

■ Porcentaje mínimo de materia seca para una cosecha adecuada del aguacate cv. 'Hass' en Colombia

C.P. Carvalho ¹, M.A. Velásquez ², Z. Van Rooyen ³

¹. Tecnoparque Colombia Nodo Rionegro, SENA, Colombia.

². Corpoica, C.I. La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia.

³. Westfalia Technological Services, Limpopo, South Africa.

RESUMEN

Aunque Colombia se ha convertido en un importante productor de aguacate cv. 'Hass' en los últimos años aún no se ha establecido un contenido mínimo de materia seca para una cosecha adecuada. En este estudio se determinó la correlación entre el porcentaje de aceite y materia seca para definir un índice mínimo de cosecha para el aguacate cv. 'Hass' cultivado en Colombia. Se realizaron evaluaciones durante tres años en quince fincas diferentes en la provincia de Antioquia para determinar el porcentaje de materia seca y aceite de la fruta durante la temporada. Se estableció una relación lineal simple entre el contenido de aceite y materia seca para el departamento de Antioquia. Utilizando el estándar mínimo de aceite del 11,2% como referencia para cosecha de aguacate cv. 'Hass', se propone un índice mínimo de materia seca de 24% como indicador de la madurez para cosecha de aguacate cv. 'Hass' cultivado en Colombia. Este índice de cosecha deberá ser refinado con el tiempo y con la adición de muestras de más regiones y datos climáticos.

Palabras clave: *Persea americana*, Porcentaje de aceite, Índice de cosecha, Calidad.

INTRODUCCIÓN

Colombia produce cerca de 27.532 Ton con un rendimiento promedio de 4,03 Ton / ha y 19 Kg por árbol. La producción de aguacate cv.'Hass' representa el 25,4% del total nacional (Mejía, 2012).

El aguacate es un fruto climatérico por lo que tiene que ser cosechado en el estado de madurez fisiológica para alcanzar las características adecuadas de sabor y firmeza (Gil, 2000; Gamble *et al.*, 2010). La determinación visual en campo del estado de madurez adecuado para cosecha es subjetiva porque el fruto no exhibe en su apariencia ningún cambio externo evidente (Kassim *et al.*, 2013).

Durante el proceso de maduración del aguacate, el porcentaje de humedad del fruto disminuye mientras que el contenido de aceite y el sabor aumentan (Ozdemir and Topuz, 2004; Osuna *et al.*, 2010). Desde 1925, la industria del aguacate en California en EE.UU., definió un standard mínimo de 8% en contenido de aceite en la pulpa del fruto de aguacate para cosechar, y desde los años ochenta se empezó a utilizar un contenido para cada cultivar (ej. 10,0% para cv. 'Fuerte' y 11,2% para cv. 'Hass') (Anon, 1925; Lee *et al.* 1983; Ozdemir and Topuz, 2004; Dodd *et al.*, 2008).

Como la determinación del contenido de aceite en los frutos es un método complicado, lento y dispendioso, la relación directa entre porcentaje de materia seca y contenido de aceite es un método ampliamente aceptado en el mundo para determinar de forma indirecta la madurez del fruto (Lee *et al.*, 1983; Woolf *et al.*, 2004).

Cada país ha definido los estándares mínimos legales de materia seca para cosechar el aguacate, variando entre 19 y 25%, dependiendo del cultivar (19,0% para cv. 'Fuerte', 20,8% para cv. 'Hass' y 24,2% para cv. 'Gwen') y del país (21% para Australia, 21,6-22,8% para EE.UU. y 23,0% para México, Suramérica y Suráfrica) (Hofman *et al.*, 2002; Orhevba and Jinadu, 2011; Kassim *et al.*, 2013). El contenido de aceite en los frutos de aguacate depende de varios factores como el cultivar (Dodd *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2009; Orhevba and Jinadu, 2011), las condiciones agro-ecológicas de crecimiento (Donetti and Terry, 2014; Kassim *et al.*, 2013; Wedding *et al.*, 2013; Landahl *et al.*, 2009) y el estado de desarrollo del fruto (Ozdemir and Topuz, 2004; Osuna *et al.*, 2010; Villa *et al.*, 2011). Los frutos cosechados con un porcentaje de materia seca inferior al recomendado maduran de forma irregular y no desarrollan completamente los atributos de calidad (Wu *et al.*, 2011).

