos		-	-	-	-	-

Leyenda: H: Hojuelas, R: Raquis, S: Endospermos, CS: Cáscara de Semillas y C: Corteza de la planta.

Tabla 1. Análisis fitoquímico de los diferentes órganos de *Moringa oleifera*.

Composición proximal. El análisis bromatológico de las diferentes partes de *Moringa* en las variables humedad, proteínas, fibras, cenizas, grasa y almidón se muestran en la Figura 1.

Se observa que la humedad promedio para las diferentes partes de *Moringa* presentaron valores desde 5.82% hasta 9.96%. Los contenidos de proteínas de cada muestra presentaron valores desde 6.98% hasta 37.23%, que indica el elevado valor proteico de la planta, lo que representa una buena fuente de proteínas de origen vegetal para el consumo humano. Con respecto a la muestra de raquis, el contenido de proteína vegetal fue de 13.37%. En lo que respecta al contenido de fibra obtenido en las muestras, se encontraron valores desde 7.81% a 37.21%. Los análisis de las cenizas mostraron valores desde 7.04% hasta 13.55%. El menor valor se expresó en la cáscara de semillas, mientras que el mayor se obtuvo en la corteza de la planta. El contenido de grasas en este estudio, osciló ampliamente entre 3.96% y 27.59% y el contenido de carbohidratos en la presente investigación se pudo observar entre valores desde 11.54% hasta 25.98% (Figura 1).

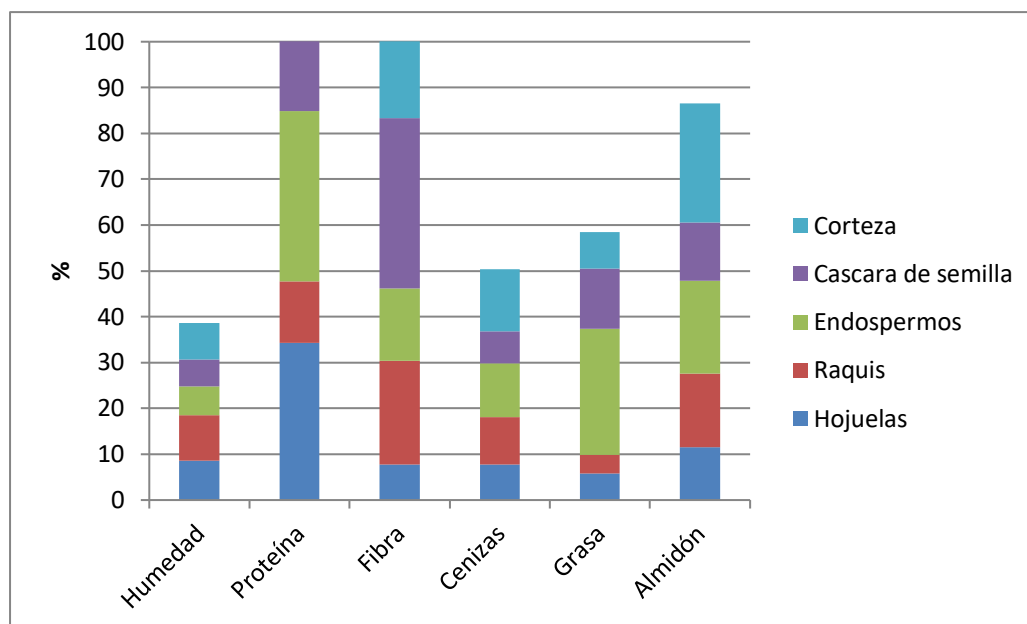


Figura 1. Contenido proximal de las diferentes partes de *Moringa oleifera*

Determinación del contenido de pigmentos. El comportamiento de la acumulación de los diferentes pigmentos (clorofila total, antocianinas y β -carotenos) se presenta en la (Tabla 2). Se aprecia una ligera disminución en el orden del contenido de los pigmentos de: corteza de la planta, hojuelas, raquis, endospermos, cascara de semilla, excepto en β -carotenos que el mayor valor correspondió a las hojuelas, corteza de la planta, raquis, endospermos, cascara de semilla.

Los pigmentos se mostraron superior en la corteza de la planta, tanto las clorofilas totales como las antocianinas con 13.06 $\mu\text{g/mL}$ y 0.0166 g/L, respectivamente. Mientras el contenido de β carotenos fue superior en hojuelas con 0.158 mg/100mL.

Muestra	Clorofila total ($\mu\text{g/mL}$)	Antocianinas (g/L)	β Carotenos (mg/100mL)
H	12.41 $\pm$ 0.94 ^a	0.0157 $\pm$ 0.64 ^a	0.158 $\pm$ 0.62 ^a
R	10.75 $\pm$ 0.61 ^b	0.0141 $\pm$ 0.54 ^b	0.141 $\pm$ 0.84 ^b
S	4.94 $\pm$ 0.59 ^c	0.0075 $\pm$ 0.66 ^c	0.133 $\pm$ 0.99 ^c
CS	4.26 $\pm$ 0.87 ^d	0.0074 $\pm$ 0.72 ^d	0.129 $\pm$ 0.91 ^d
C	13.06 $\pm$ 0.92 ^e	0.0166 $\pm$ 0.35 ^e	0.157 $\pm$ 1.04 ^e

Leyenda: H: Hojuelas, R: Raquis. S: Endospermos, CS: Cascara de Semillas y C: Corteza de la planta.

