

# Evaluación de diferentes densidades de cultivo de *Moringa oleifera* y su manufactura como suplemento nutricional



## Evaluation of different cultivation densities of *Moringa oleifera* and its manufacture as a nutritional supplement

<https://cu-id.com/2284/v14n1e09>

✉ Vivian Lago-Abascal<sup>1</sup>, ✉ Susana Matos-Oliveros<sup>1</sup>, ✉ Ernesto Almora-Hernández<sup>1</sup>,  
✉ Liz Bárbara Pereira-Cuní<sup>1</sup>, ✉ Raisa Monteagudo-Borges<sup>1</sup>, ✉ Efraín Rodríguez-Jiménez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB), Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba.

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

**RESUMEN:** *Moringa oleifera* aporta beneficios como alimento humano y animal. Para la expansión de esta planta, no solo es necesario incrementar la densidad de siembra sino evaluar asociado a ello el aumento del rendimiento foliar. Identificar el marco de siembra más adecuado que permita obtener los mayores rendimientos foliar y bromatológicos de *Moringa oleifera* Lam. para una mejor calidad de su composición nutricional. Las hojas se cosecharon 45 días después de establecidas las plantaciones. De cada réplica se colectó la cantidad de hojas aproximada para obtener 1 kg de hojuelas secas. Se despallaron de forma manual y las hojuelas se colocaron en bandejas para el secado en hornos a temperatura controlada a 45 °C. Los resultados en cuanto la altura de la planta y el diámetro del tallo fueron similares en todos los marcos de siembras. La mayor población de biomasa de materia fresca se obtuvo en el marco de siembra 0.8 x 0.3 m, donde también se alcanzó el mayor rendimiento de hojuelas secas. De forma general los resultados de los metabolitos fueron elevados, pero no estuvieron influenciados por el incremento de la densidad de siembra. Las plantaciones de *Moringa* manifiestan variaciones en el rendimiento en la etapa productiva según el marco de siembra y similares características bromatológicas que favorece su uso como producto nutracéutico.

**Palabras clave:** bromatología, metabolitos, *Moringa oleifera*, rendimiento, pigmentos.

**ABSTRACT:** *Moringa oleifera* provides benefits as human and animal food. For the expansion of this plant, it is not only necessary to increase the sowing density but also to evaluate the associated increase in foliar yield. To identify the most suitable frame of plantation that allows obtaining the highest foliar and bromatological yields of *Moringa oleifera* Lam. for a better quality of its nutritional composition. The leaves were harvested 45 days after the plantations were established. The approximate amount of leaves to obtain 1 kg of dry leaflets was collected from each replica. The leaves were manually destemmed and the leaflets were placed in trays for drying in ovens at a controlled temperature of 45 °C. The results in terms of plant height and stem diameter were similar in all planting frames. The largest population of fresh matter biomass was obtained in the 0.8 x 0.3 m sowing framework, where the highest yield of dry leaflets was also achieved. In general, the results of the metabolites were high, but were not influenced by the increase in stocking density. Conclusions: *Moringa* plantations manifest variations in performance in the productive stage according to the planting framework with similar bromatological characteristics that favor its use as a nutraceutical product.

**Keywords:** bromatology, metabolites, *Moringa oleifera*, yield, pigments.

\*Autor para correspondencia: Efraín Rodríguez-Jiménez, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Recibido: 13/04/2023

Aceptado: 08/12/2023

## INTRODUCCIÓN

La presencia y utilización en Cuba de *Moringa oleifera* Lam. data de alrededor de dos siglos. Se encuentra naturalizada y distribuida en todo el país. Es una planta nativa del sur de las montañas del Himalaya (Kou et al., 2018). Crece en las regiones tropicales y subtropicales del planeta, fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo, con una gran plasticidad ecológica, pues se adapta a un amplio rango de suelos (Álvarez-Baladrón, 2019; Benitez et al., 2018). El rápido crecimiento posibilita que, cuando se cultiva para la obtención de biomasa fresca o deshidratada, el corte se pueda realizar cada 45 a 60 días (Chepote-Cavero, 2018).

Presenta un rol importante en el desarrollo tecnológico y científico de interés para el hombre, por la amplia perspectiva de sus posibles aplicaciones novedosas en las áreas biomédica, nutricional, agropecuaria, industrial y la ciencia de los alimentos (Aderinola et al., 2020). Es una planta versátil cuyas partes son ricas en compuestos bioactivos entre ellos metabolitos secundarios como alcaloides, fenoles y taninos (Álvarez-Baladrón (2019), además las hojas presentan minerales,  $\beta$ -carotenos y flavonoides (Chitiyo et al., 2021).

