

CONTENIDO DE LÍPIDOS Y COMPOSICIÓN RELATIVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN PULPA DE AGUACATE 'HASS' COSECHADOS EN EL TRÓPICO ANDINO DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA

Bernal-Estrada, Jorge¹; Cartagena-Valenzuela, José²

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, C.I. La Selva, Km. 7 Vía Las Palmas, Rionegro, Antioquia, Colombia. Correo-e: jbernal@corpoica.org.co. ²Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle 59 A. No. 63-20, Medellín, Colombia.

Resumen

Un perfil de lípidos se realizó en frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de huertos comerciales plantados en siete localidades del departamento de Antioquia, Colombia. El aceite se extrajo por el método Soxhlet y para caracterizarlo se utilizó el método CG-FID. El análisis estableció que el contenido total de aceite variaba entre 9.57% y 16.5% base húmeda y que el 96% de los ácidos grasos identificados, corresponden a los ácidos insaturados oleico, linoleico y palmitoleico y al ácido saturado palmítico. La diferencia estuvo representada por los ácidos mirístico, palmitoleico esteárico, linolénico, eicosanóico y eicosenóico. El clima influyó en la cantidad total de lípidos y en la composición relativa de los ácidos grasos, destacándose que el contenido de ácido oleico se incrementa a medida que los huertos se encuentran a mayor altura, lo contrario ocurre con el ácido linolénico. En los demás ácidos grasos no se evidenciaron cambios en su contenido, atribuibles a la temperatura del lugar. El contenido y composición de los lípidos en la pulpa, indicó que los frutos tienen valores de materia seca acordes a las exigencias del mercado y ácidos grasos en concentraciones suficientes, para favorecer la salud del consumidor.

Palabras clave adicionales: *Persea americana*, ácido oleico, grasa dietética, análisis cromatográfico.

CONTENTS OF LIPIDS AND RELATIVE COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN PULP OF 'HASS' AVOCADO, HARVESTED IN THE ANDEAN TROPIC OF THE DEPARTMENT OF ANTIOQUIA, COLOMBIA

Abstract

A lipid profile was performed on avocado fruits cv. Hass, from commercial orchards in seven locations in the department of Antioquia, Colombia. The oil was extracted by the Soxhlet method and used the CG-FID method to characterize it. The analysis established that the total oil content to vary between 9.57% and 16.5%, 96% of the fatty acids identified correspond to oleic, linoleic and palmitoleic unsaturated acids and saturated palmitic acid. The difference was represented by myristic, palmitoleic, stearic, linolenic, eicosanoic and eicosenoic acids. The climate influenced the total amount of lipids and the composition of the fatty acids, noting that the content of oleic acid increased as the orchards are at a higher altitude, the opposite occurs with linolenic acid. In the other fatty acids did not show changes in its content, attributable to the temperature of the place. The content and composition of the lipids in the pulp indicates that the fruits have dry matter values according to market requirements and fatty acids in sufficient concentrations to promote the health of the consumer.

Additional keywords: *Persea americana*, oleic acid, dietary fat, chromatographic analysis.

Introducción

A nivel mundial, el aguacate se cultiva en una gama muy amplia de pisos térmicos. En algunos casos se aprecian efectos globales que afectan a la maduración, inhibiéndola o acelerándola o incrementando la deshidratación por pérdida rápida de agua, originando alteraciones externas e internas del fruto. Algunos de estos efectos pueden verse amplificados cuando las altas temperaturas están asociadas a una radiación solar intensa, que afectan no solo el color, sino también las propiedades organolépticas, debido a cambios en el contenido en sólidos solubles y acidez valorable (Romojaro et al., 2006). La biosíntesis de los lípidos es influenciada por factores ambientales. Las categorías generales de factores ambientales que afectan los niveles de lípidos y su metabolismo son la luz, la temperatura, el estrés hídrico, los constituyentes del suelo y de la atmósfera y otros factores como los daños físicos y el ataque de plagas y enfermedades (Salas et al., 2000). La composición de ácidos grasos de los lípidos contenidos en el aguacate varía según el cultivar, entre otros factores, siendo el ácido oleico el más abundante, seguido de los ácidos palmítico y linoleico (Knight, 2007). Dichas interacciones han sido estudiadas detalladamente para frutos de zonas templadas, pero solo recientemente han sido objeto de atención para los frutos tropicales y subtropicales (Hofman et al., 2007). No se dispone de resultados para Colombia relacionados con el contenido de ácidos grasos en aguacate, producto de estar plantado en ambientes diversos. El objetivo de este estudio fue conocer el contenido total de lípidos y la composición relativa de los ácidos grasos en frutos de aguacate cv. Hass y determinar si hay cambios en la cantidad y proporción de los aceites, según el ambiente de donde proceden.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante 2011 y 2012, en huertos de aguacate cv. Hass, establecidos en el oriente, altiplano norte y suroeste de Antioquia, Colombia (Cuadro 1). Se utilizaron árboles de aguacate cv. Hass adultos, de cinco años de edad, injertados sobre portainjertos de raza antillana.

