

EVALUACIÓN DE VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS DE IMPORTANCIA EN LA CALIDAD DEL FRUTO DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) cv. HASS, PRODUCIDO EN CUATRO MUNICIPIOS DE COLOMBIA

Sandoval-Sandoval, Jorge¹; Hernández-Gómez, María¹; Rodríguez-Fonseca, Pablo²; Herrera-Arévalo, Aníbal³

¹Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos- ICTA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Correo-e: jlsandovals@unal.edu.co ²Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias e Investigación Agropecuaria -CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro Antioquia. ³Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Resumen

El aguacate cv. Hass es uno de los principales frutos de exportación a nivel mundial y la calidad físico química es evaluada para determinar la madurez óptima de los frutos. El objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades físico químicas (FQ) de frutos de aguacate 'Hass' en madurez de cosecha (MCS) y madurez de consumo (MC), producidos en Pitalito (Huila), Urrao (Antioquia), Anserma (Caldas) y Silvania (Cundinamarca). Un lote de frutos fue analizado al momento de cosecha y otro se maduró (15 d a 20 ± 2 °C y $90 \pm 5\%$ HR). Las propiedades FQ evaluadas fueron: materia seca (MS), contenido de aceite (CA), color de la piel (CIELab), firmeza, pH y acidez total titulable. En general, se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las variables analizadas para las cuatro procedencias en los dos estados de madurez. En el contenido de MS y CA se observaron cambios en frutos en MCS respecto a los frutos en MC; además se observó el cambio característico en el color de la piel de los frutos de verde a púrpura oscuro. La firmeza fue diferente entre las localidades y disminuyó con la maduración. El pH presentó un descenso de esta variable e inversamente se comportó la acidez total titulable. Los parámetros de calidad evaluados en frutos en MCS y MC, son relevantes para estimar la madurez óptima de los aguacates; sin embargo, existen diferencias entre orígenes para las cuatro procedencias evaluadas, lo cual puede deberse al tipo de clima y a que no se tienen prácticas productivas estandarizadas.

Palabras clave adicionales: Madurez, materia seca, contenido de aceite, firmeza, color.

EVALUATION OF CHEMICAL PHYSICAL VARIABLES OF IMPORTANCE FOR THE QUALITY OF 'HASS' AVOCADO (*Persea americana* Mill.) FRUIT PRODUCED IN FOUR MUNICIPALITIES OF COLOMBIA

Abstract

The Hass avocado is one of the main export fruits around the world and its physicochemical quality is evaluated to determinate the optimal maturity of the fruit. The goal of this research was to evaluate the physicochemical properties of 'Hass' avocado fruit grown at four Colombian regions: Pitalito (Huila), Urrao (Antioquia), Anserma (Caldas) and Silvania (Cundinamarca). One lot of was evaluated at harvest maturity (HM) and the other at eating maturity (R). One batch of the fruits was analyzed immediately after harvest and the other one was ripened (15 d at 20 ± 2 °C and $90 \pm 5\%$ RH). The physicochemical properties evaluated were dry matter (DM), oil content (FC), firmness, pH and total titratable acidity. In general, there were significant differences ($P < 0.05$) in the variables analyzed for the four origins in the two stages of maturity. Changes in the fruit at harvest maturity respect to ripening in the DM and FC values were observed. In addition, the characteristic change in the fruit peel color varying from green emerald to dark purple was detected. Firmness was different among the fruit origins and decreased at eating maturity. Pulp

pH decreased inversely proportional to the total titratable acidity. The fruit physicochemical quality parameters evaluated are relevant to estimate the optimum maturity to harvest avocado; however, there are differences between regions, which may be due to climate or not standardized agricultural practices.

Additional keywords: Maturity, dry matter, oil content, firmness, color.

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass es un fruto oleaginoso, climatérico y considerado tropical, a nivel mundial es atractivo por sus características sensoriales y alto contenido de ácidos grasos insaturados (Blakey et al. 2012; Márquez et al. 2014). Aunque México es el principal productor a nivel mundial, Colombia en los últimos años ha tenido un importante incremento en la producción y exportación de este fruto, se estima que para el año 2015 la producción de aguacate fue 332.204 toneladas (t) de las cuales 58.581 pertenecen a la variedad cv. Hass (Revista Dinero, 2017) y las exportaciones para 2016 ascendieron a 35 millones de dólares (Portafolio, 2017).