Por todo lo anterior, fue de interés realizar estudios sobre el crecimiento de *Moringa* en las condiciones concretas de la finca “Futuro lechero” con respecto a la densidad de plantas por hectáreas, los rendimientos de masa verde y la evaluación bromatológica de la planta para un cultivo estable y seguro con calidad nutricional. Se presentó como objetivo identificar el marco de siembra más adecuado que permita obtener los mayores rendimientos foliar y bromatológicos de *Moringa oleifera* Lam. para una mejor calidad de su composición nutricional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó material vegetal con identificación botánica de la especie *Moringa oleifera* Lam. 1783, ecotipo Nicaragua, del género *Moringa*, familia Moringaceae, orden Brassicales, superorden Rosanae, grupo monofilético Eudicotiledóneas, del reino Plantae. La semilla básica, procedente por donación, se encuentra conservada en el Banco Nacional de Germoplasmas de la Unidad Básica Productiva “El Pitirre”, Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al CIPB.

### Diseño y procedimiento experimental

Las plantas fueron sembradas por posturas de 40 días, en la finca “Futuro lechero”, localizada en el municipio Playa, La Habana, con ubicación geográfica 23° 04' 20" N y 82° 29' 20" E. El experimento consistió en 4 parcelas, cada una con marco de

siembra diferente, identificadas como: M1 (1x1 m), M2 (1x0.5 m), M3 [0.6x(DS) 0.4x0.6 m] y M4 (0.3x0.8 m), correspondientes a 10000, 20000, 33000 y 42000 plantas/ha, respectivamente, con diseño en bloques de 0.01 ha, con 20 m de largo y 5 m de fondo, 9 réplicas, separadas a 2 m de distancia. Las condiciones de campo fueron las mismas, con riego diario de 250 m<sup>3</sup>/ha cada 7 días e igual fertilización de fondo NPK de 300 kg/ha, con residuos de *Moringa* como sustrato orgánico y temperatura promedio 33 °C. Para reducir la posible afectación del ecosistema se realizó una preparación mínima de suelo con tracción animal y limpia con guataca.

La siembra se efectuó en mayo de 2020. Se marcaron 5 plantas en cada réplica, localizadas de igual forma en cada una de ellas: (Nº 1; segunda planta del segundo surco, Nº 2; planta media de la primera mitad del penúltimo surco, Nº 3; planta media del surco medio, Nº 4; planta media de la segunda mitad del segundo surco y Nº 5; penúltima planta del penúltimo surco); cada 7 días se midió su crecimiento. La observación de la dinámica de crecimiento se inició después del corte de fomento. Se midió la altura de la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja con una lienza de 3.6 m y el diámetro del tallo más desarrollado en el rebrote, con un pie de rey.

A los 60 días, después de establecidas las plantaciones (etapa de fomento) se realizó el corte diagonal de las plantas, con machete, a 30 cm del suelo. Luego, a los 45 días de cultivo (etapa productiva) se realizó la recolección de las hojas y poda de las plantas para la cuantificación de los rendimientos, el procesamiento industrial de las hojuelas y la caracterización bromatológica.

### La recolección de las hojas se realizó manual

En cada réplica se recogieron las hojas superiores a 1/3 de altura, sin llegar a las apicales y se colocaron en cajas plásticas (62x32x26 cm), higienizadas con solución etanólica 70% (p/v), colocadas sobre una manta aséptica sobre la tierra, para su procesamiento en la manufactura de hojuelas secas. Se podaron las plantas, se separaron las hojas apicales y los tallos, y se pesaron en la balanza Sartorius (L420S). Las cajas se trasladaron en un vehículo cerrado aséptico al área de procesamiento industrial. Las hojas se despalillaron de forma manual, las hojuelas y los raquis se colocaron en similares cajas plásticas, asépticas, previamente taradas y se pesaron. Se cuantificó el número de cajas, la cantidad de plantas cosechadas, el número y peso de hojas y las hojuelas despalilladas. Las hojuelas se beneficiaron con agua potable en una lavadora mecánica, se centrifugaron y se colocaron a razón de 1 kg en bandejas de acero inoxidable adecuadamente identificadas para el secado en hornos (CONAS, Austria), con tiro de aire con calentamiento solar, a temperatura controlada de 45 °C, durante

12 horas, hasta la humedad menor o igual a 10%. Al finalizar se pesaron las hojuelas secas correspondientes a cada réplica y se tomaron muestras para su caracterización.

