

## Caracterización de ecotipos de *Moringa oleifera* cultivada en Cuba e identificación de isoquercitina

Characterization of *Moringa oleifera* ecotypes grown in Cuba and identification of isoquercitin

Vivian Lago Abascal<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3229-1872>

Ernesto Almora Hernández<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-14431-7004>

Kethia González García<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1485-9249>

Concepción Campa Huergo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9640-7545>

Efraín Rodríguez Jiménez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8315-4413>

<sup>1</sup>Centro de Investigación de Plantas Proteicas y Bioproductos Naturales (CIPB). Departamento de Investigación. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR). Departamento de Química. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [vlago@bionaturasm.cu](mailto:vlago@bionaturasm.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** *Moringa oleifera* Lam. (moringa) es una de las especies más conocidas. Es un árbol con múltiples beneficios y en sus hojas se acumulan altos contenidos de compuestos fenólicos.

**Objetivo:** Caracterizar los compuestos fitoquímicos de los ecotipos Supergenius, Plain y Criolla e identificar la presencia de isoquercetina en hojas y el extracto etanólico 70 % v/v de *M. oleifera*.

**Métodos:** La caracterización fitoquímica se realizó por la metodología clásica de fraccionamiento con solventes de diferente polaridad (n-hexano, etanol y agua) descrita por Miranda. La detección y cuantificación de isoquercetina fue mediante la cromatografía en capa fina y cromatografía líquida de alta presión.

**Resultados:** El tamizaje fitoquímico evidenció la presencia de flavonoides, aceites y grasas, triterpenos/esteroides, azúcares reductores, fenoles y taninos. No se detectaron saponinas, glucósidos cardiotónicos, esteroides, quinonas, resinas, lactonas y cumarinas en ninguno de los ecotipos. La evaluación confirmó la presencia de compuestos fenólicos y la presencia de isoquercetina por cromatografía en capa fina y cromatografía líquida de alta presión en las hojas de *Moringa oleifera*.

**Conclusiones:** Se demostró que las hojas de los ecotipos Plain, Supergenius y Criolla de moringa presentan similitud en los compuestos químicos y se expuso la presencia de isoquercetina en las hojas y el extracto etanólico 70 % v/v.

**Palabras clave:** moringa; isoquercetina; cromatografía líquida de alta presión.

## ABSTRACT

**Introduction:** *Moringa oleifera* Lam. (moringa) is one of the best known species. It is a tree with multiple benefits and its leaves accumulate high contents of phenolic compounds.

**Objective:** To characterize phytochemically of the Supergenius, Plain y Criolla ecotypes and identify the presence of isoquercetin in leaves and the ethanolic extract 70% v/v of *M. oleifera*.

**Methods:** The phytochemical characterization was performed by the classical methodology of fractionation with solvents of different polarity (n-hexane, ethanol and water) described by Miranda. The detection and quantification of isoquercetin was by thin layer chromatography and high pressure liquid chromatography.

**Results:** Phytochemical screening showed the presence of flavonoids, oils and fats, triterpenes/steroids, reducing sugars, phenols and tannins. No saponins, cardiotonic glycosides, sterols, quinones, resins, lactones and coumarins were detected in any of the ecotypes. The evaluation confirmed the presence of phenolic compounds and the presence of isoquercetin by thin layer chromatography and high-pressure liquid chromatography in *Moringa oleifera* leaves.

**Conclusions:** It was demonstrated that the leaves of the moringa ecotypes called Plain, Supergenius and Criolla present similarity in the chemical compounds and the presence of isoquercetin in the leaves and the ethanolic extract 70 % v / v were exposed.

**Keywords:** moringa; isoquercetin; high pressure liquid chromatography.

Recibido: 25/05/2021

Aceptado: 31/01/2022

## Introducción

En los últimos años, un gran número de plantas han sido ampliamente estudiadas. Se han encontrado que muchas de ellas presentan componentes bioactivos que exhiben propiedades farmacológicas con significación terapéutica en el sistema de la medicina tradicional.<sup>(1)</sup>

*Moringa oleifera* Lam. pertenece a la familia Moringaceae, es una planta originaria del estado de Kerala en la India y entre sus ecotipos se destacan Supergenius y Plain. Entre ellos no se describen diferencias marcadas, sólo difieren en el tamaño de las vainas. En la primera variedad el fruto es mayor con respecto a la segunda, la cual posee similitud con los frutos de la Criolla adaptada en Cuba.<sup>(2)</sup> *Moringa oleifera* también se conoce como tilo blanco o palo blanco y se encuentra distribuida a lo largo del territorio nacional. Esta planta muestra una amplia gama de beneficios y es considerada uno de los árboles más útiles hasta el presente.

