

# Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas

## Identification of fatty acids contained in the oils extracted from seeds of three different species of fruit

Andrés Felipe Cerón<sup>1†</sup>, Oswaldo Osorio M.<sup>2\*</sup>, y Andrés Hurtado B.<sup>2‡</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agroindustrial. Facultad Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA), Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>2</sup>Profesor Asociado, Facultad Ingeniería Agroindustrial, Grupo de investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA), Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

\*Autor para correspondencia: Osorio\_oswaldo@udenar.edu.co, Tel.+057-27314481, Fax.+057-2731448; †andre5505@hotmail.com; ‡ahurtadob@hotmail.com

Rec.: 21.08.11 Acept.: 30.05.12

### Resumen

En este estudio se midió el rendimiento de aceite y la composición de ácidos grasos presentes en semillas de las frutas andinas tropicales: lulo de la variedad castilla (*Solanum quitoense*), mora de la variedad castilla (*Rubus glaucus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). La extracción se hizo con solventes en un extractor Soxhlet utilizando éter etílico al 99.8% de pureza y punto de ebullición 40 - 60 °C. Para identificar los ácidos grasos se empleó cromatografía de gases con detector FID (GC-FID). Los rendimientos en aceite fueron de 8.5% para lulo, 12.2% para mora y 21.2% para maracuyá. Los ácidos grasos encontrados en semillas de lulo fueron palmítico (15.6%) y linoléico (58.1%); en semillas de mora linoléico (50.1%) y linolénico (25.1%) y en las de maracuyá palmítico (15.44%), oleico (15.47%) y linoléico (63.1%). El contenido graso de las semillas evaluadas evidenció su potencial como materia prima oleaginosa y por sus contenidos de ácidos grasos se pueden considerar una fuente importante de componentes para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

**Palabras clave:** Ácidos grasos, cromatografía, *Passiflora edulis*, *Rubus glaucus*, *Solanum quitoense*.

### Abstract

The objective of the study was to determine yield in oil and composition in the fatty acids present in three different seeds from Andean fruits: Lulo castilla variety (*Solanum quitoense*); blackberry castilla variety (*Rubus glaucus*), and the passion fruit or maracuya (*Passiflora edulis*). The extraction was carried out by solvent extraction method with a Soxhlet extractor using ethyl ether as solvent at 99.8% to purity and boiling point of 40 - 60 °C. To identify the fatty acids gas chromatography with FID detector (GC-FID) was used. Oil yields were obtained from 8.5% for lulo, 12.2% for blackberry and 21.2% for maracuya. The fatty acids found were the follow: In seeds of lulo were found palmitic acid 15.6% and linoleic acid 58.1%; in seeds of blackberry 50.1% of linoleic acid and linolenic acid 25.1%; in seeds of maracuya, palmitic acid 15.44%, oleic acid 15.47% and linoleic 63.1%. The fat content of the studied seeds evidence their potential as oleaginous raw material and the identification of the previous fatty acids makes them an important source of components for the food, pharmaceutical or cosmetic industry.

**Key words:** Chromatography, fatty acids, *Passiflora edulis*, *Rubus glaucus*, *Solanum quitoense*.

## Introducción

Los frutales andinos tropicales comprenden especies con diferentes grados de desarrollo y alto potencial de aceptación por los consumidores. Entre ellas sobresalen mora (*Rubus glaucus* Benth.), lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y algunas pasifloras como maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) (Lobo, 2006).

La mora pertenece a la familia de las rosáceas, el fruto es un agregado de pequeñas drupas de color generalmente púrpura, unidas a un receptáculo cónico que se separa fácilmente de la planta, la semilla es de forma arrionada y su color varía de púrpura a rojo intenso (Vanarsdel, 1963). El lulo pertenece a la familia Solanácea y al género *Solanum* que es el más grande y diverso (Bedoya y Barrero, 2009), el fruto es ovoide con cáscara amarilla, anaranjada o parda, cubierta de finas espinas o vellos, internamente se divide en cuatro compartimentos, llenos de pulpa de color verdoso y numerosas semillas (Schultes y Cuatrecasas, 1958). El maracuyá pertenece a la familia Passifloraceae y al género *Passiflora*, el fruto es una baya de forma globosa, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo y consistencia dura, lisa y cerosa; contiene de 200- 300 semillas de color negro o violeta oscuro (García, 2002).