### Determinación de macronutrientes

El análisis de las cenizas, proteínas, fibras, almidón y grasas se realizó mediante el método de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRs).

### Determinación de pigmentos

Para antocianinas se pesó y molió 1 g de hojas secas, se mezcló con 50 mL de metanol/HCL concentrado 37% 99:1 (v/v), durante 3 h, con agitación constante protegido de la luz. El extracto se filtró y se enrazó en volumétrico a 100 mL. Se midió la absorbancia a 520 nm y se calculó la concentración de pigmentos expresado en gramos de 3.5 diglucósidos de malvidina por litro de extracto, según: Concentración de antocianos diglucósidos (g/L) =  $(A_{520} \times PM \times f)/E$ , donde:  $E$  - coeficiente de extinción molar se tomó igual a 37 700 L/cm mol, en cubeta de 1 cm de ancho, del compuesto al 1%, con peso molecular (PM). El coeficiente de extinción molar se corrigió para los diferentes disolventes, PM se consideró igual a 691 g/mol y "f" es el factor de dilución.

Para la concentración de antocianos monoglucósidos se utilizó la misma expresión, donde el valor de  $E = 28000$  y  $PM = 529$  g/mol. El espectro de absorción visible a 400 - 580 nm se determinó contra un blanco de metanol acidificado con HCL 1%. Todos los análisis se efectuaron por triplicado (Fennema, 1982).

Se determinó el contenido de clorofilas  $a$  y  $b$  (Waterhouse, 2005; Waterhouse, 2002). Se empleó 0.5 g de polvo de hojuelas secas en 5 mL de metanol (Spectrosol, Merck), con protección luminosa. Se midió la absorbancia a 665 y 652 nm y se calculó la concentración de clorofilas  $Ca$  y  $Cb$  en ( $\mu\text{g/mL}$ ),

según las ecuaciones basados en la ley de Lambert-Beer:  $Ca = 16.72 A_{665} - 9.16 A_{652}$  y  $Cb = 14.09 A_{652} - 15.28 A_{665}$

$$\text{betacarotenoides } (\mu\text{g} / 100 \text{ mL}) = (1000 \times A_{470}) - 1.82 Ca - 85.02 Cb / 198$$

### Técnicas empleadas en la determinación cuantitativa de polifenoles y flavonoides

La concentración de polifenoles se determinó según [Farmacopea Británica \(2009\)](#). Se realizó una curva patrón con ácido gálico a una concentración de 0.5 mg/g base seca (b.s) y se expresó el resultado como mg equivalentes de ácido gálico/g de extracto b.s. El contenido de flavonoides se determinó según la metodología de (Woisky & Salatino, 1998). Se realizó una curva patrón con 10 mg de quercitina en etanol 80% v/v, para concentraciones de 0.025; 0.050 y 0.100 mg/mL. El contenido de flavonoides se expresó como mg equivalentes de quercitina (Q)/g de extracto b.s.

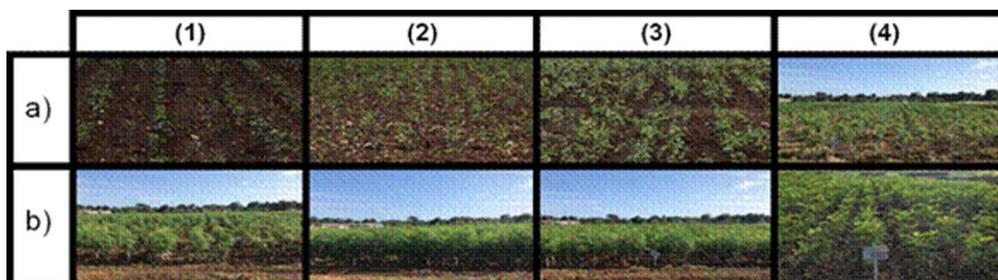
### Análisis estadístico

Las mediciones se realizaron por triplicado ( $n = 3$ ). El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa SPSS para Windows versión 23 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las imágenes de las parcelas de ensayo del cultivo de Moringa a los pocos días de plantadas se muestran en la [Figura 1](#).

