

## Análisis farmacognóstico preliminar de las semillas de *Moringa Oleifera* Lam cosechadas en Cuba

### Preliminary pharmacognitive analysis of *Moringa oleifera* Lam seeds harvested in Cuba

Dr. C. Mercedes Campo Fernández,<sup>I</sup> Lic. Yuliamny Adames Fajardo,<sup>II</sup>  
Dr. C. Adonis Bello Alarcón,<sup>III</sup> MSc. Ramón Scull Lizama,<sup>IV</sup> Dr. C. Gustavo  
Bracho Granado,<sup>II</sup> MSc. Alen Nils Baeza Fontes<sup>V</sup>

<sup>I</sup> Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.

<sup>II</sup> Instituto Finlay. La Habana, Cuba.

<sup>III</sup> Facultad de Ciencias Química de la Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

<sup>IV</sup> Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL). Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.

<sup>V</sup> Laboratorio Universitario para la caracterización de la estructura de la sustancia (LUCES). Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** la *Moringa oleífera* Lam. (moringa) es una especie de reconocido uso tanto para humanos como para animales. Sus semillas constituyen una fuente de aceites fijos con un elevado contenido de ácidos grasos insaturados y en particular de ácido oleico. Este aceite se puede emplear en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética, incluso como biodiesel.

**Objetivo:** desarrollar el análisis farmacognóstico preliminar de las semillas de *Moringa oleífera* Lam cosechadas en el municipio Jovellanos, provincia de Matanzas, Cuba.

**Métodos:** las semillas de moringa fueron evaluadas según algunos parámetros farmacognósticos como: características organolépticas, descripción micromorfológica, pérdida por desecación y cenizas totales. La extracción de las semillas y la nuez, previo proceso de secado en estufa, se realizó mediante *Soxhlet* y maceración, utilizando hexano como menstuo. Adicionalmente, se efectuó el análisis químico de los aceites obtenidos por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG-EM).

**Resultados:** los parámetros farmacognósticos evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por las monografías oficiales. La descripción

micromorfológica de la droga, mostró la presencia de almidón, cristales de oxalato de calcio y aceites o grasas. El análisis por CG-EM, de los aceites extraídos a partir de la semilla y la nuez, mostró que el ácido oleico, con un porcentaje superior al 50 %, el ácido palmítico, el ácido esteárico y el ácido behénico, son los ácidos grasos mayoritarios.

**Conclusiones:** independientemente del método de extracción utilizado, la composición química cualitativa de los aceites obtenidos es similar. En todos los casos el ácido oleico resulta el de mayor proporción. El resto de los componentes se mantienen en niveles similares en todas las muestras analizadas.

**Palabras clave:** semillas, *Moringa oleífera*, ácidos grasos, ácido oleico.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** *Moringa oleifera Lam* (moringa) is a species of recognized use for both humans and animals. The seeds are a source of fixed oils with high content of unsaturated fatty acids and especially oleic acid. This oil can be used in food, pharmaceutical and cosmetic products and as well as in biodiesel.

**Objective:** to develop preliminary pharmacognostic analysis using seeds of *Moringa oleifera Lam* harvested in Jovellanos municipality, Matanzas, Cuba.

**Methods:** moringa seeds were evaluated according to some pharmacognostic parameters: organoleptic, micromorphological description, loss on drying and total ash. The extraction of the seeds and nuts, after oven drying process, was performed by Soxhlet and maceration, using hexane as solvent. Furthermore, the analysis of oils obtained by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) was performed.

**Results:** pharmacognive parameters are within the limits set by the official monographs. Micromorphological description of the drug showed grain starch, calcium oxalate crystals and, oils or fats. The GC-MS analysis of the oil obtained from the seed and nut showed that oleic acid (percentage greater than 50%), palmitic acid, stearic acid and behenic acid, are the main fatty acids.

**Conclusions:** regardless of the extraction method used, the qualitative chemical composition of oils obtained is similar. In all cases, the oleic acid proves to be the major component. The remaining components are kept at similar levels in all tested samples.

**Keyword:** seed, *Moringa oleifera*, fatty acids, oleic acid.

---

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, para la producción de medicamentos y el tratamiento farmacológico de las enfermedades se parte de la utilización de las plantas.<sup>1,2</sup> En las últimas décadas, a nivel mundial, se aprecia un incremento en el uso de medicamentos herbarios, que desafortunadamente coincide con el aumento del número reportes acerca de pacientes que sufren efectos perjudiciales para la salud, por su uso. Existen estudios que revelan la relación directa de los acontecimientos adversos notificados con la existencia de medicamentos herbarios de mala calidad,

---

incluidas las materias primas vegetales medicinales, las que adolecen, en muchos casos, de los debidos controles de calidad.<sup>3</sup>

Tomando como premisa las tendencias actuales que dicta la Organización Mundial de la Salud (OMS) en lo concerniente al trabajo con productos naturales en la terapéutica, la presente investigación tomó a la especie *Moringa oleífera Lam* como objeto de estudio. La *Moringa oleífera Lam* (moringa) es una de las especies más conocidas y ampliamente distribuidas de la familia monogenérica *Moringaceae*.<sup>4,5</sup> Se distribuye en países tropicales y subtropicales, posee gran velocidad de crecimiento, facilidad de cultivo y es resistente a grandes podas y a la sequía. Los estudios de las diferentes partes de la planta señalan el contenido en minerales, vitaminas, proteínas,  $\beta$  carotenos, alcaloides, aminoácidos, ácidos grasos, esteroides, tocoferoles, glucosinolatos y compuestos fenólicos.<sup>6,7,8,9</sup>