Lee *et al.* (1983) estudiaron la relación entre materia seca, contenido de aceite y percepción sensorial en el fruto de aguacate cv. 'Hass', colocando en discusión el hecho que el mismo contenido de materia seca corresponda a la misma percepción de sabor en los diferentes países, o hasta en cada región de un mismo país.

Como la correlación entre el porcentaje de aceite y materia seca para aguacate cv. 'Hass' aún no ha sido establecida en Colombia con respecto a la zona de crecimiento, el objetivo de este trabajo fue determinar la correlación entre el contenido de aceite y materia seca con el fin de definir un índice mínimo de cosecha para el aguacate cv. 'Hass', generando una herramienta útil para que los productores de aguacate cumplan con la madurez y calidad comercial óptima del fruto, y así lograr un transporte, almacenamiento y periodo de vida útil adecuado en el proceso de exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

En la región de Antioquia, Colombia, se seleccionaron fincas a diferente altitud sobre el nivel del mar para determinar la relación entre materia seca y contenido de aceite en frutos de aguacate cv. 'Hass' (Tabla 1). En cada cultivo, se seleccionaron tres árboles la misma edad y con un nivel de producción normal, en una zona homogénea del lote. Ocho frutos en diferentes estados de maduración, determinado por el brillo de la piel, fueron cosechados para elaborar una recta de maduración. Se realizaron al menos dos cosechas en cada finca y el estudio se realizó entre 2011 y 2013.

Tabla 1. Fincas de aguacate cv. 'Hass' seleccionadas en Antioquia, Colombia

Municipio	Finca	Altitud (m.s.n.m.)	Latitud (N)	Longitud (W)	Edad cultivo (años)	Área cultivo (Ha)	Fecha de cosecha
Támesis	La María	1340	05°41'21.6"	75°42'15.7"	5 to 6	-	23/08/2011
							29/06/2012
Venecia	Piedras Blancas	1510	05°55'58.0"	75°45'33.4"	5	16	16/08/2011
							22/06/2011
							03/09/2012
Venecia	Santa Cruz	1770	05°55'50.3"	75°46'53.1"	4	20	05/10/2011
							17/08/2011
Jericó	El Encanto	1900	05°47'48.7"	75°45'45"	3	6	14/06/2012
							06/10/2011
Rionegro	Yeguas	2183	06°08'28.1"	75°27'28.8"	4 a 8	8.17	23/08/2012
							19/12/2012
El Retiro	Cartucho	2229	06°04'58"	75°27'22.8"	4 a 7	4	27/12/2012
							30/01/2013
El Retiro	Guarango	2244	06°02'57.2"	75°29'48"	6	9.8	17/12/2012
							14/02/2013
Rionegro	La Escondida	2248	06°05'53"	75°44'20"	5	14	29/09/2011
							21/06/2012
El Retiro	Casaloma	2267	06°01'42"	75°30'16.1"	4	0.2	11/12/2012
							28/12/2012
El Retiro	Isabela	2303	06°00'57.4"	75°29'28.7"	7	1.43	30/01/2013
							07/12/2012
El Retiro	Cebadero	2364	06°01'46.7"	75°27'51.1"	3 a 5	40	27/12/2012
							14/02/2013
La Ceja	Coconi	2381	06°00'41.9"	75°26'10.2"	6	0.42	18/12/2012
							14/02/2013
La Ceja	Entreaguas	2383	05°57'18.3"	75°25'10.3"	5	9.41	14/12/2012
							26/12/2012
El Retiro	Paraiso	2383	06°05'10"	75°27'23"	5	-	30/01/2013
							13/12/2012
Entrerrios	Guacamayas	2420	06°33'39.4"	75°32'28.6"	5	5.39	26/12/2012
							30/01/2013
							28/07/2011
							07/06/2012

Después de la cosecha los frutos fueron llevados inmediatamente al laboratorio de poscosecha del C.I. La Selva de Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) en Antioquia, para realizar los análisis.

Materia seca

La materia seca (MS) fue determinada por el método de Lee (1981). Las muestras fueron secadas a 60°C hasta alcanzar el peso constante. La diferencia entre el peso inicial y final se usó para calcular el porcentaje de materia seca.

