



Scientia Agropecuaria

Sitio Web: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>Facultad de Ciencias
AgropecuariasUniversidad Nacional de
Trujillo

Ácidos grasos y parámetros de calidad del aceite de semilla de uva silvestre (*Vitis* spp.)

Fatty acids and parameters of quality in the oil of wild grapes (*Vitis* spp.)**O. Franco-Mora**^{1, *}; **J. Salomon-Castaño**^{1, 2}; **A. A. Morales P.**¹; **Á. Castañeda-Vildózola**³; **M. Rubí-Arriaga**³¹ Laboratorio de Horticultura. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.² Becario del CONACYT (México) para realizar estudios de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en la UAEM³ Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Recibido 03 julio 2015. Aceptado 23 noviembre 2015.

Resumen

México es centro de origen de varias especies de *Vitis*. La gran mayoría de ellas no son empleadas en la agricultura e industrias derivadas. Como parte de la exploración de su potencial agroindustrial se identificó y cuantificó a los ácidos grasos del aceite de semilla de vid silvestre (*Vitis* spp.) de frutos de Temascaltepec, México y de la accesión E-201, cultivada en Zumpahuacán, México. El contenido promedio de aceite en la semilla fue de 16,7%, encontrando ácido linoleico (71,5%), oleico (17,2%), palmítico (6,6%) y esteárico (4,3%). En el aceite obtenido en vides de Temascaltepec se determinó índice de yodo (57,9 g/100 g), índice de saponificación (170,7 mg/g) e índice de peróxidos (30 mEq/kg), valores relacionados posiblemente al contenido de ácidos grasos insaturados. Sin embargo, ese mismo grado de insaturación no concordó con el punto de humeo observado (211 °C), lo cual posiblemente está relacionado con el contenido de ácidos palmítico y esteárico. El aceite de semilla de vid silvestre cumple parcialmente con los estándares establecidos para el aceite de semilla de *V. vinifera*, lo cual implica su potencial culinario, agroindustrial y cosmetológico.

Palabras clave: ácido graso insaturado, ácido linoleico, ácido oleico, potencial alimenticio, vides americanas.

Abstract

Mexico is one of the centers of origin of the genus *Vitis*. Most of the native species are in an underutilized or neglected status. Thus, this work was performed aiming the determination of the potential of Mexican native grapes as a source of plant oil. It was determined the amount of oil and its fatty acid composition in seeds of wild grapes (*Vitis* spp.) in fruits collected in Temascaltepec, Mexico and harvested from a cropped accession growing in Zumpahuacán, Mexico. The average content of oil in seeds was 16.7% presenting four main fatty acids, linoleic, oleic, palmitic and stearic (71.5, 17.2, 6.6 and 4.3%, respectively). In the oil obtained from Temascaltepec grapes, there were determined some oil quality indexes. Possibly, the unsaturated fatty acid content explains the index of iodine (57.9 g/100 g), soapy number (170.7 mg/g), as well as the peroxide value (30 mEq/kg). Nevertheless, the high content of unsaturated fatty acid was not related with the smoking point (211 °C), although this value might be related to the content of palmitic and stearic acid. Oil from wild grape shows similar quality parameters compared with *V. vinifera* seed oil, thus its culinary, agro-industrial and cosmetic potential is noted.

Keywords: non-saturated fatty oil, linoleic acid, oleic acid, food potential, American grapes.

1. Introducción

México es uno de los centros de origen del género *Vitis* y en su territorio crecen alrededor de 18 especies. A pesar de ello, existe poca información agronómica,

agroindustrial y farmacológica del uso actual y potencial (Franco y Cruz, 2012). La especie más conocida de este género, *Vitis vinifera*, es originaria de Euroasia y se utiliza en la elaboración de vino, dulces

* Autor para correspondencia
E-mail: ofrancom@uamex.mx (O. Franco).

y consumo en fresco (Myles *et al.*, 2011). El resto de las especies del género *Vitis* tienen poca importancia económica, exceptuando *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri*, *V. labrusca* y *V. cinerea* que se han utilizado como portainjertos de *V. vinifera*, principalmente por su resistencia al insecto filoxera (*Dactylospheera vitifoliae*) (Franco y Cruz, 2012).