Esta especie posee además propiedades nutraceuticas (vitaminas A, B, C y minerales como Ca y K) y es utilizada como suplemento nutricional y forraje animal.<sup>(3)</sup> Sus órganos presentan propiedades medicinales.<sup>(4)</sup> y también ha sido empleado como biogás o combustible.<sup>(5)</sup> Se referencian, además estudios que reconocen a la especie como promisoría para los sistemas de corte y pastoreo<sup>(6)</sup> y en el tratamiento de residuales líquidos.<sup>(7)</sup>

En Cuba, *M. oleifera* ha sido objeto de estudio en los últimos años. Se han desarrollado investigaciones relacionadas con el contenido de metabolitos secundarios de extractos de las hojas de tres ecotipos de la planta cultivadas en el país.<sup>(8)</sup>

Las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis producen metabolitos que son necesarios para el desarrollo de su ciclo de vida. Las hojas de moringa poseen altos contenidos de compuestos fenólicos estudiados por sus aplicaciones biológicas.<sup>(9)</sup> Por esta razón, se requiere realizar la caracterización química de hojas y del extracto, lo que contribuye a comprobar la presencia de compuestos bioactivos.<sup>(10)</sup> Los análisis cualitativos mediante ensayos fitoquímicos y cromatografías de capa fina (CCF) resultan métodos sencillos y prácticos para fines analíticos aplicables a sistemas productivos.<sup>(11)</sup> Tal es el caso de la isoquercetina, que es una forma natural de la quercetina.<sup>(12)</sup>

Por las razones antes expuestas fue objetivo de la investigación caracterizar los compuestos fitoquímicos de los ecotipos Supergenius, Plain y Criolla de *Moringa oleifera* e identificar la presencia de isoquercetina en hojas y el extracto etanólico 70 % v/v.

## Métodos

Se utilizó el material vegetal con identificación botánica de la especie *Moringa oleifera* Lam. 1783, perteneciente al género *Moringa*, familia Moringaceae, orden Brassicales, superorden Rosanae, grupo monofilético Eudicotiledóneas, del reino Plantae. Las semillas de los ecotipos Plain y Supergenius fue donación de la India. La variedad Criolla es de origen nacional y se conserva en el Banco Nacional de Germoplasmas de la Unidad Básica Productiva “El Pitirre” perteneciente al Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales en Los Palacios, Pinar del Río.

Las hojas frescas de *Moringa oleifera* Lam. de los tres ecotipos se recolectaron de especímenes cultivados según las normas y guías de buenas prácticas de producción (BPP) en la finca “Futuro lechero”, con localización geográfica 23° 04’ 20” N y 82° 29’ 20” E, Reparto Siboney, Municipio Playa, La Habana. Fueron recolectadas en el mes de julio de 2015 de forma manual, se colocaron en cajas plásticas sobre mantas previamente higienizadas con alcohol 70 % v/v y se transportaron en un vehículo cerrado para el beneficio. Las hojas se separaron de los raquis (despalille) de forma manual, y de inmediato fueron lavadas mecánicamente y escurridas por centrifugación. Se colocaron en bandejas de acero inoxidable para el secado en hornos solares CONA con tiro de aire a temperatura controlada (menor de 45 °C) hasta lograr una humedad inferior a 12 %. Las hojas secas se conservaron en bolsas de polietileno hasta su análisis.

### Tamizaje fitoquímico de los ecotipos de moringa

La evaluación se realizó en el Departamento de Química del Instituto de Ciencias del Mar (ICIMAR), La Habana, Cuba y el procesamiento de las hojas frescas fue individual para cada ecotipo. Se determinó la presencia de grupos químicos mediante ensayos cualitativos a través de la metodología clásica de fraccionamiento con solventes de diferente polaridad como n-hexano, etanol y agua, según la metodología descrita por *Miranda*.<sup>(13)</sup>

Se pesaron 10 g de hojas de cada ecotipo y las soluciones para los ensayos fueron previamente preparadas y se mezclaron los volúmenes correspondientes justo en el momento de realizar el ensayo. El resultado de cada uno de los ensayos se interpretó como positivo de acuerdo a los criterios expuestos en el libro de Farmacognosia y Química de los Productos Naturales.

## **Análisis cualitativo y cuantitativo de las hojas secas y el extracto etanólico 70% (v/v) del ecotipo Criolla**

El análisis se efectuó en el Centro de Investigación de Ginseng y Materiales de Medicina e Instituto Nacional de Medicina, Ho Chí Minh, Vietnam, mediante acuerdos de colaboración. Con el propósito de comprobar cualitativamente la presencia de compuestos fenólicos en las hojas secas y en el extracto se realizó el análisis por el método de reacción química, según la metodología descrita en Farmacopea Vietnamita.<sup>(14)</sup>

El extracto etanólico 70 % (v/v) se preparó según la metodología descrita por *Miranda*.<sup>(13)</sup> La relación utilizada en la preparación del extracto fue de una proporción 1:10 (p/v). El material vegetal previamente molido se pesó y se maceró con agitación manual a intervalos durante seis días con cambio de solvente al tercer día. El extracto obtenido al tercer y al sexto día se colectó, se filtró a través de papel Whatman N° 1 y se concentró 10 veces al vacío en un rotoevaporador BUCHI R-205 a temperatura menor de 50 °C. El extracto se dispensó en bulbos previamente identificados, a razón de 50 mL y se conservó a 4 °C.

