

## Caracterización del perfil de ácidos grasos presentes en quintonil (*Amaranthus hybridus*)

G. López-García<sup>1</sup>, L.X. López-Martínez<sup>2</sup>, O. Dublán-García<sup>1</sup> y R. Baeza-Jiménez<sup>3</sup>.

1 Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseos Colón y Toluca. 50000. Toluca, Estado de México, México. 2 CONACyT-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. a ElDorado Km 5.5. 80110. Culiacán, Sinaloa, México. 3 División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Camino a la Presa San José 2055. Col. Lomas 4ª Sección. 78216. San Luis Potosí, SLP, México. E-mail: [ramirobaezajimenez@gmail.com](mailto:ramirobaezajimenez@gmail.com)

### RESUMEN:

El quintonil (*Amaranthus hybridus*) crece como maleza y es utilizado como alimento para animales. Es un vegetal autóctono de México y es consumido crudo, hervido, frito o al vapor, en ciertas zonas del país. Algunos reportes en la literatura destacan al quintonil por su contenido balanceado de aminoácidos y por contener compuestos bioactivos como clorofila, compuestos fenólicos y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Son pocos los estudios que se han realizado en México para demostrar la funcionalidad del quintonil y de esta manera promover su consumo. Por ello, el objetivo de este trabajo es resaltar el valor nutritivo del quintonil en términos del contenido de ácidos grasos y evaluar el efecto de las diferentes formas de consumo en dicho contenido. Se identificaron y cuantificaron los siguientes ácidos grasos: palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico y  $\alpha$ -linolénico (ALA). ALA se identificó como el componente mayoritario en todos los tratamientos aplicados al quintonil: 1417.8 mg/100g (crudo), 1621.4 mg/100g (hervido) y 1437.9 mg/100g (al vapor). Un comportamiento similar se observó para los demás ácidos grasos, indicando que el procesamiento térmico no afecta el contenido de ácidos grasos sino que parece favorecer su disponibilidad cuando estos son consumidos en la dieta.

**Palabras clave:** ácidos grasos, caracterización, quintonil

### ABSTRACT:

Quintonil (*Amaranthus hybridus*) grows as scrub and it is used as animal feed. This typical Mexican vegetable is consumed in certain areas, fresh or after a thermal processing, including boiling, frying and steaming. Some reports highlight quintonil for its balanced amino acids content as well as bioactive compounds, namely, chlorophyll, phenolic compounds and polyunsaturated fatty acids (PUFA). A few studies have been conducted in Mexico regarding the nutritional value and consumption of quintonil. Therefore, this work deals with the functionality of quintonil in terms of fatty acid content and the effect of consumption ways on such content. The fatty acids identified and quantified in quintonil are: palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic and  $\alpha$ -linolenic (ALA). ALA was the major component at these values: 1417.8 mg/100g (fresh quintonil), 1621.4 mg/100g (boiled quintonil) and 1437.9 mg/100g (steamed quintonil). Similar behaviours were observed for the other fatty acid residues, suggesting that thermal processing do not affect fatty acid content; conversely it seems to favour the disposal of such fatty acids when quintonil is included in diet.

**Keywords:** characterization, fatty acids, quintonil

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las plantas comestibles autóctonas de México son subvaloradas, debido a que hay poca información disponible sobre su valor nutritivo, además que un sector de la población las considera de bajo prestigio social.

En México, se consume una gran variedad de vegetales conocidos como “quelites”. Los quelites son un grupo de plantas silvestres y arvenses cuyo follaje es comestible. Actualmente, se conocen más de 250 especies, pertenecientes a diferentes familias botánicas (Vázquez-García y col. 2004). De acuerdo con las estadísticas agrícolas nacionales de la SAGARPA (2013), hay una baja explotación económica de éstos, por la reducida superficie y valor de la cosecha, sin embargo, tienen un gran valor en la alimentación por el contenido de fibra (1.93 g/100g) y porcentajes importantes de vitaminas (tiamina 0.07 mg, riboflavina 0.16 mg, niacina 0.58 mg y 45.1 mg de ácido ascórbico en 100 g de muestra) y minerales (306 mg de calcio, 75 mg de fósforo y 17.22 mg de hierro en 100 g de muestra). Los principales estados del país donde se cultivan los quelites son: Puebla, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala, México y la Ciudad de México.