Procedimiento experimental

En cada huerto se realizaron dos cosechas durante un período de 12 meses, entre junio de 2011 y diciembre de 2012. Se seleccionaron frutos con madurez fisiológica (mayor a 21.5% de materia seca) y libres de daños físicos. De los frutos cosechados se tomó una submuestra de 200 g de pulpa, la cual luego de deshidratarse se utilizó para determinar el

contenido de aceite y el análisis del perfil lipídico. La composición de los ácidos grasos fue determinada mediante cromatografía de gases con detector FID. La cuantificación de los ácido grasos se realizó en porcentajes relativos de acuerdo con el área de integración (UNE-EN ISO 5508, 1996). Los promedios de las dos cosechas por localidad de las variables que conforman el perfil lipídico se organizaron en tablas. En algunos casos, se construyeron gráficos, ordenando las localidades por altitud en la abscisa, de manera que se facilitara la visualización de las correspondientes tendencias. Los resultados se analizaron con base en técnicas de regresión, adicionadas con herramientas descriptivas y solo se muestran los casos en los que se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 1. Condiciones ambientales de los sitios de Colombia utilizados para determinar la composición de los ácidos grasos en la pulpa de aguacate cv. Hass.

Municipio	Altura (msnm)	Temp. (°C)	H.R. (%)	Precipitación		
				anual (mm)	Brillo solar (horas año ⁻¹)	Zona de vida ²
Támesis	1340	22.5	81.0	1917	1726	(bh-PM)
Venecia	1510	20.1	74.0	2504	2090	(bh-PM)
Venecia	1770	19.5	75.0	2300	2164	(bh-PM)
Jericó	1900	19.0	82.0	1917	2430	(bh-MB)
Rionegro	2140	17.0	78.0	1900	1861	(bh-MB)
Entrerríos	2420	14.7	82.7	1917	1684	(bh-MB)

²Holdridge, 1967.

Resultados y Discusión

El porcentaje de materia seca (MS) varió entre un 21% (el más bajo) en Venecia- PB, hasta un 27.85% (el más alto) en Entrerríos (Figura 1). El porcentaje de MS está fuertemente relacionado con el contenido de aceite y la calidad (Lee et al., 1983; Brown, 1984; Ranney, 1991). En este caso el contenido de aceite aumentó con el incremento en el contenido de materia seca. Cabe anotar que a medida que el fruto madura se incrementa el contenido de aceite y el de materia seca, y disminuye del contenido de humedad en el fruto (Mazliak, 1971; Slater et al., 1975; Lee, 1981; Ramila, 1994). De acuerdo con Razeto (2008), existe una equivalencia aproximada entre el porcentaje de materia seca y el porcentaje de aceite en la pulpa de aguacate cv. Hass recién cosechado. En este estudio se encontró que en frutos cosechados en Támesis el contenido de aceite para un 27.85% de MS, fue de 15.32%; en Venecia-PB el contenido de aceite para un 21% de MS fue del 9.57%; en Venecia-SC el contenido de aceite para un 26.45% de MS fue de 11.88%; en Jericó el