Debido a que la calidad del aguacate depende de la madurez de cosecha, y que el desarrollo de los atributos de calidad de consumo, del aguacate, están íntimamente relacionados, es importante estimar índices de madurez que definan la cosecha y la madurez de consumo. En la industria del aguacate orientada a la exportación, la cosecha de los frutos en su madurez óptima, es relevante, debido a que proporciona un producto de calidad, confianza en el mercado y asegura la aceptabilidad por parte del consumidor (Kader 1999; Flitsanov et al., 2000; Hofman et al., 2013). Durante el proceso de maduración, el aguacate sufre diversos cambios fisiológicos y bioquímicos, lo cual hace que sea de gran relevancia estimar índices de madurez relacionados con la calidad y la vida poscosecha de los frutos (Villa et al., 2011).

Diversas investigaciones han demostrado que el contenido de aceite y el contenido de materia seca (MS) afectan directamente la calidad y determinan la madurez de los frutos (Ozdemir y Topuz 2004), otros autores han reportado la importancia del contenido de materia seca en la calidad e intención de compra de los frutos (Gamble et al., 2010). Otras de las variables asociadas a la madurez son la firmeza y el color.

La mayoría de países productores de aguacate han establecido un estándar mínimo de materia seca con el fin de evitar la comercialización de frutos inmaduros o sobre madurados y minimizar la pérdidas poscosecha (Magwaza y Tesfay 2015; Márquez et al., 2014). Para el caso de Colombia los frutos son cosechados con un valor de MS \geq 23% (Henao y Rodriguez, 2016) y actualmente no se cuentan con otras variables que estimen la madurez de los frutos para exportación. Por estas razones, el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades físico

químicas de aguacates cv. Hass en madurez de cosecha y madurez de consumo provenientes de diferentes zonas productoras de Colombia.

Materiales y Métodos

Esta investigación fue desarrollada en la planta de vegetales del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos -ICTA de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y en Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Materiales. Aguacate cv. Hass, obtenidos de cuatro departamentos de Colombia (Antioquia, Caldas, Cundinamarca y Huila), ubicados en los siguientes municipios: Urao Antioquia (1,830 msnm, 19 °C y HR 89%), Anserma-Caldas (1,790 msnm, 19 °C y HR 80 %), Sylvania-Cundinamarca (1,470 msnm, 20 °C y HR 75 %), y Pitalito- Huila (1,380 msnm, 18-21 °C y HR 85%).

Muestreo. El muestreo se realizó de acuerdo a Henao y Rodríguez (2016), haciendo modificaciones para esta investigación. El número de unidades experimentales para cada procedencia fue de 60 frutos tomados al azar en el momento de cosecha del productor como una muestra tipo exportación, este lote fue dividido en dos, el primer lote de 30 unidades se destinó para evaluar el estado de madurez de cosecha de los frutos y las 30 unidades restantes fueron madurados en una cámara climática (JOUAN EG 110 IR) a condiciones controladas, a una temperatura de 20 ± 2 °C y $90 \pm 5\%$ de humedad relativa (HR), durante aproximadamente 15 d (Rodríguez y Henao 2016) para evaluar la madurez de consumo de los frutos.

Evaluación de las propiedades físicas

El color se determinó usando un colorímetro (Minolta CR 300) con iluminante D65 y ángulo 10°, en la escala CIELAB. La firmeza se evaluó con el uso de un texturómetro (AMATEK LS1), utilizando una sonda cilíndrica de 2 mm de diámetro, aplicando una fuerza de 100 N a una velocidad de 50 mm min^{-1} , las mediciones fueron realizadas por triplicado para cada fruto.

