

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE COLECTAS DE AGUACATE DE GUASAVE, SINALOA CON ALTO CONTENIDO DE ACEITE

Valdez-Agramón, Rosalva Carolina¹; Valdez-Morales, Maribel²; Cruz-Mendivil, Abraham¹; Sandoval-Castro, Eduardo²; Orozco-Ochoa, Alma³; Calderón-Vázquez, Carlos¹

¹Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Sinaloa. Correo-e: ccalderon@ipn.mx. ²CONACYT-Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Sinaloa. ³Instituto Tecnológico de los Mochis

Resumen

El aguacate es un fruto de importancia mundial, principalmente por sus agradables propiedades sensoriales y características nutricionales. Además de ser consumido en fresco, este fruto se ha utilizado en la industria para diferentes fines destacando la extracción de su aceite el cual es rico en ácidos grasos insaturados, y compuestos nutraceuticos como α -tocoferol y β -sitosterol. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han enfocado en cultivares comerciales como Hass, dejando de lado genotipos que tienen características de importancia, por lo que en este trabajo se buscó identificar colectas del municipio de Guasave, Sinaloa, México con un alto contenido de aceite, de ácidos grasos insaturados y altos niveles de actividad antioxidante, con el fin de generar información e impulsar la producción de aguacate local. Para esto fueron analizadas 10 colectas de aguacate incluyendo nueve locales y 'Hass' como control. El contenido de aceite se determinó mediante Soxhlet y los rendimientos oscilaron entre el 18 y 66%, por otra parte, el perfil de ácidos grasos fue analizado mediante cromatografía de gases, encontrando que todos los aceites mantuvieron más del 60% de ácidos grasos insaturados. La actividad antioxidante de los aceites fue determinada mediante el ensayo ORAC, obteniendo valores desde 473 μ M ET/L a 1173 μ M ET/L. Estos resultados indican que existen colectas que tienen características nutricionales importantes, las cuales podrían ser explotadas a nivel agroindustrial.

Palabras clave adicionales: *Persea americana*, ácidos grasos insaturados, actividad antioxidante.

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF HIGH OIL CONTENT AVOCADO COLLECTIONS FROM GUASAVE, SINALOA

Abstract

Avocado is a fruit of worldwide importance mainly for its palatable sensory properties and nutritional characteristics. In addition to fresh consumption the fruit have been used in the industry for different purposes mainly for oil extraction, which is rich in unsaturated fatty acids and nutraceutical compounds such as α -tocopherol y β -sitosterol. However, most studies have been focused on commercial varieties such as Hass leaving aside genotypes with important characteristics. In this work we identified collections of the municipality of Guasave, Sinaloa, Mexico, with high oil content, unsaturated fatty acids and high levels of antioxidant activity with the aim of boosting production in lowland climates. To this end, 10 local avocado collects including 'Hass' as control were analyzed. The oil content was determined through Soxhlet method, and oil yields were between 18 to 66%. The fatty acid profile was analyzed by gas chromatography finding that all genotypes had more than 60% unsaturated fatty acids. The oil antioxidant activity was determined through ORAC assay obtaining values from 473 μ M Trolox Equivalent/L to 1173 μ M Trolox Equivalent/L. These results indicate that there are local collections that have important nutritional characteristics, which could be used by the agroindustry.

Additional keywords: *Persea americana*, unsaturated fatty acids, antioxidant activity.

Introducción

El aguacate es un fruto de origen mexicano de gran importancia principalmente a sus propiedades nutricionales, su buen sabor y porque además de ser consumido como producto fresco, también es utilizado en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. Una de las aplicaciones más comunes de este producto en la industria de alimentos es para la extracción de aceite, producto que promete tener un mayor auge debido a sus propiedades nutricionales tales como su alto contenido de ácido oleico, palmitoleico y linoleico así como sus propiedades sensoriales que lo hacen un producto agradable al consumidor. Además destacan su contenido de α -tocoferol y β -sitosterol, estos compuestos le dan características nutracéuticas, es decir, que además de nutrir, tiene la capacidad de combatir o prevenir enfermedades, lo que hace aún más atractivo a este fruto.