contenido de aceite para un 24.85% de MS fue de 12.89%; en Rionegro el contenido de aceite para un 27.35% de MS fue 16.09% y finalmente en Entrerriós el contenido de aceite para un 26.25% de MS fue de 16.5%. Todos los valores obtenidos, fueron superiores a los expuestos por Razeto (2008), quien con totales de MS de 28; 21; 26,5; 25; 27.5 y 26.5%, señaló contenidos de aceite de 11.96; 7.92; 11.10; 10.23; 11.67 y 11.10%, respectivamente. En el mismo sentido, Cerdas et al. (2014) en Costa Rica, encontraron que frutos de aguacate cv. Hass con 28% de MS, contenían un 14.7% de aceite cifra inferior a la observada en tres de las localidades en estudio. Lo anterior demuestra que la calidad interna del fruto procedente del trópico andino antioqueño, sobresale por el alto contenido en aceite, lo cual puede significar un atributo importante para comercializarlo en los mercados internacionales. La variación percibida en los contenidos de MS y aceite en la pulpa de los frutos procedentes de las localidades en estudio se explica con la influencia que puedan tener en estos, las condiciones climáticas y geográficas de los lugares (Kruger et al., 1999).

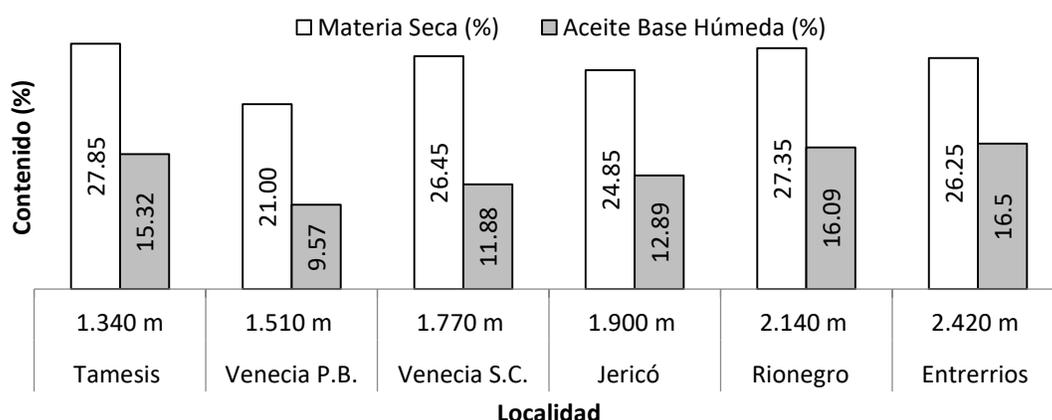


Figura 1. Contenido de materia seca y de aceite base húmeda en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de huertos plantados en seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia.

En el Cuadro 2 se detalla la composición relativa de los ácidos grasos en los frutos cosechados en los huertos en estudio. Es evidente que se presentan diferencias entre las localidades, las cuales también han sido registradas en aguacate cultivado en ambientes de clima templado (Olaeta et al., 1999; Costa, 2000; Parra, 2005) y ecuatorial (Romero, 2011). Se destaca que aproximadamente el 96% de los ácidos grasos, correspondió al oleico (49.55%), el palmítico (19.68%), el linoleico (14.01%) y el palmitoleico (13.49%).

Estos hallazgos coinciden con los de Ozdemir y Topuz (2004) y Ramos-Jerz (2007), que mencionaron que el ácido graso dominante en la pulpa del aguacate es el oleico y que otros ácidos grasos que se forman con el desarrollo del fruto, si bien en proporciones muy inferiores al oleico, son el linoleico y el palmítico. También aparecen trazas de los ácidos, esteárico, mirístico, linolénico y araquídico (eicosanóico).

Cuadro 2. Composición relativa (%) de los ácidos grasos presentes en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia.

