

Caracterización de aceites de las semillas de *Moringa oleífera* a partir de la extracción por diferentes métodos

Characterisation of *Moringa oleífera's* oils from different extraction methods

Diana Gómez Mitjans *, *Vicenta Pita Bravo* **, *Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas* ***

DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.54324

Resumen

La *Moringa oleífera* es una planta que se utiliza como materia prima en diferentes industrias, como la alimentaria, farmacéutica y cosmética. Una de las partes aprovechables del árbol es la semilla debido a su contenido entre un 30 y 45 % de aceite. Sus propiedades terapéuticas potencian su uso en el tratamiento de más de 300 enfermedades. En esta investigación se caracterizó el aceite extraído de las semillas de *Moringa oleífera* de las variedades de origen cubano *Supergenious*, *Plain* y *Nicaragua*, a partir de extracciones sólido-líquido con hexano y etanol como disolventes y por el método de prensado mecánico de la variedad *Nicaragua*. A través de un diseño de experimento 2^K se analizaron las variables relación soluto-disolvente, tiempo de extracción, y la granulometría seleccionándose las corridas con mayores valores de porcentaje de extracción. Los aceites correspondientes a la selección se caracterizaron fisicoquímica y fitoquímicamente y los valores se compararon con variedades de diferentes regiones reportadas en la literatura. Se demostró que el método de prensado es eficiente, económico y no influye en las propiedades del producto obtenido.

Palabras clave: *Moringa oleífera*, extracción sólido-líquido, análisis fisicoquímico, prensado mecánico, cromatografía gaseosa.

Abstract

Moringa oleífera is a plant that is used as raw material in various industries, including those related to the field of chemistry such as food, pharmaceuticals and cosmetics. One of the usable parts of the tree is the seed because the content between 30 and 45% oil. They enhance its therapeutic use in the treatment of more than 300 diseases. In this research the oil extracted from the seeds of *Moringa oleífera* varieties of Cuban origin *Supergenious*, *Plain* and *Nicaragua* is characterized from solid-liquid extraction with hexane and ethanol as solvents and by the method of mechanical pressing of the species *Nicaragua*. Through a design of experiment 2^K solute-solvent variable ratio, extraction time were analyzed, and the grain size selected runs with values greater percentage of oil extracted. Oils corresponding to the selection were characterized physico-chemical and phytochemically and were compared with varieties from different regions reported in the literature. It was shown that the pressing method is efficient, economical and has no influence on the product properties obtained.

Key words: *Moringa oleífera*, physicochemical analysis, solid-liquid extraction, mechanical pressing, gas chromatography.

Recibido: enero 10 de 2016

Aprobado: octubre 13 de 2016

* Ing. Centro de Control Estatal de Equipos Médicos y Medicamentos (CECMED). Ave.5ta A entre 60 y 62, Miramar, Playa, La Habana, Cuba, dgmitjams@gmail.com; dgmitjams@cecmecmed.cu.

** MSc. Facultad de Ingeniería Eléctrica Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" CUJAE. Ave.114 No. 11 901 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba, vicenta@quimica.cujae.edu.cu.

*** Dra. Facultad de Ingeniería Química Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" CUJAE. Ave.114 No. 11 901 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba, beatriz@quimica.cujae.edu.cu.

Introducción

La *Moringa oleifera* es la especie más conocida de trece que existen del género *Moringácea*. Desde hace siglos, en regiones de Asia y África se han utilizado las semillas y hojas para la alimentación, en la prevención de la ceguera, como purificador de aguas y mieles, acelerador y multiplicador en la producción de cultivos tradicionales por medio del extracto de sus hojas que contienen zeatina, hormona del crecimiento entre otras, las cuales además junto con los tallos presentan inigualables propiedades para la producción de bioetanol, y sus semillas son productoras de aceite comestible. (Alfaro, 2008; Cáceres, 1993; Foidl *et al.*, 1999).

En la figura 1 se muestran los usos más importantes de la planta.

