

## Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de *Moringa oleífera* que crece en La Habana, Cuba

### Fatty acid composition of seed oil from *Moringa oleifera* grown in Havana, Cuba

Dr. David Marrero Delange,<sup>I</sup> Ing. Roxana Vicente Murillo,<sup>I</sup> Dr. Víctor L. González Canavaciolo,<sup>I</sup> Dr. Jorge Gutiérrez Amaro<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Centro de Productos Naturales (CPN), Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC). La Habana, Cuba.

<sup>II</sup> Jardín Botánico Nacional, La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** la especie *Moringa oleifera* Lam. conocida como Moringa, se ha introducido en Cuba principalmente con propósitos alimenticios. Sin embargo, no se han informado estudios de la composición de ácidos grasos del aceite obtenido de las semillas de esta especie en la región habanera.

**Objetivo:** determinar la composición de ácidos grasos en el aceite de las semillas de las plantas de *M. oleifera* que crecen en La Habana, Cuba.

**Métodos:** las semillas se recolectaron, molieron y se extrajeron con hexano en un baño ultrasónico. Los extractos fueron filtrados y el disolvente fue evaporado. Los ácidos grasos obtenidos de los aceites fueron determinados como ésteres metílicos por cromatografía de gases con una columna capilar BPX-70.

**Resultados:** los principales ácidos grasos encontrados fueron el oleico (C18:1; 73,1 %), palmítico (C16:0; 7,4 %) y docosanoico (C22:0; 5,8 %), mientras que otros 19 ácidos grasos, entre estos los ácidos C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C18:1 (n-10), C18:2, C18:3, C20:0, C20:1, C21:0, C22:1, C23:0, C24:0, C25:0, C26:0, C27:0 y C28:0, se encontraron en menores proporciones. Este es el primer reporte de la presencia de los ácidos C15:0, C27:0 y C28:0 en esta especie, y el primero que identifica los ácidos C12:0, C14:0, C17:0, C18:3, C20:0, C23:0, C25:0 y C26:0 en la especie *M. oleifera* que crece en Cuba.

**Conclusiones:** la composición de ácidos grasos del aceite presente en las semillas de la especie *M. oleifera* que crece en La Habana muestra al ácido oleico como componente mayoritario. Se informa por primera vez la presencia de los ácidos C15:0, C27:0 y C28:0 en las semillas de esta especie, y de los ácidos C12:0,

C14:0, C17:0, C18:3, C20:0, C23:0, C25:0 y C26:0 en la especie en Cuba. Estos resultados sobre la composición química del aceite de las semillas de la especie *M. oleifera*, pudieran contribuir a establecer su posible utilidad nutricional.

**Palabras clave:** *Moringa oleifera*, ácidos grasos, ácido oleico, cromatografía de gases, extracción por ultrasonido.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** the species *Moringa oleifera* Lam., known as Moringa, has been introduced in Cuba mainly for nutritional purposes. However, no study has been reported about the fatty acid composition of the seed oil obtained from this species in Havana.

**Objective:** determine the fatty acid composition of seed oil from *M. oleifera* plants growing in Havana, Cuba.

**Methods:** the seeds were collected, milled and extracted with hexane in an ultrasonic bath. Extracts were filtered and the solvent evaporated. Fatty acids obtained from the oils were determined as methyl esters by gas chromatography with a BPX-70 capillary column.

**Results:** the main fatty acids found were oleic (C18:1; 73.1%), palmitic (C16:0; 7.4%) and docosanoic (C22:0; 5.8%). Another 19 fatty acids, among them C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C18:1 (n-10), C18:2, C18:3, C20:0, C20:1, C21:0, C22:1, C23:0, C24:0, C25:0, C26:0 C27:0 and C28:0 were found in smaller proportions. This is the first report of the presence of acids C15:0, C27:0 and C28:0 in this species, and the first one to identify C12:0, C14:0, C17:0, C18:3, C20:0, C23:0, C25:0 and C26:0 acids in the species *M. Oleifera* growing in Cuba.