Municipio	Mir	Pal	Palm	Est	Ole	Lino	Lilen	Eicosa	Eicose
Támesis	0.15	21.45	17.05	1.91	42.14	15.14	1.53	0.19	0.49
Venecia PB	0.17	20.54	15.56	1.62	43.23	16.58	1.62	0.18	0.50
Venecia SC	0.14	20.17	15.83	1.67	46.76	13.29	1.18	0.21	0.65
Jericó	0.10	19.63	13.19	1.38	50.63	13.28	1.08	0.17	0.55
Rionegro	0.15	18.21	8.45	0.99	59.19	11.99	0.99	0.15	0.27
Entrerriós	0.04	18.14	10.84	1.52	55.38	13.80	1.16	0.15	0.46
Promedio	0.12	19.68	13.49	1.51	49.55	14.01	1.26	0.17	0.49

Mir: Mirístico; Pal: Palmítico; Palm: Palmitoléico; Est: Esteárico; Ole:Oléico; Lino: Linoléico; Lilen: Linolénico; Eicose: Eicosanóico.

El valor promedio del ácido oleico (49.55%), estuvo dentro del intervalo reportado para aguacate por Mazliak (1965) y Takenaga et al. (2008), entre un 42 y un 81% del total; sin embargo, es inferior al mencionado por Swisher (1988), en un intervalo comprendido entre 69-74%. Se acentúa que en ambos estudios se presentaron porcentajes similares para el resto de los ácidos grasos. Por su parte, Campos et al. (2011) determinaron que en aguacate cv. Hass Méndez, el principal ácido graso en pulpa es el oleico con un 63.5%. En tanto que para el cv. Hass Ozdemir y Topuz (2004) establecieron un 59.5% y Requejo-Tapia et al. (1999) un 71%. De otro lado, los ácidos palmítico y linoleico, cuyos valores, en promedio para todas las localidades fueron de 19.68 y 14.01%, respectivamente, estuvieron dentro de los intervalos mencionados por Mazliak (1965), del 7.2 al 25% para el palmítico y del 6 al 18.5%, para el linoleico; en contraste, el ácido graso palmitoleico, tuvo en este estudio un promedio de 13.48%, superior al valor más alto reportado por Mazliak (1965), que lo sitúa entre 0 y 8.3%. Este hallazgo podría significar un valor agregado del aguacate cv. Hass por este contenido, en estas localidades. El contenido de ácidos grasos saturados no presentó diferencias entre las localidades (Cuadro 3), esto indicó que no hubo un efecto del ambiente sobre su síntesis. La mayor concentración la obtuvo el ácido palmítico (19.69%), seguido por los ácidos esteárico (1.52%), eicosanóico (0.18%) y mirístico

(0.13%). Al respecto Costa (2000) encontró en aguacate cv. Fuerte proporciones de 0.70% de ácido estérico, 0.03% de ácido mirístico y 0.06% de ácido araquídico; mientras que Campos et al. (2011) determinaron una proporción del 1.83% de ácido estérico en el cv. Hass Méndez y Ozdemir y Topuz (2004) reportaron para el cv. Hass 0.2% de ácido estérico y 0.7% de ácido araquídico, una amplitud entre 5% y 25% para ácido palmítico y un máximo de 3% para ácido esteárico. Se destaca que los valores encontrados en este estudio, para los ácidos palmítico, esteárico, mirístico, y eicosanóico fueron superiores en todas las localidades a los referidos por Parra (2005), para frutos del cv. Hass cosechados en Chile, que contenían entre 9.5 a 13.5% de ácido palmítico, 0.46 a 0.6% de ácido esteárico, 0.06% de ácido mirístico y 0.06% de ácido ácido eicosanóico. Lo anterior podría significar que, bajo las condiciones tropicales, incluso en zonas frías en alturas cercanas a los 2450 msnm, el aguacate cv. Hass, presenta contenidos de grasas saturadas superiores a los registrados en latitudes subtropicales, donde el cultivar muestra una mejor respuesta dado su origen.

Cuadro 3. Composición relativa (%) de los ácidos grasos saturados presentes en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia.