Los marcos de siembras M1 y M2 se sembraron en 5 surcos de 20 m de largo, mientras el marco M4 se sembró en 6 surcos, con 20, 40 y 66 plantas por surco, respectivamente. El marco M3 se sembró en 41 surcos de 5 m con 9 plantas cada uno. Los resultados de la medición de las alturas, muestran un crecimiento más rápido y similar en las densidades M1 y M2, con diferencia significativa respecto a las parcelas con marco de siembra M3 y M4. El menor crecimiento se alcanzó en el marco con densidad M3. ([Figura 2](#))



**FIGURA 1.** Parcelas con diferentes densidades de siembra de *Moringa oleifera* Lam. (1) - Densidad 10000 plantas/ha (1x1 m); (2) - Densidad 20000 plantas/ha (1x0.5 m); (3) - Densidad 33000 plantas/ha [0.6x(DS) 0.4x0.6 m]; (4) - Densidad 42000 plantas/ha (0.8x0.3 m); a) Etapa de fomento; b) Etapa productiva. (DS) - Doble surco.

El análisis indicó una tendencia a elevar el crecimiento a medida que disminuyó la densidad de las plantas/ha. Esto concuerda con otro estudio donde la altura de las plantas se vio afectada por el marco de siembra M1, por lo que hubo menos plantas y menos competencia por los nutrientes del suelo, lo que influyó en la expresión del potencial productivo (Iglesias-Obando & Ortega-Ojeda, 2020).

Los resultados en cuanto la altura de la planta y el diámetro del tallo fueron similares en todos los marcos de siembras, lo que confirma que, para estas variables, las densidades M1 y M2 pueden ser las indicadas en este ensayo. Las densidades muy bajas o muy altas influyen en el desarrollo de la planta; por tal razón es importante tener en cuenta el área vital de la especie (Noda et al., 2007).

El diámetro promedio del tallo de las plantas, mostró un mayor valor en las densidades M1 y M2, mientras que en los marcos M3 y M4 se mostraron inferiores (Figura 3).

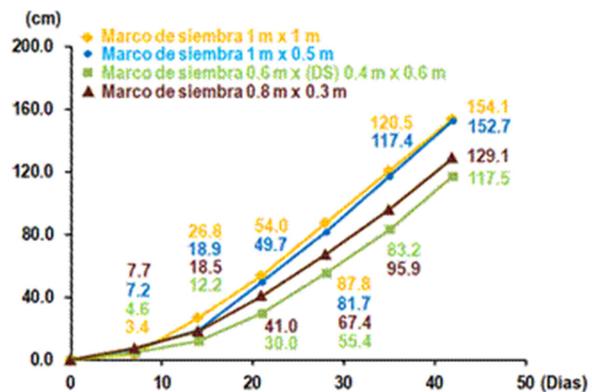
Análogo resultado se observó en el diámetro de los tallos que aumentó su grosor en la menor población de plantas. Para esta variable el menor valor lo obtuvo la densidad de M3. Otros autores mostraron valores de 68.7, 71.5 y 79.5 mm Ledea-Rodríguez et al. (2020) y de 8.5 cm Sosa-Rodríguez et al. (2017), superiores a los encontrados en este análisis.

El procesamiento industrial de las hojas, reveló el rendimiento de hojuelas frescas y raquis por área cultivada con comportamiento ascendente al incrementar la densidad de plantas. Sin embargo, el rendimiento de las yemas apicales se mostró diferente, donde alcanzó el valor más elevado en el marco M2, sin diferencias significativas respecto a las densidades M3 y M4. El rendimiento de tallos dejados en el campo, descendió con el incremento de la densidad de siembra hasta M2. En los casos de las parcelas M3 y M4, se mostró en ascenso (Figura 4).

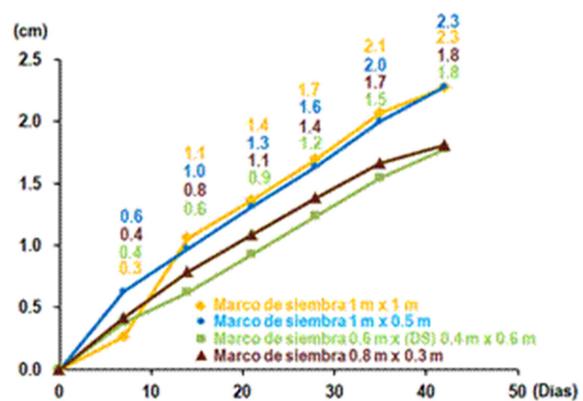
Existe un comportamiento ascendente entre los rendimientos de hojuelas frescas, raquis y tallos dejados en el campo en la densidad M4. No fue así para los tallos dejados en el campo en los restantes marcos de siembras que disminuyó el rendimiento al aumentar la densidad de plantas.