Las semillas de *V. vinifera* sobrantes de los procesos de vinificación, elaboración de jugos y otros productos agroindustriales son considerados basura agrícola, generándose anualmente 3 millones de toneladas de ellas (Fernandes *et al.*, 2013). Para el caso de las semillas de vid silvestre, particularmente de *V. cinerea*, la semilla es un órgano predominante del fruto (Franco-Mora *et al.*, 2012); por lo tanto, la búsqueda de alternativas tangibles para su uso, consecuentemente, fomentará la conservación de este recurso fitogenético (Franco y Cruz, 2012).

La semilla de *V. vinifera* es muy apreciada por su abundancia de compuestos polifenólicos, entre ellos flavonoides, catequinas, estilbenos y taninos; los cuales presentan alta actividad antioxidante, son cardioprotectores, antivirales, antibacterianos y brindan protección a rayos UV. Además, los extractos de semillas de uva han demostrado su capacidad para inhibir la oxidación en productos como jugo de manzana (*Malus domestica*) (Paladino y Zurits, 2012).

Por otra parte, en la semilla de *V. vinifera* se reportan contenidos de alrededor de 14% de aceite (Da Porto *et al.*, 2013). Este aceite ya se obtiene en Italia, Francia y España, y en el resto de Europa se incrementa la demanda del mismo (Kamel *et al.*, 1985), empleándose para freír alimentos, ya que posee alto punto de humeo, o para ser incluido en aderezos o cosméticos, esto último debido a sus propiedades humectantes en la piel (Matthäus, 2008). Así, el alto contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido linoleico y oleico; además, de la presencia de compuestos antioxidantes como flavan-3-olsmonoméricos, ácidos

fenólicos y proantocianidinas oligoméricas (Prado *et al.*, 2012), realzan el potencial de mercado de este aceite. Particularmente, los ácidos oleico y linoleico son esenciales para el metabolismo humano debido a la ausencia de enzimas que lo produzcan y, en forma general, los efectos nutraceuticos del aceite de semilla de uva han sido confirmados por su composición de volátiles, triglicéridos y compuestos fenólicos (Hanganu *et al.*, 2012).

El sabor ácido de las uvas silvestres, con contenidos de sólidos solubles totales de 15,7 a 18,5 °B, y el tamaño de su semilla, representando un porcentaje elevado del peso total de la baya (Franco-Mora *et al.*, 2012), limitan su explotación como fruto de mesa. Sin embargo, existe interés de pobladores de regiones de los estados de México, Morelos, Puebla y Veracruz, México, hábitat de vid silvestre, por encontrar usos alternativos y sostenibles a esta especie. En este sentido, es importante determinar si la calidad del aceite de vides silvestres del centro de México, tiene características similares al de *V. vinifera*, este último con un mercado establecido, y empleado tanto en la industria alimenticia, cosmetológica e incluso farmacológica. Por tal razón, en el presente trabajo se caracterizó el aceite de semilla de vid silvestre mediante la composición de ácidos grasos y se compararon algunos de sus índices de calidad con aceites comerciales.

2. Materiales y métodos

En dos años continuos, frutos maduros de vid silvestre fueron colectados en el municipio de Temascaltepec, Estado de México, cuya cabecera municipal está a 19°03' L.N., 100°02' L.O., y 1740 m de altitud. Por otro lado, se cosechó fruto de una accesión (E-201), originaria de Tejupilco, México, y ahora creciendo en un banco de germoplasma de vid silvestre en Zumpahuacán, México (Figura 1). En ambos casos, las bayas se transportaron al laboratorio de Horticultura de la Universidad Autónoma del Estado de

México y se despulparon. Las semillas se colocaron en un cedazo de plástico y se lavaron a flujo de agua corriente; después se dejaron secar a temperatura ambiente y sobre papel Kraft por 2 horas. De esta manera se almacenaron a temperatura ambiente por un máximo de 3 días.