La planta entera presenta un elevado valor nutricional tanto para humanos como para animales; otros usos son como fertilizante, combustible biológico (biogás, biodiesel), floculante, para la purificación del agua y reducir su turbidez y la contaminación bacteriana.<sup>10</sup> Adicionalmente, posee interesantes propiedades terapéuticas tales como: estimulante cardíaco y circulatorio, antiinflamatorio, antipirético, antihipertensivo, antiespasmódico, antibacteriano, antifúngico, entre otros usos.<sup>7,11</sup>

De las semillas se puede extraer un aceite con elevado contenido de ácidos grasos y en particular de ácido oleico, equivalente, según la literatura, al aceite de oliva. Este aceite puede ser empleado en el procesamiento de alimentos, en productos farmacéuticos, cosméticos y como biodiesel.<sup>7,9</sup>

En los últimos años en Cuba existe un florecimiento y "redescubrimiento" de la moringa. Se distribuye en todo el territorio nacional y se le conoce como paraíso francés y otros nombres vulgares, tales como: acacia, ben y palo jeringa, así como tilo francés y tilo americano.<sup>10,12</sup>

Considerando la amplia divulgación de las propiedades de la planta y la marcada influencia que pudieran tener los factores medioambientales en la composición química de las semillas, según su sitio de recolección; este trabajo se propuso desarrollar el análisis farmacognóstico preliminar de las semillas de *Moringa oleífera Lam* cosechadas en la localidad de Jovellanos, provincia de Matanzas, Cuba.

## MÉTODOS

### MATERIAL VEGETAL (SEMILLAS DE *MORINGA OLEÍFERA LAM*)

Las semillas (variedad PK 1 de la India) fueron cosechadas en el municipio Jovellanos, Matanzas, Cuba. Las semillas se recolectaron en estado fenológico de fructificación, almacenándose en bolsas de *nylon* a temperatura ambiente. Un espécimen de la planta se envió para su identificación botánica, no contando aún con un número de herbario para la especie objeto de estudio.

Este material vegetal fue sometido a secado artificial, empleando una estufa *MLW MK 100* a una temperatura de 40 °C durante cinco días, hasta peso constante.

**Análisis farmacognóstico de la droga cruda:** la evaluación farmacognóstica de las semillas enteras se realizó según la metodología establecida por la *WHO*<sup>13</sup> y por

*USP-NF*.<sup>14</sup> Los parámetros de control de la calidad evaluados fueron: características organolépticas, pérdida por desecación y cenizas totales, determinaciones realizadas por triplicado.

*Evaluación micromorfológica*: las muestras evaluadas fueron semillas en estado fresco y semillas secas trituradas. Los cortes histológicos de las semillas frescas se realizaron manualmente con ayuda de un bisturí quirúrgico. Las observaciones fueron realizadas con un microscopio chino modelo *N-200M (NOVEL)* con un lente de 10X. Las fotografías se tomaron con una cámara *HDCE-50B* acoplada al microscopio y con la ayuda del programa *Scopelimage Dinamic Pro*.

En los ensayos para detectar la presencia de almidones, grasas y aceites fueron empleadas las técnicas descritas por *Gattuso y Gattuso*.<sup>15</sup> La detección de grasas y aceites fue realizada mediante el reactivo de Sudan III, mientras que la posible presencia de almidones fue determinada con el reactivo de Lugol. Para la detección de aleuronas se empleó la técnica descrita por Johanson,<sup>16</sup> en este caso el colorante nigrosina sugerido en la técnica fue sustituido por eosina.

*Molienda*: se trabajó con la semilla entera y la nuez. La separación de la nuez y la cáscara se realizó manualmente. El proceso de molienda se efectuó a las dos materias primas por separado y se utilizó un molino de cuchilla modelo *Restsch GMBH SM 2000* con una malla de 1,0 mm.

*Extracción de aceite*: el proceso de extracción se realizó mediante el uso del disolvente hexano y utilizando dos métodos: maceración y *Soxhlet*. En ambos casos el proceso extractivo se llevó a cabo en dos matrices: semillas enteras y nuez.

La extracción por *Soxhlet* se realizó en un matraz con 200 mL de hexano y por un tiempo de cuatro horas. Los extractos obtenidos con este método fueron concentrados a sequedad con ayuda de un rotoevaporador *Büchi* (35 °C) utilizando una bomba de vacío *MLW (2DSE4)*, de fabricación alemana y un criostato *MLW (MK 70)*, con valores que oscilaron alrededor de los -18 °C. A los extractos les fue determinado el rendimiento y se rotularon de la siguiente manera: SS: extracto de las semillas y SN: extracto de la nuez.