Determinación de las propiedades químicas

La materia seca fue determinada según la guía de Normalización Internacional para Aguacate del Organismo de Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 2004). El contenido de aceite por método de Soxhlet de acuerdo a la A.O.A.C. (1997), ésta determinación se realizó tomando al azar 15 frutos en cada estado de madurez para cada procedencia. El pH se determinó de acuerdo a la NTC 4592 (1999), la acidez total titulable fue expresada como ácido cítrico y se estimó según la NTC 4623 (1999).

Resultados y Discusión

Propiedades físicas

Color de la piel. El aguacate 'Hass' se caracteriza por el cambio en la coloración de la epidermis durante el proceso de maduración (verde a púrpura oscuro) (Cox et al., 2004). En el Cuadro 1 se observan las coordenadas colorimétricas (CIELAB) de la piel del aguacate cv. Hass en madurez de cosecha, donde se presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las diversas zonas de producción. Como se observa en la Figura 1, los frutos en madurez de cosecha muestran una tendencia a tonalidades verdes con valores de a^* entre -5.83 a -18.84 y tonos amarillos con valores de b^* entre 20.13 y 30.91, y la luminosidad (L^*) muestra una tendencia a tonalidades oscuras u opacas con valores entre 29.5 y 44.67. Por otra parte, los frutos de Urrao Antioquia se caracterizan por tener una tonalidad verde con mayor luminosidad (L^*) e intensidad (C) y contrariamente los frutos de Pitalito Huila, tienden a ser de una tonalidad verde opaca o de menor luminosidad e intensidad.

Osuna-García et al. (2011), encontraron que frutos de 'Hass' procedentes de Uruapan, Michoacán, México presentaron las siguientes coordenadas colorimétricas $L^* 27.02 \pm 1.9$, $a^* -6.35 \pm 0.6$, $b^* 28.22 \pm 1.1$, valores que difieren con los presentados en la Figura 1, con lo cual se puede señalar que dichos frutos presentaban un grado de madurez más avanzado, esto puede ser debido también a las diferencias por condiciones ambientales, de manejo y cosecha.

En cuanto al color de la piel de los frutos en madurez de consumo, se presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las diversas procedencias (Figura 2), los frutos tienen un coloración púrpura oscuro, la cual es representado por las coordenadas a^* , b^* con una tendencia a tonalidades rojas con valores entre -1.71 – 6.53 y amarillas con valores entre 3.91 y 11.87 y una luminosidad oscura con valores entre 23.43 - 31.13 y saturación tenue (Croma) (Figura 1). Por su parte, los frutos procedentes de Urrao Antioquia presentan una mayor luminosidad y mayor saturación del color púrpura oscuro. Por otra parte, tanto la luminosidad, como el ángulo de tono y el croma disminuyen al avanzar el estado de madurez del aguacate. Según Osuna-García et al. (2011) el color de la piel del aguacate cv. Hass en su madurez de consumo correspondió a $L^* 21.14 \pm 0.8$, $b^* 3.04 \pm 0.3$, $a^* 2.92 \pm 0.4$, C 4.22±0.4 y $^{\circ}h 43.79 \pm 4.1$, valores que difieren a los obtenidos en esta investigación.