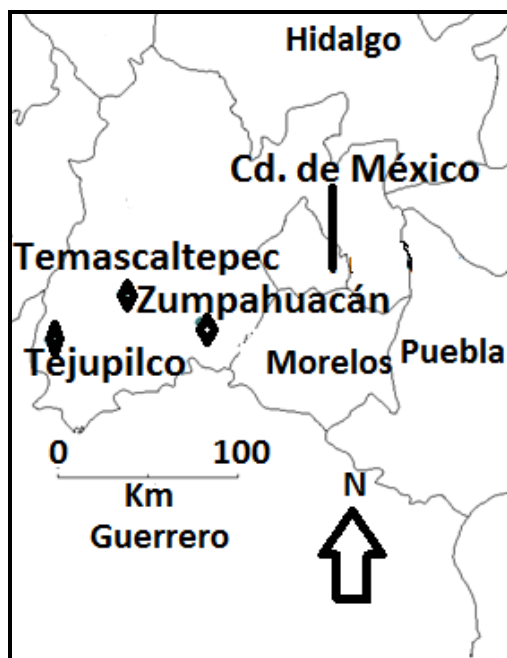


Figura. 1. Ubicación de la zona de colecta de semilla de vid silvestre, en Temascaltepec, México y banco de germoplasma en Zumpahuacán, México; se incluye localización del sitio original de colecta de la accesión E-201, Tejupilco, México.

Posteriormente, el aceite de las semillas se extrajo con hexano (AOCS, 2009), se cuantificó, y se determinó el contenido de ácidos grasos componentes por cromatografía de gases (AOCS, 2009). Se empleó un cromatógrafo de gases equipado con una columna cromatográfica de acero inoxidable de 3,0 m por 1/8 pulgada D.I. empacado con succinatodietil en glicol 20% sobre Chromosorb W-AW-DEGS. El gas acarreador fue nitrógeno a flujo de 33 ml/min; la temperatura empleada fue 140 °C durante 5 min y se aumentó gradualmente hasta 200 °C a 3 °C por minuto. La temperatura del inyector y detector fue de 250 °C. Se inyectó 0,2 µL

de la muestra esterificada y el tiempo de análisis fue de 45 min. Los estándares empleados fueron ésteres metílicos. El software del sistema de cromatografía fue el PeakSimple (V 426-32 bit).

En la segunda cosecha de las vides silvestres de Temascaltepec, además de cuantificar los ácidos grasos, se determinó índice de yodo, índice de saponificación, índice de acidez, índice de peróxidos, humedad y materia volátil, punto de humeo y densidad; todas las técnicas de análisis son las indicadas por la American Oil Chemist's Society (AOCS, 2009). Finalmente, estos valores se compararon con aceites comerciales de *V. vinifera* y de girasol (*Helianthus annuus*).

Para el análisis de datos se empleó un diseño experimental completamente al azar y todos los datos se obtuvieron de tres repeticiones. Para la caracterización y cuantificación de ácidos grasos se tuvieron tres tratamientos, (1) aceite de primera cosecha de Temascaltepec, (2) aceite de segunda cosecha de Temascaltepec y (3) aceite de la accesión E-201. Mientras que para las variables de calidad de aceite se tuvieron como tratamientos los aceites de (1) vid silvestre, (2) comercial de vid comercial y (3) comercial de girasol. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y cuando el valor de F fue significativo se realizó una comparación de medias con la prueba de Tuckey ($p \leq 0,05$).

3. Resultados y discusión

Determinación de ácidos grasos

El contenido de aceite de las semillas de ambas cosechas de Temascaltepec y el de la accesión E-201, no fue estadísticamente diferente entre sí, y, en promedio, generaron aproximadamente 16,7% (p/p) (Tabla 1). Aunque no existen antecedentes sobre el rendimiento de aceite en semillas de vid silvestre, se sabe que, en vides de Portugal, los contenidos de aceite en la semilla de *V. vinifera* son de 3,95% en 'Marufo' a 12,4% en 'Touriga francesa' (Fernandes *et al.*, 2013). Otros autores indican que el contenido de aceite en la

semilla de *Vitis vinifera* está entre 6 a 23% (Gomez *et al.*, 1996; Bhosle y Subramanian, 2005; Maier *et al.*, 2009; Yousefi *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2015), mientras que en *V. labrusca* ‘Bordo’ se reportan contenidos de 12 a 14% (Vieira *et al.*, 2015). Esto indica que las vides silvestres del sur del Estado de México, creciendo tanto *ex situ* como *in situ*, poseen un potencial similar a las mejores producciones de aceite de semilla reportado en *V. vinifera* y *V. labrusca*. Ya que la semilla de la mayoría de las vides silvestres americanas es un órgano predominante en el fruto (Shiraishi y Shiraishi, 1997; Franco-Mora *et al.*, 2012), el tener un potencial de uso para esta parte del fruto puede contribuir a generar interés en la conservación de estas especies por parte de los pobladores de la región.