La extracción por maceración se realizó con el uso de erlenmeyers de vidrio, uno para cada matriz vegetal: semillas y nuez. El proceso fue estático con agitación esporádica. En todos los casos se realizó la operación durante siete días, período durante el cual el menstuo fue cambiado en dos ocasiones. Los extractos obtenidos por maceración fueron concentrados a sequedad bajo las mismas condiciones antes descritas en la extracción por *Soxhlet*. Los extractos obtenidos fueron identificados de la siguiente manera: MS: extracto de las semillas y MN: extracto de la nuez.

Todos los aceites obtenidos se conservaron, para los estudios posteriores, en una desecadora a temperatura ambiente.

*Análisis físico-químico del aceite del extracto*: se realizó según la metodología descrita en *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*.<sup>17</sup> Los parámetros evaluados fueron: determinación de los requisitos organolépticos (color y olor), densidad relativa e índice de refracción. Los dos últimos se evaluaron por triplicado.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (cg-em)

**Preparación de la muestra:** se pesaron 150 mg de aceite en una balanza analítica (*Gibertini, Europe 500*), se agregaron 3 mL de cloruro de acetilo al 10 % en metanol (disolución metilante). Se cerró herméticamente y se calentó a 85 °C por 2 h con agitación vigorosa ocasional. Al cabo de ese tiempo se llevó a temperatura ambiente, se adicionaron 4 mL de n-hexano y 4 mL de agua destilada. Se agitó en una zaranda por 15 min y se dejó reposar. De la fase orgánica (superior) se extrajeron 3 mL hacia otro tubo de ensayo, se le adicionaron 4 mL de n-hexano y 4 mL de NaOH a 1 mol/L en metanol, se cerró y se agitó en zaranda durante 15 min. Se dejó reposar y extrajeron 2 mL de la fase orgánica, de la cual se tomó 1 µL para el análisis por CG-EM.

**Condiciones cromatográficas:** fue empleado un cromatógrafo de gases (*Shimadzu, Japón*) *GCMS-QP2010 Plus*, equipado con un detector selectivo de masas, serie *QP2010*. La inyección de la muestra se realizó manualmente por el modo "split" con una relación de 1:20, siendo la temperatura del inyector 250 °C. La separación se realizó en una columna capilar *Crossbond* de 30 m × 0,25 mm DI y 0,25 µm de espesor de película. La temperatura del horno se programó a 100 °C (3 min), 250 °C (10 min) y 280 °C hasta completar los 30 min. Como gas portador se utilizó helio a un flujo de 1 mL/min.

El espectrómetro de masas fue operado en el modo de ionización electrónica (IE) a 70 eV y con una temperatura de la fuente iónica e interfase de 280 °C. La detección se realizó en el modo de barrido total desde 30-500 uma.

**Proceso de identificación y cuantificación:** las estructuras de los ácidos grasos fueron propuestas sobre la base del proceso de fragmentación general así como por la base de datos *NIST 21*, con más un 93 % de confiabilidad en todos los casos. La cuantificación de los compuestos fue realizada por normalización interna del área bajo la curva de cada pico cromatográfico.

**Análisis estadístico:** para las determinaciones realizadas por triplicado se reportó el valor medio y la desviación estándar (DS), cálculo realizado con ayuda del *software* estadístico *SPSS 20*.

## RESULTADOS

Organolépticamente, las semillas de *Moringa oleífera Lam* son de color pardo oscuro, globulares y de, aproximadamente, 1 cm de diámetro con alas de una consistencia papirácea.

La pérdida por desecación mostró un valor de 8,156 % con una desviación estándar de 0,105. Referido a las cenizas totales el porcentaje fue de 3,307 % con una desviación estándar de 0,025.

Los resultados correspondientes al estudio micromorfológico se presentan en la figura 1. En las imágenes 1 y 2 se aprecian estructuras llamadas escleridas o esclerenquimáticas, las que forman parte del tejido de sostén.

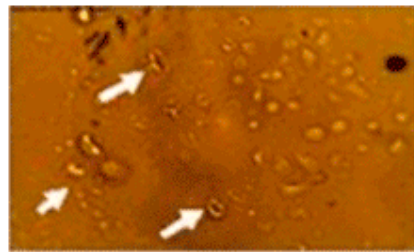
Otra de las estructuras detectadas fueron los granos de almidón (imagen 3). En la imagen 4 se pueden observar un conjunto de células de formas poligonales, de

paredes densas y gruesas, formando un parénquima de reserva y que constituyen el endospermo de la semilla. Hacia la parte central se divide una estructura de células más pequeñas con determinado grado de diferenciación con respecto a las circundantes, que por su aspecto y posición se sugiere correspondan con el embrión de la semilla.

En los ensayos microquímicos sobre las células que conforman el endospermo se pudo apreciar que muchas de las células reaccionaron a los ensayos de las aleuronas (imagen 5).

En la imagen 6 se observan unas estructuras esféricas que fueron coloreadas al ponerse en contacto con el reactivo de sudan III.