Dentro de estas variedades de quelites, el quintonil (*Amaranthus hybridus*), una planta comestible autóctona del país, es considerado como una maleza muy común que se utiliza como forraje para animales y en menor proporción como un alimento de colecta, destaca por su alto rendimiento de grano, contenido balanceado de aminoácidos y por el contenido de compuestos bioactivos como clorofila, compuestos fenólicos y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Estos PUFA se dividen en dos importantes grupos: omega-3 (n-3) y omega-6 (n-6). Ambos grupos se consideran esenciales porque los humanos no podemos sintetizarlos y debemos ingerirlos a través de la dieta. Los ácidos grasos  $\alpha$ -linoléico (ALA, 18:3 n-3) y linoleico (LA, 18:2 n-6) son los representativos de cada grupo. El primero se encuentra en ciertos aceites vegetales, semillas, vegetales de hojas verdes, granos y nueces; y el segundo en granos, carne y en la mayoría de las semillas de plantas. A través de una cascada enzimática ALA es convertido en los ácidos eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3), precursores de eicosanoides con propiedades antiinflamatorias, antitrombóticas, antiarrítmicas y vasodilatadoras. Por su parte, LA es convertido en ácido araquidónico (ARA, 20:4 n-6), precursor de otro grupo de eicosanoides con efectos pro-inflamatorios y protrombóticos (Baeza- Jiménez y col. 2014).

Son muy pocos los trabajos reportados acerca de esta variedad de quintonil. En México, esos estudios se refieren principalmente a domesticación y aspectos agronómicos pero pocos a la caracterización de los bioactivos presentes en el quintonil. Con respecto al perfil de lípidos, Torres-Acosta y col. (2006) reportan un contenido de ALA de 34.61 mg/100 g (peso fresco) cosechado en primavera, 317.65 mg/100 g (peso fresco) cosechado en otoño. Otros dos estudios, no mexicanos, refieren que el ácido linoleico (C18:2 n-6) es el componente mayoritario en especies de *Amaranthus*: *A. hybridus*, *A. hypochondriacs* K432, y *A. cruentus* (Budín y col. 1996; Jahaniaval y col. 2000). Por otro lado, los tratamientos térmicos comúnmente aplicados para consumo de quintonil pueden modificar sus propiedades y afectar el contenido de compuestos bioactivos. Por ello, dada la escasa información acerca del quintonil, el objetivo de esta investigación es primeramente identificar y cuantificar los ácidos grasos presentes en el quintonil y a su vez evaluar el efecto de tratamientos térmicos comúnmente empleados para su consumo, en este caso hervido y cocido al vapor. De esta manera, se generará nueva información que contribuya a la promoción del consumo de quintonil y su revaloración en la dieta de la población nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Material vegetal*

Los quintoniles, se colectaron en una hortaliza local de la comunidad de San Lorenzo Tlacotepec, Atlacomulco, Estado de México, durante los años 2015 y 2016 (primavera y otoño). La parte analizada fueron las hojas ya que es la porción comúnmente comestible, se lavaron y desinfectaron.

### ***Tratamiento térmico***

Los tratamientos térmicos que habitualmente son aplicados por la población mexicana para la cocción de los quintoniles son al vapor y hervido, por lo que dichos tratamientos se aplicaron para el desarrollo de esta investigación.

***Cocción a vapor.*** 5 g de hojas de quintonil fresco se cocinaron en una vaporera Ekco de acero inoxidable por efecto del vapor saturado (producido con 200 mL de agua a ebullición y presión atmosférica) durante 10 minutos utilizando una estufa con control de temperatura. Después de este tiempo, las muestras, se colocaron en un baño con agua a 4°C durante 30 segundos para detener la cocción y se drenaron sobre papel secante durante 30 segundos para eliminar el exceso de agua.

***Hervido.*** 5 g de quintonil fresco se cocinaron en agua a ebullición a presión atmosférica, durante 10 minutos. Después de éste tiempo, la olla se colocó en un baño con agua a 4°C por 30 segundos para detener la cocción y se drenaron sobre papel secante durante 30 segundos para eliminar el exceso de agua.