En la actualidad estas frutas tienen gran demanda en la industria de jugos y pulpas (Lobo, 2006), razón por la cual generan una cantidad alta de residuos cuyo valor como materias primas no es muy conocido (Brennan *et al.*, 1998). Entre estos residuos se encuentran las semillas caracterizadas por su alto contenido de fibra, constituida principalmente por celulosa, sustancias pécticas y hemicelulosas (Badui, 1999); además de una amplia variedad de componentes según el tipo de semilla y sus tejidos específicos (Stroshine y Hamann, 1993).

En el departamento de Nariño, Colombia, es urgente desarrollar tecnologías para el aprovechamiento de semillas provenientes de frutas procesadas, con el fin de obtener aceites para las industrias farmacéutica y cosmética. Boucher (1999) considera que es urgente tomar conciencia y definir planes de investigación para aprovechar la riqueza de los productos promisorios autóctonos.

La obtención de aceites a partir de semillas residuales de frutas procesadas es una alternativa agroindustrial para agregar valor a este tipo de residuo.

García *et al.* (2003) encontraron residuos de aceites y ácidos grasos en mora, y Ocampo *et al.*, (2007) hallaron triglicéridos de ácidos grasos saturados e insaturados (linoleico, oleico, esteárico y linolénico) en las semillas de guanábana, lo que representa un potencial para usos industriales (Solís *et al.*, 2010).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el rendimiento de aceites y la composición de ácidos grasos presentes en semillas de mora, lulo y maracuyá, como una alternativa de desarrollo agroindustrial para la utilización integral de estos subproductos en las industrias de alimentos, farmacéuticos y cosméticos.

## Materiales y métodos

**Localización.** La investigación se realizó en la Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño sede Torobajo, Pasto, Nariño, localizada a 2527 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14 °C y una humedad relativa de 70%.

**Materia prima.** Se utilizaron muestras de 1 kg de semillas de lulo de la variedad Castilla (*Solanum quitoense*), mora de la variedad Castilla (*Rubus glaucus* Benth) y maracuyá (*Passiflora edulis*), suministradas por la empresa Inpadena, dedicada a la obtención de pulpas de estas frutas en el municipio de Pasto.

**Procesamiento.** Inicialmente se retiró el exceso de pulpa adherido a las semillas; para ello se lavaron con agua corriente al mismo tiempo que se seleccionaron para eliminar semillas vanas. Posteriormente fueron secadas en bandejas, a una temperatura de 60 °C con velocidad de aire de 20 m/s durante 8 h. Finalmente, las semillas secas fueron pasadas por molino de martillos (Hsiao Lin Machine modelo 61060) y por un tamiz modelo (PS-35 serie 1182) y serie de tamices 10-30, A.S.T.M.E. por 5 min.

**Extracción de aceites.** Para la extracción de aceites se procesaron  $15.00 \pm 0.01$  g de semillas de cada fruta con diámetro de partícula entre 0.5943 y 0.8407 cm. Para el procedimiento se utilizó un extractor Soxhlet,

empleando como solvente éter etílico (99.8%) y punto de ebullición entre 40 °C y 60 °C (Bernal, 1998) con reflujo de 8 h. La recuperación del solvente se realizó por destilación en un evaporador rotatorio (Eyela Oil Bath OSB-2000). El extracto fue secado por 30 min a 60 ± 2 °C en un horno eléctrico (Thermolab Dies) hasta eliminar el solvente residual, se enfrió y se pesó para determinar el rendimiento; finalmente el aceite obtenido fue conservado en viales (frascos de vidrio ámbar con rosca).