En el rendimiento de yemas apicales fue superior en el marco de siembra M2, aunque de manera general disminuyó con la reducción de la densidad. Esto concuerda con un estudio que mostró una disminución del número de rebrotes al disminuir la densidad de siembra. Las plantas tienen la capacidad de absorber y acumular nutrientes en función del área disponible; a mayor área, mayor incorporación de nutrientes al interior de la planta, asegurando un rebrote vigoroso; a mayor densidad de siembra, mayor número de rebrotes (Sosa-Rodríguez et al., 2017).

El rendimiento de la materia vegetal que conforman el proceso de secado de las hojuelas se muestran en la Figura 5.



**FIGURA 2.** Crecimiento promedio de las plantas en los diferentes marcos de siembra. ANOVA: F 62.609;  $p = 0.000$ ; prueba post hoc para comparaciones múltiples con varianzas no homogéneas Games-Howell: no diferencias significativas entre los marcos de siembra M1 y M2; ( $p = 0.953$ ).



**FIGURA 3.** Diámetro promedio del tallo en los diferentes marcos de siembra. ANOVA: F 33.082;  $p = 0.000$ ; prueba post hoc para comparaciones múltiples Scheffe: no diferencias significativas entre los marcos de siembra M1 y M2 ( $p = 1.000$ ) y M3 y M4 ( $p = 0.971$ ).

El rendimiento tanto de la masa verde recolectada, como el de las hojuelas secas se mostró en ascenso con relación a la densidad de plantación.

El efecto ascendente del rendimiento de la masa verde, hojuelas frescas y secas concuerda con lo planteado por otros autores, que señalaron que la densidad de población está asociada positivamente con el índice de área foliar Hernández-Rodríguez & Iglesias-Marichal (2022), ya que al incrementar la población de plantas aumentó la cobertura foliar. Índices de área foliar altos incrementan la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa Tinoco-Alfaro et al. (2008) y la acumulación de materia seca en los cultivos (Cuvertino, 2020).

El comportamiento de la acumulación de los diferentes pigmentos en las hojuelas, fue similar para las antocianinas, los  $\beta$ -carotenos y los carotenoides,

con la tendencia al aumento hasta la densidad M3. Posteriormente, para la densidad M4 se redujo ligeramente (Figura 6).

El promedio del contenido de la clorofila total alcanzó su mayor valor en la menor densidad de siembra, con tendencia a disminuir al incrementar la densidad de plantas hasta M3, mientras que para la densidad de siembra M4 fue ligeramente superior. El procesamiento analítico (Figura 6) demostró que no existe efecto de la densidad de siembra sobre los pigmentos evaluados en las hojuelas secas, clorofila total,  $\beta$ -carotenos, carotenoides y antocianinas ( $p > 0.05$ ).

Los valores de carotenoides y  $\beta$ -carotenos se mostraron inferiores a los alcanzados en otros estudios con 1.93 mg y 0.93 mg, respectivamente (Nambiar & Seshadri, 2001). El comportamiento de la clorofila total fue similar a lo expuesto por otro autor que obtuvo un aumento de esta en la densidad M1 (Alvarado-Ramírez et al., 2020).

El análisis bromatológico, mostró resultados similares para los diferentes marcos de siembras en las variables humedad, proteínas y cenizas. En cuanto a la humedad, proteínas, fibras y cenizas, el mayor porcentaje se alcanzó en el marco M1, mientras que en el caso de las grasas y el almidón se correspondió con la mayor densidad de plantas/ha (Tabla 1).

Los análisis de las cenizas y grasas fueron superiores al encontrado en otro trabajo con 7.19% y 5.16% (Lago-Abascal, Almora-, González-García, et al., 2021). Los valores de proteínas se mostraron similar a lo expuesto por la misma autora con 33%. No fue así para el almidón y fibras que mostró menor contenido que el identificado en este estudio por otros autores con 7.09% y 7.04 % (Carvajal-Pasto & Catucumbamba-Tamba, 2019; Lago-Abascal, Almora, et al., 2021).

El contenido de polifenoles se mostró más elevado en la densidad M2, siendo diferente para los flavonoides, en el cual se correspondió el valor más alto con la densidad M3 (Tabla 2).