El estado de Sinaloa cuenta con variedades regionales que generalmente se comercializan muy poco. Actualmente, en el grupo de trabajo del Laboratorio de Genómica Funcional del Centro Interdisciplinario Institucional para el Desarrollo Integral Regional, se han unido esfuerzos para investigar diferentes aspectos presentes en cultivares de la región, los cuales poseen características fenotípicas similares a las de la raza Antillana. Peraza-Magallanes (2013) reportó niveles de α -tocoferol más elevados que en el cv. Hass en algunos genotipos de Guasave. Por otra parte, Caldera-Soto (2015) encontró que el contenido de β -sitosterol es más alto en las colectas regionales que lo reportado para 'Hass'. Así mismo, fueron encontrados mayores niveles de ambos fitoquímicos en otros genotipos regionales analizados respecto a 'Hass', además de otras características de interés como su contenido de aceite, el cual en algunos frutos es similar al cv. Hass (Peraza-Magallanes et al., 2017). No obstante, es muy poco lo que se sabe acerca de las características de variedades distintas a 'Hass', incluyendo lo relacionado con el contenido y perfil lipídico, por lo que es necesario conocer más las accesiones locales.

El objetivo de este trabajo es identificar colectas de aguacate de la región de Guasave, Sinaloa, que contengan mayor rendimiento de aceite y calidad nutricional. Con esto se pretende generar información acerca de las colectas que se ubican en la región, las cuales podrían ser de gran interés para la industria alimentaria y de esta forma se daría un impulso a los productores regionales de aguacate.

Materiales y Métodos

El material biológico utilizado para este trabajo consistió en 10 colectas analizadas previamente en el laboratorio de genómica funcional. De cada colecta fueron analizados tres frutos y todos los análisis se realizaron por triplicado.

Determinación del rendimiento de aceite. La extracción de aceite se llevó a cabo siguiendo la metodología de Soxhlet. Partiendo de 1.5 g de pulpa liofilizada, se utilizó hexano como solvente a reflujo constante durante 4 h. Una vez obtenido el extracto de aceite, el hexano fue recuperado mediante rotaevaporación. El rendimiento de aceite se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ aceite} = \frac{(m_2 - m_1)}{m}$$

Dónde: m= masa de muestra (g), m_1 =peso inicial del matraz, m_2 =peso matraz con aceite

Determinación del perfil de ácidos grasos. Para determinar el perfil de ácidos grasos se realizó la extracción de lípidos totales mediante la metodología antes descrita por Folch, 1957. Una vez obtenido el extracto, las muestras fueron analizadas en un cromatógrafo de gases (CG) (Agilent Technologies, 6850 network GS system) acoplado a un inyector (Agilent Technologies, serie 7083) con una columna (Durabond, DB- 23). Se programó el CG con una velocidad de rampa (30 °C/minuto) partiendo de 110 °C a 250 °C por 56.42 min (Agilent. Technologies, 2004). La identificación del perfil de ácidos grasos se realizó utilizando como referencia los tiempos de retención del cromatograma de ácidos grasos estándar (Marinol ®). El cálculo del porcentaje de los ácidos grasos se determinó con la formula siguiente:

$$\text{Ácidos grasos (\%)} = A/B*100$$

Dónde: A= Área total del ácido graso obtenido de la muestra. B= Sumatorias de todas las áreas de los ácidos grasos.