### ***Caracterización de ácidos grasos***

Los lípidos totales se extrajeron de acuerdo a la técnica de Bulder y col. (1991). 15 g de quelites (peso fresco), con 120 mL de una mezcla cloroformo:metanol (2:1 v/v), se colocaron en un Soxhlet a 60°C en una placa de calentamiento con control de temperatura y agitación constante durante 1 h. Los extractos, se filtraron y se recuperaron en un matraz de bola previamente pesado y se evaporó hasta la sequedad utilizando un rotavapor a 40°C. La fracción lipídica obtenida del extracto, se calculó por diferencia de peso.

La caracterización y contenido de ácidos grasos de la muestra se obtuvo por derivatización total selectiva. 200 µL de cada uno de los extractos se colocaron en un tubo de ensaye y se mezclaron con 1 mL de la disolución derivatizante (HCl-MeOH 0.2N) y se calentaron a 60°C, durante 4 h. Posteriormente, los tubos se atemperaron y se adicionaron 200 µL de agua destilada y 2 mL de hexano, la mezcla se agitó y se recuperó la fase orgánica, que es donde se encuentran los metil ésteres. Dos µL de la mezcla anterior se inyectaron en un cromatógrafo de gases Varian 3800 (Palo Alto, CA) acoplado con una columna capilar Agilent HP-Innowax (30 m X 0.32 mm X 0.25 µm), de acuerdo al método reportado por Miranda y col. (2013). Las temperaturas del inyector (CP-8410) y detector (FID) fueron de 250 and 300°C, respectivamente. La temperatura del horno se mantuvo en 50°C durante 2 min para posteriormente alcanzar 220°C a razón de 30°C/min. Esta última temperatura permaneció constante durante 25 min y posteriormente se elevó la temperatura a 255°C y se mantuvo así por 7 min más. Los distintos ácidos grasos fueron identificados de acuerdo al tiempo de retención del estándar Supelco 37 FAME Mix.

### ***Análisis estadístico***

Los análisis se realizaron por triplicado y se utilizó un modelo de correlación múltiple para establecer la relación entre el contenido de ácidos grasos y el tratamiento térmico, con una significancia de  $p < 0.05$  de las diferencias entre los tratamientos usando ANOVA mediante el paquete estadístico Statgraphics.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En un estudio sobre la revaloración de la dieta tradicional mexicana, se destaca a los quelites como componentes importantes para la seguridad alimentaria de México por su valor nutrimental, ya que

son fuente de micronutrientes como vitaminas y minerales, así como de fibra y fitoquímicos importantes en la nutrición humana (Gálvez y Peña, 2015).

En este trabajo nos enfocamos a un componente de gran valor nutrimental presente en el quintonil, los ácidos grasos. Comúnmente, cuando se desea caracterizar el perfil de ácidos grasos de una especie vegetal se emplean las semillas, sin embargo, del quintonil y de otras especies de quelites lo que se consume principalmente son las hojas, por ello, las hojas son la parte analizada de nuestros quintoniles. Por tradición, las hojas se consumen frescas o después de haberse frito, hervido o cocido.

**Identificación y cuantificación de ácidos grasos**

Los primeros resultados del perfil de ácidos grasos de las hojas de quintonil analizadas se muestran en la **Tabla I**. Los ácidos grasos identificados son: palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1 n-7), esteárico (C18:0), oleico (C18:1 n-9), linoleico (C18:2 n-6) y ALA (C18:3 n-3). De estos ácidos grasos, ALA se encontró en una mayor concentración.

En la **Tabla I** se muestra también el perfil lipídico de otros quelites: *A. hybridus* (Budin y col. 1996) y *A. hypochondriacs* K432 (Jahaniaval y col. 2000). Aún cuando la composición en ácidos grasos es similar, es muy destacable mencionar que el componente mayoritario en estos estudios es el ácido linoleico (C18:2 n-6). Esta importante diferencia se debe a tres importantes aspectos: (1) diversidad genética nativa, (2) condiciones agronómicas para el cultivo de las especies de *Amaranthus* que se enlistan y (3) la parte analizada, en nuestro caso hojas y para los otros dos estudios semillas.

