

Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) cultivadas en cuatro estados de México

Fatty acid content in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds grown in four Mexican states

Dr. Rey Gutiérrez Tolentino,^I MSc. Ma. Lourdes Ramírez Vega,^I Dr. Salvador Vega y León,^I Dr. Javier Fontecha,^{II} Dr. Luis Miguel Rodríguez,^{II} Dr. Arturo Escobar Medina^{III}

^I Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Coyoacán, D.F., México.

^{II} Instituto de Investigación en Ciencia de los Alimentos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

^{III} Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: existe evidencia científica de que la chía (*Salvia hispanica* L.) es originaria de México y que formó parte, junto con el maíz, frijol y amaranto, de la dieta prehispánica. Con la llegada de los españoles, su uso fue suprimido en las tradiciones y costumbres de los aztecas y mayas, no es hasta finales del siglo pasado que las semillas de chía han cobrado gran interés por su alto contenido de ácido alfa-linolénico así como su relación con la salud y nutrición humana.

Objetivo: determinar el perfil de ácidos grasos en semillas de chía cultivadas en diferentes zonas de México.

Métodos: se obtuvieron cinco lotes de semillas de chía, a los cuales se les extrajo el aceite en equipo soxhlet con éter de petróleo. El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

Resultados: los análisis cromatográficos permitieron identificar y cuantificar nueve ácidos grasos en las muestras de aceite de chía, palmítico (C16) y palmitoleico (C16:1), esteárico (C18), oleico cis-9 (C18:1 c9), oleico cis-11 (C18:1 c11), oleico cis-12 (C18:1 c12), linoleico (C18: 2 c9c12), araquídico (C20), linolénico (C18:3 c6c9c12) y alfa-linolénico (C18:3 c9c12c15). El ácido graso alfa-linolénico presentó la mayor concentración (62,67 %).

Conclusiones: el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados en el aceite

de semillas de chía, cultivadas en zonas diferentes de México, se encuentra dentro del intervalo informado para otros países.

Palabras clave: ácidos grasos, chía, México, *Salvia hispanica* L.

ABSTRACT

Introduction: there is scientific evidence that chia (*Salvia hispanica* L.) is native to Mexico and was part of the prehispanic diet alongside maize, beans and amaranth. Upon arrival of the Spanish colonizers, its use was suppressed from Aztec and Mayan customs and traditions. It is not until the end of the twentieth century that chia seeds attracted great interest due to their high alpha-linoleic acid content and its relationship to human nutrition and health.

Objective: determine the fatty acid profile in chia seeds grown in various regions of Mexico.

Methods: five lots of chia seeds were obtained, from which the oil was extracted in a Soxhlet device with petroleum ether. The fatty acid profile was determined by gas chromatography with a flame ionization detector.

Results: chromatographic analysis permitted identification and quantification of nine fatty acids in the chia oil samples: palmitic (C16) and palmitoleic (C16:1), stearic (C18), cis-9 oleic (C18:1 c9), cis-11 oleic (C18:1 c11), cis-12 oleic (C18:1 c12), linoleic (C18: 2 c9c12), arachidic (C20), linolenic (C18:3 c6c9c12) and alpha-linolenic (C18:3 c9c12c15). Alpha-linolenic acid had the greatest concentration (62.67 %).

Conclusions: the content of saturated and unsaturated fatty acids in oil from chia seeds grown in various regions of Mexico is within the range reported by other countries.

Key words: fatty acids, chia, Mexico, *Salvia hispanica* L.

INTRODUCCIÓN

La chía (*Salvia hispanica* L.), perteneciente a la familia Lamiaceae, es una herbácea anual de 1 a 5 m de altura, con tallos ramificados de sección cuadrangular, con pubescencias cortas y blancas. Las hojas miden de 8 a 10 cm de longitud y 4 a 6 cm de ancho, se encuentran opuestas con bordes aserrados y color verde intenso. Las flores son hermafroditas de un tono violeta-celeste o blanco, pedunculado y reunido en grupos de seis o más, en verticilos sobre el raquis de la inflorescencia.