**Determinación de humedad.** Para determinar la humedad en las muestras, se pesaron 2.00 ± 0.01 g que fueron sometidos a una temperatura de 100 °C en un horno eléctrico (Thermolab Dies) durante 24 h hasta alcanzar un peso constante, antes de proceder a determinar su peso seco (Less, 1998).

El pesaje de las muestras, la determinación del rendimiento y la humedad se realizaron en balanza analítica Precisa 310M de 3000 g con precisión de ± 0.01 g.

**Determinación de ácidos grasos.** Para la preparación de las muestras se utilizó el método de derivatización empleado por los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, que se basa en la técnica de transesterificación catalizada con ácido. Para el efecto, se extrajeron 200 µl de cada aceite a los cuales se les adicionó 1 ml de hexano grado HPLC, posteriormente se prepararon 10 ml de solución al 5% de HCl en CH<sub>3</sub>OH. Esta solución, en conjunto con la muestra, se dejaron durante 2 h a 70 °C en reflujo y después se agregaron 5 ml de agua destilada antes de dejar en reposo por 10 min, tiempo después del cual se añadieron 2 ml de hexano grado HPLC para finalmente separar la muestra en un embudo especial.

**Procedimientos analíticos.** El análisis de los ácidos grasos presentes en las semillas fue realizado con el uso de un cromatógrafo de gases marca Shimadzu GC-17.A, con una columna Supelcowax 10 (30m x 0.25mm ID 0.25µm) y detector FID a una temperatura de 280 °C, modo inyección: Split, relación 20:1, a flujo de 1.0 ml/min, temperatura inyector 250 °C. Temperaturas programadas columna: 40 °C hasta 130 °C a razón de 15 °C por minuto, posteriormente se incrementó a 240 °C (10 min) a razón de 30 °C por minuto; por último se llevó a una temperatura de 250 °C aumentando 10 °C por minuto.

Se utilizaron patrones de metil-ésteres de ácidos grasos para las comparaciones respectivas, así como índices de retención para aquellos compuestos no identificados mediante el cromatograma estándar. El diseño experimental fue totalmente aleatorizado, las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se presentaron como valores promedio.

## Resultados y discusión

### Rendimientos de aceite

Los menores contenidos de humedad y los mayores porcentajes de aceite se encontraron en semillas de maracuyá, seguido de semillas de mora (Cuadro 1). En este estudio los valores de ácido graso en mora fueron mayores a los obtenidos (9.2%) por García *et al.* (2003). De acuerdo con los porcentajes de grasa, en las semillas de los frutos evaluados es posible predecir su alto potencial como oleaginosas para las industrias de alimentos, farmacéutica y cosmética, altamente consumidoras de aceites vegetales.

**Cuadro 1.** Rendimiento en aceite de semillas de frutas tropicales.

Fruta	Humedad* (%)	Rendimiento (% aceite)	Promedio (% aceite)	Desviación estándar	CV (%)
Mora	6.137	12.321 11.683 12.634	12.213	0.484	3.962
Maracuyá	5.051	19.630 21.460 22.545	21.212	1.473	6.945
Lulo	6.760	7.762 9.030 8.842	8.545	0.684	8.008

\*Promedio de tres muestras/fruta

### Identificación de ácidos grasos

En las muestras analizadas se encontraron los 'picos' correspondientes a los estándares de metil ésteres de ácidos grasos a diferentes tiempos de retención, identificando los siguientes: palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico, en las tres semillas (Figura 1). También aparece el ácido palmitoleico solo en las semillas de lulo (*Solanum quitoense*) (Cuadro 2). Los cromatogramas muestran seis señales en el aceite de *Solanum quitoense* (Figura 2), cinco en *Rubus glaucus* Benth (Figura 3) y cinco en *Passiflora edulis* (Figura 4). El análisis de los picos de cada cromatograma mostró los ácidos grasos presentes en las semillas de cada tipo (Cuadro 2). Los resultados permiten comparar los aceites por su composición porcentual en ácidos grasos,

la cual varió ( $P < 0.05$ ) entre las semillas de las diferentes frutas. Es importante enfatizar la presencia de palmitoleico en las semillas de *Solanum quitoense*.