La evaluación cualitativa del extracto de 70 % v/v fue por reacción con NaOH, FeCl<sub>3</sub> y Pb (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> y se empleó 2 mL del extracto de forma independiente. Los criterios de positividad fueron la turbidez, el color oscuro y la formación de precipitado.

La presencia de isoquercetina en la muestra se realizó por cromatografía de capa fina (CCF) en placas preelaboradas de sílica gel 60 F 254, según *Wagner*.<sup>(15)</sup> Se utilizó como patrón isoquercetina (Merck).

La aplicación se efectuó mediante capilares y se realizaron varias corridas independientes en las que se utilizaron como fase móvil una mezcla de los siguientes solventes: acetato de etilo, agua destilada, ácido fórmico (8:0.5:0.5) y acetato de etilo, metanol y ácido fórmico (30:2:1:1). El solvente se evaporó para efectuar la corrida dentro de una cámara de vidrio con los solventes elegidos. Las detecciones de las bandas se observaron a luz UV con longitud de onda 254 nm y

365 nm. El factor de retención  $R_f$  se calculó como el cociente entre la distancia recorrida por el compuesto desde el punto de aplicación y la distancia recorrida por el frente del solvente.

La presencia de isoquercetina se confirmó de forma cuantitativa mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC). Se utilizó el sistema Shimadzu con las siguientes condiciones de trabajo: fase móvil Acetonitrilo/ $H_3PO_4$  (15:85) en agua pura 0,1 % (v/v), columna Ascentis C18 (25 cm x 4,6 mm x 5  $\mu$ m) (Supelco Scientific), detector de arreglo de diodo (DAD) y bomba LC-20 AD con un flujo de 1 mL/min. La lectura se realizó a 255 nm. El volumen de muestra fue de 20  $\mu$ L y se empleó como patrón isoquercetina (Merck).

Para la determinación cuantitativa se estimó el tiempo de retención del estándar y la muestra. El contenido de isoquercetina se calculó y se comparó con el patrón del compuesto de la curva de calibración. El análisis se realizó a partir de la curva de calibración y los valores de las concentraciones de isoquercetina de las tres réplicas evaluadas.

## Resultados

### Tamizaje fitoquímico de las hojas frescas de los ecotipos Supergenius, Plain y Criolla de *Moringa oleifera*

El ecotipo Plain evidenció una fuerte reacción en la fase etérea correspondiente a los compuestos aceites y grasas, y los triterpenos/esteroides, lo que sugirió la presencia de alcaloides. Similares resultados se encontraron en la fase etanólica para los grupos químicos triterpenos/esteroides, fenoles y taninos, aminoácidos, azúcares reductores y alcaloides. Además, mostró una coloración débil para el ensayo de catequinas y flavonoides. En el ensayo para la fase acuosa las coloraciones fueron fuertes para azúcares reductores, fenoles y taninos, y flavonoides a diferencia de las fases etérea y etanólica. El resultado para alcaloides fue débil frente al reactivo de Dragendorff. El resultado de las fases analizadas mostró el poder extractivo para los metabolitos obtenidos en la fracción etanólica (Tabla 1).

El ecotipo Criolla manifestó en la fase etérea una alta reacción para los aceites y grasas, triterpenos/esteroides y alcaloides para el reactivo de Wagner. En la fracción etanólica la reacción para triterpenos/esteroides, azúcares reductores, fenoles/taninos, flavonoides, aminoácidos y alcaloides con el reactivo de Wagner fue positiva y la reacción a catequinas fue

media. En la fase acuosa se encontró una alta reacción a fenoles y taninos, flavonoides y azúcares reductores y una débil reacción a alcaloides con el reactivo de Dragendoff. Los resultados observados para el ensayo de alcaloides sugieren la presencia de este metabolito en las tres fases (Tabla 1).

La fase etérea del ecotipo Supergenius evidenció una fuerte positividad a triterpenos/esteroides, y aceites/grasas, mientras que en la fase etanólica la reacción fuerte fue para triterpenos/esteroides, azúcares reductores, fenoles/taninos y aminoácidos, y una reacción media para flavonoides. Para la fase acuosa hubo una fuerte presencia de flavonoides y fenoles/taninos. En relación a la presencia de alcaloides la fase acuosa reaccionó débilmente con el reactivo de Dragendorf, aunque las fracciones etéreas y etanólica reaccionaron positivamente con el reactivo de Wagner (Tabla 1).