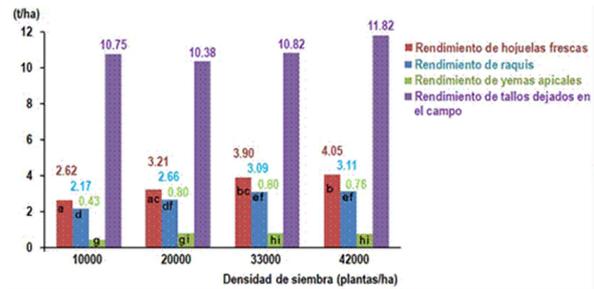


FIGURA 4. Comportamiento del rendimiento en la recolección. ANOVA gl: 3, 32; rendimiento de hojuelas frescas, F 12.206;  $p = 0.000$ ; rendimiento de raquis, F 7.926;  $p = 0.000$ . Post hoc Scheffé.

Rendimiento de yemas apicales, varianza no homogénea, Brown-Forsythe 4.537 gl: 3, 12.797;  $p = 0.022$ . Post hoc Games-Howell. Letras desiguales significan diferencia para  $p < 0.05$ .

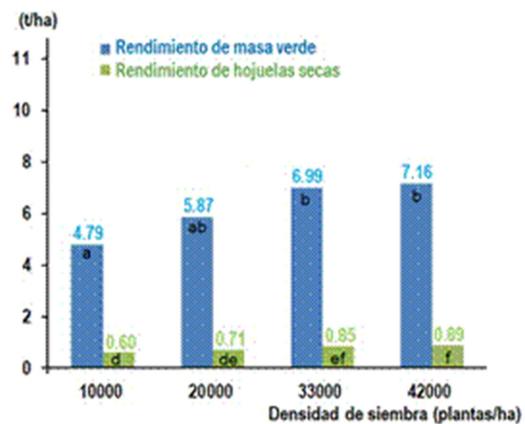


FIGURA 5. Comportamiento del rendimiento en el procesamiento industrial. ANOVA gl: 3, 32; rendimiento de masa verde F 10.438;  $p = 0.000$  y rendimiento de hojuelas secas, F 10.796;  $p = 0.000$ .

Prueba post hoc para comparaciones múltiples Scheffé. Letras desiguales significan diferencia para  $p < 0.05$ .

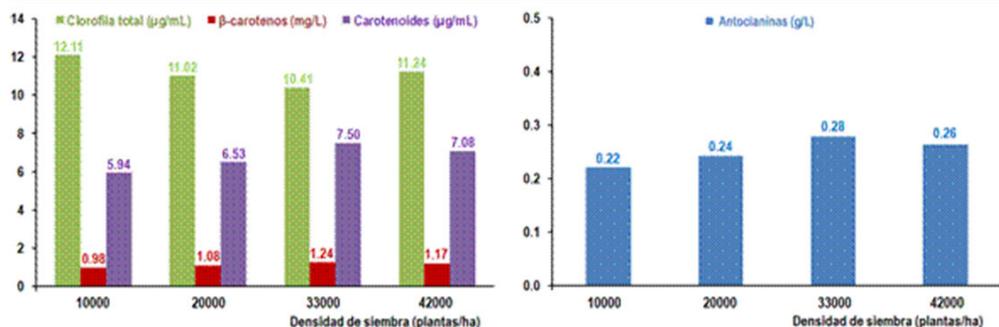


FIGURA 6. Concentración de los diferentes pigmentos en las hojuelas secas según la densidad de siembra en las parcelas. ANOVA: F 0.284;  $p = 0.836$  (clorofila total) y F 0.738;  $p = 0.558$  ( $\beta$ -carotenos, carotenoides y antocianinas).

**TABLA 1.** Análisis bromatológico de las hojas secas de Moringa según la densidad del cultivo en la parcela

Densidad (plantas/ha)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	Almidón (%)
10000 (M1)	8.9	32.3	10.9	6.0	11.3	0.6
20000 (M2)	8.7	31.7	12.2	5.8	11.0	0.6
33000 (M3)	8.8	33.1	12.1	4.5	11.2	0.6
42000 (M4)	8.8	31.1	12.5	5.5	11.2	1.2
F de Fisher	0.228	0.680	1.031	1.571	1.164	1.771
p	0.874	0.589	0.429	0.271	0.382	0.230

No existe diferencia significativa en ningún caso ( $p > 0.05$ )

**TABLA 2.** Acumulación de metabolitos secundarios en las hojas secas de Moringa

Densidad (plantas/ha)	Polifenoles (mg eq. ácido gálico/g extracto b.s)	Flavonoides (mg eq. Q/g extracto b.s)
10000 (M1)	72.81 ± 8.63 a	65.38 ± 4.10 d
20000 (M2)	185.87 ± 60.39 c	139.96 ± 80.74 e
33000 (M3)	154.72 ± 34.18 c	170.51 ± 34.60 e
42000 (M4)	98.50 ± 4.76 b	82.55 ± 2.43 d

ANOVA. Levene, varianzas no homogéneas. Polifenoles, Brown-Forsythe: 19.490 ( $p = 0.000$ ),

Games-Howell. Flavonoides, Brown-Forsythe: 11.195 ( $p = 0.001$ ), Games-Howell.