Los aceites extraídos de las diferentes variedades de las semillas de *Moringa oleifera* son de color amarillo intenso poco viscoso, siendo empleados en preparaciones y bálsamos para la piel. Actualmente el uso de estos, se ha extendido con éxito ya que su estructura ofrece una enorme cantidad de ácidos grasos, tocoferoles y vitamina E, convirtiéndose en un complemento poderosamente eficaz para combatir el colesterol. (Pérez & Cheng, 2012). Investigadores como Rodríguez *et al.*, (2012) han centrado sus estudios en determinar parámetros de calidad que se muestran algunos en la tabla 1. Estas propiedades

permiten establecer comparaciones respecto aceites más conocidos y explotados en el mercado.

Tabla 1. Parámetros de calidad determinados para el aceite de semilla de *Moringa oleifera* comparados con el aceite de oliva (Rodríguez *et al.*, 2012).

Propiedad determinada	Aceite de moringa	Aceite de oliva
Densidad (g/cm ³)	0,908	0,910
Índice de iodo (g/g)*	65,58	65,74
Índice de rancidez (meq kg-1)	1,97	≤1,5
Ácidos grasos libres (%)	0,5	≤1,0

* Índice de iodo se expresa en gramos de iodo por 100 g de muestra

El contenido de ácido oleico de un 68,9% indica que los aceites de esta planta, tienen el mismo nivel de calidad que los de oliva, por lo que podrían tener el mismo valor de mercado. Este ácido graso es más resistente a la oxidación que el linoleico, por eso, su adición a otros aceites permite obtener mezclas de elevadas propiedades nutricionales (Folkard & Sutherland, 1998; García-Fayos *et al.*, 2012).

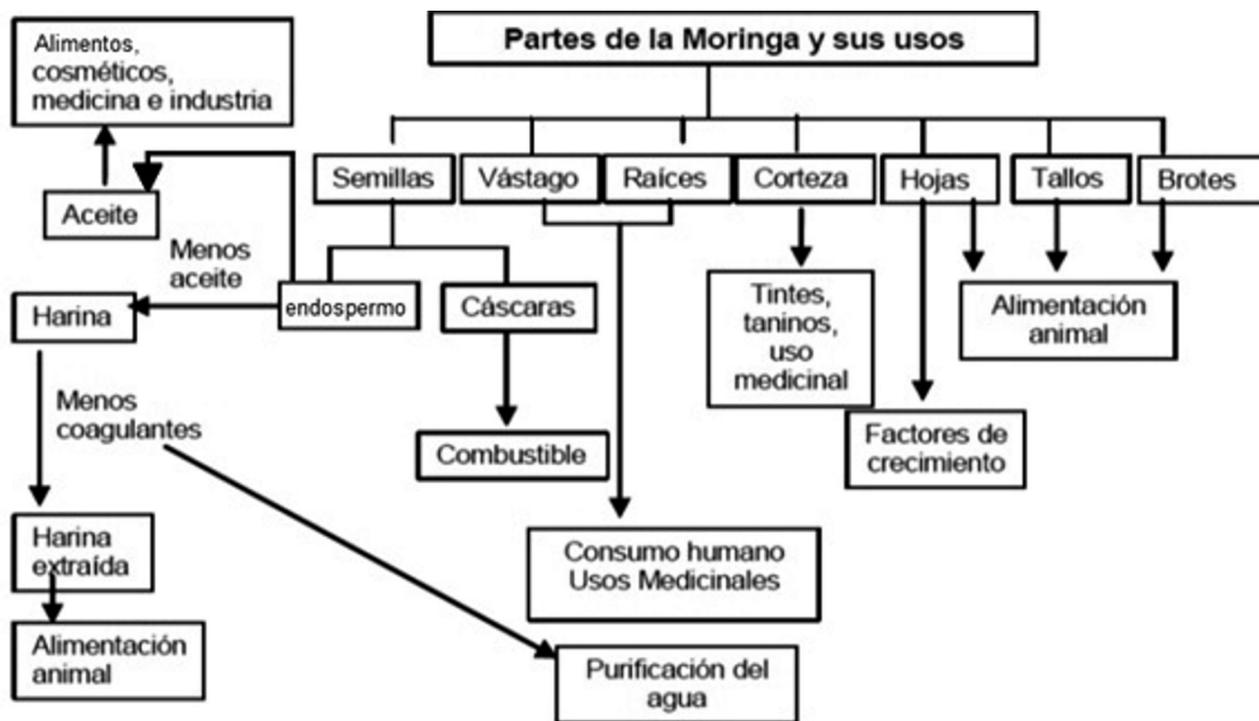


Figura 1. Usos de la *Moringa oleifera* (Torral, 2013).