Determinación de la actividad antioxidante del aceite. La actividad antioxidante de los aceites de aguacate fue determinada mediante el ensayo ORAC (Prior et al., 2003). Se preparó un buffer de fosfatos a partir de cual se realizaron todas las soluciones: fluoresceína 87 nM, trolox (3-30mg/l), AAPH (70 mM). Todas las soluciones fueron preparadas al momento del ensayo y atemperadas a 37 °C. La reacción se llevó a cabo en una placa negra de fluorescencia de 96 pozos. La reacción se monitoreó en un espectrofluorómetro a una longitud de onda de excitación de 485 y 530 nm de emisión, se midió la florescencia cada dos minutos durante 2:30 h. Los resultados se calcularon a partir del área bajo la curva (AUC), construida con la cinética realizada y se expresaron en μmol de Trolox equivalentes/L de muestra.

Análisis estadístico. Los resultados de rendimiento de aceite y perfil de ácidos grasos fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA ($\alpha=0.05$) de una vía y a una prueba de medias de Tukey (HSD). Los resultados obtenidos de ORAC fueron analizados mediante un ANOVA de dos vías y una prueba de medias de LSD.

Resultados y Discusión

El rendimiento de aceite de cada colecta fue determinado mediante la extracción química de lípidos totales de la pulpa de aguacate liofilizada, utilizando como solvente hexano. El rendimiento de aceite observado fue del 18 al 66% en base seca (bs) y del 2.5 al 15% en base fresca (bf). Como era de esperarse, 'Hass' mostró mayor contenido de aceite (bs = 66% y bf =15%). Sin embargo, al aguacate 'San Miguel' (bs= 60% y bf = 13%) y 'Palma' (49%), mostraron también un alto contenido de aceite, los cuales no fueron diferentes estadísticamente. Este dato es de suma importancia para los genotipos regionales, ya que al contar con esta característica, es posible que obtengan un mayor valor adquisitivo al poder ser comparados con el cv. Hass. Por otra parte, los individuos AVO48, AVO66 y AVO54, fueron los que se encontraron con el porcentaje más bajo de aceite con el 28, 23 y 18% (bs) (Figura 1) y 2.9, 2.6 y 2.5% (bf) respectivamente.