^{abede} Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tabla 2. Contenido de pigmentos de las diferentes partes de *Moringa oleifera*.

Determinación de metabolitos secundarios. La Tabla 3 y Figura 2 muestra el contenido fitoquímico de las diferentes partes de la *Moringa oleifera*, con valores de polifenoles desde 9.56 hasta 104.66 mg EAG/g MS y

valores de flavonoides desde 3.14 hasta 85.01 mg EQ/g MS. En este estudio, en orden descendiente del contenido de polifenoles fue para: hojuelas, corteza de la planta, raquis, endospermos, cascara de semilla y de flavonoides para: hojuelas, endospermos, cascara de semilla, corteza de la planta y raquis.

Muestra	Polifenoles (mg EAG/g MS)	Flavonoides (mg EQ/g MS)
H	104.66±1.62 ^a	85.01±1.72 ^a
R	24.52±0.65 ^b	3.14±0.30 ^b
S	21.35±0.58 ^c	19.91±0.20 ^c
CS	9.56±0.47 ^d	14.40±0.80 ^d
C	37.96±1.59 ^c	3.39±0.30 ^c

Leyenda: H: Hojuelas, R: Raquis. S: Endospermos, CS: Cascara de semillas y C: Corteza de la planta.

^{abcde} Letras Desiguales dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tabla 3. Contenido de polifenoles y flavonoides de las diferentes partes de *Moringa oleifera*

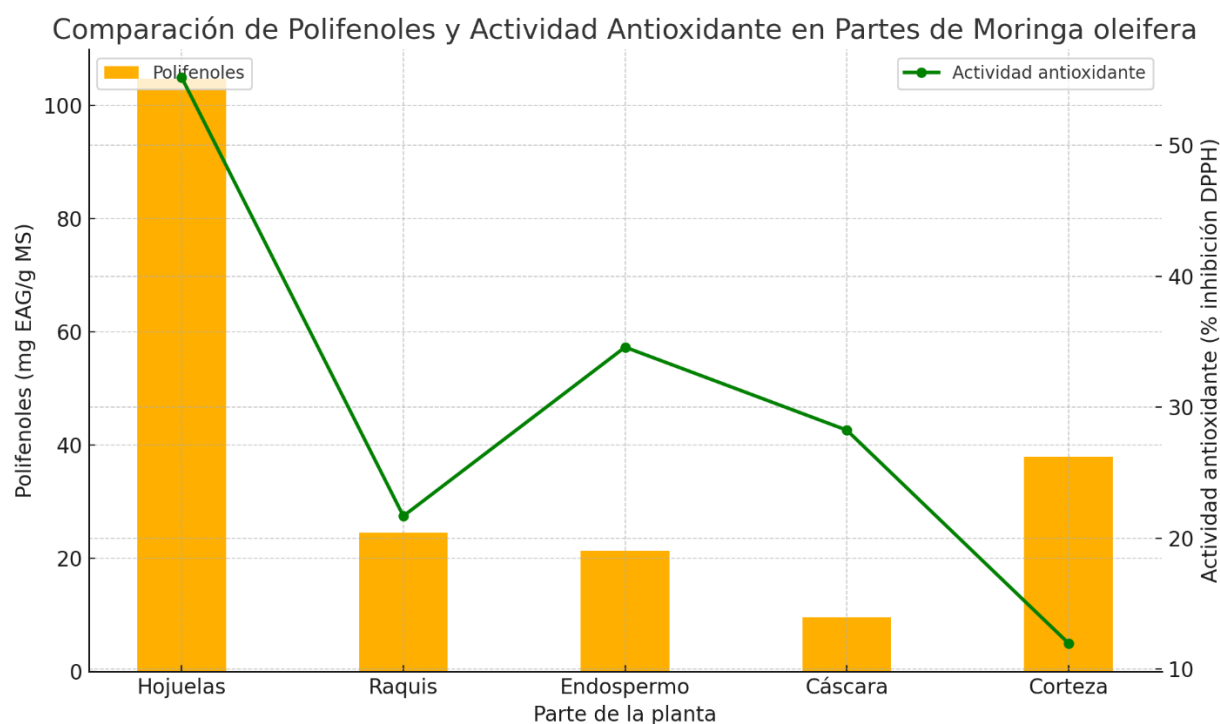
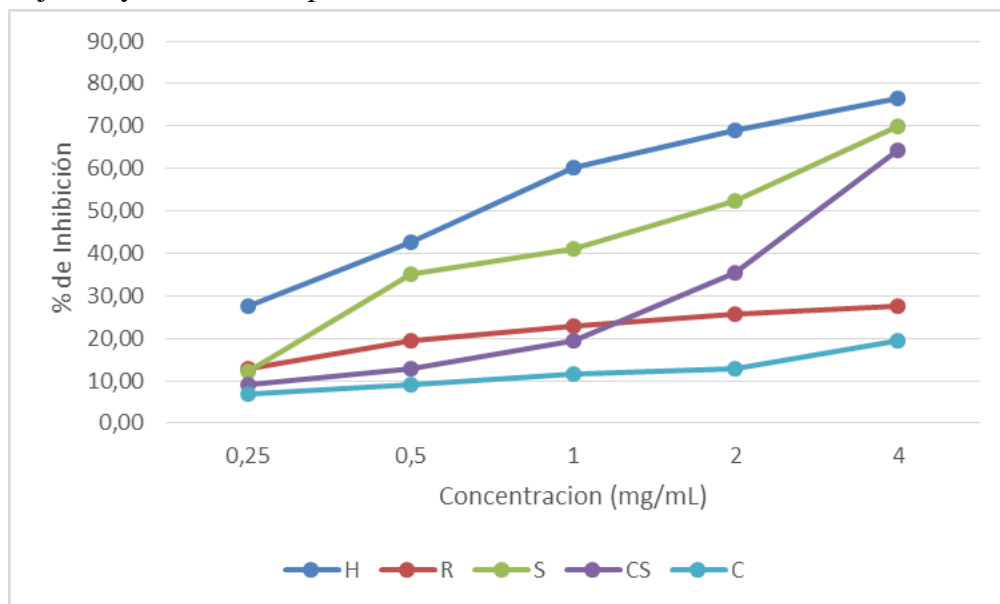