**Tabla I.** Caracterización de los ácidos grasos presentes en quintonil (% en peso)

ÁCIDO GRASO	<i>A. hybridus</i> (Este trabajo)	<i>A. hybridus</i> (Budin y col. 1996)	<i>A. hypochondriacus</i> K432 (Jahaniaval y col. 2000)
C16:0	13.2	20.5	21.4
C16:1 (n-7)	2.8	-	0.1
C18:0	5.1	2.8	3.98
C18:1 (n-9)	16.5	20.8	22.8
C18:2 (n-6)	23.6	46.4	49.1
C18:3 (n-3)	38.7	-	0.9

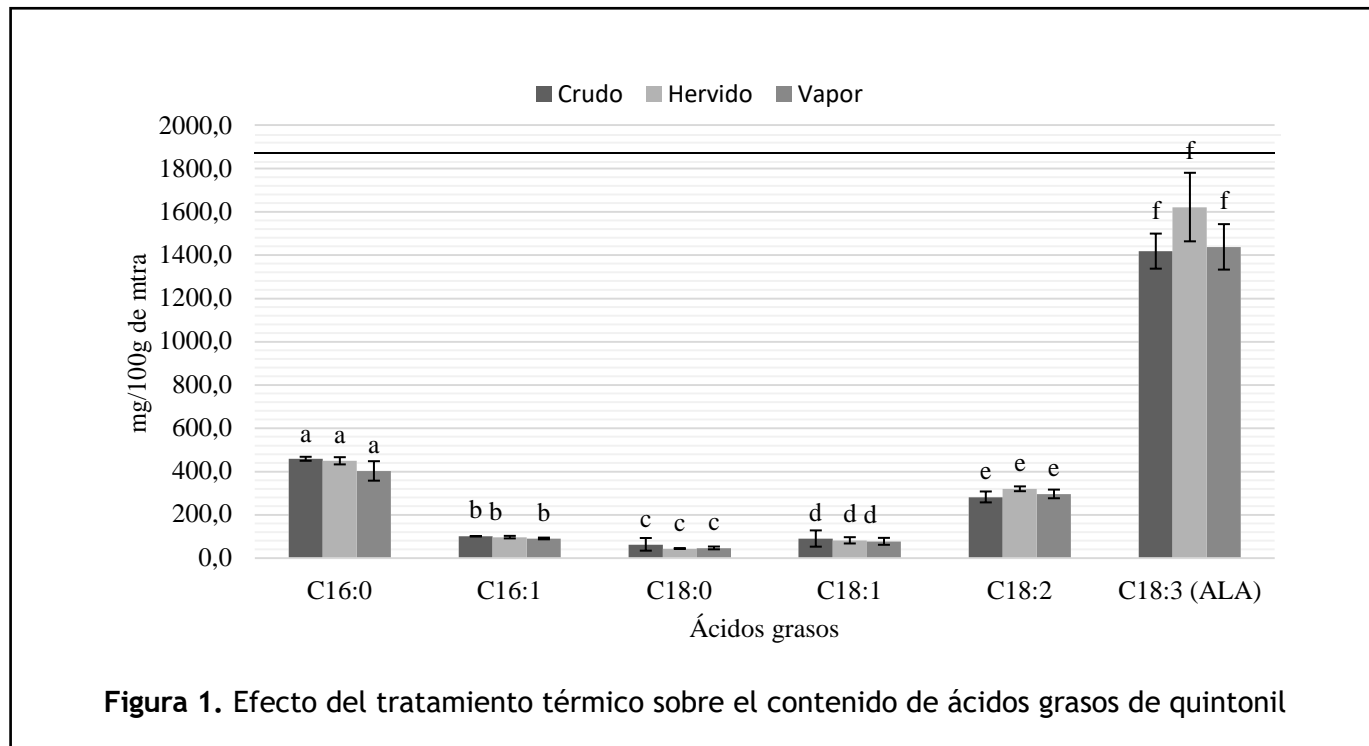
**Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de ácidos grasos**

En el ánimo de generar nuevo conocimiento acerca del quintonil, una vez identificado y cuantificado el perfil de ácidos grasos, se procedió a evaluar el efecto que tienen sobre el mismo los tratamientos térmicos que tradicionalmente se han usado para consumir el quintonil.

En la **Figura 1** se presentan los resultados obtenidos al someter las hojas de quintonil a tratamientos de cocción y hervido. Puede observarse que aunque la concentración de todos los ácidos grasos presentes varía, estos no se pierden cuando son sometidos a ambos tratamientos térmicos. Con los resultados obtenidos, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el contenido de ácidos grasos

después de los tratamientos térmicos aplicados, ya que dichos tratamientos favorecen la extracción de los ácidos grasos y en consecuencia su disponibilidad para ser mayormente aprovechados durante su consumo.