Contenido de aceite

El porcentaje de aceite de la pulpa del fruto de aguacate se determinó por el método A.O.A.C. (1980) y Lee (1981). Una muestra de 10g de pulpa seca del fruto se usó para extraer los lípidos por Soxhlet durante 6-8 horas utilizando como solvente éter de petróleo. El porcentaje de aceite fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación y expresado como % (p/p).

$$\text{Contenido de aceite (\% p/p)} = \frac{\text{materia seca (\%)} * \text{peso aceite (g)}}{\text{Peso pulpa seca (g)}}$$

El porcentaje de materia seca y el contenido de aceite fueron usados para estimar el coeficiente de correlación y el modelo de regresión lineal para cada finca.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados con el software Statgraphics Centurión XVI versión 15.2. Un modelo de regresión lineal simple fue aplicado para determinar la relación entre el porcentaje de aceite y materia seca. Para determinar la confiabilidad de los modelos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un teste de LSD con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una correlación positiva entre el porcentaje de materia seca y de aceite de la pulpa del fruto en todas las fincas durante los tres años de evaluación (Tabla 2). La concentración de lípidos en el fruto como resultado de la reducción del porcentaje de humedad ha sido reportada por varios autores (Chen *et al.*, 2009; Gamble *et al.* 2010; Villa *et al.*, 2011).

Todas las fincas estudiadas presentaron un coeficiente de correlación muy alto, entre 0,84 (Cartucho en el Retiro) y 0,99 (Retiro, Entrerrios y Rionegro), siendo similares a los reportados por otros autores para frutos de aguacate (Olaeta *et al.*, 1986; Chen *et al.*, 2009).

El grado de correlación obtenido entre el contenido de aceite y el porcentaje de materia seca de la pulpa de aguacate es importante porque la determinación del porcentaje de aceite es un método lento y costoso. A partir de las ecuaciones de regresión lineal representadas en la Tabla 2, se puede estimar directamente de una forma fácil y rápida con un alto nivel de confianza el contenido de aceite de los frutos de aguacate cv. 'Hass' para cada una de las fincas estudiadas.

La ley número 422 de California (EE.UU.) en 1925, definió el 8% como el contenido mínimo de aceite que el fruto de aguacate debe de alcanzar para que se pueda iniciar la cosecha (Anon, 1925). Sin embargo, el contenido de aceite del fruto al cual corresponde un sabor aceptable es diferente para cada cultivar de aguacate y el porcentaje de 8% resultó ser muy bajo para una maduración adecuada para muchos de los cultivares según varios autores (Lee *et al.*, 1983; Dodd *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2009). Además, mientras que la fecha para alcanzar un sabor aceptable de las frutas cultivadas en un mismo lugar no se muestra significativamente diferente de un año a otro, varía significativamente entre y dentro de las áreas generalizadas de producción de aguacate. Desde los años ochenta, California empezó a usar el 11,2% de porcentaje mínimo de aceite para cosechar el aguacate cv. 'Hass' (Lee *et al.*, 1983).

Al comparar las diferentes fincas usando como referente el estándar de madurez fisiológica de 11,2% de aceite el porcentaje de materia seca varía entre 22 y 26% (Tabla 2), siendo las fincas El Cebadero en el Retiro, Coconi en La Ceja y Guacamayas en Entrerrios las que alcanzan el estándar más rápido (para el 22% materia seca) en comparación con otras fincas, lo que puede ser considerado una ventaja comercial. Todas las fincas estudiadas alcanzan el mismo porcentaje de aceite o materia seca pero a una velocidad diferente (pendiente de la recta que vario entre 0,65 y 1,19), alcanzando de este modo el índice de madurez fisiológica en diferentes tiempos.

Se deben realizar más evaluaciones con un mayor número de fincas y en un mayor número de años, con el fin de lograr una mejor comprensión del efecto de la altitud y del clima en la madurez fisiológica del fruto. Adicionalmente se deben considerar parámetros como la radiación PAR, radiación solar y precipitación acumulada.