Figura 2. Comparación del contenido de polifenoles (mg EAG/g MS) y la actividad antioxidante (% de inhibición del radical DPPH) en diferentes partes de *Moringa oleifera* cultivada en Cuba. Se observa una correspondencia directa entre el contenido de polifenoles y el potencial antioxidante, especialmente en las hojuelas y el endospermo.

Actividad antioxidante mediante DPPH. Los porcentos de inhibición del DPPH para las diferentes partes estudiadas presentaron valores entre 11.97% y 55.19%. Todas las muestras expusieron el mayor porcentaje de inhibición del DPPH a la concentración de 4 mg/mL (Figura 3). El mayor porcentaje de inhibición del DPPH se alcanzó en la muestra de hojuelas de *Moringa* con un 55.19%, seguidamente le correspondió a los

endospermos, continuaron la cáscara de semillas, raquis y por último la corteza de la planta, con porcentajes iguales a 34.59%, 28.25%, 21.69% y 11.97%, respectivamente. En consecuencia, en estudio realizado con hojuelas y corteza de la planta, éstas exhibieron una actividad antioxidante de 64.6% y 23.8%, respectivamente



(Leyenda: H: Hojuelas, R: Raquis, S: Endospermos, CS: Cáscara de Semillas y C: Corteza de la planta).

Figura 3. Contenido de la actividad antioxidante de las diferentes partes de *Moringa oleifera*

DISCUSIÓN

Tamizaje fitoquímico. La presencia de los compuestos químicos detectados en hojuelas y endospermos coincide con el trabajo realizado por Garga¹² y Campo¹³. Igualmente concuerdan con lo evaluados por Kumbhare¹⁴, Torres¹⁵ y Aondo¹⁶ en hojuelas, raquis y corteza de la planta. Los compuestos quinonas, glicósidos cardiotónicos, esteroides y mucilagos ocasionan trastornos nutricionales cuando están presentes en niveles elevados en el material vegetal debido a que los mecanismos de desintoxicación no pueden eliminar los metabolitos intermedios derivados de estos grupos moleculares¹⁷.

Composición proximal. La humedad analizada resultó ser inferior al 12%, lo que es conveniente para su conservación ya que este parámetro contribuye a la estabilidad durante su almacenamiento. Valores de humedad superiores al 12% puede generar la proliferación de hongos, bacterias y reacciones enzimáticas indeseables, pudiendo deteriorarse, disminuyendo la calidad de la materia prima¹⁸. El mayor porcentaje de proteínas se alcanzó en la muestra perteneciente a los endospermos de *Moringa* con un valor de 37.23%, ligeramente inferior al indicado por Silva¹⁹ quien mostró un contenido de 43.82%. Sin embargo, fue ligeramente superior al informado en otra investigación con un valor de 35.8%²⁰. El valor obtenido de la hojuela fue de 34.59%, contenido superior al obtenido por Dávila²¹ que refirió un valor de 23.62%. El resultado de proteína de la cáscara de semilla que indicó el análisis fue de 22.97%, valor que se encuentra superior al obtenido en la investigación en dos regiones de México, con valores de 7.59% en zonas de Sonora y 8.69% en Guerrero²².

La calidad nutricional de Moringa ha atraído una amplia atención en la comunidad científica por sus potenciales aplicaciones en las industrias farmacéuticas y alimentarias. La fortificación con Moringa aumenta el valor nutricional a los alimentos procesados, las propiedades organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil del producto²³⁻²⁷.