Municipio	Mirístico (14:0)	Palmítico (16:0)	Esteárico (18:0)	Eicosanóico (20:0)
Támesis	0.15	21.45	1.91	0.19
Venecia PB	0.17	20.54	1.62	0.18
Venecia SC	0.14	20.17	1.67	0.21
Jericó	0.10	19.63	1.38	0.17
Rionegro	0.15	18.21	0.99	0.15
Entrerríos	0.04	18.14	1.52	0.15
Promedio	0.13	19.69	1.52	0.18

El ácido oleico, presentó diferencias entre localidades (Cuadro 4), obteniéndose los mayores porcentajes en los frutos provenientes de Rionegro y Entrerríos (59.19% y 55.38%, respectivamente). Dreher y Davenport (2013) también han reportado al ácido oleico como el mayor ácido graso presente en 'Hass'. Se apreció que el contenido de este ácido aumentaba en con la altura sobre el nivel del mar, siendo el menor valor (42.14%) para Támesis a 1340 msnm y el más alto (59.19%) para Rionegro a 2147 msnm. No obstante, el ácido palmitoleico presentó un comportamiento inverso al mostrado por el ácido oleico, ya que, a la menor altura, de Támesis, se obtuvo el mayor contenido (17.05%), mientras que a la mayor altura de Entrerríos (2420 msnm), se consiguió el menor valor (10.84%)

(Cuadro 4). Por su parte, los ácidos grasos polinsaturados (linoleico y linolénico), no mostraron diferencias entre las localidades, lo que indicó que el ambiente no influyó sobre la cantidad acumulada en el fruto de aguacate.

El aceite de aguacate está constituido principalmente por ácidos grasos insaturados con un alto porcentaje de monoinsaturados (Pérez et al., 2005). Los resultados cromatográficos de este estudio corroboran esta información, obteniéndose un contenido de ácidos grasos insaturados, que fluctúa entre 76.33 y 81.63%, con un promedio del 78.24% contra un 21.5% de ácidos grasos saturados (Cuadro 5).

Cuadro 4. Ácidos grasos mono y polinsaturados presentes en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia.

	Monoinsaturados			Polinsaturados	
	Palmitoleico (16:1)	Oleico (18:1)	Eicosenóico (20:1)	Linoleico (18:3)	Linolénico (18:3)
Municipio					
Támesis	17.05	42.14	0.49	15.14	1.53
Venecia PB	15.56	43.23	0.50	16.58	1.62
Venecia SC	15.83	46.76	0.65	13.29	1.18
Jericó	13.19	50.63	0.55	13.28	1.08
Rionegro	8.45	59.19	0.27	11.99	0.99
Entrerríos	10.84	55.38	0.46	13.80	1.16
Promedio	13.49	49.55	0.49	14.01	1.26

Los ácidos grasos saturados (palmítico, esteárico, mirístico y eicosanóico) (Cuadro 5) representaron, en promedio para todas las localidades, un 21.51%, siendo el más bajo 19.5% y el más alto 23.7%, situándose el promedio mencionado, dentro del intervalo propuesto por Ortiz et al. (2003), quienes afirmaron que el contenido de ácidos grasos saturados en aguacate se sitúa entre un 16 y 22%. Sin embargo, las especificaciones señaladas para aceite de aguacate comercial en California indican que debe presentar un porcentaje máximo de ácidos grasos saturados del 16% (Campos et al., 2011). Aunque no existe un índice para Colombia al respecto, lo anterior supone una desventaja para los frutos de aguacate cv. Hass considerados en este estudio, ya que en todas las localidades el valor obtenido fue superior al requerido en California y en ese sentido, los altos contenidos de ácidos grasos saturados representan moléculas precursoras de lipoproteínas de baja densidad o “colesterol malo”.

El porcentaje total de ácidos grasos insaturados fluctuó, entre 76.35% y 81.64%, con un promedio de 78.8%, valores inferiores a lo señalado por Olaeta (1990) quien mencionó que 'Hass' contiene alrededor de 80 a 85% de ácidos grasos insaturados. El contenido promedio de los ácidos grasos monoinsaturados (oleico, eicosenóico y palmitoleico), medidos en este estudio fue del 63.53% y los polinsaturados (linoleico y linolénico) del 15.27%, siendo el mayor porcentaje de 18.2% (Venecia-PB), lo cual difiere con lo señalado por Ortiz et al. (2003), que los sitúan en una amplitud entre 66 a 72% los monoinsaturados y entre un 8 y 11% los polinsaturados.