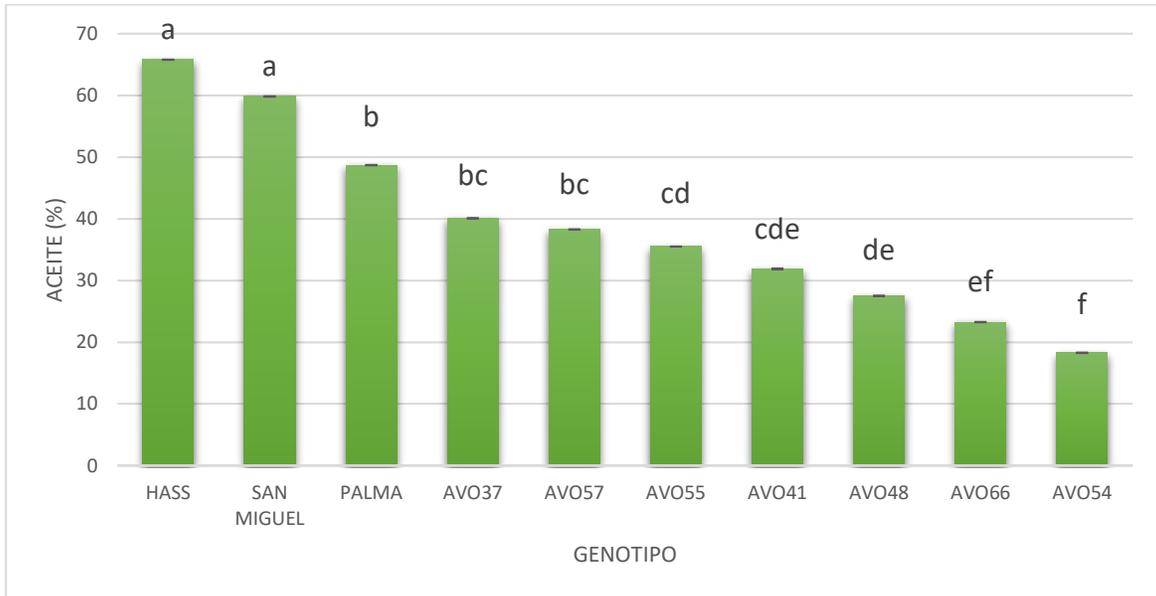


Figura 1. Rendimiento de aceites determinados a partir de extracción química con aceite (Soxhlet). Los resultados muestran el porcentaje de aceite (base seca) de la pulpa de aguacate. Las barras muestran la desviación estándar de las medias del rendimiento de cada genotipo. Barras con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$).

Estos resultados se encuentran por debajo de los reportados por Santana et al. (2015) quienes obtuvieron 71% de aceite mediante extracción con solventes. Por otra parte, Ortiz et al. (2003) reportaron 54% de rendimiento de aceite en 'Hass' mediante extracción con Soxhlet, valor que se encuentra por debajo del obtenido en este trabajo mediante el mismo método de extracción.

Se analizó el perfil de ácidos grasos de todos los materiales de aguacate seleccionados. A partir de esto se lograron identificar seis ácidos grasos principales los cuales se muestran en porcentaje relativo (Cuadro 1), cinco de éstos han sido reportados en la bibliografía: palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolenico (C18:3) (Ortíz et al., 2003; Santana et al., 2015; Aliakbarzadeh et al., 2016). El ácido palmítico fue el principal ácido graso saturado encontrado en todos los materiales analizados (24 y 39%), siendo 'Hass', el que contiene menor proporción, estos valores son mayores a lo reportado por Ortíz (2003) y Aliakbarzadeh (2016) (15 y 20%, respectivamente). Sin embargo, estos autores utilizaron el método de extracción química con Soxhlet empleando hexano como solvente. Por otra parte el ácido oleico es el ácido graso insaturado que se presentó mayormente (22 y 42%) siendo 'Hass' el cultivar con más contenido, seguido por 'AVO57', 'AVO37' y 'Palma' los cuales fueron estadísticamente iguales., Por otra parte, 'AVO55' y 'AVO66' obtuvieron los niveles más bajos de ácido oleico (27 y 22%), estos porcentajes son inferiores a los reportados para 'Hass' (60%) (Ortíz et al., 2003). Entre los ácidos grasos poliinsaturados, el ácido linoleico fue el más representativo con valores entre 14 y 29%, "AOV54", 'AVO66' y 'AVO41' son las colectas donde se encontraron los niveles más altos, mientras que los niveles más bajos 15% aproximadamente) se observaron en 'Hass', 'San Miguel', 'Palma' y 'AVO57', Ariza et al. (2011) y Ortíz et al., (2003) reportaron alrededor de 13% de ácido linoleico para 'Hass'. Por su parte, el ácido graso vaccénico (C18:1 n-7) es poco común por su conformación trans, y aunque no ha sido reportado para aceite de aguacate obtenido a nivel laboratorio, existen reportes donde se ha encontrado en aceite de aguacate obtenido a nivel comercial en niveles hasta de 5 g/100 g (Berastegi, 2012), esto podría deberse a el método de extracción de lípidos totales utilizado en este trabajo, el cual podría lograr extraer y diferenciar de una manera más cercana a la realidad los componentes del perfil de ácidos grasos del aceite de las muestras analizadas.

La relación de ácidos grasos saturados/insaturados en un aceite es de suma importancia, debido a que esto puede hablar acerca de la calidad nutrimental del aceite. A partir de los datos obtenidos del perfil de ácidos grasos, se realizó un análisis de dicha relación, observando que todos los aceites analizados contienen más del 60% de ácidos grasos insaturados (Figura 2). 'Hass' contiene mayor porcentaje de insaturados (75%), seguido de 'AVO54' (72%), mientras que en 'San Miguel' se encontró 69%. Por otra parte, 'Palma', 'AVO55' y 'AVO66' presentaron mayor contenido de ácidos grasos saturados. Santana et al., 2015 reportan valores del 25% de ácidos grasos saturados y el 75% de ácidos grasos insaturados obtenidos con tres métodos de extracción diferentes. Bora et al. (2001) reportaron alrededor del 23 y 77% de ácidos grasos saturados e insaturados, respectivamente en el cv. Fuerte.