Tabla 1

Contenido de aceite en semillas de *Vitis* spp. creciendo *in situ* y *ex situ* en el Estado de México, México, en los años 2012 y 2013

<i>Vitis</i> spp.	Porcentaje de aceite
Temascaltepec 1 ^a cosecha	16,8 ± 0,84
Temascaltepec 2 ^a cosecha	17,4 ± 0,55
E-201	16,0 ± 1,00

Los valores son la media ± SD de cuatro repeticiones. No existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Para las tres muestras analizadas, se encontraron cuatro ácidos grasos principales; de mayor a menor porcentaje, linoleico, oleico, palmítico y esteárico (Tabla 2). Al analizar los resultados, se encontró que en promedio de ambas cosechas, el aceite de semilla de vid silvestre de Temascaltepec, México, presentó 72,05% de ácidos grasos poliinsaturados, 17,00% de ácidos grasos mono-insaturados y 10,50% de ácidos grasos saturados; mientras que el aceite de semillas de la accesión E-201 presentó en los mismos rubros, 70,30; 17,50 y 11,90%,

respectivamente. Estudios recientes hechos en Brasil reportan porcentajes de ácidos grasos insaturados en aceite de *V. vinifera* y *V. labrusca* de 87 y 89%, respectivamente (Vieira *et al.*, 2015); los cuales corresponden a lo reportado en vides silvestres de Temascaltepec (89,05%) y la accesión E-201 (87,80%). Otros autores también han encontrado en el aceite de *V. vinifera* una relación decreciente de ácidos poliinsaturados, ácidos monoinsaturados y ácidos saturados (Fernandes *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2015), de la misma manera que en el presente trabajo se reporta para vides silvestres del estado de México. La insaturación de los aceites es preferible para el consumo humano ya que reduce los niveles de colesterol de la sangre y es auxiliar en tratamientos preventivos de aterosclerosis (Göktürk-Baydar y Akkurt, 2001).

El ácido linoleico es el ácido graso principal en el aceite de semilla de *V. vinifera* y *V. labrusca* con valores incluso superiores a 70% (Vieira *et al.*, 2015); existen reportes con valores menores en aceite de semilla de *V. vinifera* ‘Tinta Barroca’ y ‘Lal Shahrodi’, ‘Asgari Shahrodi’, ‘Ruby red’ y ‘Chardonnay’; 63, 65, 66 y 68%, respectivamente (Lutterodt *et al.*, 2011; Fernandes *et al.*, 2013; Yousefi *et al.*, 2013).

El contenido de este aceite en vid silvestre (aproximadamente 70%) corresponde a los reportes de la bibliografía y está dentro del rango solicitado por el Gobierno de México (2009) (58 a 78%) para aceites de semilla de uva. De la misma forma en que el consumo de aceite de *V. vinifera* se ha promocionado en los años recientes; el consumo del aceite de uvas silvestres permite la ingesta de ácido linoleico, el cual es un ácido graso esencial, involucrado en procesos fisiológicos humanos relacionados con la pérdida de peso, mejoramiento de funciones de inmunidad, contra inflamaciones e incluso contra el cáncer y la reducción del colesterol en el plasma sanguíneo (Adam *et al.*, 2008; Viladomiu *et al.*, 2015).

Tabla 2

Ácidos grasos en el aceite de vid silvestre obtenido en el estado de México, México

Fuente del aceite	Ácido linoleico (%)	Ácido oleico (%)	Ácido palmítico (%)	Ácido esteárico (%)
Temascaltepec (1 ^a cosecha)	71,1 ± 3,16	17,4 ± 0,78	7,0 ± 0,78	3,6 ± 1,29
Temascaltepec (2 ^a cosecha)	73,0 ± 2,71	16,6 ± 1,34	6,9 ± 0,64	3,5 ± 1,35
E-201	70,3 ± 2,39	17,5 ± 1,13	6,0 ± 0,21	5,9 ± 0,69
	Ácidos grasos poli-insaturados (%)	Ácidos grasos mono-insaturados (%)	Ácidos grasos saturados (%)	
Temascaltepec (1 ^a cosecha)	71,1 ± 3,16	17,4 ± 0,78	10,6 ± 0,70	
Temascaltepec (2 ^a cosecha)	73,0 ± 2,71	16,6 ± 1,34	10,4 ± 1,99	
E-201	70,3 ± 2,39	17,5 ± 1,13	11,9 ± 0,71	