Cuadro 5. Ácidos grasos saturados e insaturados presentes en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia.

Municipio	Ácidos Grasos (%)			
	Total saturados	Total insaturados	Mono insaturados	Polinsaturados
Támesis	23.70	76.35	59.68	16.67
Venecia PB	22.51	77.49	59.29	18.20
Venecia SC	22.19	77.71	63.24	14.47
Jericó	21.28	78.73	64.37	14.36
Rionegro	19.50	80.89	67.91	12.98
Entrerriós	19.85	81.64	66.68	14.96
Promedio	21.51	78.80	63.53	15.27

El mayor contenido de ácidos grasos polinsaturados, en todas las localidades evaluadas, les confiere a los frutos del aguacate cv. Hass un valor agregado por contener ácidos grasos ω -3 y ω -6, representados por los ácidos linoleico (C18:2 ω 6 y linolénico (C18:3 ω 3), que son grasas esenciales, que deben ser suplementados en la dieta alimenticia en proporciones bien determinadas ya que su carencia o desbalance, produce serias alteraciones metabólicas (Valenzuela y Nieto, 2003; De Sousa et al., 2014). Se observó que los ácidos grasos insaturados aumentan a medida que los cultivos se plantan a alturas mayores sobre el nivel del mar (Figura 2), lo cual demuestra un efecto positivo de los ambientes más frescos sobre éstos. Por el contrario, los ácidos grasos saturados se reducen a medida que los cultivos se plantan en cotas más altas, lo cual coincide con lo indicado o por White y Weber (2003) quienes aseguran que, al aumentar la temperatura ambiental, se incrementa la proporción de ácidos grasos saturados a expensas de los insaturados.

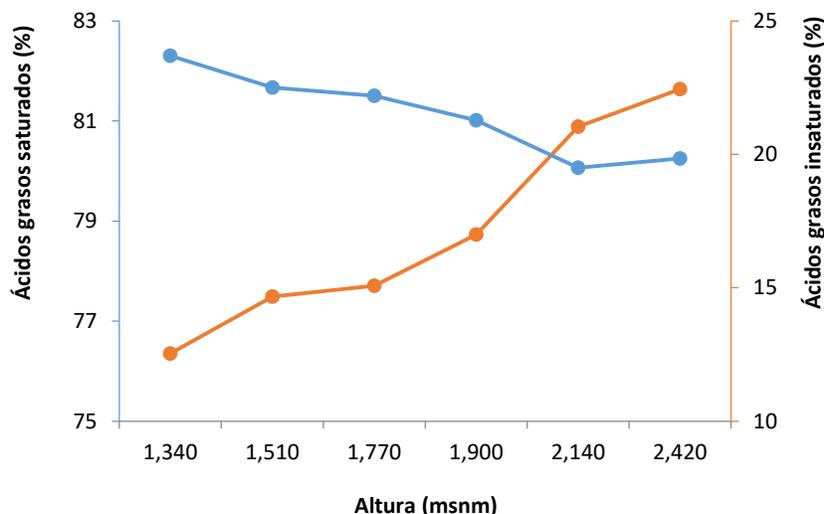


Figura 2. Contenido relativo de ácidos grasos insaturados y saturados en la pulpa de frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de huertos plantados en diferentes ambientes del departamento de Antioquia, Colombia

Se observó una asociación directa y significativa ($\beta = 0.587624$; $P = 0.0125$; $R^2 = 82.33$), entre el contenido de los ácidos grasos saturados y la temperatura promedio ambiental (Figura 3), ya que a medida que ésta aumentó (ambientes más cálidos), los ácidos grasos saturados aumentaron.