El mayor porcentaje de fibra se obtuvo en la cáscara de semillas, este valor es menor que el indicado en el trabajo de las dos regiones de México con valores de 45.84% para Sonora y 50.03% para Guerrero²². El contenido de fibra en corteza de la planta fue de 25.32%, resultado similar fue alcanzado por Verma²⁸, que obtuvo un contenido de fibra de 25.73% e inferior al estimado por Oluwaniyi²⁹, con valor de 27.70%. El valor de fibra de los endospermos fue de 15.75%. Los cuales son superiores a los alcanzados por Guzmán²² y Anudeep³⁰, que mostraron valores de 6.81% y 9.02%, respectivamente. Ambos investigadores señalaron que las semillas poseen un alto potencial para aplicaciones alimentarias debido a su alto contenido de fibra dietética total con un valor de 33%. El contenido de fibra total en hojuelas fue de 7.81%. Este resultado está por debajo del rango (15.97% a 16.46%) alcanzado por Guzmán²². El porcentaje de fibra en las diferentes partes de la planta es alto si se compara con plantas tales como: espinacas (2.2%), repollo (2.5%), acelgas (1.6%) y alcachofa (5.4%) que comúnmente son recomendados por nutriólogos debido a su alto contenido en fibra³¹.

Hernández³² plantearon que muchas plantas, entre ellas Moringa, son reconocidas por sus altos contenidos en fibra, lo que indica la presencia de un importante potencial nutracéutico y funcional, debido a sus variados efectos sobre el organismo humano. El propio investigador sugiere que la inclusión de la fibra en la dieta diaria desempeña una función preventiva en el tratamiento de algunas enfermedades crónicas como son la presión arterial, la reducción del riesgo del cáncer colorrectal y de enfermedades cardiovasculares, así como un mejor control de la diabetes mellitus tipo II³².

El contenido de cenizas en hojuelas (7.75%) se encuentra por debajo del expuesto por Befá³³ con un nivel de ceniza de 11.2% y que los indicados por Guzmán³⁴ de 12.3% y que el valor de 13.38% encontrado por Guzmán²² en las muestras de la región Sonora de México. Por el contrario, para las muestras de la región Guerrero de México el valor fue de 6.83%, inferior al obtenido en este estudio. El endospermo de Moringa mostró valor de cenizas de 11.76%, mayor que el encontrado por Guzmán²² que reveló valor de 4.48% para las muestras de la región de Sonora y 4.31% para las de la región de Guerrero y que el encontrado por Sánchez³⁵ en las de la región de Sonora, México con valor de 7.62%. El análisis de las cenizas de la cáscara de semillas de Moringa mostró valor de 7.04%, que fue superior al obtenido por Guzmán²² con valores de 2.96% y 4.92% para muestras de las regiones mexicanas de Sonora y Guerrero, respectivamente.

Las cenizas son la fracción inorgánica no combustible de la biomasa que queda después de una combustión completa. En el análisis de los alimentos, las cenizas se definen como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto cualquiera. Los minerales constituyentes (cenizas) permanecen en el residuo en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros, en dependencia de las condiciones de incineración y la composición del producto analizado³⁶.

En hojuelas fue de 5.85%, menor que el informado por Befá³³ (6.9%). En los endospermos fue de 27.9%, similar al informado por Coello³⁷ con valor de 29% e inferior al encontrado por Ccasa²⁰ y Liang³⁸ que obtuvieron valores de 37.5% y 39.12%, respectivamente. Saa³⁹ plantea que el porcentaje de grasas presentes en los endospermos de Moringa se encuentra entre 14% y 46%²².

El contenido de grasas de los endospermos de Moringa es un factor importante ya que es uno de los productos más interesantes de esta planta, y actualmente el aceite es aceptado como suplente del aceite de oliva. Además, el contenido en lípidos es mayor que el contenido de lípidos de la soja, lo que contribuye a su importancia

nutricional⁴⁰. Con respecto a las cáscaras de semillas el valor de las grasas fue de 7.98%, ligeramente inferior al encontrado en otros estudios en México, con valores entre 9.42% y 11.94%²².

El valor de carbohidratos en hojuelas de Moringa fue de 11.54%, resultado inferior al identificado por Guzmán²² que mostraron valores de 41.58% y 48.45% para muestras de dos regiones de México, Sonora y Guerrero, respectivamente y por Befa³³ con 41.30%. En los endospermos de Moringa el contenido de carbohidratos fue de 20.23%, inferior al encontrado por Coello³⁷, con valor de 35.3%. Y, por el contrario, superior al mencionado por Guzmán²², valores entre 5.45 y 5.62%. Por otra parte, la cáscara de semillas de Moringa mostró un contenido de 12.64%, valor inferior al informado por Guzmán²², que obtuvo valor de 31.28%.

Mediante el análisis de varianza se pudo determinar que en el contenido proximal presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), con respecto a las diferentes partes de la planta de *Moringa oleifera*.

Determinación del contenido de pigmentos. En la literatura revisada no se encontraron trabajos que brinden información sobre la utilización de la corteza de *Moringa oleifera*, por lo que los resultados obtenidos en el presente trabajo pueden estar entre los primeros en este tema de investigación.