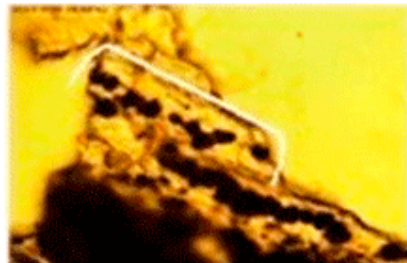
### IMÁGENES



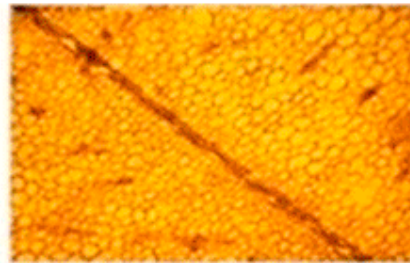
**1**  
Droga en polvo.  
Células esderenquimáticas aisladas



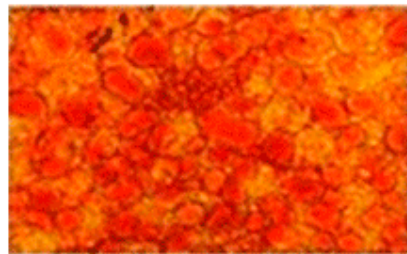
**2**  
Corte transversal  
Células esderenquimáticas



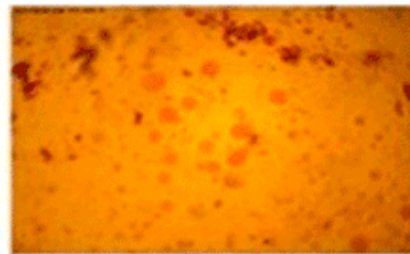
**3**  
Droga en polvo.  
Granos de almidón agrupados



**4**  
Corte transversal  
Células del endospermo



**5**  
Corte transversal  
de las aleuronas



**6**  
Droga en polvo: aceites y/o grasas

**Fig. 1.** Imágenes del estudio micromorfológico realizado a las semillas frescas de *M. oleifera* Lam y al polvo de la droga cruda.

### Molienda y extracción

Luego de cuatro horas de extracción por *Soxhlet* el rendimiento porcentual de los aceites obtenidos a partir de la semilla y nuez fue de: 26,74 y 36,42 para la semilla y nuez, respectivamente.

En la extracción por maceración no fue determinado el rendimiento del proceso, este método solo se utilizó para evaluar la incidencia de la temperatura en la composición química del aceite.

### Análisis físico-químico del aceite

Los aceites obtenidos de la semilla y la nuez presentaron coloración amarilla, en el caso de la semilla tiene una tonalidad amarilla ligeramente más oscura. Ambos exhiben una apariencia poco viscosa, olor agradable, ligeramente dulce, que hace recordar el olor de las almendras. La densidad relativa y el índice de refracción de los aceites provenientes de semilla y nuez se muestran en la tabla 1.

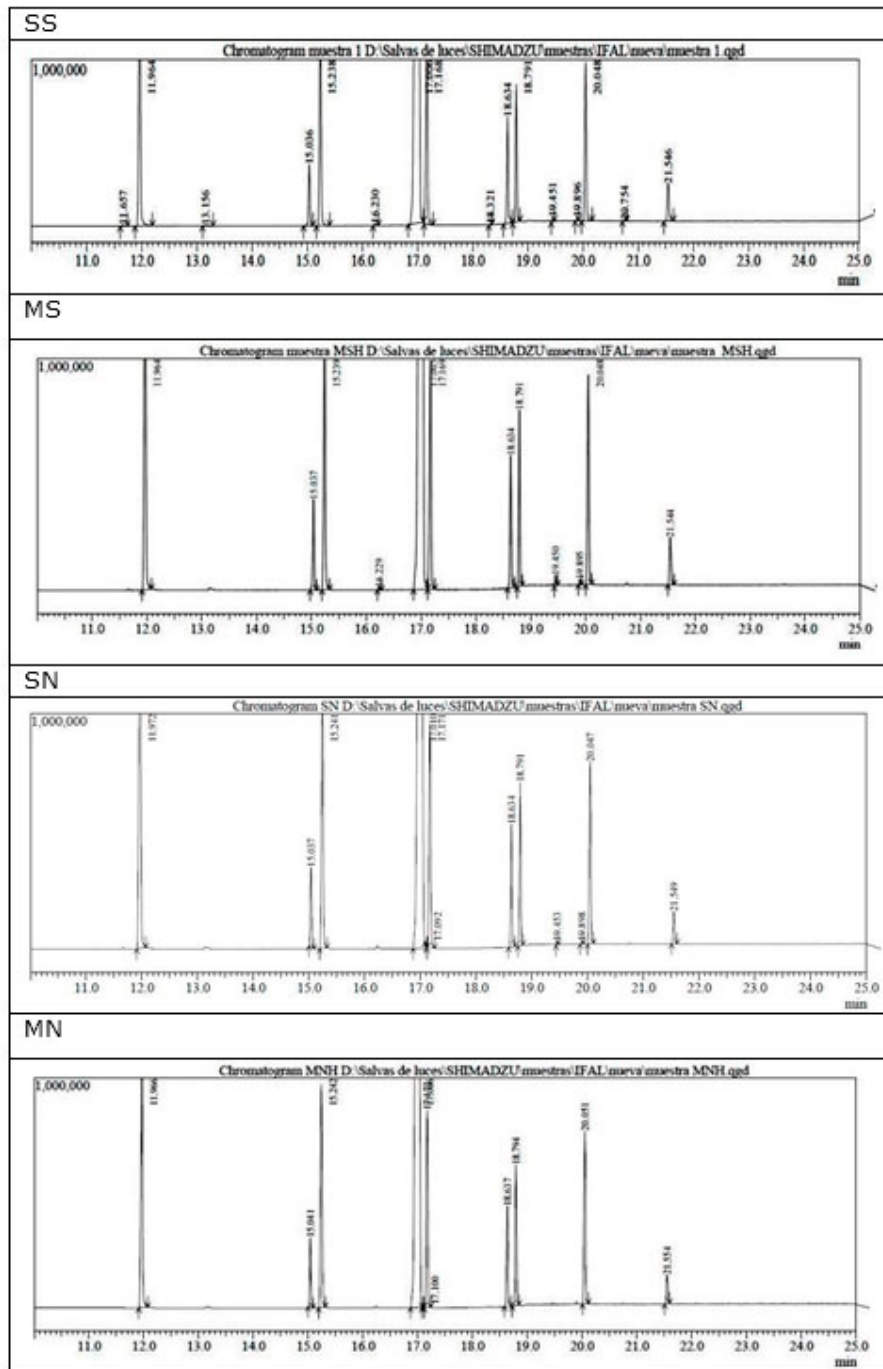
**Tabla 1.** Parámetros físico-químicos determinados al aceite de moringa