En la fracción etanólica se encontraron similares resultados entre los tres ecotipos de *Moringa oleifera* estudiados, los cuales mostraron una fuerte coloración característica de grupos químicos como triterpenos/esteroides, fenoles/taninos y flavonoides. Esto demostró el carácter polar de estos metabolitos presentes en la planta.

Se obtuvo una reacción media en la fase acuosa que corresponden a alcaloides y fuerte coloración para taninos, flavonoides y azúcares reductores, mientras que para Supergenius no se detectaron compuestos reductores.

El tamizaje fitoquímico de los tres ecotipos analizados indicó homogeneidad entre los compuestos, triterpenos/esteroides, fenoles, taninos y azúcares reductores, y heterogeneidad en catequinas y flavonoides.

**Tabla 1** - Tamizaje fitoquímico de ecotipos de hojas secas de *Moringa oleifera*

| Grupos químicos          |             | Extracto etéreo |     |     | Extracto etanólico |     |     | Extracto acuoso |   |     |
|--------------------------|-------------|-----------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----------------|---|-----|
|                          |             | C               | S   | P   | C                  | S   | P   | C               | S | P   |
| 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            |   |   |   | -   | -   | -   |     |     |     |
| Esteroles                | - | - | - |     |     |     |     |     |     |
| Resinas                  |   |   |   | -   | -   | -   |     |     |     |

+++ : reacción alta; ++ : reacción media; + : reacción débil; - : reacción negativa.

### Análisis cualitativo de las hojas secas y el extracto etanólico al 70% (v/v) del ecotipo Criolla

Aunque se evidenció que los tres ecotipos de *Moringa oleifera* estudiados presentaron un potencial para generar extractos con actividad biológica se decidió realizar la extracción etanólica 70 % (v/v) en el ecotipo Criolla, de acuerdo a la fuerte reacción que manifestó en la fracción etanólica. El análisis cualitativo realizado a las hojas y al extracto etanólico 70 % (v/v) mostró resultados colorimétricos positivos para la presencia de grupos fenólicos (Fig. 1), lo que corroboró los resultados expuestos anteriormente.



1: control; 2: extracto + NaOH; 3: extracto + FeCl<sub>3</sub>; 4: extracto + Pb (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.

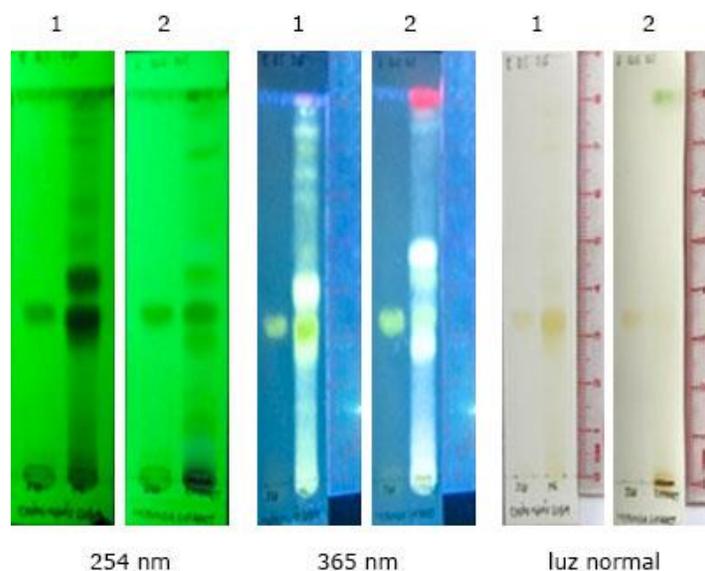
**Fig. 1** - Análisis cualitativo de la presencia de compuestos fenólicos en los extractos etanólicos de hojas y el extracto etanólico 70 % (v/v).

La formación de un precipitado luego de la adición del acetato de plomo Pb (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> a las muestras de extractos etanólicos 70 % (v/v) demostró la presencia de flavonoides del tipo

flavonol (quercetina o isoquercetina) y sugirió, además, que los flavonoides presentes contienen grupos hidroxilos catecólicos en el anillo beta o grupos hidroxilos cercanos al grupo carbonilo. El procedimiento para hojas y para la extracción etanólica 70 % (v/v) fue positivo en cuanto a la presencia de grupos fenólicos característicos de los flavonoides.

### **Determinación de isoquercetina por CCF en hojas y extracto etanólico 70 % (v/v) del ecotipo Criolla**

Para la identificación de la isoquercetina se realizó una CCF basada específicamente en la identificación de este metabolito. En la corrida cromatográfica se observaron varias bandas correspondientes a la isoquercetina a las longitudes de ondas 254 nm y 365 nm, con valor Rf igual a 3,4 (Fig. 2).