El fruto es típicamente un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar cuatro mericarpios parciales (núculas), comúnmente conocidas como "semillas", siendo ovaladas, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunas blancas que miden de 1,5 a 2,0 mm de longitud.^{1,2}

Existe evidencia documentada que la chía es originaria de áreas montañosas de México, aunque es probable que su origen se extienda a otros países mesoamericanos como El Salvador y Guatemala. Desde el año 3500 a.C., la población prehispánica la empleó como alimento y con el transcurrir del tiempo, también la cultivó y usó como materia prima para la generación de medicamentos y pinturas. Los aztecas y mayas la tenían, junto con el amaranto, maíz y frijol, en los componentes principales de su alimentación.¹

Con la invasión española, las tradiciones y costumbres de los aztecas y mayas fueron suprimidas, de tal manera que la chía y el amaranto, debido a su prohibición, casi desaparecieron de su dieta. Sin embargo, lograron subsistir debido a que algunos grupos étnicos conservaron algunas costumbres, por estar ubicados en zonas montañosas de difícil acceso.

El interés de la chía resurgió en el siglo pasado al ser considerada como buena fuente de fibras dietéticas, proteínas, antioxidantes y lípidos bioactivos.^{3,4} En años recientes, las semillas de chía han cobrado gran importancia debido a su alto contenido de ácido alfa-linolénico (68 %) y su relación con la salud y nutrición humanas.⁵ El objetivo del presente trabajo es determinar el perfil de ácidos grasos en semillas de chía cultivadas en diferentes zonas de México.

MÉTODOS

Muestras de semillas de chía

Se emplearon semillas de chía (figura 1), cinco lotes (Jalisco 1 y 2 -lotes 1 y 2-, Morelos -lote 3-, Puebla -lote 4- y Ciudad de México -lote 5), de un kilogramo cada uno. Las semillas fueron compradas en mercados públicos de la Ciudad de México, siendo procedentes de cultivos de los estados de Jalisco, Morelos, Puebla y Ciudad de México. Una vez transportadas al laboratorio de análisis, fueron identificadas mediante sus características morfológicas y fenológicas por el personal responsable del herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México. Previo a la extracción de su aceite, las semillas fueron pesadas en una balanza digital y se procedió a determinar, mediante inspección visual, características como color, presencia de impurezas y homogeneidad de las semillas. Se realizó la limpieza de las muestras, separando materias extrañas como piedras, hojas, varas y algún otro cuerpo extraño que se encontraban en la muestra.

Obtención del aceite

La extracción del aceite de las semillas de chía se realizó por método soxhlet con arrastre de solvente orgánico. Se molieron y pesaron muestras de 10 g y se colocaron en cámaras soxhlet para su extracción en reflujo, con éter de petróleo durante 4 horas. El extracto etéreo se filtró en presencia de sulfato de sodio anhidro para eliminar la posible presencia de agua. El filtrado se evaporó a presión reducida y el aceite obtenido se conservó a -18 °C hasta su análisis por cromatografía de gases.



Fig. 1. Semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) provenientes de Jalisco, Morelos y Puebla, México.

Preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de chía se determinó por medio de sus ésteres metílicos, para ello se prepararon por reacción de transesterificación con metanol básico (KOH 2N en metanol), como se describe en la Norma internacional del método ISO-IDF.⁶

Análisis cromatográfico

Los ácidos grasos esterificados se analizaron en un cromatógrafo de gases Agilent (modelo 6890N, Palo Alto, CA, EE.UU.) equipado con un detector de ionización de flama. Los ácidos grasos se separaron usando una columna capilar de sílica fundida CP-Sil 88 (100 m × 0,25 mm de diámetro interno × 0,2 micras de espesor de película, Chrompack, Middelburg, Holanda). La temperatura del detector e inyector fueron de 270 y 250 °C respectivamente. Se utilizó el He como gas portador con una presión de entrada de la columna en 214 kPa y un split de 1:20. La temperatura del horno fue programada como sigue: temperatura uno 100 °C por 1 min con un incremento de 7 °C min⁻¹ hasta 170 °C, temperatura 2 a 170 °C por 55 min con un incremento de 10 °C min⁻¹ hasta 230 °C y mantenida durante 33 min para un tiempo total de la corrida de 120 min. El volumen de inyección fue de 0,5 µL, se empleó, tridecanoico (C13; 12,4 mg/mL) como estándar interno y la muestra de referencia BCR 164 para obtener los factores de respuesta del equipo. Cada determinación se realizó por duplicado.

Mezcla estándar de ácidos grasos

Se utilizó la mezcla estándar de 37 ácidos grasos en forma de ésteres metílicos de SUPELCO (Supelco™ 37 Component FAME Mix, Catalog No. 47885-U).