Parámetros	SS	SN	MS	MN
Índice de refracción Media/DS*	1,4673/ /0,00	1,4674/ /0,00	1,4670/ /0,00	1,4672/ /0,00
Densidad relativa Media/DS*	0,9097/ /0,01	0,9090/ /0,02	0,9084/ /0,02	0,9080/ /0,03

Leyendas: \*DS: Desviación estándar, SS: semilla extraída por Soxhlet;  
SN: nuez extraída por Soxhlet; MS: semilla extraída por maceración;  
MN: nuez extraída por maceración.

### Análisis por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

Los cromatogramas conseguidos para los aceites obtenidos por los métodos de *Soxhlet* y maceración a partir de las semillas (SS, MS) y la nuez (SN, MN) resultaron ser muy similares (Fig. 2). En los cuatro aceites se observaron ocho picos mayoritarios, junto a otros de muy baja intensidad no identificados, pero si tomados en consideración para la cuantificación relativa.



**Fig. 2.** Cromatogramas gaseosos de los aceites obtenidos a partir de la semilla (SS y MS) y la nuez (SN y MN) por el método de Soxhlet.

Los ocho picos fueron identificados mediante el análisis de sus espectros de masas por ionización electrónica (IE) y con el apoyo de la base de datos del equipo. En todos los casos los compuestos mayoritarios se corresponden con los ésteres metílicos de los ácidos grasos, los que siguen un patrón de fragmentación exhaustivamente estudiado.<sup>18</sup>



La tabla 2 muestra el porcentaje relativo de los ácidos grasos identificados a partir del aceite obtenido de las semillas y la nuez, por ambos métodos extractivos.

**Tabla 2.** Cuantificación relativa de los ácidos grasos identificados en los extractos de las semillas y la nuez obtenidos por Soxhlet y maceración

Tr (min.)	Compuesto	Semillas		Nuez	
		SS	MS	SN	MN
15,03	Ácido hexadecenoico	3,07	3,43	2,98	2,87
15,24	Ácido hexadecanoico	11,79	11,35	11,51	11,20
17,00	Ácido octadecenoico	50,82	53,74	57,25	57,03
17,16	Ácido octadecanoico	10,78	9,88	9,71	9,53
18,63	Ácido eicosenoico	5,28	4,67	4,27	4,34
18,79	Ácido eicosanoico	6,34	5,78	5,45	5,58
20,05	Ácido docosanoico (ácido behénico)	8,88	8,31	7,21	7,84
21,55	Ácido tetracosanoico	2,30	2,06	1,38	1,46

Leyenda: SS: semilla extraída por Soxhlet; MS: semilla extraída por maceración; SN: nuez extraída por Soxhlet; MN: nuez extraída por maceración.

Como se puede apreciar en la tabla 3 el aceite de las semillas de moringa de procedencia cubana, presenta los ácidos grasos que suelen ser mayoritarios en los aceites obtenidos de especie cultivada en otras latitudes geográficas: ácido hexadecanoico (C16:0), ácido octadecanoico (C18:0), ácido octadecenoico (C18:1) y el ácido docosanoico (C22:0). Resulta análogo el hecho de que el ácido octadecenoico (ácido oleico) es el mayoritario, con valores ligeramente superiores al 50 %, del contenido total de ácidos grasos.

**Tabla 3.** Comparación entre la composición química del aceite de las semillas de moringa, según diferentes publicaciones

Ácido graso	<i>M. oleífera</i> *	<i>Tsaknis et al, 1999</i> <sup>22</sup>	<i>Anwar y Bhangar, 2003</i> <sup>7</sup>	<i>Compaoré et al, 2011</i> <sup>8</sup>
C8:0	No detectado	0,03	No detectado	0,04
C14:0	No detectado	0,11	No detectado	0,1
C16:0	11,35-11,79	6,04	6,50	5,57
C16:1	3,07-3,43	0,11	1,00	1,28
C17:0	No detectado	No detectado	No detectado	0,1
C18:0	9,88-10,78	4,14	5,67	3,84
C18:1	50,82-53,74	73,60	76,00	72,4
C18:2	No detectado	0,73	1,29	0,95
C18:3	No detectado	0,22	No detectado	0,45
C20:0	5,78-6,34	2,76	3,00	3,4
C20:1	4,67-5,28	2,40	1,20	2,7
C22:0	8,31-8,88	6,73	5,00	6,95
C22:1	No detectado	0,14	No detectado	0,14
C24:0	2,06-2,30	No detectado	No detectado	1,58
C26:0	No detectado	1,08	No detectado	0,08

\*: Rango obtenido para las semillas enteras extraídas por *Soxhlet* (SS) y por maceración (MSH).