El contenido de clorofilas de esta planta puede deberse al estado nutricional de la planta, la cantidad de luz disponible, la calidad de la misma⁴¹, además puede ser causada por otros factores como el estrés y la capacidad fotosintética o el propio estado de desarrollo de la planta⁴².

La clorofila posee propiedades anticancerígenas, antioxidantes y energizantes. También se recomienda para reducir los altos niveles de colesterol y triglicéridos⁴³. Cantidades importantes de β -carotenos, proteínas, vitamina C, calcio, potasio y compuestos antioxidantes naturales del tipo ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides contribuyen a mejorar la vida útil de los alimentos que presentan grasa en su composición⁴⁴.

Las antocianinas son las responsables del color en muchas plantas hortofrutícolas, estos colores abarcan del rojo hasta el azul⁴⁵. Estudios realizados por Anwar⁴⁵ revelaron que esta planta posee β caroteno y una rara combinación de zeatina con varios pigmentos flavonoides.

En el análisis de varianza del contenido de pigmentos de las diferentes partes de la planta de *Moringa oleifera* se pudo detectar diferencias significativas ($p < 0,05$).

Determinación de metabolitos secundarios

Contenido de polifenoles. El valor de polifenoles obtenido en hojuelas (104.66 mg EAG/g MS) es ligeramente inferior con los rangos por Yadav⁴⁶ y Xu⁴⁷, que señalaron una concentración de 165.54 y 192.36 mg EAG/g MS, respectivamente. Sin embargo, Madera⁴⁸, Guzmán²² y Befa³³ informaron valores de 16.19, 20.25 y 2.6 mg EAG/g MS, respectivamente, inferiores a los obtenidos en este estudio.

Al comparar los valores de polifenoles en los endospermos (21.35 mg EAG/g MS) con otros estudios, se observó que se encuentran por debajo de los informados por Ccasa²⁰ y Guzmán²², con valores de 212.973 y 160.87 mg EAG/g MS, respectivamente. Mientras que es superior al obtenido por Reyes⁴⁹ con valor de 9.38 mg EAG/g MS. El contenido de polifenoles en corteza de la planta (37.96 mg EAG/g MS) fue inferior al obtenido por Kumbhare¹⁴, con valor de 50.72 mg EAG/g MS. Sin embargo, el valor de polifenoles en la cáscara de semillas (9.55 mg EAG/g MS) fue superior al determinado Guzmán²², de 3.65 mg EAG/g MS.

Con relacion al contenido de polifenoles al realizar el análisis de varianza se pudo determinar que existio diferencias significativas ($p < 0,05$), con respecto a las diferentes partes de la planta de *Moringa oleifera*.

Contenido de flavonoides. Con respecto a los flavonoides en hojuelas fue de 85.01 mg EQ/g MS, lo que mostró alto contenido de este metabolito con relación a los encontrados por Shanmugavel⁵⁰ y Befa³³, con valores de 22.16 y 11.9 mg EQ/g MS, respectivamente e inferiores a los obtenidos por otros autores con valores de 192.36⁴⁷ y 558.63 EQ/g MS⁴⁶. El valor de flavonoides en los endospermos (19.91 mg EQ/g MS) fue superior al encontrado por Xu⁴⁷ y Reyes⁴⁹, con valores de 5.89 y 2.40 mg EQ/g MS, respectivamente e inferior al indicado por Guzmán²², con valor de 249.86 mg EQ/g MS. Por otro lado, el contenido de flavonoides en corteza de la planta fue de 3.39 mg EQ/g MS, es inferior al obtenido por Xu⁴⁷, con valor de 106.79 mg EQ/g MS. De igual manera, el contenido flavonoides en cáscara (14.40 mg EQ/g MS) fue inferior al mostrado en el estudio realizado por Guzmán²², con valor de 202.81 mg EQ/g MS.

Mediante el análisis de varianza se pudo determinar que en el contenido de flavonoides de las diferentes partes de la planta de *Moringa oleifera* existe diferencias significativas ($p < 0,05$).

Actividad antioxidante mediante DPPH. Los fenoles vegetales son un grupo importante de compuestos que actúan como antioxidantes primarios o eliminadores de radicales libres. Es probable que la actividad de eliminación de radicales se deba a los fenoles; sin embargo, es posible que los fenoles no sean los únicos responsables de la actividad antioxidante. En general, la alta actividad antioxidante muestra un alto contenido fenólico como se ha informado para otras especies de plantas¹⁴. La planta de *Moringa oleifera* produce predominantemente fenoles, diferentes ácidos grasos e importantes compuestos fitoquímicos, incluidos glucosinatos, isotiocianatos, tiocarbamatos y flavonoides que le confieren protección contra los radicales libres cuando actúan como antioxidantes⁴⁹. Es importante destacar que la capacidad antioxidante no depende solamente de la concentración de los diferentes compuestos que contiene el extracto, sino, que depende también del tipo de compuesto y de su estructura química, que está influenciado por factores ecológicos de las zonas de colecta que puede favorecer, en mayor o menor medida, la biosíntesis de muchos de ellos cuyo rol es contribuir al desarrollo y crecimiento normal de la planta y a la defensa contra infecciones⁵¹.