El aceite de Moringa conocido como aceite de *Ben o de Behen* en Madagascar, se emplea para calmar y suavizar la piel de los bebés. Algunas empresas cosméticas incluyen este activo en la formulación de leches y tónicos limpiadores que reivindican una acción purificante o desintoxicante. Pueden ser usados además, en terapias antioxidantes para disminuir la genotoxicidad del arsénico y otros metales pesados, cuyos mecanismos de acción carcinogénica están relacionados con especies reactivas de oxígeno. En la industria farmacéutica el aceite es utilizado como adyuvante de principios activos, además como emoliente y saborizante; su consumo se ha incrementado paulatinamente viéndose reflejada su aceptación a través del aumento en las exportaciones hacia Europa como lubricantes de maquinaria y en la cosmética (Rodríguez et al., 2012; Compaoré et al., 2010; Arenales, 1991).

Los resultados derivados de la química y la farmacología asociadas a sus atributos terapéuticos, continúan siendo recientes y en desarrollo. Aunque muchos de sus beneficios han sido comprobados mediante rigurosas investigaciones en modernos laboratorios, no existen caracterizaciones que permitan determinar si el mecanismo de extracción influye en la composición y en el porcentaje de extracción de los aceites (García et al., 2013).

Este trabajo consistió en determinar el efecto de diferentes métodos de extracción sobre el porcentaje de extracción y la composición de ácidos grasos presentes en los aceites de las semillas de *Moringa oleífera* de las variedades *Supergenius*, *Plain* y *Nicaragua*.

Materiales y métodos

Las semillas de variedades *Plain*, *Supergenious* y *Nicaragua* de *Moringa oleífera* empleadas en el estudio, fueron cultivadas y cosechadas en el Centro Internacional de Salud "Las Praderas", La Habana, Cuba. Además se incluyó en el análisis, el aceite de la variedad *Nicaragua*, obtenido a partir de la extracción mecánica por prensado en frío, procedente de una cooperativa agropecuaria vinculada al proceso investigativo.

El diseño experimental propuesto fue de multinivel factorial, donde $k=3$, teniendo en cuenta tres factores a dos niveles. Los factores considerados fueron el tipo de disolvente, tiempo de extracción y el tamaño de partícula. Los niveles de estudios para el tiempo de extracción son de 4 y 6 horas. Los disolventes a utilizar son el hexano y el etanol y los niveles relacionados con el tamaño de partícula son mayor de un mm y menor que un mm— mayor que 0,315 mm obteniéndose dos tamaños de partículas diferentes. En todos los casos la variable dependiente será el porcentaje de extracción de aceite. Para todas las corridas experimentales se realiza una réplica y este procedimiento se realiza para cada especie de semilla a analizar.

Para el procesamiento de los resultados se empleó el programa auxiliar estadístico Statgraphics Centurión, versión XV.

Algunos de los parámetros de calidad que permiten caracterizar los aceites, tales como índices de refracción, saponificación, acidez, densidad y pH, fueron determinados a partir métodos fisicoquímicos en aquellas condiciones donde se obtuvieron mayores porcentajes de extracción.

La composición de los aceites ($n=3$ por lote), se realizó por cromatografía de gases (CG) con un equipo 7890A acoplado a sistema de cómputo, con detector FID (Agilent, EE. UU.). Se empleó el nitrógeno como gas portador.

Los ácidos grasos totales se determinaron como ésteres metílicos por el método del Institute for Nutra-ceutical Advancement (INA) de los EE. UU. con ligeras modificaciones. Se empleó ácido tridecanoico como patrón interno (10 mg por muestra). Para los análisis se utilizó una columna BP 21 (30m x 0,25mm x 0,25 μ m) en las condiciones siguientes: la corrida cromatográfica se realizó durante 30 min y comenzó con una temperatura de 70 °C que fue aumentando a razón de 10 °C por min hasta 200 °C. Transcurrido cinco minutos, se incrementó la temperatura hasta 220 °C de la misma manera (10 °C por min) que se mantuvo 30 min. Las temperaturas del detector y el inyector fueron 250 y 260 °C, respectivamente. El flujo del gas portador fue 5,4mL/min y el volumen de inyección de cada muestra fue 0,1 μ L. Los análisis se realizaron por triplicado con ácidos grasos (AG) como referencia (Supelco37 components FAME mixture Catalog No: 47885-U y Lipid standard Catalog No189-4, 189-6, Sigma, EE. UU.). 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 masa (CG-MS), según trabajos previos con aceites de otras especies. (Muñoz et al., 2005; Abdulkarim et al., 2005)