Letras desiguales significan diferencia para  $p < 0.05$

De forma general los resultados de los metabolitos fueron elevados, pero no estuvieron influenciados por el incremento de la densidad de siembra. Estos valores se mostraron superiores a los expuestos por otros autores que obtuvieron niveles de polifenoles de 41.53 y 71.23 mg equivalente ácido gálico/g de extracto de hojuelas b.s, respectivamente, (Gómez-González, 2020; Lago-Abascal et al., 2021) mientras que los flavonoides fueron de 27.01 y 80.91 mg eq. Q/g extracto de hojuelas b.s, respectivamente (Cabrera-Carrión et al., 2017; Lago-Abascal, Almora-, González-García, et al., 2021).

## CONCLUSIONES

Las plantaciones de Moringa manifiestan variaciones en el rendimiento en la etapa productiva según el marco de siembra y similares características bromatológicas que favorece su uso como producto nutracéutico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aderinola, T. A., Alashi, A. M., Nwachukwu, I. D., Fagbemi, T. O., Enujiugha, V. N., & Aluko, R. E. (2020). In vitro digestibility, structural and functional properties of Moringa oleifera seed proteins. *Food Hydrocolloids*, 101, 105574. ISSN: 0268-005X, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105574>.

Alvarado-Ramírez, E. R., Garay-Martínez, J., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J. C., Rojas-García, A., & Joaquín-Cancino, S. (2020). Variación morfológica en Moringa oleifera Lam. A diferentes densidades de población. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(SPE24),

165-176, ISSN: 2007-0934, DOI: <https://doi.org/10.29312/remxca.v0i.2367>.

Álvarez-Baladrón, C. (2019). *Propiedades farmacológicas de Moringa oleifera*. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91290/%C3%81LVAREZ%20BALADR%C3%93N,%20CRISTINA.pdf>

Benitez, J. B., Vallejos, M. E., Area, M. C., & Felissia, F. E. (2018). Chemical characterization and morphology of moringa oleifera's wood as potential raw material for biorefineries. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 30(1), 48-55, ISSN: 1851-7587.

Cabrera-Carrión, J. L., Jaramillo-Jaramillo, C., Dután-Torres, F., Cun-Carrión, J., García, P. A., & Rojas de Astudillo, L. (2017). Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en Moringa oleifera Lam. En función de su edad y altura. *Bioagro*, 29(1), 53-60, ISSN: 1316-3361.

Carvajal-Pasto, D. C., & Catucuamba Tamba, E. (2019). *Determinación in vitro de la digestibilidad gástrica y duodenal en concentrados proteicos de Moringa oleifera* &#91;Tesis de Grado&#93;. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser..., Ecuador.

Chepote-Cavero, M. (2018). *Siembra del cultivo de Moringa (Moringa oleifera) en la pampa de Villacuri, Departamento de Ica* &#91;Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Perú&#93;. <http://hdl.handle.net/20.500.12996/3223>

Chitiyo, S. T., Ncube, B., Ndhkala, A. R., & Tsvuura, Z. (2021). Biochemical responses of Moringa oleifera Lam. Plants to graded moisture deficit. *South African Journal of Botany*, 138, 41-49, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.12.003>.