Tomando en consideración que no se han encontrado referencias de estudios de raquis de Moringa, esta investigación aporta también información sobre la caracterización fitoquímica de esta parte de la planta.

Al determinar el análisis de varianza de la actividad antioxidante secuestradora del radical DPPH en los extractos a las diferentes partes de la planta se evidenció diferencias significativas ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

Esta investigación confirma la caracterización bromatológica cualitativa y cuantitativa de las diferentes partes de la planta *Moringa oleifera* cultivada en Cuba, con un enfoque particular en partes de uso no tradicional como el raquis y la corteza. Se estudió el ecotipo Criolla adaptado a las condiciones climáticas del país, identificando una fuente importante de macronutrientes, metabolitos secundarios, compuestos bioactivos y elevada actividad antioxidante. Estos hallazgos respaldan la aplicación potencial de las partes de *Moringa oleifera*, especialmente las hojuelas y el endospermo, en el desarrollo de alimentos funcionales y suplementos dietéticos. Se destaca como elemento novedoso la caracterización fitoquímica de partes poco exploradas, lo que refuerza el valor nutracéutico de la planta tanto para la salud humana como animal.

Conflicto de intereses:

El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declararon que no existe conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

Contribución de los autores:

Conceptualización: Ernesto Almora-Hernández, Efraín Rodríguez-Jiménez

Metodología: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Efraín Rodríguez-Jiménez

Software: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Efraín Rodríguez-Jiménez

Validación: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Efraín Rodríguez-Jiménez

Análisis formal: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Vivian Lago Abascal, Efraín Rodríguez-Jiménez

Conservación de datos: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández

Redacción-redacción del borrador original: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Vivian Lago Abascal

Redacción-revisión y edición: Liz Barbara Pereira Cuni, Ernesto Almora-Hernández, Efraín Rodríguez-Jiménez

Obtención de financiación: Proyecto FONCI, Ministerio de Ciencias, Tecnologías y Medio Ambiente (Citma), Cuba. Contrato de servicio 25, de 2020

REFERENCIAS

1. Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. *Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health. Int J Mol Sci. 2016;17(12):2141. <https://doi.org/10.3390/ijms17122141> Farmacopea Británica. Herbal Drugs and Herbal Drug Preparations. Vol III. Farmacopea Británica. 2014 [citado: 24/05/2024]. Disponible en: <https://nbscience.com/es/british-pharmacopoeia-2014-download-free-pdf-ebook-bp-2014-bp-veterinary-2014>
2. Lago V, Echemendia O, Gonzales K, Hernández Y, Almora E, Monteagudo R. 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. <https://revistas.uh.cu/rcfa/article/view/3461/3002>
3. Miranda M, Cúellar A. Farmacognosia y Química de los Productos Naturales. Editorial Félix Varela, MES. Cap. XI. 2001.
4. USP 40. Farmacopea de los Estados Unidos de América. Formulario Nacional 35. Volumen 1,2. Estados Unidos. 2016
5. Waterhouse A. Determination of total phenolics. In: Decker E, Penner M, Red D, Schwartz S, Shoemaker C, Smith D. Eds. Handbook of Analytical Chemistry. Nueva Jersey: John Wiley and Sons; 2005.463-70.
6. Fennema OR. Introducción a la ciencia de los alimentos. Editorial Reverté. Barcelona. España. 1985: 918.
7. Nagata M, Yamashita I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 1992,39(10):925–928. ISSN 0029-0394.
8. Miranda M, Cuéllar A. Farmacognosia y Química de Productos Naturales. Editorial Félix Varela. 2da Edición. 2012;127-30