La identificación y cuantificación de los ácidos grasos del aceite de chía se realizó por el método del estándar interno y externo, se compararon tiempos de retención y áreas de los picos cromatográficos del aceite de chía con los del estándar de ácidos grasos.

Análisis estadístico

Exploración de datos para evaluación de casos atípicos, estadística descriptiva y análisis de la varianza de una sola vía seguida de la prueba de Tukey para igualdad de medias. Se empleó el paquete estadístico SPSS® versión 20.0 para Windows.

RESULTADOS

Los aceites obtenidos a partir de las semillas de chía cultivadas en diferentes estados de México se caracterizaron por tener un perfil similar de ácidos grasos (AG) (figura 2). El número de ácidos grasos registrados en cada una de las muestras de aceite de chía fue nueve, identificándose en primer lugar al ácido palmítico (C16) y progresivamente a los ácidos palmitoleico (C16:1), esteárico (C18), oleico cis-9 (C18:1 c9), oleico cis-11 (C18:1 c11), oleico cis-12 (C18:1 c12), linoleico (C18: 2 c9c12), araquídico (C20), linolénico (C18:3 c6c9c12) y alfa-linolénico (C18:3 c9c12c15). En la figura 2 se aprecia la ausencia de AG de cadenas hidrocarbonadas corta y media.

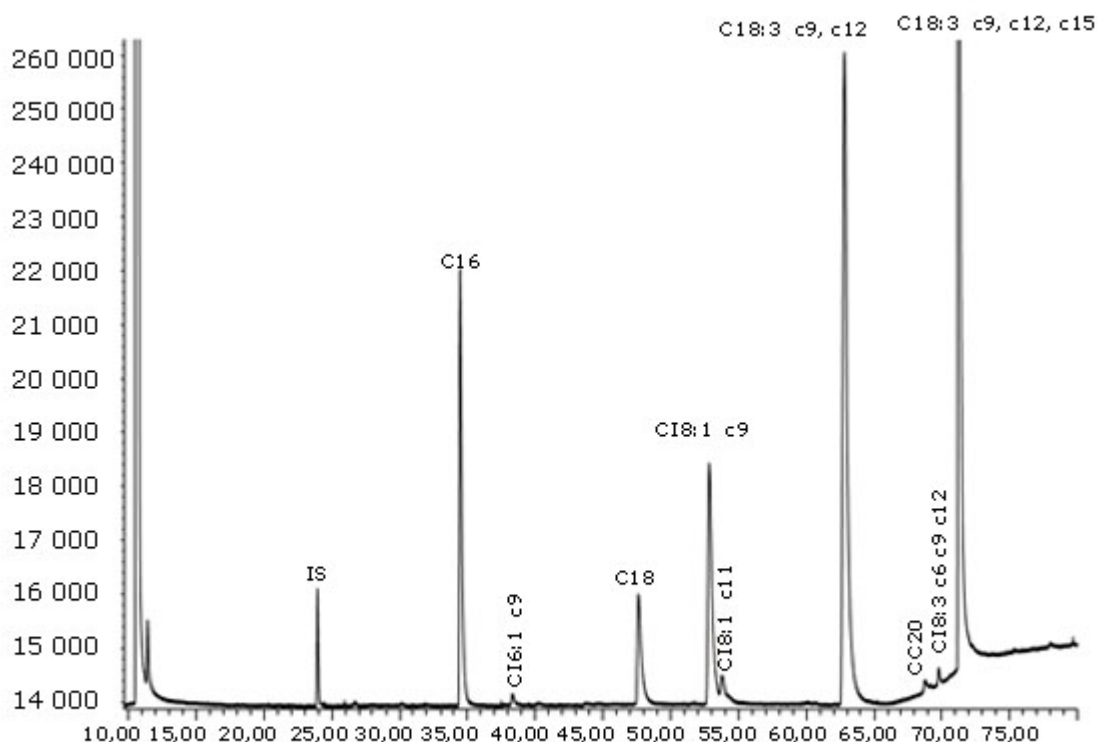


Fig. 2. Perfil cromatográfico de ácidos grasos presentes en aceite de semillas de chía (*Salvia hispánica* L.)