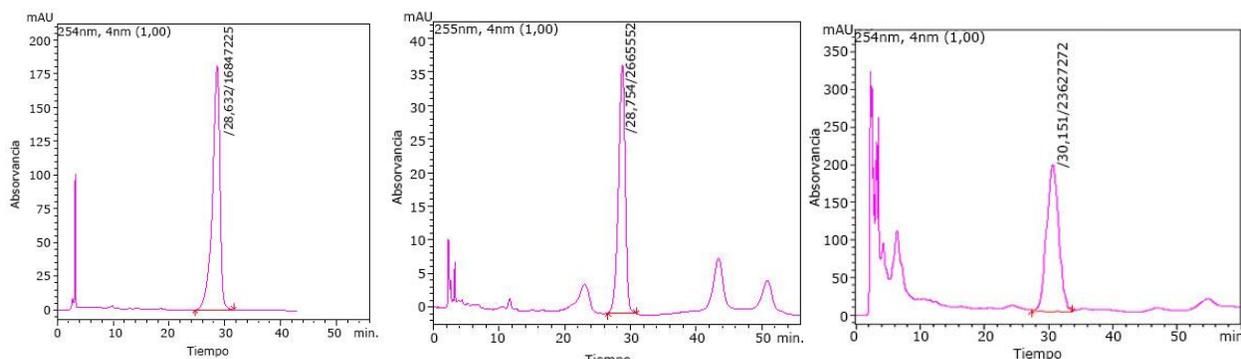


**Fig. 2** - Presencia de isoquercetina por cromatografía en capa fina del extracto etanólico de hojas (1) y del extracto etanólico 70 % (v/v) (2).

### **Análisis cuantitativo de isoquercetina por cromatografía líquida de alta presión de las hojas secas y el extracto etanólico 70 % (v/v)**

Las semejanzas de los cromatogramas por CCF en las dos longitudes de ondas entre el patrón de isoquercetina, el extracto etanólico de hoja seca y el extracto etanólico al 70 % (v/v) del ecotipo

Criolla conllevó a cuantificar por cromatografía líquida de alta presión (HPLC) la presencia de este metabolito. El análisis reveló la existencia de un pico mayoritario con tiempo de elución de 30 min para el extracto etanólico y de 28 min para la hoja, similar al del patrón de isoquercetina, además de otros picos minoritarios en ambos casos (Fig. 3).



1: patrón de isoquercitina; 2: extracto etanólico de hoja; 3: extracto etanólico 70% (v/v).

**Fig. 3 - Cromatogramas.**

El contenido de isoquercetina en el extracto etanólico de hojas secas de *Moringa oleifera* fue de 0,128 % y en el extracto etanólico 70 % v/v fue de 1,988 %.

## Discusión

El tamizaje evidenció una discreta diferencia entre los ecotipos estudiados. La presencia de grupos químicos detectada fue similar a lo expuesto por Palomino<sup>(16)</sup> para estas fases, aunque con una reacción mayor que la informada por ese autor. En otra evaluación se identificó en extracto etanólico la presencia de fenoles, taninos, flavonoides, alcaloides, terpenoides, glucósidos y saponinas,<sup>(17)</sup> a diferencia del presente estudio que no se evidenció la presencia de estos dos últimos metabolitos. La presencia negativa en las hojas de moringa de saponina coincidió con lo expuesto por Linares,<sup>(18)</sup> que no observó la formación de la capa espumosa. La fase acuosa careció de alcaloides y terpenoides,<sup>(19)</sup> lo que difiere con lo visualizado en este trabajo para alcaloides.

Otro estudio de tamizaje fitoquímico de las hojas y de diferentes extractos de hojas de moringa (etanólico, metanólico y acuoso) reveló que en el extracto metanólico se observó la presencia de saponinas, flavonoides, esteroides, fenoles, glucósidos, y taninos.<sup>(20)</sup> *Moringa oleifera* es una de

las fuentes potentes de varios ingredientes activos como flavonoides, taninos, saponinas, terpenoides, proantocianidinas y glucósidos cardíacos, que por sus efectos antioxidantes tienen propiedades terapéuticas que combaten los síntomas de la diabetes y regeneran las células  $\beta$  del páncreas.<sup>(21,6)</sup> Varios autores refieren el uso de ensayos colorimétricos para la determinación de la presencia de diferentes metabolitos secundarios, que constituye una herramienta sencilla y práctica para la caracterización parcial de un extracto vegetal.<sup>(22)</sup>