9. Woisky R, Salatino A. Analysis of propolis some parameters and procedures for chemical quality control. J Apic Res. 1998 [citado: 24/05/2024]; 37:99-105. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/AGR/IND21966817>
10. Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne JO, Dommes J. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chem. 2009;113:1226-33. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.013>.
11. Garga M, Manga S, Rabah A, Tahir H, Abdullahi M, Ahmad M, Abdullahi H, Bako I, Abdurrahman S, Mukhtar U. Antibacterial activity and phytochemical screening of *Moringa oleifera* Lam. leaves and seeds extract on *Staphylococcus aureus*. International Journal of Research- Granthaalayah. 2019;7,11:276-84. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v7.i11.2020.367>
12. Campo M, Cruz C, Cunalata G, Matute N. Infusiones de *Moringa oleifera* (moringa) combinada con *Cymbopogon citratus* (hierba Luisa) y *Lippia alba* (mastranto). Rev Cienc UNEMI. 2020 [citado: 20/01/2024]; 13:114-126. Disponible en: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1112>
13. Kumbhare M, Guleha V, Sivakumar T. Estimation of total phenolic content, cytotoxicity and in-vitro antioxidant activity of stem bark of *Moringa oleifera* Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2012:144-50.
14. Torres J, Sinagawa S, Martínez G, López A, Sánchez E, Aguirre V, et al. *Moringa oleifera*: Phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. Rev Int Bot Exp. 2013 [citado: 20/02/2024]; 82:193-202. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572013000200006&Ing=es&nrm=isoUSP40.
15. Aondo T, Odiaka N, Akesa T and Olaleye O. Phytochemical and Antifungal Efficacy of Different Parts of *Moringa oleifera* Plant Extracts. Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology. 2018, 3(2):1-8. ISSN: 2457-0125. <https://doi.org/10.9734/AJB2T/2018/40198>
16. Linares RC, Quiñones GJ, Pérez MAT, Carvajal OCC, Rivas PM, Cid VGAI. Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam. mediante el uso de diferentes métodos de extracción. Inst Biotecnol Plant Biot Veg. 2018 [citado: 30/04/2024];18(1):47-56. Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/575>
17. INHEM. Registro Sanitario de Alimentos, Cosméticos, Juguetes y otros productos de interés sanitario: Regulaciones e indicadores. MINSAP. 6ta versión. Habana, Cuba. 2017.
18. Silva M, Cibej F, Salvá B, Guevara A, Pascual G. Effect of the debittered of moringa seed cake (*Moringa oleifera*) on its proximal composition and its nutritional and toxicological profile. Scientia Agropecuaria. 2018, 9(2):247-257. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.10>. ISSN 2306-6741
19. Ccasa J, Castillo R. Aislado proteico y efecto antioxidante del extracto de la *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam) para la elaboración de una bebida funcional. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Peru. 2017: 109
20. Dávila M, Ramírez T, Rojas Luz, Juárez M, Enríquez V. Calidad bromatológica y fisicoquímica de *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam) producidas en la zona centro de Veracruz. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan. 2017; 5(2):35-41. DOI: <http://doi.org/1047808/revistabioagro.v5i2.107>. ISSN: 2007-6940.

21. Guzmán S, López M, Madera T, Núñez C, Grijalva C, Villa A, Rodríguez J. Caracterización nutricional de hojas, semillas, cáscara y flores de *Moringa oleifera* de dos regiones de México. *Revista Agronomía Colombiana*, 2020, 382:287-97. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n2.82644>
22. Verhelts A. Polímeros derivados de plantas leguminosas: *Moringa (Moringa oleifera)*, Algarrobo (*Prosopis spp.*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) y Acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) y su aplicación en la industria de los alimentos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias y Desarrollo Sostenible*. 2019; 4(1):34-49. ISSN: 2539-0562.
23. Zulkifli ZA, Rahmat Z. Protein antioxidant capacity from *Moringa oleifera* fresh and commercialized leaf. *Biosciences Biotechnology Research Asia*. 2020, 17(1), 155-161. <https://doi.org/10.13005/bbra/2820>.
24. Lago V, Duarte M, Martínez M, Almora E, Figueredo N, Rodríguez E. Caracterización y Uso de la Cáscara de Semillas de *Moringa oleifera* como Salvado en la Fortificación de Mini Panqués. *Revista Centro Azúcar*. 2022; 49(2), 100-111. ISSN: 2223-4861.
25. Almora HE, Duarte GM, Martínez AM, Monteagudo BR, Figueredo MN, Rodríguez JE. Enriquecimiento de manipanqués con harina de torta de semillas de *Moringa oleifera*. *Peruvian Agricultural Research*. 2022; 4(2), 9-16. <https://doi.org/10.51431/par.v4i2.786>. ISSN: 2706-9397.
26. Almora HE, Figueredo MN, Matos OS, Lago AV, Rodríguez JE. Benefits of the *Moringa oleifera* seed husk as bran for human consumption. *International Journal of Complementary & Alternative Medicine*. 2024; 17(1):1–5. DOI: 10.15406/ijcam.2024.17.00675
27. Verma KS, Nigam R. Nutritional Assessment of Different parts of *Moringa oleifera* Lamm collected from Central India. *Journal of Natural Product Plant Resources*. 2014; 4 (1):81-86. ISSN 2231-3184.
28. Oluwaniyi O, Obi B, Awolola G. Nutritional Composition and Antioxidant Capacity of *Moringa Oleifera* Seeds, Stem Bark and Leaves. *Ilorin Journal of Science*. 2020; 7(1):53-69. DOI: <https://doi.org/10.54908/iljs.2020.07.01.004>.
29. Anudeep S, Prasanna VK, Adya SM, Radha C. Characterization of soluble dietary fiber from *Moringa oleifera* seeds and its immunomodulatory effects. *Int. J. Biol. Macromol*. 2016; 91, 656-662. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.06.013>
30. Titchenal CA, Dobbs J. Nutritional value of vegetables. In: Hui, Y.J. (ed.). *Handbook of food science, technology, and engineering*. Taylor & Francis Group, Florida, USA. 2005, 21-23.
31. Hernández J, Iglesias I. Efectos benéficos de la *Moringa oleifera* en la salud de las personas. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2022; 38(1):e1682.
32. Befu A, Gebre A, Bekele T. Evaluation of Nutritional Properties of dried *Moringa (Moringa stenopetala)* Leaves and Dried *Moringa* Leaves Infusion. *Med Aromat Plants*. 2020, 9: 363. <https://doi.org/10.35248/2167-0412.20.9.363>
33. Guzmán MSH, Zamarripa CA, Hernández DLG. Calidad nutrimental y nutracéutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. *Rev. Mexicana Cienc. Agríc*. 2015, 6(2), 317-330. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i2.691>
34. Sánchez MDI, Núñez GJA, Reyes MC, Ramírez BW, López CJ. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. *Food Anal. Method*. 2010; 3 ;175-180. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12161-009-9106-z>
35. León BJ, Márquez PL. Uso del aguamiel como edulcorante en mermeladas a base de frutas de la región de Jalisco Veracruz. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 2024, 5 (3), 293-300. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2036>.