**Conclusions:** oleic acid is the most abundant fatty acid component in seed oil from *M. oleifera* growing in Havana. This is the first report of the presence of acids C15:0, C27:0 and C28:0 in the seeds of this species, and of acids C12:0, C14:0, C17:0, C18:3, C20:0, C23:0, C25:0 and C26:0 in the species in Cuba. These results about the chemical composition of seed oil from the species *M. oleifera* could contribute to elucidate its potential nutritional usefulness.

**Key words:** *Moringa oleifera*, fatty acids, oleic acid, gas chromatography, ultrasonic extraction.

---

## INTRODUCCIÓN

En Cuba se encuentran, con cierta abundancia, varias especies de plantas que han sido introducidas por sus propiedades medicinales, alimenticias, así como por sus usos industriales y ornamentales. Tal es el caso de la especie *Moringa oleifera*,<sup>1-3</sup> perteneciente a la familia Moringaceae, nativa del subcontinente indio, y naturalizada en diferentes regiones tropicales y subtropicales del mundo.

Esta especie ha sido muy estudiada internacionalmente y ha demostrado diversos efectos farmacológicos tales como hipolipemiante, hipoglicémico, hipotensor, anti-inflamatorio; gastroprotector, hepatoprotector, neuroprotector; antioxidante,

---

antiosteoartrítico, antiasmático, entre otros, sin que ello se acompañe de toxicidad relevante.<sup>1,4-12</sup> Por tanto, puede esperarse que las plantas que crecen en nuestro país también presenten dichos efectos. Los principales compuestos que contiene (polifenoles, esteroides, glicosidos isotiocianatos y carbamatos) están en toda la planta, y presenta también un elevado porcentaje de aceite fijo en las semillas, constituido por ácidos grasos (AG) entre 8-26 átomos de carbono.<sup>13-17</sup> Esta planta se encuentra en toda la isla por lo que se destaca su rápido crecimiento y su fácil cultivo. Sin embargo, hasta el presente solo se ha encontrado un estudio químico acerca del aceite obtenido de las semillas de dicha especie que crece en nuestro país, en la provincia de Matanzas. Dicho aceite se extrajo mediante prensado y con equipo Soxhlet utilizando hexano, y el interés de dicho trabajo fue valorar su posible utilización en la producción de biodiesel.<sup>3</sup>

Teniendo en cuenta las posibles aplicaciones en las industrias farmacéuticas y alimentarias de *M. oleífera*, su fácil cultivo y propagación, y que no ha sido estudiado el aceite de las plantas de esta especie que crecen en la provincia de La Habana, se decidió determinar el contenido de AG de dicho aceite por cromatografía gaseosa con detector de ionización por llama (CG-FID), para lo cual éste fue extraído de las semillas mediante ultrasonido. Este trabajo constituye una contribución al estudio químico de este aceite, pues permite profundizar en el conocimiento de sus componentes.

## MÉTODOS

Frutos maduros frescos (vainas) fueron recolectados durante el mes de septiembre de varios ejemplares de *M. oleífera* que crecen en el Jardín Botánico Nacional de Cuba e identificados (HFC-87644) por el Dr. Jorge Gutiérrez. Las semillas se separaron de las vainas, se secaron a 40 °C en una estufa con recirculación de aire durante 3 días y posteriormente fueron molidas. Se tomaron muestras representativas (para obtener dos lotes) de 25 g y se extrajeron exhaustivamente durante 2 h con 500 mL de hexano en un equipo de ultrasonido a 35 KHz (BioblokScientific, Alemania). Los extractos obtenidos se filtraron, se secaron al vacío a 60 °C hasta eliminar completamente el hexano y se determinaron los rendimientos de extracción. Los extractos lipídicos secos se caracterizaron organolépticamente. La determinación de los AG individuales (n=3 por lote) se realizó por cromatografía de gases (CG) con un equipo 7890A (Agilent, EUA) acoplado a sistema de cómputo, con detector FID e hidrógeno como gas portador.