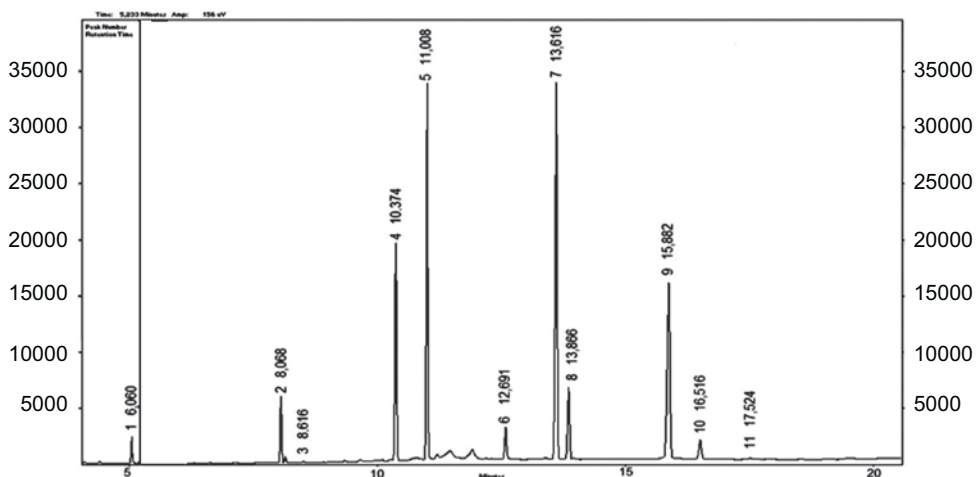
El ácido graso más abundante en las semillas fue el linoleico en concentraciones  $> 50\%$ . Este ácido es esencial para los humanos, ya que carece de las enzimas necesarias para insertar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 (Ronayne de Ferrer, 2000; Sanhueza *et al.*, 2002; Galgani, 2004; Tapia, 2005) y su importancia radica fundamentalmente en que es un precursor de ácidos grasos de mayor longitud de cadena, entre ellos, el araquidónico, lo que lo caracteriza como un ácido esencial para el metabolismo de los alimentos (Simopoulos, 1991; Peterson *et al.*, 2006).

**Cuadro 2.** Ácidos grasos presentes en aceite de semillas de frutas tropicales.

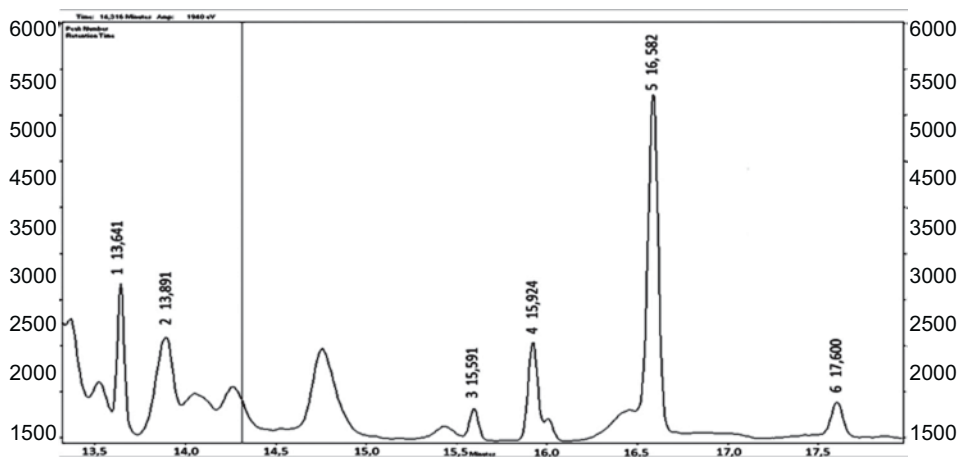
Fruta	N° de ('picos')	Tiempo de retención (min)	Tipo de ácido	*Porcentaje
Lulo	1	13.641	Palmítico ME	15.6 a
Mora	1	13.660	Palmítico ME	11.24 b
Maracuyá	1	13.674	Palmítico ME	15.44 c
Lulo	2	13.891	Palmitoleico ME	2.35
Mora	-	-	-	-
Maracuyá	-	-	-	-
Lulo	3	15.591	Estearico ME	3.65 a
Mora	2	15.616	Estearico ME	4.11 b
Maracuyá	2	15.632	Estearico ME	3.00 c
Lulo	4	15.924	Oleico ME	14.00 a
Mora	3	15.940	Oleico ME	9.42 b
Maracuyá	3	15.960	Oleico ME	15.47 c
Lulo	5	16.582	Linoleico ME	58.10 a
Mora	4	16.610	Linoleico ME	50.1 b
Maracuyá	4	16.624	Linoleico ME	63.1 c
Lulo	6	17.600	Linolénico ME	6.21 a
Mora	5	17.624	Linolénico ME	25.1 b
Maracuyá	5	17.650	Linolénico ME	1.10 c