La fuerte presencia de compuestos fenólicos en el análisis cualitativo de las hojas y el extracto etanólico 70 % (v/v) detectada en este estudio es de gran interés biológico. Varios son los autores que plantean que el extracto de *Moringa oleifera* presenta compuestos fenólicos que basan su acción en eliminar los radicales libres que se producen en la peroxidación lipídica.<sup>(23)</sup> Además, los compuestos fenólicos, los flavonoides y los taninos presentes en la planta también inhiben la sacarosa intestinal y en cierta medida la  $\alpha$ -amilasa pancreática, regulando la homeostasis de la glucosa postprandial.<sup>(24)</sup>

Se demostró que el extracto de hojas de *Moringa oleifera* de Camboya posee potentes actividades antioxidantes y disminuye los niveles de glucosa en sangre.<sup>(25)</sup> Además, el extracto de hoja protege el riñón contra el daño mediado por especies reactivas de oxígeno (ROS) y mejora las defensas antioxidantes celulares y minimiza la hiperglucemia en el grupo de extracto de *Moringa oleifera*. Por lo tanto, el extracto de hoja de esta variedad podría ser utilizado como una fuente de antioxidantes naturales y agentes antidiabéticos y, puede tener una aplicación potencial como reactivo terapéutico.

Es importante tener en cuenta la influencia de parámetros como la agitación en la obtención del extracto.<sup>(26)</sup> Su presencia en el proceso desplaza el equilibrio en el sentido de la saturación del solvente y aumenta la superficie de contacto entre el soluto y el solvente y por tanto su eficiencia.<sup>(27)</sup>

Los resultados de este estudio fueron análogos con otros realizados anteriormente,<sup>(19,8,24)</sup> los cuales mostraron la presencia de flavonoides en el extracto de hojas de *M. oleifera* y las propiedades biológicas (antioxidante, antitumoral y antidiabéticas) asociadas a este metabolito. La evaluación mostró la caracterización cualitativa de las hojas y el extracto, además estableció su perfil cromatográfico. Fue posible corroborar la presencia de compuestos de naturaleza fenólica con demostradas propiedades biológicas.<sup>(4)</sup> Dentro de ellos, los flavonoides, los cuales son objeto de estudio por su capacidad antioxidante<sup>(3)</sup> y propiedades antimicrobianas frente a

patógenos de plantas y animales.<sup>(4,7)</sup> Los ensayos cualitativos brindan información de importancia para la caracterización de un material vegetal.<sup>(11)</sup>

Otros autores referencian sistemas de solventes de diferentes polaridades para la corrida cromatográfica de extractos etanólicos de las hojas de *M. oleifera*.<sup>(28,29,30)</sup> En ninguno de los trabajos antes citados se relacionan los valores Rf a grupos de compuestos, lo que representa una desventaja respecto al resultado obtenido en este trabajo.

En el extracto de las hojas de moringa se encontraron concentraciones de isoquercetina de  $312 \pm 42 \mu\text{M}$ ,<sup>(31)</sup> lo que corrobora la existencia de este compuesto en los extractos evaluados. El alto contenido de flavonoide está en correspondencia a lo planteado,<sup>(32)</sup> para las diferentes partes de *M. oleifera* que se encuentra una gran cantidad de moléculas químicas que presentan funciones fisiológicas. La isoquercetina es un componente importante en la investigación y ha sido cuantificada en *Moringa oleifera*.<sup>(33)</sup>

Este flavanol es un compuesto de quercetina y beta-glucósido. Es uno de los flavanoles más conocido y ejerce funciones como antioxidante, antiinflamatorio, antialérgico y presenta biodisponibilidad.<sup>(34)</sup> Los flavonoides al ser metabolitos secundarios que se encuentran fundamentalmente en forma de glucósidos, les confieren una alta solubilidad en agua y disolventes polares, lo cual se incrementa por la alta polaridad de sus estructuras. Este compuesto se extrae de forma eficiente con alcoholes de baja masa molecular, en particular metanol y etanol. Cuando el material es seco ofrece ventajas emplear una serie de extracciones con tres o cuatro disolventes, incrementando la polaridad.<sup>(35)</sup>

A modo de conclusión se pudiera afirmar que las hojas de los ecotipos Plain, Supergenius y Criolla de Moringa presentan similitud en los compuestos químicos y que el extracto etanólico 70 % v/v demostró la presencia de isoquercetina en las hojas.