Los AG totales se determinaron como ésteres metílicos por el método 108.003 del *Institute for Nutraceutical Advancement* (INA) de los EE. UU, con ligeras modificaciones,<sup>19,20</sup> empleando ácido tridecanoico como patrón interno (10 mg por muestra). Los análisis se realizaron por CG con una columna BPX-70 (30 m x 0,25 mm, 0,25 µm Df, SGE, Australia) en las condiciones siguientes: 4 min a 60 °C, de 60 °C hasta 180 °C a 10 °C/min, de 180 °C hasta 185 °C a 1 °C/min, de 185 °C hasta 240 °C a 25 °C/min y 20 min a 240 °C. Las temperaturas del detector y el inyector fueron 250 y 260 °C, respectivamente. El flujo del gas portador fue 0,8 mL/min y el volumen de inyección fue 0,5 µL. Los análisis se realizaron por triplicado. Fueron empleados AG como referencia (Supelco 37 components FAME mixture Catalog no: 47885-U y Lipidstandard Catalog No 189-4, 189-6, Sigma, EUA). Las identificaciones se realizaron por comparación con las retenciones relativas de referencias de AG comerciales, y las estructuras fueron corroboradas por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), según trabajos previos con aceites de otras especies.<sup>20,21</sup>

## RESULTADOS

Se obtuvo un aceite de color amarillo claro y olor característico, con un 26,5 % de rendimiento promedio y un contenido total de AG de  $96,0 \pm 0,97$  %. El análisis de dicho aceite por CG-FID, mostró la presencia de 22 AG (Tabla 1). De estos, los AG mayoritarios fueron: oleico con 73,1 %, palmítico con 7,4 %, behénico con 5,8 % y esteárico con 4,0 %. Otros AG encontrados en menor proporción fueron: del C12:0 al C15:0, C16:1, C17:0, C18:1 (n-10), C18:3, C20:0, C20:1, C22:1, y del C23:0 al C28:0. De manera general, los resultados encontrados coinciden con los informados por otros autores para esta especie (Tabla 2).

**Tabla 1.** Composición porcentual de AGen el aceite de semillas de *M. oleífera* recolectadas en La Habana, Cuba

Ácido Graso	tr (min)	Lote 1* (%)	Lote 2* (%)	Media (%)	DE	CV(%)
C12:0 (láurico)	15,07	0,10	0,03	0,06	0,046	70,8
C14:0 (mirístico)	16,83	0,10	0,07	0,08	0,023	27,4
C15:0 (pentadecanoico)	17,65	0,04	0,03	0,03	0,009	27,5
C16:0 (palmítico)	18,34	7,58	7,28	7,43	0,212	2,9
C16:1 (palmitoléico)	18,64	1,49	1,52	1,50	0,024	1,6
C17:0 (margárico)	19,07	0,16	0,13	0,15	0,021	14,4
C18:0 (esteárico)	19,74	4,12	3,89	4,01	0,158	3,9
C18:1 (10-octadecenoico)	19,88	0,49	0,39	0,44	0,072	16,3
C18:1 (oleico, 9-octadecenoico)	19,99	72,85	73,33	73,09	0,337	0,5
C18:2 (linoléico)	20,40	0,96	0,95	0,95	0,014	1,4
C18:3 (linolénico)	21,00	0,20	0,18	0,19	0,011	5,6
C20:0 (araquídico)	21,16	2,50	2,46	2,48	0,033	1,3
C20:1 (gondoico)	21,47	2,37	2,40	2,39	0,022	0,9
C21:0 (heneicosanoico)	22,10	0,13	0,13	0,13	0,004	3,2
C22:0 (behénico)	23,15	5,66	6,02	5,84	0,256	4,4
C22:1 (erúxico)	23,58	0,13	0,13	0,13	0,001	0,8
C23:0 (tricosanoico)	24,46	0,08	0,07	0,08	0,007	9,0
C24:0 (lignocérico)	25,69	0,88	0,87	0,87	0,007	0,8
C25:0 (hiénico)	26,40	0,04	0,03	0,03	0,010	31,5
C26:0 (cerótico)	26,86	0,07	0,04	0,06	0,019	32,4
C27:0 (carbocérico)	27,27	0,03	0,03	0,03	0,000	1,0
C28:0 (montánico)	27,57	0,04	0,03	0,03	0,006	19,0
Total saturados	-	21,51	21,10	21,30	0,290	1,4
Total insaturados	-	78,49	78,90	78,69	0,288	0,4