\*Valores promedio de tres observaciones.

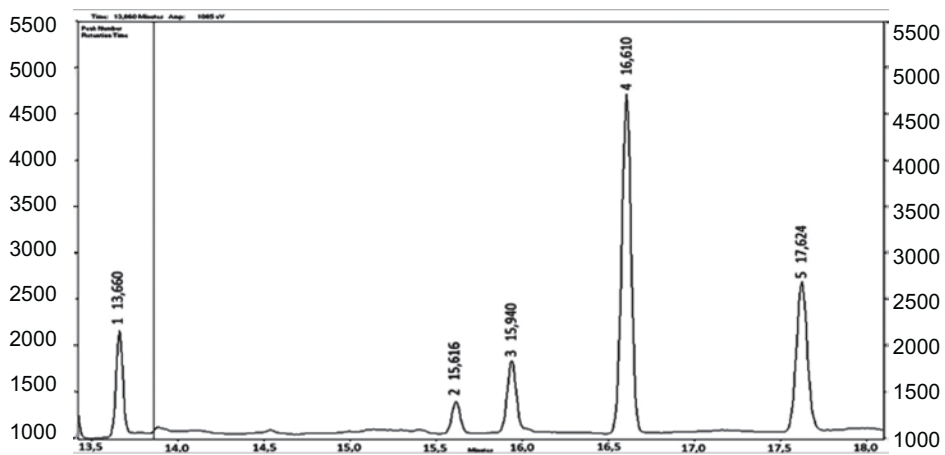
\*Para cada porcentaje, letras no comunes implican diferencias entre promedios, según prueba de LSD de Fisher a un 95% de confianza.



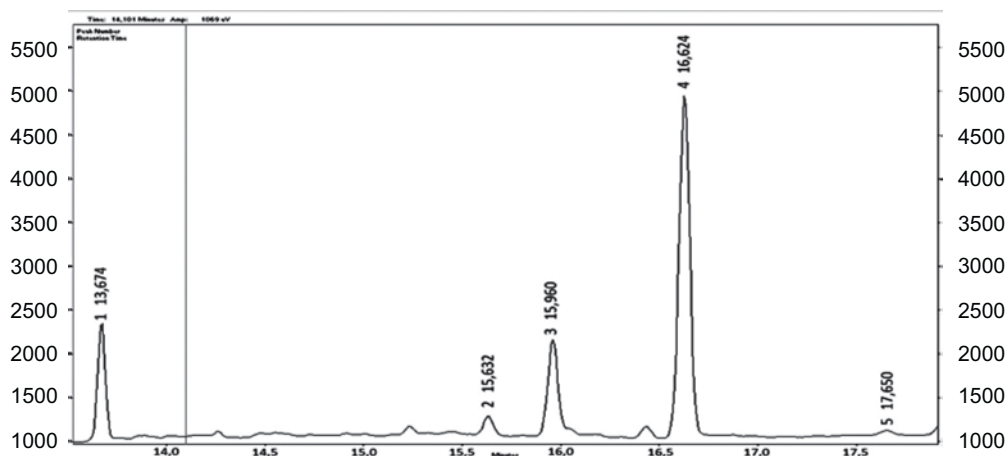
**Figura 1.** Cromatograma general ácidos grasos metil ester (estandar 99.98%).  
 1, 2, 3 N.I., 4 Undecanoico, 5 Ácido Dodecanoico, 7 Palmítico, 8 Palmitoleico, 9 Oleico, 10 Linoleico, 11 Linolénico