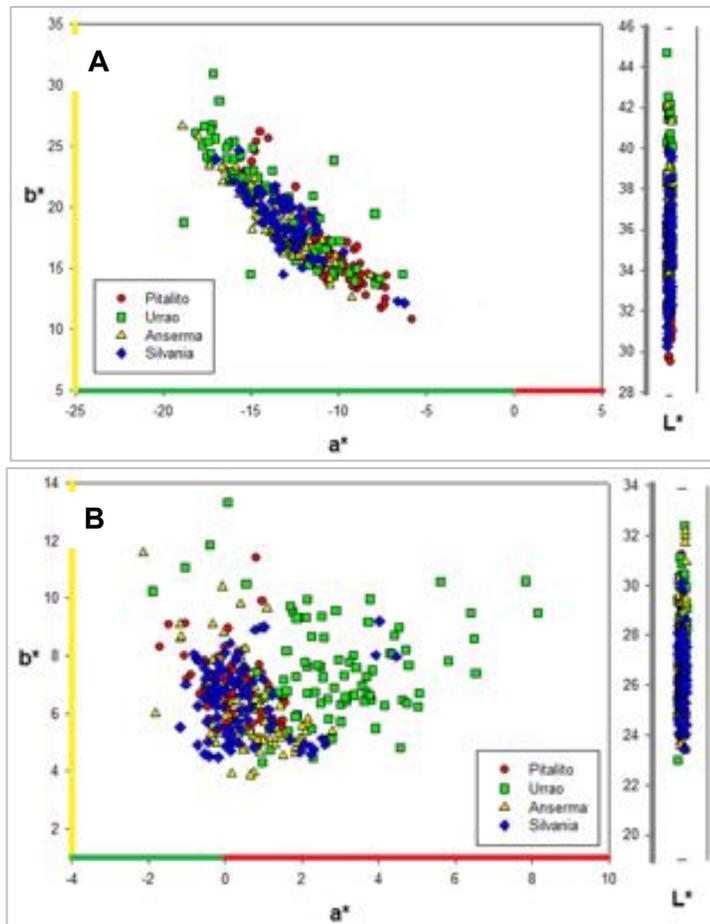


Figura 1. Color del epicarpio (piel) del fruto de aguacate cv. Hass, coordenadas colorimétricas CIE Lab (L^* , a^* y b^*). A) Frutos en madurez de cosecha. B) Frutos en madurez de consumo.

Materia seca (MS). Diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el contenido de MS del mesocarpio se encontraron entre las diversas procedencias del fruto (Figura 2) en su estado de madurez de cosecha y madurez de consumo.

Los frutos presentaban inicialmente un contenido de MS entre 21.88 – 34.17%, la variabilidad la MS para las diversas procedencias en madurez de cosecha está relacionada con la época de recolección, esto se debe a que los frutos fueron cosechados en diferentes fechas durante el primer periodo de cosecha del año o a que provienen de diferentes periodos de floración y fructificación, comportamiento fenológico normal en Colombia. De acuerdo a Arpaia (2001), frutos procedentes de California cosechados en febrero, marzo, abril, mayo y junio, presentaron un contenido de MS de 22-26, entre 28-30, entre 30- 33 y > 33% respectivamente. Por otra parte, Gamble et al. (2010), evaluaron el contenido de materia seca en aguacates de origen australiano en diversas localidades (Crowsnet, Maleny, Belthorpe y Beerwah) y fechas de cosecha encontrando diferentes categorías para los frutos recolectados en abril, inmaduros (09 abril),

temprano (13 abril), medio (18 abril) y tardío (19 abril), y el contenido de MS para cada categoría fue de 20, 22, 26-28 y 30-38, respectivamente.