## Referencias bibliográficas

1. Dhakad AK, Ikram M, Sharma S, Khan S, Pandey VV, Singh A. Biological, nutritional and therapeutic significance of *Moringa oleifera* Lam. *Phytother Res.* 2019;33(11):2870-2903. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6475>

2. Berendsohn WG, Gruber AK, Monterrosa JA, Cuscatlanica S. Árboles nativos e introducidos de El Salvador. Englera. 2012 [acceso: 30/12/2021];29(2):1-300. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/24368335>
3. Martín C, Martín G, García A, Fernández T, Hernández E, Puls J. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes. 2013 [acceso: 30/12/2021];36(2):137-149. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001)
4. Zi Jun S, Ying Hua L, Bin Y, Zhi Yong L, Yan Z, Hong Jun Y, *et al.* Textual research on traditional application of moringa. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2020;45(12):2800-7. DOI: <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.20200401.101>
5. Paula C, Sousa DO, Oliveira JT, Carvalho AF, Alves BG, Pereira ML, *et al.* A protein isolate from *Moringa oleifera* leaves has hypoglycemic and antioxidant effects in alloxan-induced diabetic mice. Molecules. 2017;22(2):271. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules22020271>
6. Toral O, Cerezo Y, Reino J, Santana H. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* Lam. en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes. 2013 [acceso: 30/12/2021];36(4):409-16. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942013000400002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942013000400002)
7. Rondón M, Díaz Y, Rodríguez S, Guerra B, Fernández E, Tabio D. Empleo de semillas de *Moringa oleifera* en el tratamiento de residuales líquidos. Ing Hidraul Ambient. 2017 [acceso: 30/12/2021];38(2):87-101. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n2/riha07217.pdf>
8. Abascal V. Actividad antimicrobiana de extractos de hojas secas de tres variedades de *Moringa oleifera* Lam cultivadas en Cuba [Tesis de curso]. La Habana: Universidad de la Habana; 2015.
9. Kotb D, Shahein M, Abd M, Metwally M. Determination of polyphenolic compounds and antioxidant activity of olive leave, moringa leave and marigold petals extracts. World J Dairy & Food Sci. 2017;12(2):102-7. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2017.102.107>
10. Rodríguez C, Gilbert B, Mendiola JA, Quirantes R, Segura A, Ibáñez E. Optimization of microwave assisted extraction and pressurized liquid extraction of phenolic compounds from *Moringa oleifera* leaves by multiresponse surface methodology. Electrophoresis. 2016;37(13):1938-46. DOI: <https://doi.org/10.1002/elps.201600071>

11. Swathi S. Phytochemical screening and TLC studies of *Moringa oleifera* extract: their antibacterial and anti-oxidant activities. International J Current Pharma Research. 2016 [acceso: 30/12/2021];8(1):46-9. Disponible en: <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijcpr/article/view/10605>
12. Vinson JA, Yousef Dabbag A, Mamdouh Sherry M, Jinhee Jang. Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an *in vitro* oxidation model for heart disease. J Agric Food Chem. 1995;11(43):2800-2. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00059a005>
13. Miranda M, Cuellar A. Farmacognosia y Productos Naturales. Manual de Prácticas de Laboratorio. La Habana: Félix Varela, Universidad de la Habana; 2000. pp. 34-50.
14. Organización Mundial de la Salud. Situación reglamentaria de los medicamentos herbarios. Farmacopea Vietnamita. OMS. 1996 [acceso: 30/12/2021]. Disponible en: [https://www.paho.org/sites/default/files/pm\\_situacion\\_medicamentos-herbarios\\_0.pdf](https://www.paho.org/sites/default/files/pm_situacion_medicamentos-herbarios_0.pdf).
15. Wagner H, Bladt S. Plant drug analysis a thin layer chromatography. Berlín: Springer Verlag; 1996. p 357.
16. Palomino Vallejo RI. Efecto de las hojas de *Moringa oleifera* sobre el control de la glucemia en ratas diabéticas inducidas: revisión sistemática [Tesis de maestría]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola; 2020.
17. Irfan HM, Asmawi MZ, Khan NA, Sadikun A. Effect of ethanolic extract of *Moringa oleifera* Lam. Leaves on body weight and hyperglycemia of diabetic rats. Pakistan J Nutr. 2016;15(2):112-7. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.112.117>
18. Linares Rivero C, Quiñones Gálvez J, Pérez Martínez AT, Carvajal Ortiz CC, Rivas Paneca M, Cid Valdez GA, *et al.* Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam. mediante el uso de diferentes métodos de extracción. Inst Biotecnol Plant Biot Veg. 2018 [acceso: 30/12/2021];18(1):47-56. Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/575>
19. Irfan H, Asmawi M, Khan N, Sadikun A, Mordi M. Anti-diabetic activity-guided screening of aqueous-ethanol *Moringa oleifera* extracts and fractions: Identification of marker compounds. Trop J Pharm Research. 2017;16(3):543-52. DOI: <https://doi.org/10.4314/tjpr.v16i3.7>
20. Olayaki LA, Irekpita JE, Yakubu MT, Ojo OO. Methanolic extract of *Moringa oleifera* leaves improves glucose tolerance, glycogen synthesis and lipid metabolism in alloxan-induced