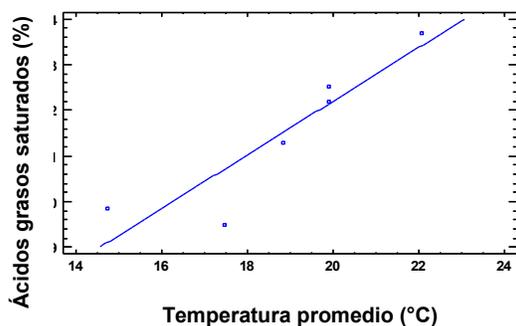


Figura 3. Modelo ajustado para el contenido de ácidos grasos saturados en frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de huertos plantados en seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia, en función de la temperatura promedio ambiental.

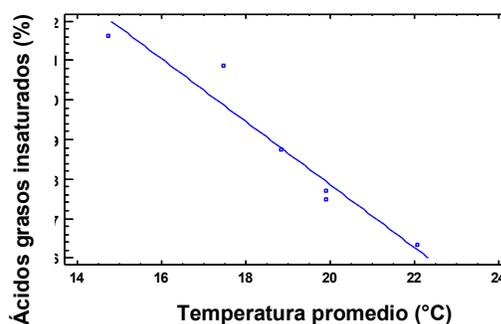


Figura 4. Modelo ajustado para el contenido de ácidos grasos insaturados en frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de huertos plantados en seis localidades del departamento de Antioquia, Colombia, en función de la temperatura promedio ambiental.

Una situación contraria a lo mencionado se observó con los ácidos grasos insaturados, los cuales presentaron una asociación inversa y significativa ($\beta = -0.7969$; $P = 0.0019$; $R^2 = 92.98$), ya que aumentaron con el descenso en la temperatura promedio ambiental (Figura 4).

Los niveles del ácido oleico, fueron 23.9% más bajos en los frutos colectados en la localidad de Támesis que en Entreríos. Además, el ácido saturado palmítico, fue 15.4% mayor en Támesis que en Entreríos. En promedio, la suma de los ácidos grasos beneficiosos monoinsaturados (oleico y palmitoleico) encontrados en este estudio, fueron 10.6% mayores en Entreríos (66.22%) que en Támesis (59.19%). Efectos comparables del clima sobre los ácidos grasos fueron documentados por Kaiser y Wolstenholme (1994), quienes determinaron que el ácido oleico era aproximadamente 20% más bajo en las zonas cálidas que en las zonas frías del subtrópico y que el ácido palmítico era 16% mayor en las zonas más cálidas que en las zonas frías y que la suma de los ácidos grasos monoinsaturados era cerca de 10% mayor en las zonas frías que en las zonas cálidas.

Literatura Citada

- Brown, B.I. 1984. Market maturity indices and sensory properties of avocados grown in Queensland. *Food Technology in Australia* 37:474–476.
- Campos Rojas, E., U.E. Santa Cruz, A Flórez Medina., G. M. Rivera, y J.E. Rodríguez-Pérez. 2011. Dinámica de la acumulación de ácidos grasos en aguacate (*Persea americana* Mill.) selección 'Méndez'. Proceedings VII World Avocado Congress. Cairns, Australia. pp. 538-545.
- Cerdas A., M. del M., M. Montero C., y O. Somarribas J. 2014. Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate (*Persea americana*) cultivar Hass en zona intermedia de producción de Los Santos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 38(1):207-214.
- Costa, V. 2000. Obtención y caracterización de aceite de palta (*Persea americana* Mill.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago de Chile, Chile. 20 p.
- De Sousa, M., N. Narain, and N. Nigan. 2014. Influence of different cultivars on oil quality and chemical characteristics of avocado fruit. *Food Science and Technology* 34(3):539-546.
- Dreher, M.L., and A.J. Davenport. 2013. Hass avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(7):738-750.
- Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0001-600220050001000006&lng=en&nrm=iso>; consulta: enero 2015.
- Kaiser, C., and B.N. Wolstenholme. 1994. Aspects of delayed harvest of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) fruit in cool subtropical climate. I. Fruit lipid and fatty acid accumulation. *Journal of Horticultural Science* 69(3):437-445.
- Knight, R. 2007. History, Distribution and Uses. pp. 1-14. In: Whiley, A., B. Schaffer, and B. Wolstenholme (Eds). *The Avocado: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing. Wallingford, U.K.
- Kruger, F.J., N.J.F. Claassens, M.Y. Kritzinger, and V.E. Claassens. 1999. A short review of recent research of the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:339-345.
- Lee, S. 1981. A review and background of avocado maturity standard. *California Avocado Society Yearbook* 65:101-109.