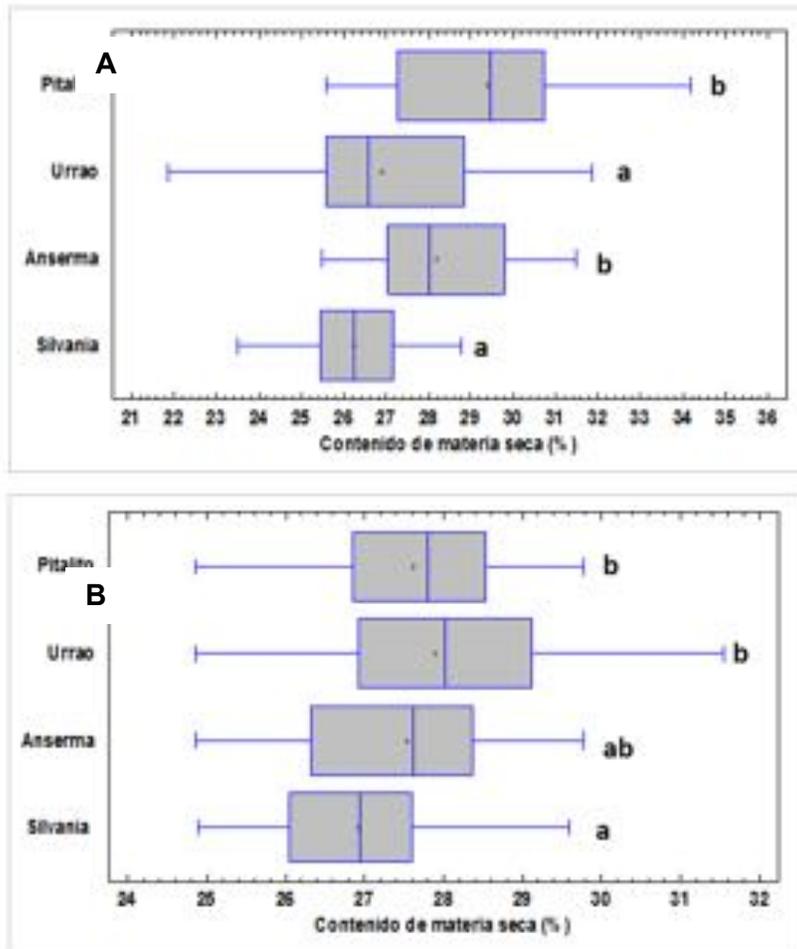


Figura 2. Gráfico “box and whiskers” del Contenido de materia seca en aguacate cv. Hass. A) Frutos en madurez de cosecha. B) Frutos en madurez de consumo

Respecto al contenido de MS de los frutos en su madurez de consumo, se presentan valores entre 24.6-31.56%, con lo cual se puede evidenciar que el contenido de MS cambia a medida que avanza el estado de madurez, esto se debe en principio a la pérdida de agua del fruto durante su almacenamiento. Los frutos en madurez de consumo presentan homogeneidad en los valores mínimos de MS de todas las procedencias ($\approx 25\%$); asimismo, se ve heterogeneidad en los valores máximos de MS. Resultados similares han sido reportados por Ozdemir y Topuz (2004), donde se observa un mayor contenido de MS durante el proceso de maduración de aguacate cv. Hass, presentando valores iniciales de 25.46 ± 1.58 y valores finales de 26.45 ± 1.47 , Asimismo, Salazar-García et al. (2016), observaron un incremento en MS en aguacates procedentes de

Jalisco, Michoacán y Nayarit, al igual que Villa et al. (2011), reportan mayores porcentajes de materia seca de al menos 5.3% partiendo de estado de madurez 1 con valores de 31.7% a un estado de madurez 3 con valores de 36. 32.5%.

Firmeza. La firmeza se describe como la resistencia a la penetración. Está variable disminuye moderadamente a medida que el fruto madura y una vez el fruto se acerca a su madurez de consumo la tasa de disminución de firmeza aumenta y cae cerca de cero en la plena maduración (Magwaza y Tesfay 2015).

Cuadro 1. Firmeza del fruto de aguacate cv. Hass en madurez de cosecha

Procedencia	Madurez de cosecha				Madurez de consumo			
	Promedio	Mín.	Máx.	Rango	Promedio	Mín.	Máx.	Rango
Pitalito (Huila)	100.50 ± 8.93 ^a	84.44	122.29	37.85	11.81 ± 1.53 ^a	8.76	15.38	6.60
Urrao (Antioquia)	114.19 ± 9.70 ^b	90.53	139.99	49.46	12.67 ± 1.62 ^b	9.31	15.96	6.65
Anserma (Caldas)	124.09 ± 6.61 ^c	112.10	135.93	23.83	12.80 ± 2.59 ^b	8.33	17.72	9.39
Silvania (Cundinamarca)	109.96 ± 1.68 ^d	92.30	130.36	38.06	12.85 ± 2.33 ^b	8.77	18.97	10.20
Total	112.44 ± 12.48	84.44	139.99	55.54	12.56 ± 2.08	8.33	18.97	10.65

Los valores son promedio ± desviación estándar, n= 30. Medias con letras diferentes para las columnas representan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según la prueba de Tukey.

La firmeza del aguacate cv. Hass en madurez de cosecha y madurez de consumo se presenta en el Cuadro 1, donde se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las diversas procedencias, los frutos que tienen mayor firmeza son los procedentes de Anserma, seguido de Urrao, Pitalito y Silvania. En general, los frutos presentan valores de firmeza entre 84.44 y 139.99 N. Una vez alcanzada la madurez de consumo, es apreciable la pérdida de firmeza de los frutos (Cuadro 1). Los frutos de las diversas procedencias en madurez de consumo presentaron valores de firmeza entre 8.33 y 18.97 N. Las diferencias encontradas en la firmeza de los frutos de las diversas procedencias, tanto en su estado de madurez de cosecha como en madurez de consumo, están relacionados con la heterogeneidad del estado de madurez y la heterogeneidad del proceso de maduración.