\* Normalizado al 100%

**Tabla 2.** Composición porcentual de AG encontrada por otros autores en el aceite de las semillas de *M. oleífera*

Ácido Graso	Burkina Faso <sup>13</sup>	Malasia <sup>14</sup>	India <sup>15</sup>	Kenya <sup>16</sup>	Matanzas (Cuba) <sup>3</sup>	Pakistán <sup>17</sup>	Malawi <sup>18</sup>
C8:0 (cáprico)	0,04	-	0,03	0,03	-	-	-
C12:0 (láurico)	-	-	-	-	-	-	-
C14:0 (mirístico)	0,1	0,1	0,13	0,11	-	-	-
C15:0 (pentadecanoico)	-	-	-	-	-	-	-
C16:0 (palmitico)	5,57	7,8	6,46	6,04	7,10	6,45	5,83
C16:1 (palmitoléico)	1,28	2,2	1,36	1,57	1,04	0,97	1,16
C17:0 (margárico)	0,1	-	0,08	0,09	-	-	-
C18:0 (esteárico)	3,84	7,6	5,88	4,14	4,80	5,50	6,20
C18:1 (10-octadecenoico)	-	-	-	-	7,20	-	-
C18:1 (oleico,9-octadecenoico)	72,4	67,9	71,21	73,6	73,71	73,22	71,75
C18:2 (linoléico)	0,95	1,1	0,65	0,73	0,31	1,27	0,75
C18:3 (linolénico)	0,45	0,2	0,18	0,22	-	0,30	0,22
C20:0 (araquídico)	3,4	4,0	3,62	2,76	-	4,08	4,00
C20:1 (gondoico)	2,7	1,5	2,22	2,4	-	1,68	2,75
C21:0 (heneicosanoico)	-	-	-	-	-	-	-
C22:0 (behénico)	6,95	6,2	6,41	6,73	5,43	6,16	7,20
C22:1 (erúcido)	0,14	-	0,12	0,14	-	-	0,12
C23:0 (tricosanoico)	-	-	-	-	-	-	-
C24:0 (lignocérico)	1,58	1,3	-	1,08	0,31	-	-
C25:0 (hiénico)	-	-	-	-	-	-	-
C26:0 (cerótico)	0,08	-	1,18	-	-	-	-
Total saturados	21,5	27,0	23,8	21,0	17,6	22,2	23,1
Total insaturados	77,9	72,9	75,8	78,7	82,4	77,8	76,9

## DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las propiedades farmacológicas y nutricionales de los AG, y que estos no habían sido determinados en el aceite de *M. oleífera* que crece en la región habanera de Cuba, donde ha aumentado considerablemente su cultivo en los últimos años, se decidió llevar a cabo este estudio. Para ello se empleó el método de extracción por ultrasonido, el cual ha sido ampliamente utilizado para propósitos similares en otras plantas,<sup>22-24</sup> aunque es primera vez que su empleo se informa para el estudio de esta especie.

De manera general, las características organolépticas y químicas de las fracciones lipídicas obtenidas a partir de las semillas de *M. oleífera* resultaron similares a lo informado por otros autores.<sup>13-18</sup> La variación observada con respecto a otros trabajos en el rendimiento de aceite y su composición de AG, tanto individual como total, puede deberse a las diferencias en la especie, genética de la planta, su cultivo, clima, suelo, región, estado de maduración de los frutos, época de colecta, y el método de extracción y análisis, entre otros factores.<sup>3,13-17,25,26</sup> Así, el rendimiento promedio determinado (26,5 %) se encuentra en el límite inferior de los rendimientos informados por otros autores (25 - 43 %),<sup>3,13-17</sup> según el método de extracción empleado. No obstante, los hallazgos en el presente trabajo son preliminares, lo cual requiere de ulteriores estudios.