Resultados y discusión

En la figura 2 se muestra el comportamiento de las interacciones entre las variables: tipo de disolvente, granulometría y el tiempo de extracción a través del programa auxiliar estadístico Statgraphics Centurión, versión XV.

El P-Valor obtenido es menor que 0,05 con nivel de confianza de 95%. Los factores tiempo de extracción, tipo de solvente inciden de manera positiva sobre la variable respuesta, mientras que la transferencia se vio favorecida con la partículas de mayor tamaño, debido a que a pesar de que la homogeneidad y un menor tamaño de partícula garantizan que durante el proceso de extracción el área de contacto entre estas y el disolvente sea mayor, favoreciéndose la penetración del disolvente en la estructura y la operación de trans-

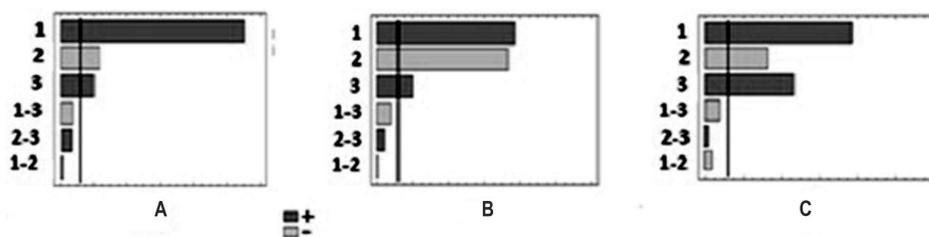


Figura 2. Influencia de las diferentes variables y de las interacciones entre ellas sobre el porcentaje de extracción del aceite de semillas de *Moringa oleífera*: 1-solvente, 2- granulometría, 3- tiempo de extracción. (A: Supergenious; B: Plain; C: Nicaragua)

ferencia de masa, tamaños excesivamente pequeños pueden hacer que las partículas se compacten dificultando la extracción. El programa evidencia que las interacciones entre ellas no influyeron en la variable en estudio.

Los mejores resultados se obtuvieron con el hexano, mostrando un incremento en la concentración del aceite en el licor lixiviado y mayor porcentaje de extracción. Esto se debe, a que el aceite vegetal extraído está compuesto por moléculas con enlaces apolares lo que coincide con la polaridad del hexano, esto no se logra con el etanol.

La extracción de aceite de las semillas de *Moringa oleífera* de las variedades analizadas, tuvo un rendimiento promedio de un 42% con el hexano como disolvente.

La tabla 2 muestra los resultados de la caracterización fisicoquímica de los aceites correspondientes a los mayores valores de porcentaje de extracción y el aceite extraído por método de prensado mecánico.

Los valores obtenidos de densidad fueron similares a los reportado en la literatura ($0,8968 \text{ g/m}^3$). En el caso del índice de refracción, el comportamiento fue similar, siendo semejantes a los valores obtenidos por otros autores ($1,4703$) (García *et al.*, 2013).

Otros estudios muestran un rendimiento de 25 a 30%, densidad de $0,899$ a $0,912 \text{ g/mL}$, índice de refracción $1,465$ como los determinados por Cáceres, (1993). El valor obtenido de pH entre $4,7$ - $5,38$ muestra aceites con ligeras características ácidas. Los valores determinados de la variedad Nicaragua por diferentes métodos de extracción presentaron pequeñas diferencias.

La extracción por prensado proporcionó mayor porcentaje de extracción respecto al método sólido-líquido, resultando más económico, menos engorroso y no requiere de maquinaria de tecnología sofisticada. El tiempo de extracción es mucho menor y el producto obtenido esta menos expuesto a los reactivos que pudieran modificarlo estructuralmente.

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas determinadas en los aceites de semillas de *Moringa* según la variedad y condiciones de extracción.