**Figura 2.** Cromatograma general de una muestra de aceite de semilla de lulo (*Solanum quitoense*).  
 1 Palmítico, 2 Pamitoleico, 3 Esteárico, 4 Oleico, 5 Linoleico, 6 Linolénico.



**Figura 3.** Cromatograma general de una muestra de aceite de semilla de mora (*Rubus glaucus*).  
 1 Palmítico, 2 Esteárico, 3 Oleico, 4 Linoleico, 5 Linolénico.



**Figura 4.** Cromatograma general de una muestra de aceite de semilla de maracuyá (*Passiflora edulis*).  
1 Palmítico, 2 Esteárico, 3 Oleico, 4 Linoleico, 5 Linolénico.

Según Pariza (1999) los ácidos grasos poli-insaturados (linolénico y linoleico) tienen ingredientes nutracéuticos esenciales para el crecimiento y el buen estado de la piel y el pelo (Ziller, 1994). Estos y los demás aceites identificados en las frutas evaluadas en este estudio, tienen diferentes usos industriales, como es el caso de oleico en la formulación cosmética y en mezclas con aceites minerales (Martini, 2005), y el palmítico como factor de consistencia o de acidificación en emulsiones (Martini, 2005). El linoleico participa en la síntesis de prostaglandinas, en la generación de membrana, y en otros procesos biológicos relacionados con la regeneración celular (Moreno, 1990). Por su parte, los ácidos grasos linoleico, oleico y linolénico son compuestos emolientes que se emplean habitualmente en cosmética y dermofarmacia (Benaiges, 2008).

### Conclusiones

- Los rendimientos promedio de aceite en semillas de lulo fueron de 8.545%, en mora de 12.213% y en maracuyá de 21.212%. Los contenidos de ácidos grasos de estas semillas muestran su potencial como materia prima oleaginoso para la industria consumidora de aceites vegetales, lo que constituye un valor agregado para este tipo de residuos de la industria de pulpas y jugos.
- Los ácidos grasos comunes presentes en las semillas de estas frutas fueron palmí-

tico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico; como ácido graso diferente aparece el palmítoleico.

- La identificación de los anteriores ácidos grasos hace que las semillas de estas frutas sean una fuente importante de estos componentes, útiles para la industria de alimentos, farmacéutica y cosmética.
- Las proporciones de los ácidos grasos encontrados permiten sugerir nuevos estudios de purificación y fraccionamiento, debido al gran potencial de las semillas de lulo (*Solanum quitoense*), mora (*Rubus glaucus* Benth) y maracuyá (*Passiflora edulis*).