Cuadro 1. Porcentaje relativo de ácidos grasos en pulpa liofilizada de aguacate 'Hass', 'Palma', 'San Miguel', 'AVO37', 'AVO41', 'AVO48', 'AVO54', 'AVO55', 'AVO57' y 'AVO66'.

Material	Palmítico (%)	Palmitoleico (%)	Oleico (%)	Vaccenico (%)	Linoleico (%)	Linolenico (%)
HASS	24.79 ± 2.7 ^d	11.26 ± 1.4 ^b	45.59±1.8 ^a	5.12 ± 0.5 ^b	14.40 ± 6 ^e	1.13 ± 0.1 ^{cd}
PALMA	37.43 ± 1.6 ^c	4.69 ± 0.7 ^d	37.33±0.7 ^{ab}	2.19 ± 0.0 ^f	15.54± 1.5 ^{ed}	1.17 ± 0.4 ^{cd}
SM	30.67± 0.6 ^{ab}	13.77 ± 1.2 ^a	33.99±0.4 ^{cb}	6.01 ± 0.2 ^a	14.10 ± 0.2 ^e	0.55 ± 0.2 ^d
AVO37	32.00 ± 1 ^{bc}	5.22 ± 0.2 ^d	39.03±0.7 ^{ab}	3.02 ± 0.1 ^e	17.27±0.1 ^{cde}	1.97±0.2 ^{bcd}
AVO41	28.96± 4.4 ^{cd}	5.67 ± 0.2 ^d	30.09±2.8 ^{cd}	3.05 ± 0.2 ^e	26.72± 3.3 ^{ab}	3.57 ± 0.9 ^a
AVO48	31.58 ± 1 ^c	8.53 ± 0.5 ^c	34.15 ± 3 ^{cb}	4.03 ± 0.2 ^{cd}	18.48±2.5 ^{cde}	1.99±0.3 ^{bcd}
AVO54	27.01± 0.4 ^{cd}	6.45 ± 0.5 ^d	28.46±1.9 ^{cd}	4.27 ± 0.1 ^{bc}	28.63 ± 1.2 ^a	3.60 ± 0.3 ^a
AVO55	37.66 ± 2 ^a	6.24 ± 0.6 ^{cd}	26.90±0.6 ^{de}	3.31 ± 0.2 ^{de}	21.39±1.6 ^{bcd}	3.23± 0.8 ^{ab}
AVO57	31.05 ± 0.6 ^c	6.16 ± 0.1 ^d	40.66± 0.5 ^a	3.02 ± 0.1 ^e	15.36± 0.4 ^{de}	3.14 ± 0.2 ^{bc}
AVO66	38.84 ± 0.4 ^a	6.52 ± 0.9 ^{cd}	22.31± 1.4 ^e	2.89 ± 0.3 ^{ef}	23.01±0.4 ^{abc}	4.66 ± 0.4 ^a