En cuanto al contenido de AG individuales (Tabla 1), se encontró que los AG saturados mayoritarios fueron el palmítico, behénico, esteárico y araquídico, y en menores proporciones C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C21:0, y del C23:0 al C28:0. Por su parte, los AG insaturados mayoritarios detectados fueron oleico, eicosenoico y palmitoleico, y en menores proporciones C18:2, C18:1 (10-octadecenoico), C18:3 y C22:1. De todos ellos, el ácido oleico fue el componente mayoritario (73,1 %), seguido de los ácidos palmítico (7,4 %) y docosanoico (5,8 %). Dichos resultados fueron similares a los informados por otros autores (Tabla 2), aunque con algunas diferencias en cuanto a los componentes identificados y sus proporciones, lo cual puede atribuirse a causas descritas anteriormente. Por ejemplo, a diferencia de las plantas que crecen en Matanzas, en las que crecen en la Habana se detectó, por primera vez, la presencia de los ácidos C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C18:3, C20:0, C23:0, C25:0, C26:0, C27:0 y C28:0. Sin embargo, el contenido de ácido 10-octadecenoico encontrado en las habaneras fue muy inferior al de las que crecen en Matanzas.<sup>3</sup> Asimismo, en los trabajos revisados, es la primera vez que se informa en el aceite de *M. oleifera* la presencia de los ácidos C15:0, C27:0 y C28:0.

Respecto al contenido de AG totales (96 %), este coincidió con el informado, tanto para el aceite de las plantas cultivadas en Matanzas (95,7 %) <sup>3</sup> como para el de otros extractos de plantas de otras regiones (93-97 %).<sup>13-17</sup> Igualmente, los contenidos totales de AG saturados (21,3 %) e insaturados (77,7 %) coincidieron con los de la literatura, 17-27 % y 72-76 %, respectivamente (Tabla 2). Como en otros trabajos, el elevado contenido de AG insaturados, y en particular de ácido oleico encontrado en este aceite, lo hacen promisorio para diversos usos.

Como conclusión, se obtuvo el aceite de las semillas de *M. oleifera* que crece en la provincia de La Habana mediante la extracción con ultrasonido. Se identificaron y se cuantificaron mediante CG-FID los AG que forman parte de dicho aceite, entre los que predominan los ácidos: oleico, palmítico, y docosanoico. Estos resultados coinciden con los datos reportados para esta especie por otros autores y sustenta, en función de su contenido de oleico, su investigación para fines nutricionales y medicinales. De la misma manera, algunos AG encontrados e informados por primera vez, constituyen un aporte al conocimiento de la composición química de esta especie. También es válido aclarar que estos resultados son preliminares, por lo que se requieren de estudios posteriores que comprendan, entre otros aspectos, los relacionados con la optimización de todo el proceso, desde la colecta hasta los métodos de obtención.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moyo B, Masika PJ, Hugo A, Muchenje V. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. African Journal of Biotechnology. 2011; 10(60): 12925-12933.
2. Roig JT. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Edit Científico-Técnica, La Habana, p. 722, 1991.
3. Martín C, Moure A, Martín G, Carrillo E, Domínguez H, Parajó JC. Fractional characterization of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. Biomass and Bioenergy. 2010; 34(4): 533-538.