De acuerdo a diferentes autores (Kaiser *et al.*, 1992; Kruger, 1999; Landahl *et al.*, 2009; Donetti and Terry, 2014), el contenido de aceite y humedad de los frutos de aguacate cv. 'Hass' y 'Fuerte' para una misma fecha, varía año tras año probablemente debido a las diferentes condiciones climáticas en cada año. La acumulación de materia seca puede ser superior en épocas de mayor precipitación y mayor exposición a radiación solar. Woolf *et al.* (1999), observaron que los frutos de aguacate cv. 'Hass' con mayor exposición solar obtuvieron mayor contenido de materia seca, potasio, calcio y magnesio. Estos frutos tardaron más tiempo en madurar y los frutos del lado más expuesto al sol obtuvieron frutos con mayor firmeza en comparación con los frutos del lado de mayor sombra.

Según Waissbluth and Valenzuela (2007), en Chile la madurez de los frutos está más relacionada con la altitud que con la orientación norte / sur. De acuerdo a Ferreyra y Defilippi (2012), los cultivos de la costa de Chile tardan 55 días más para alcanzar el 23% de materia seca que los

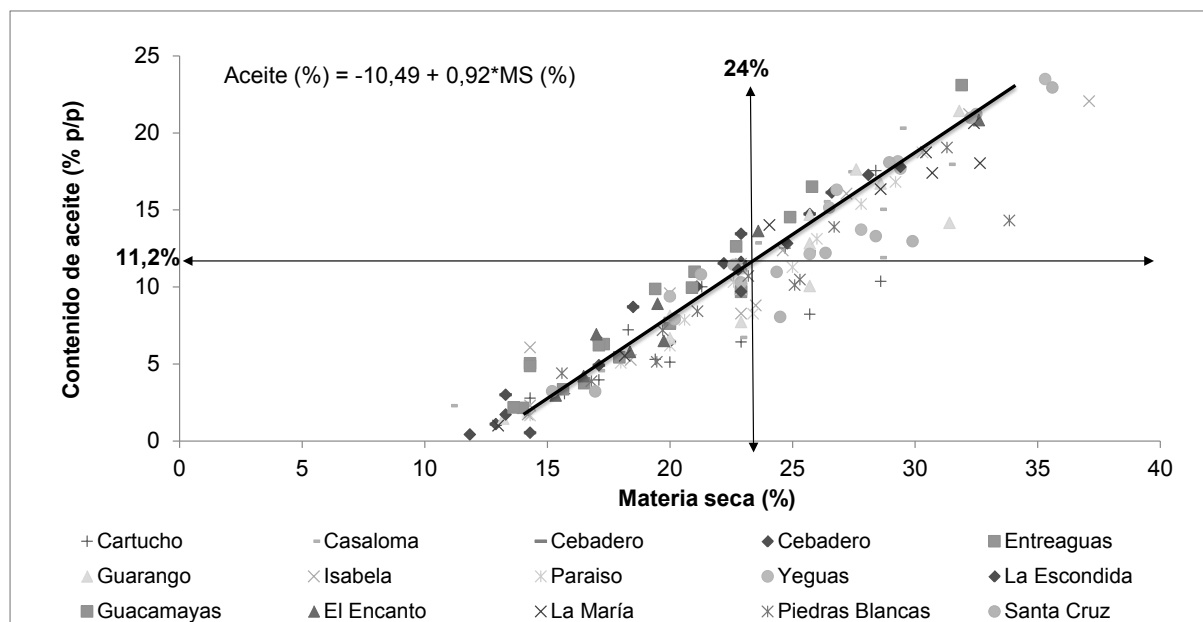
frutos de la zona del valle central debido a las condiciones climáticas y probablemente debido a las prácticas agronómicas (nutrición, poda, edad del cultivo, densidad, y otros).

Tabla 2. Ecuaciones de regresión entre el porcentaje de aceite y de materia seca para aguacate cv. 'Hass' en diferentes municipios de Antioquia en Colombia