## DISCUSIÓN

En el estudio de pérdida por desecación efectuado, el promedio de las réplicas (8,156 %) está por debajo del límite máximo admitido, según las monografías internacionales.<sup>13</sup> La determinación del contenido de humedad residual o en este caso la pérdida por desecación, permite evaluar la efectividad del método de secado empleado, lo que favorece la adecuada conservación de la droga cruda.

Referido a las cenizas totales, este es un parámetro indicativo de la calidad del material vegetal con que se trabaja, y constituyen la base para juzgar la pureza e identidad de la droga. La literatura sugiere valores de cenizas totales que no excedan el 5 %, <sup>19</sup> en el estudio actual dicho parámetro cumple con los valores establecidos.

### Evaluación micromorfológica

En el estudio micromorfológico se aprecian estructuras que se corresponden con lo descrito para las células conocidas como escleridas o esclerenquimáticas, que constituyen el tejido escleriquimatoso. Generalmente, estas células pueden presentarse en las pulpas de los frutos y en semillas, de forma aisladas o formando asociaciones, como pueden ser observadas en la figura 1, imagen 2.<sup>20</sup>

Otra de las estructuras detectadas fueron los granos de almidón (figura 1, imagen 3). Estos compuestos son considerados desde el punto de vista micromorfológico,

como inclusiones citoplasmáticas de carbohidratos y se pueden encontrar de forma aislada o agrupados. Por su conformación y dimensiones son similares a los que se presentan en el trigo (*Triticum spp.*), siendo de forma esférica los granos pequeños y lenticulares los grandes.<sup>20</sup>

En la imagen 4 se pueden observar un conjunto de células de formas poligonales, de paredes densas y gruesas, formando un parénquima de reserva y que constituyen el endospermo de la semilla.

Se realizaron algunos ensayos microquímicos sobre las células que conforman el endospermo. El endospermo es el tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla, por lo que es el grupo de células predominantes en la muestra objeto de análisis. Se pudo apreciar que muchas de las células reaccionaron a los ensayos de las aleuronas ( figura 1, imagen 5), conjunto de gránulos proteicos presentes en las semillas de diversas plantas, generalmente, localizados en la parte externa del endospermo. Es la sustancia de reserva alimenticia de naturaleza albuminoidea, que el embrión de la semilla utiliza durante la germinación, es muy abundante en muchas de las semillas que se utilizan para el consumo humano.

En la figura 1, imagen 6 se observan unas estructuras esféricas que fueron coloreadas al ponerse en contacto con el reactivo de sudan III. Este reactivo resulta el indicado para la detección de aceites o grasas. Los resultados confirman la presencia de estos metabolitos en la semilla. Los aceites están, prácticamente, ausentes en los órganos vegetativos, sin embargo, en las semillas pueden constituir alrededor del 50 % del peso seco y se encuentran en las células de los tejidos de reserva. En las semillas los compuestos lipídicos suelen presentarse en forma de triacilgliceroles y su contenido aumenta durante la maduración.<sup>21</sup>

### Molienda y extracción

Las semillas son la materia prima que la literatura refiere, por excelencia, para la extracción de los aceites fijos, metabolitos mayoritarios de este órgano de la planta. Sin embargo, resulta de interés conocer como tributa de manera independiente la nuez a la composición química del extracto.

Desde el punto de vista tecnológico resulta más factible molinar la semilla con la cáscara, pues las características histológicas de la cáscara ejercen un efecto aislante en la masa vegetal.

Luego de cuatro horas de extracción por *Soxhlet* el rendimiento obtenido para las semillas resulta notablemente inferior si se compara con algunos referidos por la literatura, no así con el logrado a partir de la nuez. Estudios similares utilizando semillas de moringa de otras regiones refieren porcentajes del 35,7; 38,0; 40,4 %; respectivamente, al efectuar la extracción de las semillas y mediante el método de soxhlet.<sup>6,22,23</sup> En dichos estudios la extracción fue realizada con tiempos entre 4-6 h, por lo que los bajos rendimientos podrían estar relacionados con el tiempo de extracción, incluso no se reporta de manera explícita si se utiliza la semilla entera o solo la nuez.

Aunque se plantea que es una especie de gran plasticidad ecológica,<sup>24</sup> ya que puede crecer en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura; el rendimiento del aceite pudiera estar también influenciado por múltiples factores intrínsecos (edad de la planta, estado de maduración de las semillas) y extrínsecos (clima y el suelo).<sup>21</sup>

La extracción por maceración solo se utilizó para verificar que no hubiese cambios químicos luego de realizar un proceso de extracción con el uso del calor por 4 horas. Este método es el más simple y noble de los métodos de extracción utilizados en fitoquímica, ideal para estudios químicos preliminares.