Los valores son la media de tres repeticiones. No existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Los contenidos de los otros tres principales ácidos grasos en el aceite de uva silvestre, i.e. ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico, son similares a lo reportado en el aceite de semillas residuales de uva (*V. vinifera*), provenientes de fábricas de vino en Brasil y de *V. labrusca*. Con diferentes solventes se reportan contenidos de 18,7 a 22,2% para ácido oleico; de 6,6 a 9,8% para ácido palmítico y de 3,4 a 5,3% para ácido esteárico (Freitas *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2015). El consumo de ácido oleico está asociado a menor tasa de pérdida cognitiva (Panza *et al.*, 2004) y la reducción de efectos negativos de las dietas altas en ácidos grasos saturados (Alves *et al.*, 2014). Aunque el contenido de ácido oleico en las semillas de uva silvestre es menor a los reportados en el aceite de oliva (75%) (Balat, 2011), el consumo de este aceite de origen local puede reducir riesgos en la salud humana. Aunque la ingesta de ácidos grasos saturados puede influir en el sobrepeso y procesos de inflamación, así como el desarrollo de la diabetes (Bakke *et al.*, 2012; Cheng *et al.*, 2015), el contenido de ácido palmítico en el aceite de vid silvestre es menor al reportado en los aceites de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) (9 a 12%), olivo (*Olea europea* L.) (15%) y algodón

(*Gossypium hirsutum* L.) (28%) (Balat, 2011); además se ha documentado que el ácido esteárico tiene propiedades anti-inflamatorias y de protección hepática (Pan *et al.*, 2010).

Calidad del aceite

Chira *et al.* (2009) reportaron un índice de yodo de 128 g/100 g para el aceite de *V. vinifera* y de 121 g/100 g para el de semilla de girasol; lo cual es avalado por los trabajos de Yousefi *et al.* (2013), quienes indican índices de yodo de 123 y 126 g/100 g para dos cultivares iraníes de *V. vinifera*. Por otro lado, los valores obtenidos para el aceite de vid silvestre (Tabla 3) (57,9 g/100 g), tipifican indirectamente a este aceite como un material altamente poli-insaturado, corroborando el valor cercano a 90% de insaturación previamente discutido, e incluso supera al aceite de olivo, cuyos valores reportados por Taningal *et al.* (2007) van de 79 - 92 g/100 g. El índice de yodo del aceite de uva silvestre está fuera del rango de la norma mexicana (128 a 150 g/100 g) (Gobierno de México, 2009), pero dentro del indicado para aceites comestible en las normas de Venezuela (56 a 145 g/100 g) (Mieres *et al.*, 2012).

El aceite de uva silvestre presentó menor ($p \leq 0,05$) índice de saponificación que el de uva comercial y de girasol (Tabla 3). Los datos del aceite de vid silvestre son cercanos a los reportados en vides iraníes (187 a 190 mg/g) (Yousefi *et al.*, 2013), y están en el rango aceptado por el Gobierno de México (2009) (188 - 194 g/100 g). Para la industria jabonera no se recomienda este aceite; dicha industria requiere aceites que contengan alto porcentaje de grasos saturados. Sin embargo, es posible proponer su uso en la industria cosmética ya que para estos fines se requiere de aceites ricos en ácidos grasos polinsaturados (Matthäus, 2008). El valor de acidez del aceite de vid silvestre está fuera del rango superior permitido por el Gobierno de México (2009) para *V. vinifera*; sin embargo, en esta última especie, en cultivares iraníes se han reportado valores de índices de acidez mayores a 0,6% (Yousefi *et al.*, 2013). Valores elevados de acidez en aceites indica elevado contenido de ácidos grasos libres, que son fácilmente susceptibles a la oxidación (Mieres *et al.*, 2012); en el caso del aceite en estudio, se entiende por su alto contenido de ácido linoleico. Para su uso comercial, se sugiere la refinación o empleo de aditivos para obtener valores de acidez menores a 0,05% (Gobierno de México, 2009). El índice de peróxidos es muy alto en relación a lo permitido para aceite de

semilla de uva (Gobierno de México, 2009), i.e. 2,0 mEq/kg (Tabla 3). Este parámetro es importante para predecir la conservación o estabilidad del aceite y está relacionado con la formación de compuestos peroxídicos que, finalmente, son responsables de la rancidez de los aceites (Eristisland, 2000). Este resultado debe estar muy relacionado con la alta presencia del ácido linoleico que posee dos dobles ligaduras en su estructura química, haciéndolo susceptible a la oxidación (Göktürk-Baydar y Akkurt, 2001).