Municipios	Finca	Altitud (m.s.n.m.)	Ecuación	Coefficiente de correlación	P < 0,05*	Materia seca (%) para el 11,2% de aceite
Támesis	La María	1340	Aceite (%) = -10,90 + 0,95*MS (%)	0,98	0,0000	23
Venecia	Piedras Blancas	1510	Aceite (%) = -8,02 + 0,76*MS (%)	0,92	0,0000	25
Venecia	Santa Cruz	1770	Aceite (%) = -12,66 + 0,97*MS (%)	0,94	0,0000	25
Jericó	El Encanto	1900	Aceite (%) = -12,19 + 1,03*MS (%)	0,97	0,0000	23
Rionegro	Yeguas	2183	Aceite (%) = -11,82 + 0,99*MS (%)	0,97	0,0000	23
El Retiro	Cartucho	2229	Aceite (%) = -8,63 + 0,76*MS (%)	0,84	0,0006	26
El Retiro	Guarango	2244	Aceite (%) = -14,23 + 1,08*MS (%)	0,95	0,0000	24
Rionegro	La Escondida	2248	Aceite (%) = -11,65 + 0,99*MS (%)	0,99	0,0000	23
El Retiro	Casaloma	2267	Aceite (%) = -8,89 + 0,86*MS (%)	0,89	0,0001	23
El Retiro	Isabela	2303	Aceite (%) = -9,76 + 0,89*MS (%)	0,96	0,0000	23
El Retiro	Cebadero	2364	Aceite (%) = -13,15 + 1,09*MS (%)	0,96	0,0000	22
La Ceja	Coconi	2381	Aceite (%) = -3,18 + 0,65*MS (%)	0,98	0,0000	22
La Ceja	Entreaguas	2383	Aceite (%) = -7,04 + 0,80*MS (%)	0,90	0,0000	23
El Retiro	Paraiso	2383	Aceite (%) = -14,03 + 1,06*DM (%)	0,99	0,0000	24
Entrerrios	Guacamayas	2420	Aceite (%) = -15,08 + 1,19*MS (%)	0,99	0,0000	22

* Para valor-P de ANOVA inferior a 0,05 existe una relación estadística significativa entre el contenido de aceite y materia seca (MS) con un nivel de confianza del 95,0%.

El modelo lineal con todos los datos recolectados entre 2011 y 2013 para las diferentes fincas en Antioquia se representa en la Figura 1. De acuerdo al modelo, el estándar de contenido de aceite del 11,2% corresponde al 24% de materia seca. El modelo muestra una significancia estadística del 95% para la relación entre porcentaje de aceite y materia seca con buen ajuste, explicando el 93,4% de la variabilidad del contenido de aceite. El coeficiente de 0,95 indica una fuerte relación entre las dos variables. La ecuación de la Figura 1 puede ser usada por los productores de Antioquia para determinar el porcentaje de aceite en función del porcentaje de materia determinada con una alta confiabilidad.



Figura

1. Modelo lineal de la relación entre porcentaje de aceite y materia seca para aguacate cv. 'Hass' en Antioquia, Colombia.

Cabe destacar que los frutos sobre-maduros resultan pobres en sabor y aroma y son más propensos a enfermedades y desordenes en la pulpa, y adicionalmente se reduce el rendimiento de la próxima cosecha (Whiley *et al.*, 1996; Osuna *et al.*, 2010; Wu *et al.*, 2011), por lo que igualmente se debe definir un límite máximo de porcentaje de materia seca para cosecha relacionado con el periodo de vida útil y la calidad de los frutos durante el transporte y almacenamiento. Ferreyra y Defilippi (2012), definió el límite máximo de materia seca para una mayor calidad y periodo de vida útil del fruto en 27,5% (> 27,5% mayor riesgo y < 27,5% menor riesgo) para Chile.

Colombia debe definir reglas claras para establecer el grado de madurez y la fecha de cosecha adecuada para cada cultivar y región productora. Las Entidades Gubernamentales o la Corporación Nacional de aguacate 'Hass' (CorpoHass) debe definir un protocolo de muestreo en las fincas para determinación del índice mínimo de materia seca para autorización de la cosecha del aguacate cv. 'Hass'.

Adicionalmente, es necesaria una mayor comprensión de la relación entre porcentaje de aceite (materia seca) y los varios descriptores del sabor del aguacate, y no solamente de la aceptación general del consumidor, para definir el porcentaje mínimo de aceite para aguacate cv. 'Hass' en Colombia. Según Obenland et al. (2012), el contenido de materia seca y aceite no son suficientes por sí solos para explicar completamente las diferencias entre la calidad del sabor para el consumidor.