De acuerdo a Villa et al. (2011), la firmeza para aguacate cv. Hass en un estado de madurez 1 (inicial) es de 130.51±4.8 N y para un estado de madurez 4 (final) de 7.37±0.4 N, valores cercanos

a los encontrados en la presente investigación. Por otra parte, Vallejo et al. (2015), reportaron valores superiores de firmeza en un estado de madurez inicial, siendo en promedio 170 y 210 N y valores de madurez de consumo < 5 N. Asimismo, Donetti y Terry, (2014) reportaron valores afines a Vallejo et al. (2015), donde el aguacate comercializado procedente de España, Perú y Chile, presentaron una firmeza inicial entre 180 y 250 N y una firmeza en estado de madurez de consumo >20 N, valores que difieren a los obtenidos en esta investigación.

Propiedades químicas

Contenido de aceite (CA). En el Cuadro 2 se presentan el CA en el mesocarpio en frutos en madurez de cosecha y madurez de consumo. Donde se observan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en el CA de las diversas procedencias para los dos estados de madurez. El contenido de aceite de frutos de diversas procedencias en madurez de cosecha, presentan valores entre 14.54-19.16%, la variación del CA entre procedencias, se debe a la época de recolección. De acuerdo con Gamble et al. (2010), durante el desarrollo y la maduración hortícola aumenta el CA, por lo tanto, al realizarse la cosecha en diferentes épocas se evidencia un incremento del CA.

Ozdemir y Topuz (2004), reportaron que frutos (procedentes de Turquía) cosechados en noviembre, diciembre y enero, presentaban valores de 11.02 ± 0.283 , 13.44 ± 0.365 y $19.57 \pm 0.343\%$, respectivamente. Por otra parte, Ozdemir y Topuz (2004), tomaron frutos con un CA del 14.20 ± 1.57 para ser evaluados durante el periodo de maduración. De igual manera, Villa et al. (2011), evaluaron el contenido de aceite en frutos cosechados en Uruapan, Michoacán observando un incremento leve en el contenido de aceite, de un estado de madurez 1 con valores de 18.83% a un estado de madurez 4 con valores de 19.89%.

Cuadro 2. Contenido de aceite de aguacate cv. Hass.

Procedencia	Madurez de cosecha				Madurez de consumo			
	Promedio (%)	Min.	Máx.	Rango	Promedio (%)	Min.	Máx.	Rango
Pitalito (Huila)	15.88 ± 0.67^a	14.54	16.79	2.25	20.99 ± 1.77^a	17.41	23.04	5.63
Urrao (Antioquia)	17.94 ± 0.84^b	16.38	19.16	2.78	23.03 ± 1.77^b	20.22	25.78	5.56
Anserma (Caldas)	16.69 ± 0.76^a	15.48	18.11	2.63	19.89 ± 2.26^a	17.05	23.27	6.22
Silvania (Cundinamarca)	16.34 ± 0.73^b	15.18	17.17	1.99	24.23 ± 0.54^b	21.11	26.76	5.65
Total	16.71 ± 1.06	14.54	19.16	4.62	22.01 ± 2.48	17.05	26.71	9.71

Los valores son promedio \pm desviación estándar con $n=15$. Medias con letras para las columnas representan diferentes representaciones de diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según la prueba de Tukey.