El contenido de humedad y materia volátil (HMV) está dentro de la norma para aceites de semilla de uva (Gobierno de México, 2009); es decir, no sobrepasa 0,2%. Comparado con los datos del aceite de girasol, el valor de HMV del aceite de semilla de uva silvestre también es inferior (Tabla 4) y significa un parámetro adecuado de calidad.

Pese a su alto grado de insaturación, el valor del punto de humeo muestra que el aceite de semilla de vid silvestre es estable a temperaturas altas; de manera similar al aceite de *V. vinifera* (Rombaut *et al.*, 2014) (Tabla 4). Esto es contrario a lo indicado en los valores de peroxidación y en el aceite de *V. vinifera* se explica por la presencia de aproximadamente 10% de ácidos grasos saturados (Rombaut *et al.*, 2014), valores similares a los del aceite de uva silvestre.

Tabla 3

Parámetros químicos del aceite de semilla de vid silvestre (*Vitis* spp.) de Temascaltepec, México, comparados con aceites comerciales de *Vitis vinifera* y de girasol

Aceite	Índice de yodo (g/100 g)	Índice de saponificación (mg/g)	Índice de acidez (%)	Índice de peróxidos (mEq/kg)
Vid silvestre	57,9 ± 1,4 c	170,7 ± 3,5 b	0,40 ± 0,03 a	30,0 ± 1,57 a
Vid comercial	130,2 ± 2,2 b	202,1 ± 13,8 a	0,07 ± 0,01 b	4,0 ± 0,41 b
Girasol	142,5 ± 0,9 a	197,8 ± 2,2 a	0,05 ± 0,01 b	1,1 ± 0,23 c

Los valores son la media de tres repeticiones; literal diferente a nivel de columna indica diferencia estadística significativa con Tukey al 0,05.

Tabla 4

Parámetros físicos de aceite de vid silvestre (*Vitis* spp.) de Temascaltepec, México, comparados con aceites comerciales de vid y de girasol

Aceite	Humedad y materia volátil (%)	Punto de humeo (°C)	Densidad (g/ml)
Vid silvestre	0,07 ± 0,01 b	211 ± 1,73 b	0,88 ± 0,002c
Vid comercial	0,06 ± 0,03 b	243 ± 2,65 a	0,91 ± 0,001b
Girasol	0,26 ± 0,05 a	208 ± 2,89 b	0,92 ± 0,001a

Los valores son la media de tres repeticiones, literal diferente a nivel de columna indica diferencia estadística significativa con Tukey al 0,05.

Como se presenta en la Tabla 4, el valor para la densidad está cercano al de los obtenidos en aceite de girasol y de uva comercial; sin embargo, está por debajo del rango, 0,920 a 0,926 (g/ml), indicado por el Gobierno de México (2009) para *V. vinifera*.

4. Conclusiones

La semilla de uva silvestre contiene aproximadamente 16,7% de aceite, el perfil de ácidos grasos de dicho aceite reportó la presencia de ácido linoleico, oleico, palmítico y esteárico, con contenidos promedio de 71,5, 17,2, 6,6 y 4,3%, respectivamente. El contenido de ácidos grasos insaturados (88,7%) en el aceite de vid silvestre parece explicar el bajo índice de yodo (57,9 g/100 g) e índice de saponificación (170,7 mg/g); así como el alto índice de peróxidos (30 mEq/kg) del aceite. Sin embargo, ese mismo grado de insaturación no concordó con el alto punto de humeo observado (211 °C), lo cual puede ser explicado por la presencia de 11%, aproximado, de ácidos grasos saturados i.e. ácido palmítico y ácido esteárico. El aceite de semilla de vid silvestre cumple parcialmente con los

estándares establecidos para el aceite de semilla de *V. vinifera*, lo cual indica su potencial y las posibilidades de acondicionarlo para tener mejores condiciones de comercialización.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a J. Salomon-Castaño para cursar la maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en la Universidad Autónoma del Estado de México. La investigación fue financiada parcialmente por la SIEA a través de los proyectos de investigación “Perspectivas de manejo postcosecha y agroindustrial de frutales nativos del estado de México” y “Preparación y caracterización del aceite de semilla de uva silvestre I. Uso culinario”.