Propiedades	Supergenious	Plain	Nicaragua	Nicaragua (Extracción mecánica)
Tiempo de extracción	6(h)	6(h)	6(h)	15(min)
Disolvente	hexano	Hexano	hexano	-
Tamaño de partículas	$\geq 1\text{mm}$	$\geq 1\text{mm}$	$\geq 1\text{mm}$	$\geq 1\text{mm}$
Extracción de aceite (%)	$39,8 \pm 3,5$	$40,9 \pm 3,0$	$45,04 \pm 2,7$	$65,37 \pm 3,4$
Índice de acidez (mg de HCl/g de aceite)	$1,403 \pm 0,091$	$1,401 \pm 0,003$	$1,402 \pm 0,035$	$1,301 \pm 0,005$
Índice de saponificación (mg de KOH/g de aceite)	$170,59 \pm 1,7576$	$181,47 \pm 1,4706$	$161,68 \pm 1,7352$	$172,22 \pm 1,7382$
Índice de refracción	$1,4614 \pm 0,002$	$1,4625 \pm 0,002$	$1,4586 \pm 0,002$	$1,4665 \pm 0,003$
pH	4,71	5,38	5,29	4,83
Densidad (g/cm^3)	$0,885 \pm 0,063$	$0,8788 \pm 0,061$	$0,8593 \pm 0,056$	$0,8852 \pm 0,048$

Tabla 3. Composición porcentual de la semilla de *Moringa oleífera* determinada por cromatografía gaseosa.

Ácidos Grasos	Plain	Supergenious	Nicaragua	Nicaragua Extracción mecánica
C 14:0 (mirístico)	0,11	0,07	0,08	0,08
C 16:0 (palmítico)	7,66	5,00	5,31	5,43
C16:1 (palmitoleico)	1,56	1,12	1,14	1,16
C18:0 (esteárico)	7,06	4,60	4,68	4,32
C18:1 (oleico)	65,38	64,30	65,14	65,27
C18:2 (linoleico)	2,12	4,91	4,73	4,82
C18:3 (linolénico)	0,47	0,58	0,49	0,54
C20:0 (araquídico)	4,53	3,21	3,09	3,12
C20:1 (gondoico)	3,25	2,24	2,19	2,18
C22:0 (behénico)	-	6,31	6,06	6,10
C24:0 (lignocérico)	0,89	0,99	0,91	0,94

Los ácidos grasos de estos aceites fueron identificados y cuantificados obteniéndose la distribución que se muestra en la tabla 3.

Los resultados obtenidos muestran que el ácido oleico fue el componente mayoritario, seguido de los ácidos palmítico donde en la variedad Plain se obtuvo mayor valor. Estas cifras son similares a los reportadas por otros autores como Marrero *et al.*, 2014.

El contenido de ácido oleico en las variedades fue de un 65,38; 64,30; 65,14 y 65,27 % confirmando que los extractos obtenidos, tienen similar composición que los de oliva.

La variación que se aprecia puede deberse a las diferencias en especies, genética de la planta, su cultivo, clima, suelo, región, estado de maduración de los frutos, época de colecta y análisis. En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos por otros autores a variedades de diversas regiones.

La presencia de C18:3, perteneciente al grupo omega 3(Ω 3), C18:2, grupo omega 6(Ω 6) y C18:1, omega 9 (Ω 9) en las estructuras de los aceites de moringa de las variedades analizadas, le confiere valor nutricional y calidad como suplemento. (Bressani, 2007)

Conclusiones

La extracción por el método de prensado mecánica resulta más económico, y con mayores porcentajes de extracción, constituyendo esta, la mejor variante para futuros procesos en la industria biofarmacéutica.

El análisis cromatográfico a los aceites permitió corroborar que existen diferencias respecto a la composición de ácidos grasos esenciales entre las especies y

que el método de extracción en nuestro estudio no constituyó un factor determinante en dicha variación.