### **Análisis físico-químico del aceite**

Las características organolépticas de los aceites obtenidos guardan total correspondencia con las informadas por otros autores.<sup>6,23</sup>

Como se puede apreciar en la tabla 1, los resultados obtenidos muestran una gran similitud con lo que refiere la literatura para aceites de moringa. Según Anwar y Bhangar,<sup>6</sup> el índice de refracción del aceite de procedencia pakistaní es de 1,4608, mientras que el procedente de Kenia<sup>22</sup> es de 1,4549. Referido al peso específico los valores informados en la literatura especializada oscilan en el rango entre 0,8809-0,9097.<sup>6,22,26</sup> Si bien los resultados entre especies recolectadas en diferente entorno geográfico no tienen por qué ser idénticos, valores similares sugieren una similitud en cuanto a la composición química.

### **Análisis por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)**

Los ácidos grasos son metabolitos de naturaleza lipídica con largas cadenas hidrocarbonadas, que pueden ser fácilmente caracterizados por CG-EM, sobre todo, si son previamente derivatizados.

Los cromatogramas conseguidos para los aceites obtenidos por los métodos de *Soxhlet* y maceración a partir de las semillas (SS, MSH) y la nuez (SN, MNH) resultaron ser muy similares.

En todos los casos los compuestos mayoritarios son ésteres metílicos de los ácidos grasos. Tal como describe la literatura la ionización de los ésteres metílicos por el método de ionización electrónica genera una fragmentación fuerte y el ion molecular, presenta una baja intensidad.<sup>27,28</sup>

Como se observa en la tabla 2, independientemente del método de extracción utilizado, la composición química cualitativa de los aceites obtenidos es similar. En todos los casos el porcentaje relativo del ácido octadecenoico (ácido oleico) resulta ser superior. Las proporciones del resto de los componentes se mantienen en niveles similares en todas las muestras analizadas.

Lógicamente, con el método de análisis químico empleado solo se buscó la presencia mayoritaria de metabolitos saponificables. No se descarta la posibilidad de que existan otros productos naturales de carácter minoritario, como los esteroides y tocoferoles.

El ácido oleico ha sido informado como el marcador fundamental del aceite de moringa a nivel internacional, y en este caso los resultados coinciden plenamente. Este ácido monoinsaturado de 18 átomos de carbono, está presente en las semillas de girasol, soya y otras especies vegetales y ha sido reconocido por sus efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular y hepática. Está ampliamente demostrado que aumenta las lipoproteínas de alta densidad y reduce las lipoproteínas de baja densidad en sangre, por lo que ejerce una acción beneficiosa sobre el sistema cardiovascular.<sup>29</sup>

Existen otros compuestos como el ácido eicosanoico y el ácido eicosenoico, que en el aceite objeto de estudio se muestran en porcentajes más elevados que lo referido por otros autores.

Como se puede apreciar el aceite de moringa obtenido de las semillas recolectadas en Cuba, si bien coincide en gran medida con los estudios publicados para dicha especie, presenta algunas variaciones en la composición química, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. La droga objeto de estudio proviene de la India, dichas semillas fueron sembradas y cultivadas en Cuba. Además de la influencia que pudiera ocasionar la temperatura, humedad, luz, condiciones de cultivo y recolección, entre otros; los factores biológicos como mutaciones, variaciones y posibles variedades fisiológicas también pudieran afectar químicamente a la especie.

Todo lo antes analizado sugiere hacer un estudio farmacológico de la especie, dirigido a determinar la manera en que los factores antes comentados pudieran favorecer, no solo el rendimiento del aceite obtenido a partir de las semillas, sino también su calidad desde el punto de vista químico, en particular el incremento de su marcador químico, el ácido octadecenoico.

Realizando un análisis integral de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que los resultados del estudio de CG-EM fueron cualitativamente similares, valorando, adicionalmente, los aspectos de interés económicos y medio ambiental relacionados con el tiempo de trabajo y el menestruo, se define que el mejor método para la obtención del aceite es el de extracción por *Soxhlet*.

En relación a qué parte de la semilla sería la más adecuada para obtener el aceite, los estudios preliminares de extracción demostraron que el rendimiento de la nuez es superior al de la semilla entera. Se recomienda optimizar el tiempo de extracción para lograr mejores rendimientos.

Independientemente del método de extracción utilizado, la composición química cualitativa de los aceites obtenidos es similar. En todos los casos el ácido oleico resulta el de mayor proporción. El resto de los componentes se mantienen en niveles similares en todas las muestras analizadas.

Se sugiere hacer una comparación del aceite obtenido, utilizando la semilla entera y la nuez, pero mediante la técnica de prensado. Obviamente, el uso de esta técnica de extracción mecánica lograría un aceite virgen de mayor valor medicinal y nutritivo. Además, el evitar el uso de disolventes como el hexano resultaría beneficioso para la salud humana y el medio ambiente.<sup>30,31</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cáceres, A. Desarrollo de tecnología de cultivo de plantas medicinales nativas y producción de fitoterápicos en Centro América. *Rev. Cubana. Plan. Med.* Suplemento Especial. 2005.
2. Cañigual S, Vila R. La Fitoterapia como herramienta terapéutica. *Ginecología y Obstetricia Clínica*. 2005;6(1): 43-51.
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales. 2003.