- diabetic rats. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2015;26(6):585-93. DOI: <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2014-0129>
21. Ahmed H, El-darier S, Migahid M, Belkasem K. Biological activity of *Moringa oleifera* Lam. on *Citrullus lanatus* Thunb. in sustainable agriculture practices. Adv Environ Biolog. 2019;13(7):1-9. DOI: <https://doi.org/10.22587/aeb.2019.13.7.1>
22. Bueno P, Russelle M, Raymond C, Macapulay R, Jayson F, Heralde F. Thin layer chromatography (TLC) and high-performance liquid chromatography (HPLC) profiling and phytochemical analysis of *Euphorbia hirta*, *Gliricidia sepium* and *Moringa oleifera* methanol extracts. Der Pharma Chemic. 2016 [acceso: 30/12/2021];8(2):43-8. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/292615806cts>
23. Nogales HS. Actualidad de *Moringa oleifera* en terapéutica [Tesis de grado]. Madrid: Facultad de farmacia. Universidad Complutense; 2019.
24. Vergara Jimenez M, Almatrafi M, Fernandez M. Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. Antioxidants. 2017;6(4):91. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox6040091>
25. Tang Y, Choi EJ, Han WC, Oh M, Kim J, Hwang JY, et al. *Moringa oleifera* from Cambodia ameliorates oxidative stress, hyperglycemia and kidney dysfunction in type 2 diabetic mice. J Med Food. 2017;20(5):502-10. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.3792>
26. Khoddami A, Wilkes M, Roberts T. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules. 2013;18(2):2328-75. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules18022328>
27. Azwanida N. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. Medicinal & Aromatic Plants. 2015;4(196):1-6. DOI: <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
28. Rani NZ, Husain K, Kumolosasi E. *Moringa* genus: A review of phytochemistry and pharmacology. Front Pharmacol. 2018;9(108):1-26. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01109>
29. Enwa F, Omojate C, Adonu C. A review on the phytochemical profile and the antibacterial susceptibility pattern of some clinical isolates to the ethanolic leaves extract of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). Int J Adv Res. 2013 [acceso: 30/12/2021];1(5):226-38. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/270904576\\_A\\_Review\\_on\\_the\\_Phytochemical\\_Profile](https://www.researchgate.net/publication/270904576_A_Review_on_the_Phytochemical_Profile)

and the Antibacterial Susceptibility Pattern of Some Clinical Isolates to the Ethanolic Leaves Extract of *Moringa oleifera* LAM Moringaceae

30. Perera PK, Subasinghe UL, Arawwawala LD. Evaluation of physico-chemical properties and antioxidant capacity of leaf powder of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) grown in Sri Lanka. Asian J Med Health Res. 2017 [acceso: 30/12/2021];2(5):1-9. Disponible en: <https://www.researchgate.net/31663428531>
31. Sciara TR, Perry CJ, Mowa CN, Cartaya Marin CP. *Moringa oleifera* phytochemical composition and the influence of environmental growing conditions [Tesis de grado]. Carolina del Norte: Appalachian State University; 2018 [acceso: 30/12/2021]. Disponible en: [https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Sciara\\_Tanner%20Spring%202018%20Thesis.pdf](https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Sciara_Tanner%20Spring%202018%20Thesis.pdf)
32. Karim NA, Ibrahim MD, Kntayya SB, Rukayadi Y, Hamid HA, Razis AF. *Moringa oleifera* Lam: Targeting chemoprevention. Asian Pac J Cancer Prev. 2016 [acceso: 30/12/2021];17(8):3675-86. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27644601>
33. Vongsak B, Sithisarn P, Gritsanapan W. Simultaneous determination of crypto-chlorogenic acid, isoquercetin and astragaloside contents in *Moringa oleifera* leaf extracts by TLC-densitometric method. 2013;2013: 917609. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/917609>
34. Orfali GC, Duarte AC, Bonadio V, Martínez NP, de Araújo ME, Priviero FBM, et al. Review of anticancer mechanisms of isoquercetin. World J Clin Oncol. 2016;7:189. DOI: <https://doi.org/10.5306/wjco.v7.i2.189>
35. Ruiz G. Identificación preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de *Morinda citrifolia* L. (noni) y cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales. SCIENTIA. 2018 [acceso: 30/12/2021]. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/UCV-SCIENTIA/article/view/405/286.2012>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Vivian Lago Abascal, Ernesto Almora Hernández.

*Curación de datos:* Vivian Lago Abascal, Ernesto Almora Hernández, Kethia González García.

*Investigación:* Vivian Lago Abascal, Ernesto Almora Hernández.

*Metodología:* Vivian Lago Abascal, Ernesto Almora Hernández, Kethia González García.

*Administración del proyecto:* Efraín Rodríguez Jiménez, Concepción Campa Huergo.

*Recursos:* Vivian Lago Abascal, Ernesto Almora Hernández, Kethia González García.

*Redacción del borrador original:* Vivian Lago Abascal.

*Redacción, revisión y edición:* Efraín Rodríguez Jiménez.