5. Referencias bibliográficas

- Adam, J.; Tesche, A.; Wolfram, G. 2008. Impact of linoleic acid intake on arachidonic acid formation and eicosanoid biosynthesis in humans. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 79: 177-181.
- Alves, R.D.; Moreira, A.P.; Macedo, V.S.; Goncalves, A.R.C.; Bressan, J.; Mattes, R.; Costa, N.M. 2014. Regular intake of high-oleic peanuts improves fat oxidation and body composition in overweight/obese men pursuing a energy-restricted diet. *Obesity* 22: 1422-1429.
- AOCS. 2009. Official Methods and Recommended Practices. Champaign, Illinois, American Oil Chemists' Society.
- Bakke, S.S.; Moro, C.; Nikolić, N.; Hessvik, N.P.; Badin, P.; Lauvhaug, L.; Fredriksson, K.; Hesselink, M.K.C.; Boekschoten, M.V.; Kersten, S.; Gaster, M.; Thoresen, G.H.; Rustan, A.C. 2012. Palmitic acid follows a different metabolic pathway than oleic acid in human skeletal muscle cells; lower lipolysis rate despite an increased level of adipose triglyceride lipase. *Biochimica et Biophysica Acta* 1821: 1323-1333.
- Balat, M. 2011. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production. A review of current work. *Energy Conversion and Management* 52: 1479-1492.
- Bhosle, B. M.; Subramanian, R. 2005. New approaches in deacidification of edible oils – a review. *Journal of Food Engineering* 69: 481-494.
- Cheng, L.; Yu, Y.; Szabo, A.; Wu, Y.; Wang, H.; Camer, D.; Huang, X. 2015. Palmitic acid induces central leptin resistance and impairs hepatic glucose and lipid metabolism in male mice. *Journal of Nutritional Biochemistry* 26: 541-548.
- Chira, N.; Todașcă, C.; Nicolescu, A.; Păunescu, G.; Roșca, S. 2009. Determination of the technical quality indices of vegetable oils by modern physical techniques. *U.P.B. Scientific Bulletin, Series B. Chemistry and Materials Science* 71: 3-12.
- Da Porto, C.; Porretto, E.; Decorti, D. 2013. Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional

- extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. *Ultrasonics Sonochemistry* 20: 1076-1080.
- Eristland, J. 2000. Safety considerations of polyunsaturated fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 197S-201S.
- Fernandes, L.; Casal, S.; Cruz, R.; Pereira, J.A.; Ramalhona, E. 2013. Seed oils of ten Portuguese varieties with interesting chemical and antioxidant properties. *Food Research International* 50: 161-166.
- Franco, M.O.; Cruz, C.J.G. 2012. La vid silvestre en México. Actualidades y potencial. Toluca, UAEM-ACA.
- Franco-Mora, O.; Aguirre-Ortega, S.; González-Huerta, A.; Castañeda-Vildózola, A.; Morales-Rosales, E.J.; Pérez-López, D.J. 2012. Characterization of *Vitis cinerea* Engelm. Ex Millardet fruits from the southern region of the State of Mexico, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59: 1899-1906.
- Freitas, L.S.; Dariva, C.; Jacques, R.A.; Caramão, E.B. 2013. Effect of experimental parameters in the pressurized liquid extraction of brazilian grape seed oil. *Separation and Purification Technology* 116: 313-318.
- Gobierno de México. 2009. PROY-NMX-F-588-SCFI-2009. Aceites y grasas- aceite comestible puro de pepita de uva – especificaciones. Secretaria de Economía, México (en línea). Disponible en 200.77.231.100/work/normas/nmx/2009/proy/nmx/f/588/scfi/2009. Accesado 4 marzo de 2014.
- Göktürk-Baydar, N.; Akkurt, M. 2001. Oil content and oil quality of some grape seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 25: 163-168.
- Gomez, A.M.; Lopez, C.P.; De la Ossa, E.M. 1996. Recovery of grape seed oil by liquid and supercritical dioxide extraction: A comparison with conventional solvent extraction. *The Chemical Engineering Journal and the Biochemical Engineering Journal* 61: 227-231.
- Hanganu, A.; Todașcă, M.C.; Chira, N.A.; Magunu, M.; Roșca, S. 2012. The compositional characterisation of Romanian grape seed oils using spectroscopic methods. *Food Chemistry* 134: 2453-2458.
- Kamel, B.S.; Dawson, H.; Kakuda, Y. 1985. Characteristics and composition of melon and grape seed oils and cakes. *Journal of the American Chemical Society* 62: 881-883.
- Lutterodt, H.; Slavin, M.; Whent, M.; Turner, E.; Yu, L. 2011. Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and anti proliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. *Food Chemistry* 128, 391-399.
- Maier, T.; Schieber, A.; Kammerer, D.R.; Carle, R. 2009. Residues of grapes (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chemistry* 112: 551-559.
- Matthäus, B. 2008. Virgin grape seed oil: Is it a really nutritional highlight? *European Journal of Lipid Science and Technology* 110: 645-650.
- Mieres, P.A.; Andrade, A.; García, L.; Londoño, P. 2012. Extracción del aceite de semilla de uva variedad "Criolla negra" y su caracterización. *Anales Universidad Metropolitana* 12: 193-206.
- Myles, S.; Boyco, A.R.; Owens, C.L.; Brown, P.J.; Grassi, F.; Aradhya, M.K.; Prins, B.; Reynolds, A.; Chia, J.M.; Bustamante, C.D.; Buckler, E.S. 2011. Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Science* 108: 3530-3535.
- Paladino, S.C.; Zuritz, C.A. 2012. Extracto de semillas de vid (*Vitis vinifera* L.) con actividad antioxidante: concentración, deshidratación y comparación con antioxidantes de uso comercial. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 44: 131-143.
- Pan, P.; Lin, S.; Ou, Y.; Chen, W.; Chuang, Y.; Yen, Y.; Liao, S.; Raung, S.; Chen, C. 2010. Stearic acid attenuates cholestasis-induced liver injury. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 391: 1537-1542.
- Panza, F.; Solfrizzi, V.; Colacicco, A.M.; D'Introno, A.; Capurso, C.; Torres, F.; Capurso, S. 2004. Mediterranean diet and cognitive decline. *Public Health Nutrition* 7: 959-963.
- Prado, J.M.; Dalmolil, I.; Carareto, N.D.D.; Basso, R.C.; Meirelles, J.A.; Oliveira, J.V.; Batista, E.A.C.; Meireles, M.A. 2012. Supercritical fluid extraction of grape seed: Process scale-up, extract chemical composition and economic evaluation. *Journal of Food Engineering* 109: 249-257.
- Rombaut, N.; Savoie, R.; Thomasset, B.; Bélliard, T.; Castello, J.; Van Hecke, E.; Lanoisellé, J.L. 2014. Grape seed oil extraction: Interest of supercritical fluid extraction and gas-assisted mechanical extraction for enhancing polyphenol co-extraction in oil. *Comptes Rendus Chimie* 17: 284 - 292.
- Shiraishi, M.; Shiraishi, S. 1997. Database of grape genetic resources for 21-st Century ampelography. Fukuoka, Kyushu University.
- Tanilgan, K.; Özcan, M.M.; Ünver, A. 2007. Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas y aceites* 58: 142-147.
- Vieira, D.S.; Menezes, M.; Gonçalves, G.; Mukai, H.; Lenzi, E.K.; Pereira, N.C.; Fernandes, P.R.G. 2015. Temperature dependence of refractive index and of electrical impedance of grape seed (*Vitis vinifera*, *Vitis labrusca*) oils extracted by Soxhlet and mechanical pressing. *Grasas Aceites* 66: e083.
- Viladomiu, M.; Hontecillas, R.; Bassaganya-Riera, J. 2015. Modulation of inflammation and immunity by dietary conjugated linoleic acid. *European Journal of Pharmacology*. doi:10.1016/j.ejphar.2015.03.095. (*In press*).
- Yousefi, M.; Nateghi, L.; Gholamian, M. 2013. Physicochemical properties of two of shahrodi grape seed oil (Lal and Khalili). *European Journal of Experimental Biology* 3: 115-118.