El desarrollo de descriptores sensoriales y su relación con el sabor y aroma para el aguacate en Colombia puede ser útil para obtener una mayor comprensión entre los cambios de maduración y el sabor. Esto podría ayudar en el examen de los efectos regionales en términos de niveles de contenido de aceite y sabor (Gamble *et al.*, 2010; Paull and Duarte, 2011; Yahia and Woolf, 2011). Olaeta et al. (1986), encontraron una correlación superior al 0,93% entre el sabor de los frutos y el porcentaje de aceite evaluando diferentes cultivares de aguacate ('Fuerte', 'Bacon', 'Edranol', 'Hass', 'Butano' y 'Negra de La Cruz').

CONCLUSIONES

El contenido de aceite del fruto mostró una correlación positiva altamente significativa (superior a 0,80) con el porcentaje de materia seca en todas las fincas estudiadas. Se definió una ecuación para estimar el porcentaje de aceite en relación al porcentaje de materia seca con un buen ajuste para cada finca estudiada, así como un modelo lineal simple para determinar el contenido de aceite en relación al porcentaje de materia seca, con un coeficiente de correlación muy alto. Esto es una herramienta muy útil para los productores, porque la determinación del contenido de aceite es costosa. Usando el estándar de aceite mínimo de 11,2% como referencia, el índice de materia seca mínimo para la cosecha de aguacate cv. 'Hass' en Colombia se definió como 24%, el cual garantiza una calidad poscosecha óptima de los frutos después de la cosecha. Se necesitan más evaluaciones a través del tiempo (épocas de cosecha y años), con más regiones y parámetros climáticos para desarrollar un modelo más robusto. Como Colombia es un país con una alta variabilidad climática en distancias muy cortas, un modelo de aceite y porcentaje de materia seca para cada región productora es aconsejable. El contenido mínimo de aceite necesario para alcanzar la madurez fisiológica y un buen sabor de aguacate cv. 'Hass' también debe ser definido para Colombia.

AGRADECIMIENTOS

La investigación fue financiada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia y por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1980, Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., pp. 376-384.
- Anon 1925, Standardization committee report California Avocado Association Annual Report, California Avocado Association, Pasadena, CA, pp. 46-47.
- Chen, NJ, Wall, MM, Paull, RE, Follett, PA 2009, Variation in 'Sharwil' avocado maturity during the harvest season and resistance to fruit fly infestation, Hortscience, Vol. 44, no. 6, pp. 1655-1661.
- Dodd, M, Cronje, P, Taylor, M, Huysamer, M, Fruger, F, Lotz, E, van de Merwe, K 2008, A review of the postharvest handling of fruits in South Africa over the past twenty five years, South African Journal of Plant Soil, Vol. 27, no. 1, pp. 97-116.
- Donetti, M, Terry, LA 2014, Biochemical markers defining growing area and ripening stage of imported avocado fruit cv. Hass, Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 34, no. 1, pp. 90-98.
- Ferreira, R & Defilippi, B (Eds.) 2012, Factores de precosecha que afectan la poscosecha de palta Hass: Clima, suelo y manejo, Boletín INIA N° 248, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile, p. 100.
- Gamble, J, Roger, F, Jaeger, S, White, A, Bava, C, Beresford, M, Stubbings, B, Wohlers, M, Hofman, PJ, Marques, R, Woolf, A 2010, The impact of dry matter, ripeness and internal defects on consumer perceptions of avocado quality and intentions to purchase, Postharvest Biology and Technology, Vol. 57, no. 1, pp. 35-43.
- Gil, G 2000, La producción de fruta. Fruta de clima templado y subtropical y uva de vino. Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile.
- Hofman, PJ, Fuchs, Y, Milne, DL 2002, Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing, In: A.W. Whaley, B.A. Schaffer, B.N. Wolstenholme (Eds.) The Avocado: Botany, production and uses, CAB International, London, UK, pp. 363-391.
- Kaiser, C, Smith, M, Wolstenholme, B 1992, Overview of lipids in the avocado fruit with particular reference to Natal Midlands, South African Avocado Grower's Association Yearbook, Vol. 15, pp. 78-82.