- Lee, S.K., R.E. Young, P.M. Schiffman, and C.W. Coggins. 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 108:390–394.
- Mazliak, P. 1965. Les lipides de l' avocat. I. Composition en acides gras des diverses parties du fruit. *Fruits* 20:49-57.
- Mazliak, P. 1971. Avocado lipid constituents. *Fruits* 26:615-623.
- Olaeta, J. 1990. Industrialización de Aguacate. pp. 1-6. In: Producción, Postcosecha y Comercialización de Aguacates. Red Cooperación Técnica en procesamiento de frutos tropicales. Viña del Mar, Chile.
- Olaeta, J.; Undurraga, P. y Schwartz, O. 1999. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en aguacates (*Persea americana* mill.) cvs. Fuerte y Hass cultivados en Chile. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:117-122.
- Ortiz, A., L. Dorantes, J. Galíndez, and 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.
- Ozdemir, F., and A. Topuz. 2004. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chemistry* 86:79–83.
- Parra, J.C. 2005. Rendimiento y calidad de pulpa y aceite en nueve selecciones de palto (*Persea americana* Mill.) en Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas Escuela de Agronomía. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo Mención: Fruticultura. 49 p.
- Pérez, R., S. Villanueva, y R. Cosío, 2005. El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *e-Gnosis* 3(10):1-11.
- Ramila, C.A. 1994. Variación estacional en el porcentaje de aceite y de humedad, relacionado con aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Gwen. Tesis Ing. Agr, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales. Santiago, Chile. 61 p.
- Ramos-Jerz, M. del R. 2007. Phytochemical analysis of avocado seeds (*Persea americana* Mill., cv. Hass). Cuvillier Verlag. Göttingen, Germany. 318 p.
- Ranney, C. 1991. Relationship between physiological maturity and percent dry matter of avocados. *California Avocado Society Yearbook* 75:71–85.
- Razeto, B. 2008. El Palto (Aguacate). Edición y Comercialización de Libros. Santiago, Chile. p. 196.
- Requejo-Tapia, L.E., B.A. Woolf, G.R. Roughan, H. Schroeder, and A. White. 1999. Avocado postharvest research: seasonal changes in lipid content and fatty acid composition of 'Hass' avocados. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd. 27 p.
- Romero, M.A. 2011. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias, Área Fisiología de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Bogotá, Colombia. 118 p.
- Romero, F., M.C. Martínez-Madrid, y M.T. Pretel. 2006. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. pp. 91-96. Dpto. Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC. Escuela Politécnica Superior (UMH)-Orihuela, Alicante, España.
- Salas, J.J., J. Sanchez, U.S. Ramli, A.M. Manaf, M. Williams, and J.L. Harwood. 2000. Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. *Progress in Lipid Research* 39:151–180.
- Slater, G.G., S. Shankman, J.S. Shepherd, and R.B. Alphin-Slater. 1975. Seasonal variation in the composition of California avocados. *Journal Agricultural Food Chemistry* 23(3):468-474.
- Swisher, H. 1988. Avocado oil: from food use to skin care. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 65(11):1764-1768.
- Takenaga, F., K. Matsuyama, S. Abe, Y. Torii, and S. Itoh. 2008. Lipid and fatty composition of mesocarp and seed of avocado fruits harvested at northern range in Japan. *Journal of Oleo Science* 57(11): 591-597.
- UNE–EN ISO 5508. 1996. Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Análisis por cromatografía en fase gaseosa de los ésteres metílicos de ácidos grasos. AENOR. Madrid, España. 14 p.
- Valenzuela, A., y S. Nieto. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-6 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría* 74(2):149-157.

White, P., and E. Weber, E. 2003. Lipids of the kernel. pp. 355-405. In: White P.J., and L.A. Johnson (Eds.). Corn Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, Inc. 2nd. Edition. CPL Press. Minnesota, USA.