4. Chumark P, Khunawat P, Sanvarinda Y, et al. The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *M. oleifera* Lam. leaves. *J. Ethnopharmacol.* 2008;116(3):439-46.
5. Ndong M, Uehara M, Katsumata S, Sato S, Suzuki K. Preventive effects of *Moringa oleifera* (Lam) on hyperlipidemia and hepatocyte ultrastructural changes in iron deficient rats. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2007;71(8):1826-1833.
6. Posmontier B. The medicinal qualities of *Moringa oleifera*. *Holist Nurs Pract.* 2011; 25(2):80-7.
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. Mukherjee P, Saha K, Pal M, Saha B. Studies on some psychopharmacological actions of *Moringa oleifera* Lam. *Phytother Res.* 1996;10(5):402-405.
9. Nandave M, Ojha SK, Joshi S, Kumari S, Arya DS. *Moringa oleifera* leaf extract prevents isoproterenol-induced myocardial damage in rats: evidence for an antioxidant, antiperoxidative, and cardioprotective intervention. *J Med Food.* 2009;12(1):47-55.
10. Ganguly R, Guha D. Alteration of brain monoamines & EEG wave pattern in rat model of Alzheimer's disease & protection by *Moringa oleifera*. *Indian J Med Res.* 2008;128(6):744-751.
11. Hajan SG, Mehta AA. Effect of *Moringa oleifera* Lam. seed extract on ovalbumin-induced airway inflammation in guinea pigs. *Inhal Toxicol.* 2008;20(10):897-909.
12. Mahajan SG, Banerjee A, Chauhan BF, Padh H, Nivsarkar M, Mehta AA. Inhibitory effect of n-butanol fraction of *M. oleifera* Lam. seeds on ovalbumin-induced airway inflammation in a guinea pig model of asthma. *Int J Toxicol.* 2009 28(6):519-27.
13. Compaoré WR, Nikiéma PA, Bassolé HIN, Savadogo A, Mouecoucou J, Hounhouigan DJ, et al. Chemical Composition and Antioxidative Properties of Seeds of *Moringa oleifera* and Pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* Commonly used in Food Fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences.* 2011;3(1):64-72.
14. Abdulkarim S, Long K, Lai O, Muhammad S, Ghazali H. Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry.* 2005; 93(2):253-263.
15. Lalas S, Tsaknis J. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety "Periyakulam1". *J. Food Compos. Anal.* 2002;15(1):65-77.
16. 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(11):4495-4499.
17. Anwar F, Umer R. Physico-chemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 2007; 39(5):1443-1453.

18. Tsaknis J, Lalas S, Gergis V, Dourtoglou V, Spiliotis V. A total characterization of *Moringa oleifera* Malawi seed oil. La Rivista Italiana sostanza Grasse. 1998; 75(1):21-27.
19. Institute for Nutraceutical Advancement (INA). Method 108.003. Fatty Acid Content in Saw Palmetto by GC.[Consultado: 15 de febrero 2010]. Disponible en: URL <http://www.nsf.org/busines/ina/fattyacids.asp>
20. Rodríguez EA, González VL, Marrero D, Leiva AT, Vicente R. Fracciones lipídicas obtenidas a partir de frutos de *Serenoa repens* recolectados en Cuba. Rev. Cub. Plant. Med. 2012,17(1):11-20.
21. Marrero D, Morales CL, Sierra R, González VL, Rodríguez EA. Fatty acid composition of seed oil from *Salvia coccinea* grown in Cuba. Analytical Chemistry Letters. 2012; 2 (2):114-117.
22. Carrapiso AI, García C. Development in lipid analysis: some new extraction techniques and in situ transesterification. Lipids. 2000;35(11):1167-1176.
23. Tian Y, Xu Z, Zheng B, Martin Lo Y. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of pomegranate (*Punicagranatum* L.) seed oil. Ultrason Sonochem. 2013;20(1):202-8.
24. Li H, Pordesimo L, Weiss J. High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans. Food Research International. 2004;37(7):731-738.
25. Ibrahim SS, Ismail M, Samuel G, Kamel E, Azhari T. Benseed, a potential oil source. Agric. Res. Rev. 1974; 52(9):47-50.
26. Anwar F, Ashraf M, Bhangar MI. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. J. Am. OilChem. Soc. 2005; 82(1):45-51.

Recibido: 18 de junio de 2013.

Aprobado: 20 de noviembre 2013.

Dr. David Marrero Delange. Correo electrónico: [david.marrero@cnic.edu.cu](mailto:david.marrero@cnic.edu.cu)