- Kassim, A, Workneh, TS, Bezuidenhout, CN 2013, A review on postharvest handling of avocado fruit, African Journal of Agricultural Research, Vol. 8, no. 21, pp. 2385-2402.
- Kruger, FG, Claassens, NJF, Kger, M, Claassens, VE 1999, A short review of recent research on the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados, Revista Shapingo, Serie Horticultura, Vol. 5, no. Especial, pp. 339-345.
- Landahl, S, Meyer, MD, Terry, LA 2009, Spatial and temporal analysis of textural and biochemical changes of imported avocado cv. Hass during fruit ripening, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 57, no. 15, pp. 7039-7047.
- Lee, S 1981, A review and background of the avocado maturity standard, California Avocado Society Yearbook, Vol. 65, pp. 101 – 109.
- Lee, SK, Young, RE, Schiffman, PM, Coogins, CWJr 1983, Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight, Journal of the American Society for Horticultural Science, Vol. 108, pp. 390-394.
- Mejía, AE 2012, Estado del arte – cadena del aguacate. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Dirección de Cadenas Productivas.
- Obenland, D, Collin, S, Sievert, J, Negmb, F, Arpaia, ML 2012, Influence of maturity and ripening on aroma volatiles and flavor in 'Hass' avocado, Postharvest Biology and Technology, Vol. 71, pp. 41-50.
- Olaeta, JA, Gardiazabel, F, Martínez, O 1986, Variación estacional del contenido de aceite y su relación con la palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.), Agricultura Técnica (Chile), Vol. 46, pp. 365-367.
- Orhevba, BA, Jinadu, AO 2011, Determination of physico-chemical properties and nutritional contents of avocado pear (*Persea americana* M.), Academic research International, Vol. 1, no. 3, pp. 372-380.
- Osuna, JA, Doyon, G, Salazar, S, Goenaga, R, Gonzalez, IJL 2010, Effect of harvest date and ripening degree on quality and shelf life of Hass avocado in Mexico, Fruits, Vol. 65, no. 6, pp. 367-375.
- Ozdemir, F, Topuz, A 2004, Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period, Food Chemistry, Vol. 86, no. 1, pp. 79-83.
- Paull, RE, Duarte, O 2011, Chapter 5: Postharvest Technology, In: ed. Paull, R.E. and Duarte, O., Tropical Fruits – Vol. 1, CABI, Wallingford, Oxfordshire, pp. 101-122.
- Villa, JA, Molina, FJ, Ayala, JF, Olivas, GI, González, GA 2011, Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado, Food Research International, Vol. 44, no. 5, pp. 1231-1237.
- Waissbluth, R, Valenzuela, J 2007, Determination of the minimum percentage of dry matter to authorize the harvest of Hass avocado pears for export, In: Proceedings VI World Avocado Congress, Viña Del Mar, Chile.
- Wedding, BB, Wright, C, Grauf, S, White, RD, Tilse, B, Gadek, P 2013, Effects of seasonal variability on FT-NIR prediction of dry matter content for whole Hass avocado fruit, Postharvest Biology and Technology, Vol. 75, pp. 9-16.
- Whiley, AW, Rasmussen, TS, Saranah, JB, Wolstenholme, BN 1996, Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments, II. The late-maturing cv. Hass, Scientia Horticulturae, Vol. 66, no. 1-2, pp. 35-49.
- Wolf, AB, Ferguson, IB, Requejo-Tapia, C, Boyd, L, Laing, WA, White, A 1999, Impact of sun exposure on harvest quality of 'Hass' avocado fruit, Revista Chapingo Serie Horticultura, Vol. 5, pp. 353-358.
- Wolf, AB, White, A, Arpaia, ML, Gross KC 2004. Avocado. No. 66, In: Gross, K.C., C.W. Wang, and M. Salveit (eds.), The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks, USDA, ARS Agr. Hdbk.
- Wu, CT, Roan, SF, Hsiung, TC, Chen, IZ, Shyr, JJ, Wakana, A 2011, Effect of harvest maturity and heat pretreatment on the quality of low temperature storage avocados in Taiwan, Journal of Faculty of Agricultural Kyushu University, Vol. 56, no. 2, pp. 255-262.
- Yahia, E, Woolf, AB 2011, Avocado (*Persea americana* Mill.), In: Yahia, E. (Ed.) Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Açai to Citrus, Vol. 2., Woodhead Publishing, Cambridge, UK.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