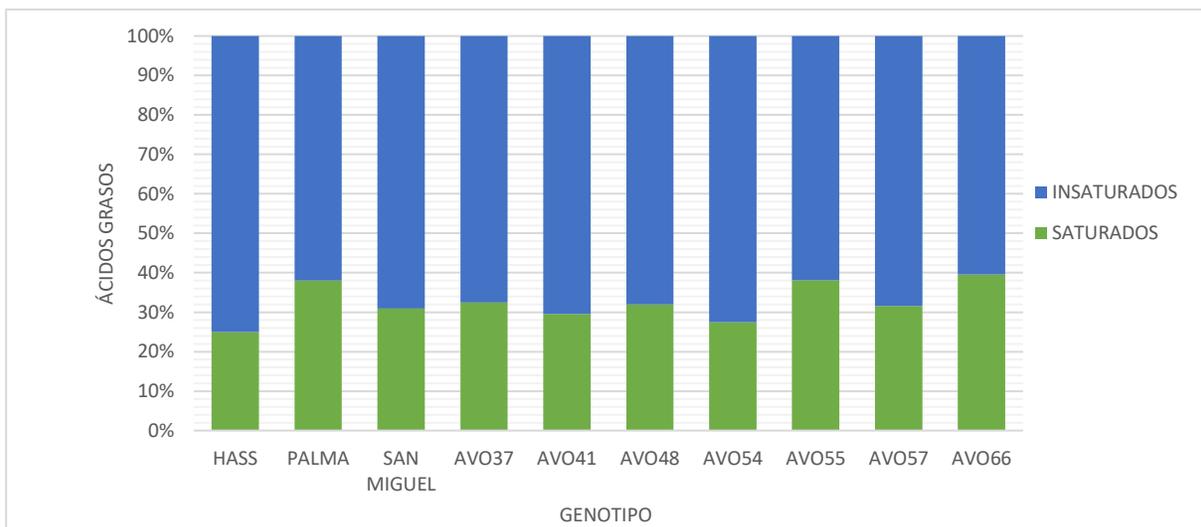


Figura 2. Proporción de ácidos grasos saturados e insaturados en cada genotipo de aguacate analizado.

La capacidad antioxidante de los aceites de todos los materiales evaluados fue estudiada mediante el método de ORAC. A partir del ensayo ORAC se obtuvieron valores en un rango de 473 μM equivalentes de Trolox/L (AVO57) a 1173 μM equivalentes de Trolox/L ('Palma'), en el cv. Hass se encontró 712 μM equivalentes de Trolox/L, mientras que en 'San Miguel' se obtuvieron valores de 1005 μM equivalentes de Trolox/L. 'San Miguel', 'AVO41', 'AVO48', 'AVO55', 'AVO57', 'AVO66' y 'Hass' no tuvieron diferencias estadísticas mediante LSD con un nivel de confianza del 95% (Cuadro 2). Los valores de capacidad antioxidante obtenidos en este

trabajo son mayores a los reportados por la base de datos de la USDA (2010), donde reportan 372 $\mu\text{mol TE/g}$ para aceite de olivo, destacando que no incluyen datos sobre aceite de aguacate. Por otra parte, Wang et al. (2010) reportan valores de 2 μM equivalentes de Trolox/g a 11 μM equivalentes de Trolox/g, sin embargo estos valores son los obtenidos a partir del extracto de la pulpa de aguacate en base fresca, mientras que los obtenidos en este trabajo son a partir de extractos metanólicos del aceite de la pulpa de aguacate. Así mismo, Espinosa-Alonso et al., 2017 reportan valores desde 28 a 58 μM equivalentes de Trolox/Kg de aceite para extractos metanólicos del aceite de aguacates Mexicanos y ‘Hass’.

Cuadro 2. Actividad antioxidante de extractos metanólicos del aceite de aguacate.

Genotipo	ORAC $\mu\text{moles ET / L}$
HASS	712.16 \pm 240 ^{ab}
PALMA	1173.53 \pm 387 ^c
SAN MIGUEL	1005.90 \pm 439 ^{abc}
AVO37	1162.26 \pm 293 ^{bc}
AVO41	702.18 \pm 207 ^{ab}
AVO48	711.85 \pm 56 ^{ab}
AVO54	616.30 \pm 82 ^a
AVO55	692.86 \pm 143 ^{ab}
AVO57	473.76 \pm 135 ^a
AVO66	605.28 \pm 177 ^{ab}

$\mu\text{moles ET / L}$: μ moles equivalentes de trolox por L de aceite. Valores con letras iguales no presentaron diferencias significativas mediante una prueba LSD ($\alpha=0.05$).