En la tabla 1 se informan los valores de AG presentes en los aceites de cinco lotes de semillas de chía analizados. La distribución de los valores no permitió identificar diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los AG de los cinco lotes. No obstante, se puede apreciar que el lote 4 presentó los valores más altos para los AG mayoritarios C18 (3,69 %), C18:1 c9 (7,60 %) y C18:2 c9c12 (18,50 %); el lote 2 en el C16 (7,73 %) y el lote 5 en el alfa-linolénico (62,50 %). En tanto que, los niveles más bajos se obtuvieron en el lote 1 para los AG C16 (6,83 %) y C18 (3,17 %); el lote 5 en el C18:1 c9 (6,82); el lote 2 en el C18:2 c9c12 y el lote 4 en el alfa-linolénico (60,89 %). El lote 3 se mantuvo entre los valores de todos los AG de los lotes restantes.

Tabla 1. Contenidos de ácidos grasos (g AG/ 100 g grasa) en aceites de cinco lotes de semillas de chía (*Salvia hispana* L.) analizadas

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
C16	6,838	7,319	7,007	7,314	7,320
C16:1 c9	0,235	0,285	0,280	0,268	0,287
C18	3,176	3,656	3,340	3,695	3,303
C18:1 c9	7,365	6,856	6,965	7,605	6,823
C18:1 c11	0,691	0,891	0,845	0,884	0,898
C18:1 c12	0,401	0,465	0,348	0,453	0,427
C18:2 c9c12	17,613	16,676	17,593	18,501	18,022
C20	0,179	0,179	0,155	0,156	0,173
C18:3 c6c9c12	0,220	0,241	0,247	0,230	0,239
C18:3 c9c12 c15	63,280	63,432	63,222	60,894	62,509

Los contenidos medios y desviaciones estándares de AG en los aceites analizados se informan en la tabla 2. Se observa que, la suma de AG saturados fue 10,76 % y el 89,24 % restante correspondió a la sumatoria de AG insaturados. Los niveles de AG omegas 3 y 6 fueron 62,67, 18,34 % respectivamente.

Tabla 2. Contenidos medios de ácidos grasos (g AG/ 100 g grasa) en aceites de cinco lotes de semillas de chía (*Salvia hispana* L.) analizadas

	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
C16	7,16	0,225	3,137
C16:1 c9	0,27	0,021	7,904
C18	3,43	0,229	6,666
C18:1 c9	7,12	0,345	4,846
C18:1 c11	0,84	0,087	10,309
C18:1 c12	0,42	0,047	11,182
C18:2 c9c12	17,68	0,673	3,807
C20	0,17	0,012	7,208
C18:3 c6c9c12	0,24	0,010	4,380
C18:3 c9c12 c15	62,67	1,053	1,680

DISCUSIÓN

Estudios realizados en diferentes tiempos y partes del mundo han identificado diferentes perfiles de AG presentes en aceites de semillas de chía. Por ejemplo, en trabajos de Estados Unidos, Italia, Argentina, Canadá y Cuba se han informado entre 5 y 16 AG, con concentraciones diferentes.^{3,5,7-9} Pero los AG mayoritarios en común son de cadena hidrocarbonada larga, destacando el palmítico (C16), esteárico (C18), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y alfa-linolénico (alfa-C18:3), los demás AG son considerados trazas.

La variabilidad de los contenidos de AG presentada en los aceites estudiados, es muy probable se deba al factor origen, ya que algunos investigadores han demostrado el efecto de factores como la calidad del suelo y condiciones climáticas sobre la composición química del aceite de chía. En general, está documentado que la elevación de la tierra se asocia con la disminución de la temperatura ambiental, así como una fuerte relación entre la creciente temperatura estacional y el número del procesos metabólicos y fisiológicos básicos de las plantas. Esto ha sido verificado en aceites de maíz, jojoba y chía, observando que un incremento en la temperatura se relaciona con una disminución en el contenido de aceite y, la composición de AG saturados aumenta, mientras que los insaturados disminuyen.⁴

La literatura científica explica las bondades de los AG insaturados en la nutrición humana; especial atención se ha dado al grupo de los omegas 3 y 6 (linolénico y linoleico), que son constituyentes importantes de la estructura de las membranas celulares, cumplen funciones energéticas y de reserva metabólica, y forman la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares. A estos AG insaturados se les ha denominado esenciales, debido a que no pueden ser