36. Coello K, Frias J, Martínez C, Cartea ME, Abilleira R, Peñas E. Potential of Germination in Selected Conditions to Improve the Nutritional and Bioactive Properties of Moringa (*Moringa oleifera* L.). *Foods*. 2020, 9, 1639. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9111639>
37. Liang L, Wang C, Li S, Chu X, Sun K. Nutritional compositions of Indian *Moringa oleifera* seed and antioxidant activity of its polypeptides. *Food Sci Nutr*. 2019;7:1754-60. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1015>
38. Saa RW, Fombang EN, Ndjantou EB, Njintang NY. Treatments and uses of *Moringa oleifera* seeds in human nutrition: A review. *Food Sci Nutr*. 2019;7:1911-19. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1057>
39. Vaknin Y, Mishal A. The potential of the tropical “miracle tree” *Moringa oleifera* and its desert relative *Moringa peregrina* as edible seed-oil and protein crops under Mediterranean conditions. *Sci. Hortic*. 2017; 225, 431-437. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.039>
40. Manrique E. Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz. *Ecosistemas*. 2003 [acceso: 24/11/2023]. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/informe4.htm>
41. Ustin SL, Smith MO, Jacquemoud S, Verstraete MM, Govaerts Y. *GeoBotany: Vegetation mapping for earth sciences*. 1998 [acceso: 24/05/2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/271904290_Geobotany_Vegetation_Mapping_for_Earth_Sciences.
42. Ondarza N. *Biología Moderna. La célula. bioquímica. Genética y biología molecular*. Ed. Trillas. 2006 [citado: 24/03/2024]. Disponible en: https://etrillas.mx/libro/biologia-moderna_1690
43. Siddhuraju P, Becker K. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). *J Agric Food Chem*. 2003;15:2144-55. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf020444>
44. Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phyther Res*. 2007;21:17-25. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.2023>
45. Yadav A. Effect of drying and blanching (steam and lye) on the phytochemicals composition of sitalchini (*Moringa oleifera*) leaves and its sensory attributes. Tesis para optar el título de Tecnología de los alimentos. Department of Food Technology Central Campus of Technology Institute of science and Technology Tribhuvan University, Nepal. 2018: 98
46. Xu YB, Chen GL, Guo MQ. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the crude extracts of *Moringa oleifera* from Kenya and their correlations with flavonoids. *Antioxidants*. 2019;8(8):e296. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8080296>
47. Madera J, De Dios M, Colín C, Mariscal L, Núñez C, Veloz R. Recubrimiento a base de quitosano y extracto acuoso de hoja de *Moringa oleifera* obtenido por UMAE y su efecto en las propiedades fisicoquímicas de fresa (*Fragaria x ananassa*). *Rev Cienc Biol Sal Biotec*. 2019 [citado: 20/01/2024];21:155-63. <http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/index>
48. Reyes M, Angulo C, Silva J. Antibacterial and immunomodulatory activity of moringa (*Moringa oleifera*) seed extract in Longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*) peripheral blood leukocytes. *Aquaculture Research*. 2021;00:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15245>
49. Shanmugavel G, Prabakaran K and Binu G. Evaluation of phytochemical constituents of *Moringa oleifera* (LAM.) leaves collected from puducherry region, South India. *International Journal of Zoology and Applied Biosciences*. 2018, 3,1:1-8. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1312977>
50. Vergara-Jimenez M, Almatrafi MM, Fernandez ML. Health benefits of *Moringa oleifera*. *Food Front*. 2021;2(1):24–39. <https://doi.org/10.1002/fft2.84>
- 51.

Recibió: December,28 2024 / **Aceptado :** February, 25 2025 / **Publicado:** June 15, 2025

Citación: Pereira Cuni LB, Almora Hernández E, Lago Abascal V, Rodríguez Jiménez. Caracterización bromatológica de diferentes partes de Moringa oleifera Lam. cultivada en Cuba. Bionatura journal. 2025;2 (2):4. doi: 10.70099/BJ/2025.02.021.4

Additional information Correspondence should be addressed: efrainrodriguez@infomed.sld.cu

Peer review information. Bionatura thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

ISSN. 3020-7886

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura Journal stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2025 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).