### Referencias

- Badui, S. 1999. Química de los alimentos, 3ra ed., Editorial Adisson wesley Logman de México S.A. de C.V., México D.F., México.
- Bedoya, R. O. y Barrero, L. 2009. Filogenia de lulo, tomate de árbol y sus parientes silvestres. *Cienc. Technol. Agrop.* 102:180 - 190.
- Benaiges, A. 2008. Aceite de rosa mosqueta: composición y aplicaciones dermocosméticas. *Offarm.* 27(6):94 - 97.
- Bernal, I. 1998. *Análisis de Alimentos.*, 3ra ed., Editora Guadalupe Ltda., Santafé de Bogotá. 48 p.
- Boucher, F. 1999. Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Lima, Centro Regional Andino. 1999-05-11/1999-05-14. Santafé de Bogotá, Colombia. 16 p.
- Brennan, J.; Butters, J.; Cowell, N.; y Lilley, A. 1998. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos,

- 3ra. Ed. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Galgani, E. 2004. Evaluación de la situación de ácidos grasos esenciales y derivados de cadena larga en la dieta de lactantes menores de un año. *Rev. chil. nutr.* 31(1): 154 - 160.
- García, D.; Vilorio, A.; Belén, D.; y Moreno, M. 2003. Características físico-químicas y composición de ácidos grasos del aceite crudo extraído de residuos de mora *Rubus glaucus* Benth. *Grasas y Aceites* 54(4): 259 - 263.
- García, T. M. 2002. Cultivo de maracuyá amarillo. Guía Técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Arce, El Salvador. p. 12.
- Less, R. 1988. Análisis de los Alimentos., 2<sup>a</sup> ed., Ed. Acribia., Madrid.
- Lobo, A. M. 2006. Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. En: *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 72: 40 - 54.
- Martini, M. 2005. Introducción a la dermofarmacia y a la cosmetología. Ed, Acribia S.A., Zaragoza España. 300 p.
- Moreno, J.; Bueno, J.; Navas, J.; y Camacho, F. 1990. Tratamiento de las úlceras cutáneas con aceite de rosa mosqueta. *Med. Cut.* p. 63 - 66.
- Ocampo, D.; Betancur, L.; Ortiz, A.; y Ocampo, R. 2007. Estudio cromatográfico comparativo de los ácidos grasos presentes en semilla de *Annona cherimolioides* y *Annona muricata* L. *Vector* 2:103 - 112.
- Pariza, M. W. 1999. The biological activities of conjugated linoleic acid. En: M. P. Yurawecz *et al.* (eds.). *Advances in conjugated linoleic acid research.* Am. Oil. Chem. Soc. Press, Champaign IL. p. 12 - 20.
- Peterson, G.; Aguilar, D.; Espeche, M.; Mesa, M.; Jáuregui, P.; Díaz, H.; Simi, M.; y Tavella, M. 2006. Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina. *Rev. Chil. Ped.* 77(1).
- Ronayne de Ferrer, P. 2000. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. *Arch Argent Ped.* 98:231 - 238.
- Sanhueza, J.; Nieto, S.; y Valenzuela, A. 2002. Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso. *Rev. chil. nutr.* 29(2): 98 - 105.
- Schultes, H. y Cuatrecasas, J. 1958. Notes on the cultivated lulo. *Harvard Univ. Bot. Museum Leaflets* 16(5):97 - 105.
- Simopoulos, A. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:438 - 463.
- Solis, J.; Amador, C.; Hernandez, M.; y Duran, M. 2010. Caracterización físicoquímica y comportamiento térmico del aceite de almendra de guanábana *Annona muricata* L. *Grasa y Aceites* 61(1): 58 - 66.
- Stroshine, R. y Hamann, D. 1993. Physical properties of agricultural materials and food products, Copyright by Richard Stroshine all rights reserved. Department of Agricultural and Biological Engineering Purdue University West Lafayette, Indiana. Pp. 61.
- Tapia, A. E. 2005. La suplementación con ácidos grasos omega-3 disminuye la agresividad, hostilidad y el comportamiento antisocial. *Rev. chil. nutr.* 32(2): 95 - 101.
- Vanarsdel, W. 1963. B.S.. Food dehydration, volumen 1. The AVI publishing company, Inc., Connecticut, USA.
- Ziller, S. 1994. *Grasas y aceites alimentarios.*, 7<sup>a</sup> ed., Ed. Acribia, S.A., Zaragoza España. Pp. 13.