- Cuvertino, A. (2020). *Efecto de la densidad de siembra y el espaciamiento entre hileras sobre el rendimiento en soja*. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía, Argentina. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4658>
- Farmacopea Británica. (2009). *Herbal Drugs and Herbal Drug Preparations*. [<Ph Eur monograph 1426>]. [www.pharmacopoeia.co.uk](http://www.pharmacopoeia.co.uk)
- Fennema, O. R. (1982). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Reverté, España.
- Gómez-González, L. (2020). *Extracción de compuestos bioactivos en hoja de Moringa* [Tesis de Grado, Universidad de Burgos, España];. <http://hdl.handle.net/10259/5609>
- Hernández-Rodríguez, J., & Iglesias-Marichal, I. (2022). Efectos benéficos de la Moringa oleifera en la salud de las personas. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 38(1), ISSN: 0864-2125.
- Iglesias-Obando, W., & Ortega-Ojeda, M. E. (2020). Evaluación de producción primaria de la Moringa (Moringa oleifera Lamark) en la estación experimental "Mutile", *Investigación y Saberes*, 10(3), 10-18, ISSN: 1390-8073.
- Kou, X., Li, B., Olayanju, J. B., Drake, J. M., & Chen, N. (2018). Nutraceutical or pharmacological potential of Moringa oleifera Lam. *Nutrients*, 10(3), 343, ISSN: 2072-6643.
- Lago-Abascal, V., Almora-, E., González-García, K., Hernández-Rivera, Y., Echemendía-Arana, O., & Monteagudo-Borges, R. (2021). Metabolitos secundarios y capacidad antioxidante de hojas secas de Moringa oleifera Lam. Cultivada en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 26(1), 1-12, ISSN: 1028-4796.
- Lago-Abascal, V., Almora-, E., Pereira, L., Monteagudo-Borges, R., Concepción, C., & Rodríguez, E. (2021). Bromatología y cuantificación de metabolitos en hojas verdes y amarillas de Moringa oleifera. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 26(4), e1196, ISSN: 1028-4796.
- Ledeá-Rodríguez, J. L., Reyes-Pérez, J. J., La O-León, O., Benítez-Jiménez, D. G., Arias-Pérez, R. C., & Méndez-Martínez, Y. (2020). Agroproductive response of Moringa oleifera Lam. in different ages and cutting heights. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(11), ISSN: 1870-0462.
- Nambiar, V. S., & Seshadri, S. (2001). Bioavailability trials of  $\beta$ -carotene from fresh and dehydrated drumstick leaves (Moringa oleifera) in a rat model. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 83-95, ISSN: 0921-9668.
- Noda, Y., Martín, G., & Mesa, A. (2007). Nota técnica: Influencia de la densidad de plantación en el establecimiento de la morera. *Pastos y Forrajes*, 30(4), 431-435, ISSN: 0864-0394.
- Sosa-Rodríguez, A. A., Ledea-Rodríguez, J. L., Estrada-Prad, W., & Molinet-Salas, D. (2017). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (Moringa oleifera). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 207-211, ISSN: 1659-1321, DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21430>.
- Tinoco-Alfaro, C. A., Ramírez-Fonseca, A., Villarreal-Farías, E., & Ruiz-Corral, A. (2008). Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agricultura técnica en México*, 34(3), 271-278, ISSN: 0568-2517.
- Waterhouse, A. (2005). *Determination of total phenolics* (Handbook of Analytical Chemistry). John Wiley and Sons, New Jersey, USA.
- Waterhouse, A. L. (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*, 6(1), I1-1, ISSN: 2572-5599.
- Woisky, R. G., & Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 99-105, ISSN: 0021-8839.

Vivian Lago-Abascal, MSc., Licenciada en Microbiología, Inv., Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Susana Matos-Oliveros, Ing., Inv., Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Ernesto Almora-Hernández, MSc., Licenciado en Bioquímica, Inv., Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Liz Bárbara Pereira-Cuní, MSc., Licenciada de Ciencias Farmacéutica, Inv., Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR), Departamento de Química, La Habana, Cuba, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Raisa Monteagudo-Borges, MSc., Licenciada en Bioquímica, Inv., Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba, e-mail: [efrainrodriguez@infomed.sld.cu](mailto:efrainrodriguez@infomed.sld.cu)

Efraín Rodríguez-Jiménez, Dr.C., Ing., Inv., Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Departamento de Investigaciones. La Habana, Cuba.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

**CONTRIBUCIONES DE AUTOR:** **Conceptualización:** Efraín Rodríguez-Jiménez, Vivian Lago-Abascal, Ernesto Almora-Hernández. **Análisis formal:** Efraín Rodríguez-Jiménez, Vivian Lago-Abascal, Ernesto Almora-Hernández, Susana Matos-Oliveros. **Investigación:** Vivian Lago-Abascal, Susana Matos-Oliveros, Efraín Rodríguez-Jiménez. **Metodología:** Efraín Rodríguez-Jiménez, Vivian Lago-Abascal. **Validación:** Efraín Rodríguez-Jiménez. **Redacción-borrador original:** Vivian Lago-Abascal, Susana Matos-Oliveros, Efraín Rodríguez-Jiménez. **Redacción - revisión y edición:** Vivian Lago-Abascal, Susana Matos-Oliveros, Efraín Rodríguez-Jiménez. **Apoyo técnico:** Liz Bárbara Pereira-Cuní, Raisa Monteagudo-Borges. **Aprobación final:** Efraín Rodríguez-Jiménez.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.