4. Nadkarni AK. *Indian Materia Médica*. Popular Prakashan: Bombay. 1976;810-816.
5. Ramanchandran C, Peter KV and Gopalakrishman PK. Drumstick. *Moringa oleifera* a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 1980;34(3):276-83.
6. Anwar F, Bhangar MI. Analytical characterization of *Moringa oleifera* Seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *J. Agric. Food Chem.* 2003;51:6558-63.
7. Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother. Res.* 2007;21(1):17-25.
8. Compaoré WR, Nikiéma PA, Bassolé HIN, Savadogo A, Mouecoucou J, Hounhouigan DJ and Traoré S.A. Chemical Composition and Antioxidative Properties of Seeds of *Moringa oleifera* and Pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* Commonly used in Food Fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2011;3(1):64-72.
9. Saini R, Shetty N, Giridhar P. GC-FID/MS Analysis of Fatty Acids in Indian Cultivars of *Moringa oleifera*: Potential Sources of PUFA. *Journal of the American Oil Chemists' Society* (JAOCS). 2014;91(6):1029-34.
10. Bonal R, Rivera RM y Bolívar ME. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. *MEDISAN*. 2012;16(10):1596.
11. Ndhlala AR, Mulaudzi R, Ncube B, Abdelgadir HA, du Plooy CP, Van SJ. Antioxidant, antimicrobial and phytochemical variations in thirteen *Moringa oleifera* Lam. Cultivars. *Molecules*. 2014;19(7):10480-94.
12. Roig JT. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. 2<sup>ed</sup>. La Habana: Editorial Científico-Técnica. Cuba. 1991;722-4.
13. World Health Organization (WHO). Quality control methods for medicinal plant materials. Geneva. 2011. Disponible en <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/h1791e/h1791e.pdf>
14. United State Pharmacopoeia (USP 30) and National Formulary 25. Articles for botanical origin. USA. 2007;561:831-41.
15. Gattuso A, Gattuso S. Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo. Ed. UNR CYTED. 1999;13.
16. Johanson A. *Plant Microtechnique*. Mc Grand-Hill Book Company. New York and London 1940;202.
17. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. 1st Supplement o the 7th Editon. BLACKWEL SCIENTIFIC PUBLICATIONS. First published 1987. 1st Supplement issued 192. Disponible en [http://old.iupac.org/publications/books/ISBN0632033371\\_compress.pdf](http://old.iupac.org/publications/books/ISBN0632033371_compress.pdf)
18. Budzikiewics H, Wilson JM, Djerassi C. Mass Spectrometry in structural and stereochemical problems. XXXII. Pentacyclic triterpenes. *J. Am Chem. Soc.* 1963;85:3688-99.
19. Miranda M, Cuéllar A. Farmacognosia y Química de los productos naturales. Editorial Félix Varela, MES. Ciudad de La Habana. 2001.

20. Esau K. *Anatomía Vegetal*. Ed. Omega, S.A. Barcelona, 1985;25.
21. Evans WC. Trease and Evans Pharmacognosy. 16th. Edition. Saunders Elsevier. 2009.
22. Tsaknis J, Lalas S, Gergis V, Dourtoglou V, Spillitois V. Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. *J Agric Food Chem*. 1999;47:4495-9.
23. Dahot MU. Contenido de Vitaminas presentes en las flores y semillas de la *Moringa oleífera* L. *Journal of Biochemistry*. 1998;21(1-2):21-4.
24. Pérez A, Sánchez T, Armengol N y Reyes F. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 2010. [on line]. 33(4):1-1.
25. Sanford H. Moringa. Nature´s Medicine Cabinet. Sierra Sunrise Books. USA. 2000;94.
26. Santana C, Miranda A, Farias D, Amaral N, Bezerra E, Francisco G. Determinación de propiedades de aceite de torta de *Moringa Oleifera* Lam. En: da Silva GF., Bergamasco R, Arcieri CS, Russo M. Potencialidades da *Moringa oleífera* Lam. Editora UFS. São Cristóvão, Brasil. 2011;1:173-86.
27. Silverstein RM, Bassler GC, Morrill TC. Spectrometric identification of organic compounds, 5th edition; Wiley: New York, 1991.
28. Narváez PC. Determinación por cromatografía de gases de alquil ésteres (metílico y etílico) de ácidos grasos, en presencia de mono, di y triglicéridos, in *Revista ingeniería e investigación*. 2005;58-62.
29. Rodríguez-Cruz M, Tovar AR. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigaciones Clínicas*. 2005;57(3):457-72.
30. API, American Petroleum Institute. Six months continuous inhalation exposure of rats to hexane mixtures Phase II. API Medical Research Publication 30-32846, Washington, DC. 1983.
31. Baker TS and Rickert DE. Dose-dependent uptake, distribution and elimination of inhaled hexane in the Fischer 344 rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol*. 1981;61:414-22.

Recibido: 26 de agosto de 2014

Aprobado: 14 de noviembre de 2015

*Mercedes Campo Fernández*. Universidad Técnica de Machala. Km 5 ½, Vía Machala, Pasaje, Machala, Ecuador.  
Correo electrónico: mcampo1972@yahoo.es