Este interesante comportamiento puede deberse a que los tiempos de exposición no son muy prolongados y que los tratamientos no son tan severos como puede llegar a ser un proceso de fritura. Así mismo, puede observarse que ALA sigue siendo el componente mayoritario sin que los tratamientos térmicos aplicados afecten su concentración.



En un estudio similar, Torres Acosta y col. (2006), reportan valores para ALA de 26.55, 34.85 y 34.61 mg/100g en quelites fresco, hervido y al vapor, respectivamente. Para ácido linoleico obtuvieron valores de 99.97, 81.75 y 174.3 mg/100g en quelites fresco, hervido y al vapor, respectivamente. A diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación, lo más representativo es que los contenidos de linoleico son mayores que los de ALA en todos sus tratamientos, mientras que en nuestro caso ALA se encontró siempre en mayor proporción. Podemos notar también que el hervido y la cocción actúan de manera contraria en los ácidos grasos que Torres Acosta y col. evalúan. En nuestro caso, el proceso de hervido nos permitió alcanzar para todos los ácidos grasos una mayor concentración que la encontrada en las hojas crudas.

Aunque no se cuenta con información de otras investigaciones realizadas en México o en el extranjero, más allá del efecto de que los tratamientos térmicos (o cualquier otro tratamiento que

se desee explorar) pueden tener sobre los compuestos bioactivos presentes en el quintonil, es de suma importancia destacar que la especie en cuestión, las prácticas agrotecnológicas, y la ubicación geográfica de los cultivos, van a influir de manera directa en todas las determinaciones que se lleven a cabo sobre el material vegetal.

## CONCLUSIONES

Aún cuando los quelites son considerados especies tradicionales subvaloradas y subutilizadas, son plantas con un importante valor nutritivo. En esta investigación se logró identificar el perfil de ácidos grasos de *A. hybridus* cultivado en San Lorenzo Tlacotepec, Atlacomulco, Estado de México. Así mismo, pudimos observar que dicho perfil no es afectado por los tratamientos térmicos aplicados, ya que se mantienen y únicamente se favorece su extracción.

Esta investigación también pretende contribuir con la generación de nuevo conocimiento acerca de la importancia de los quelites en la nutrición mexicana y de esta manera promover su cultivo y consumo, ya que aunque se catalogan como especies subvaloradas tienen un aporte nutrimental de suma importancia y son de una relevancia prehispánica invaluable.

### BIBLIOGRAFÍA

Baeza-Jiménez, R., López-Martínez, Leticia X. & García, Hugo S. 2014. Biocatalytic modification of food lipids: reactions and applications. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13(1), 29 – 47.

Bulder, A.M., Speek, E.J., Van Hassel, P.R. & Kuiper, P.J.C. 1991. Growth temperature and lipid composition of cucumber genotypes differing in adaptation to low energy conditions. *Plant Physiology*, 130, 655-660.

Gálvez Mariscal, A. & Peña Montes, C. 2015. Revaloración de la dieta tradicional mexicana: una visión interdisciplinaria. *Revista digital universitaria*. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art33/>

Gutiérrez Avella, D.M., Ortiz García, C.A. & Cisneros Mendoza, A. 2008. Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal. En Centro Nacional de Metrología. *Simposio de metrología*, Octubre, 2008, Santiago de Queretaro, Queretaro p. 1-5

Miranda, K., Baeza-Jiménez, R., Noriega-Rodríguez, J. A., Otero, C. & García, H.S. 2013. Optimization of structured diacylglycerols production containing n-3 via enzyme-catalysed glycerolysis of fish oil. *European Food Research and Technology*, 236, 435 – 440.

Torres Acosta, I., Juárez, S.M.E., Villarreal Delgado, E., Pérez-Gil, R.F., Hernández Lara, J. A. & Téllez Romero, I. 2006. Comparación del contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6 durante primavera y otoño en quelites comestibles de la ciudad de México. *Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial No. 14-2006. VIII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos y el IV Foro de Ciencia y Tecnología de los Alimentos* . Universidad de Guanajuato y la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., (México), 1 al 2 de Junio del 2006.

SAGARPA. 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (2 de junio de 2015) s/p.