Referencias bibliográficas

- Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., & Ghazali, H. M. (2005). Some physico-chemical properties of *Moringa oleífera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*, 93(2), 253-263.
- Alfaro, N. (2008). Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleífera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala. *Proyecto FO-DECYT. Guatemala*.
- Arenales, B. (1991). Efecto de las suspensiones de semillas de *Moringa oleífera* Lam. sobre la coagulación de aguas turbias naturales (Doctoral dissertation, Tesis de grado de licenciado de Químico biólogo, de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Bressani, R. (2007). Valor proteínico suplementario de la hoja de *Moringa oleífera* Lam al maíz, y al arroz. Ensayos preliminares. Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala. Informe no publicado.
- Cáceres, A. (1993). Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales de uso popular en Guatemala (I). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Compaoré, W. R., Nikièma, P. A., Bassolé, H. I. N., Savadogo, A., & Mouecoucou, J. (2011). Chemical composition and antioxidative properties of seeds of *Moringa oleífera* and pulps of *Parkia biglobosa* and *Adansonia digitata* commonly used in food fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(1), 64-72.
- Foidl, N., Mayorga, L., Vasquez, W., Murqueitio, E., Osorio, H., Sanchez, M. D., & Speedy, A. (1999). Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. 1. Conferencia

Tabla 4. Composición porcentual determinada por otros autores en el aceite de la semilla de *Moringa oleífera* (Marrero *et al.*, 2014).

Ácidos Grasos	Bukina Faso	Malasia	India	Kenya	Cuba	Pakistán	Malawi
C 14:0	0,10	0,10	0,13	0,11	-	-	-
C 16:0	5,57	7,80	6,46	6,06	7,10	6,45	5,83
C16:1	1,28	2,20	1,36	1,57	1,04	0,97	1,16
C17:0	0,10	-	0,08	0,09	-	-	-
C18:0	3,84	7,60	5,88	4,14	4,80	5,50	6,20
C18:1	72,40	67,90	71,20	73,60	73,71	73,22	71,75
C18:2	0,95	1,10	0,65	0,73	0,31	1,27	0,75
C18:3	0,45	0,20	0,18	0,22	-	0,30	0,22
C20:0	3,40	4,00	3,62	2,76	-	4,08	4,00
C20:1	2,70	1,50	2,22	2,40	-	1,68	2,75
C22:0	6,95	6,20	6,41	6,73	5,43	6,16	7,20
C22:1	0,14	-	0,12	0,14	-	-0,12	
C24:0	1,58	1,30	-	1,08	0,31	-	-

- Electrónica Sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Agroforestería para la Producción Animal en América Latina: Memorias. FAO, Roma (Italia).
- Folkard, G., & Sutherland, J. (1998). *Moringa oleífera* un árbol con enormes potencialidades.
- García-Fayos, B., Arnal, J. M., Verdú, G., & Sauri, A. (2010). Study of *Moringa oleífera* oil extraction and its influence in primary coagulant activity for drinking water treatment. In *International conference on food innovation*.
- García Torres, A. G., Martínez Cubias, R. K. M., & Rodríguez Díaz, I. A. (2013). Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (*Moringa oleífera*) como generador de materia prima para la industria química (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Institute for Nutraceutical Advancement (INA). Method 108.003. Fatty Acid Content in Saw Palmetto by GC. Disponible en: URL <http://www.nsf.org/busines/ina/fattyacids.asp>. [Consultado: 15 de junio de 2015]
- Marrero Delange, D., Murillo, R. V., González Canavaciolo, V. L., & Gutiérrez Amaro, J. (2014). Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de *Moringa oleífera* que crece en La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(2), 197-204.
- Martín, J. S. (2004). Aplicación de floculantes naturales a la potabilización de aguas. In *Certamen universitario Arquímedes de introducción a la investigación científica*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte.
- Muñoz, S. R., Martínez, R. M., Roque, O. G., & Santana, E. F. (2005). Empleo de un producto Coagulante Natural para Clarificar Agua. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36.
- Pérez, S., & Cheng, M. (2012). Comportamiento de una mezcla de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y amaranto (*Amaranthus dubius*) en diferentes proporciones, para la elaboración de un alimento tipo pan.
- Rodríguez Leyes, E. A., González Canavaciolo, V. L., Marrero Delange, D., & Leiva Sánchez, Á. T. (2012). Fracciones lipídicas obtenidas a partir de frutos de *Sesuvium portulacastrum* recolectados en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 11-20.
- Toral, O., Reino, J., Santana, H., & Cerezo, Y. (2013). Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleífera* (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 409-416.