sintetizados a partir de estructuras precursoras en el organismo humano.¹⁰ Los AG omega 3 pueden afectar numerosos factores implicados en el desarrollo de aterosclerosis, lo que inicialmente podría influir en una progresión más lenta de la enfermedad. Se ha descrito que los AG omega 3 reducen las concentraciones de quimioattractantes, factores de crecimiento y productos de moléculas de adhesión, lo que puede favorecer una reducción en la migración de leucocitos y células de músculo liso vascular en la íntima de la pared vascular y así retrasar el proceso aterosclerótico.¹¹ Tres mecanismos principales parecen estar involucrados en el efecto protector cardiovascular de los AG omega 3: su efecto antiinflamatorio, su efecto antitrombótico y su acción antiarrítmica; éstos aumentan el tiempo de sangrado evitando la adherencia de plaquetas en las arterias, previene la aterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea y reducen la concentración de triacilglicéridos (TG) en plasma, disminuyen el colesterol total y el VLDL-C (Very Low Density Lipoprotein Cholesterol).^{11,12-14} Los aspectos anteriores ofrecen una ventana de oportunidad para impulsar el uso de la chía en la alimentación humana; considerando la etapa de la vida, el estado fisiológico o patológico del individuo se ha estimado una necesidad energética en la dieta de 1 y 4 % de AG omegas 3 y 6 respectivamente. En este trabajo, el contenido del AG alfa-linolénico (62,67 %) es comparable con lo reportado por otros investigadores (51,3-69,0 %).^{2,5,7-9} La variabilidad de los contenidos de aceite y perfiles de AG de las semillas de chía se debe, entre otros factores, a la elevación de la temperatura asociada al cambio climático de la tierra y al solvente y método de extracción del aceite.

En otros estudios donde se han evaluados los perfiles lipídico de aceites vegetales se observaron que el contenido de alfa-linolénico está por debajo del valor reportado en este trabajo y solo el aceite de lino mostró un valor de 52,7 %.¹ Por otra parte la presencia de AG omegas 3 y 6 puede dar un valor agregado a este tipo de aceites, ya que se ha informado ampliamente que son esenciales para la alimentación humana y efectivos en la disminución de los padecimientos cardiovasculares.

A manera de conclusión, el contenido de AG saturados e insaturados en el aceite de semillas de chía cultivadas en zonas diferentes de México no presentaron diferencias estadísticas, encontrándose en el intervalo informado para otros países. Se presenta la oportunidad, dada sus propiedades nutricias, para reingresar e impulsar el uso de la chía en la alimentación humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayerza R, Coates W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutr Res.* 2005;25(11):995-1003.
2. Ivana M. Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispanica* L.). Aplicación de tecnología en alimentos. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 2013; 230 p.
3. Taga M, Miller E, Pratt D. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *JAOCS.* 1984;61(5):928-931.
4. Ayerza R. The seed's oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) Var. Iztac 1, grown under six tropical ecosystems conditions. *Interciencia.* 2011;36(8):620-624.

5. Nazim O, Przybylski R, Rudzinska M. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2012;114(7):794-800.
6. ISO 15884:2002 (IDF 182: 2002). Milk fat - Preparation of fatty acid methyl esters.
7. Peiretti P, Gai F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. *Anim Feed Sci Tech.* 2009;148:267-275.
8. Bueno M, Di Sapio O, Barolo M, Busilacchi H, Quiroga M, Severin C. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* 2010;9(3):221-227.
9. Vicente R, Rodríguez E, González V, López O, Rivera M, González M. Características preliminares del aceite de semillas de *Salvia hispanica* L. cultivadas en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* 2013;18(1):3-9.
10. Valenzuela A, Nieto S. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Ver Chil Pediatr.* 2003;74(2):149-157.
11. López A, Macaya C. Efectos antitrombóticos y anti-inflamatorios de los ácidos grasos omega-3. *Ver Esp Cardiol.* 2006;Supl.6:31-37D.
12. Castro M. Ácidos grasos omega 3: Beneficios y fuentes. *Interciencia.* 2002;27(3):128-136.
13. Simopoulos A. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am J Clin Nutr.* 1999;70(Suppl):560-569S.
14. Benatti P, Peluso G, Nicolai R, Calvani M. Polyunsaturated fatty acids: Biochemical, nutritional and epigenetic properties. *J Am Coll Nutr.* 2004;23(4):281-302.

Recibido: 28 de noviembre de 2013.

Aprobado: 6 de abril de 2014.

Dr. Salvador Vega y León. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Cal. Hueso 1100, col. Villa Quietud, C.P. 04960, Coyoacán, México, D.F., México.
Correo electrónico: svega@correo.xoc.uam.mx