En este trabajo fueron analizados 10 materiales diferentes, de los cuales, ‘San Miguel’ y ‘Palma’ mostraron alto rendimiento de aceite en comparación con ‘Hass’, lo que los hace atractivos para la industria de alimentos. Los valores de actividad antioxidante obtenidos mediante el ensayo de ORAC, son mayores que lo reportado previamente, se sugiere que esta actividad antioxidante podría estar dada por compuestos fenólicos y otros compuestos polares (López-Cobo et al., 2016), sin embargo, es poca la información que se tiene acerca de actividad antioxidante de la fase polar de aceite de aguacate y las moléculas responsables de la misma. Por otra parte, todos los aceites analizados mostraron arriba del 60% de ácidos grasos insaturados, lo que los vuelve aceites estables y apropiados desde el punto de vista nutricional. Los niveles de ácido oleico presentes en todos los materiales son menores a los reportados en la bibliografía; sin embargo, el ácido linoleico se presentó en mayor proporción que lo ya reportado previamente. ‘San Miguel’, ‘Palma’ y ‘AVO37’ mostraron características importantes tales como mayor rendimiento de aceite,

mayor contenido de ácido oleico y altos valores de actividad antioxidante por lo que sería interesante continuar investigando acerca de estas colectas que de acuerdo a las características mostradas podrían ser de gran importancia agroindustrial.

Agradecimientos

Al CONACYT por la beca de maestría para Rosalva Carolina Valdez Agramón, proyectos SIP-IPN2016 y 2017 y al UCMexus-CONACYT por financiamiento de proyectos.

Literatura Citada

- Ariza O., F. López, J. Coyotl, M. Ramos, J. Díaz, A. Martínez. 2011. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass). Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos 2(2):263-76.
- Berasategi, I., B. Barriuso, D. Ansorena, I. Astiasarán. 2012. Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. Food Chemistry 132 (1):439-446.
- Bora, P., N. Narain, R. Rocha, M. Quiroz. 2001. Characterization of the oils from the pulp and sedes of avocado (cultivar: Fuerte) fruits. Grasas y Aceites 52:171-174.
- López-Cobo, A., A. Gómez-Caravaca, F. Pasini, M. Fiorenza, A. Segura-Carretero, A. Fernández-Gutiérrez. 2016. HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado. LWT- Food Science and Technology 73: 505-513.
- Peraza-Magallanes, A.Y., M. Pereyra-Camacho, E. Sandoval-Castro, S. Medina-Godoy, M. Valdez-Morales, T. Clegg, C. Calderón-Vázquez. 2017. Exploring genetic variation, oil and α -tocopherol content in avocado (*Persea americana*) from northwestern Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 64 (3):443-449.
- Prior, R. L., H. Hoang, L. Gu, X. Wu, M. Bacchiocca, L. Howard, M. Hampsch-Woodill, D. Huang, B. Ou, R. Jacob. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC-FL) of plasma and other biological and food samples. Journal of Agriculture and Food Chemistry 51:3273-3279
- Folch, J., M. Lees, M. Stanley. 2007. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. From the McLean Hospital Research Laboratories, Waverley, and the Department of Biological Chemistry, Harvard Medical School, Boston Massachusetts.
- Santana, I., L. dos Reis, A., Torres, L. Cabral, S. Freitas. 2015. Avocado (*Persea americana* Mill.) oil produced by microwave drying and expeller pressing exhibits low acidity and high oxidative stability. European Journal of Lipid Science and Technology 117(7):999 - 1007.
- Ortiz, A., L. Dorantes, J. Galíndez, R. Guzmán. 2003. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(8):2216-2221.
- Wang, W., T. Bostic., L. Gu. 2010. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. Food Chemistry 122(4): 1193-1198.