En el Cuadro 4 se observa el CA de frutos de diferentes procedencias en madurez de consumo, los se encuentra entre 17.05-26.71%, El aumento del CA en el mesocarpio durante el proceso de maduración, se debe a la pérdida de agua en el fruto, de modo que el CA permanece constante durante la vida de la fruta. Valores similares en el CA de frutos en madurez de consumo fueron reportados por Salazar-García et al. (2016) y Villa et al. (2011), donde frutos procedentes de Michoacán alcanzaron un contenido de aceite entre el 19.35-19.45%.

pH de la pulpa. Según Kassim et al., 2013, el pH del aguacate en fresco debe estar entre 6 - 6.5. Los valores de pH de los frutos procedentes de Pitalito, Urrao, Anserma y Silvania se presentan en el Cuadro 3. Los datos muestran diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las diversas procedencias en los dos estados de maduración (cosecha y consumo). Además, se puede observar una disminución de esta variable durante el proceso de maduración, los valores que se presentan van de 6.46-7.66 para frutos en madurez de cosecha, mientras que frutos en madurez de consumo presentan valores entre 5.96-7.57.

Datos que difieren a los encontrados en esta investigación fueron reportados Márquez et al. (2014), donde los frutos fueron madurados en condiciones ambientales y reportaron un aumento de pH de 6.43-6.65 durante el proceso de maduración de aguacates procedente de los municipios de El Carmen de Vilboral y El Retiro Antioquía, observándose un efecto directo de las condiciones de maduración en esta propiedad química. Por otra parte, Saucedo et al. (2009), reportó un aumento en el pH de 6.4 a 7 en aguacates almacenados durante 6 semanas

Cuadro 3. pH de la pulpa aguacate 'Hass' en madurez de cosecha y madurez de consumo.

Procedencia	Madurez de cosecha				Madurez de consumo			
	Promedio	Mín.	Máx.	Rango	Promedio	Mín.	Máx.	Rango
Pitalito (Huila)	7.11± 0.21 ^b	6.62	7.49	0.87	6.77± 0.32 ^a	6.08	7.57	1.49
Urrao (Antioquia)	6.81± 0.10 ^a	6.55	6.98	0.43	6.70± 0.14 ^a	6.34	7.04	0.7
Anserma (Caldas)	7.18± 0.19 ^c	6.74	7.66	0.92	6.76± 0.32 ^a	5.96	7.57	1.61
Silvania (Cundinamarca)	6.76± 0.15 ^a	6.46	7.16	0.7	6.73± 0.30 ^a	6.12	7.26	1.14
Global	6.97± 0.25	6.46	7.66	1.2	6.74± 0.28	5.96	7.57	1.61

Los valores son promedio ± desviación estándar, n= 30. Medias con letras diferentes para las columnas representan diferencias significativas ($P \leq 0.05$), según la prueba de Tukey.

Acidez total titulable. La acidez total titulable es uno de los atributos de calidad que se asocia como índice de madurez. Los valores de acidez total en frutos de aguacate de diversas procedencias en madurez de cosecha y madurez de consumo se presentan en el Cuadro 4,

donde se puede observar que se presentan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las diversas procedencias tanto en su madurez de cosecha como para madurez de consumo.

Cuadro 4. Acidez total titulable de aguacate cv. Hass

Procedencia	Madurez de cosecha				Madurez de consumo			
	Promedio (%)	Mín.	Máx.	Rango	Promedio (%)	Mín.	Máx.	Rango
Pitalito (Huila)	0.12±0.07 ^c	0.04	0.33	0.29	0.17± 0.05 ^b	0.07	0.30	0.22
Urrao (Antioquia)	0.07±0.02 ^a	0.04	0.14	0.10	0.14± 0.04 ^a	0.08	0.40	0.31
Anserma (Caldas)	0.09±0.02 ^b	0.04	0.15	0.11	0.17± 0.05 ^b	0.07	0.30	0.22
Silvania (Cundinamarca)	0.11±0.06 ^{bc}	0.03	0.33	0.29	0.17± 0.04 ^b	0.07	0.28	0.21
Global	0.09±0.05	0.05	0.33	0.29	0.16± 0.05	0.07	0.40	0.32

Los valores son promedio ± desviación estándar, n= 30. Medias con letras diferentes para las columnas representan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según la prueba de Tukey.

La acidez total del aguacate cv. Hass fue expresada en porcentaje de ácido tartárico para los frutos procedentes de Pitalito, Urrao, Anserma y Silvania, los datos de madurez de cosecha varían de 0.05-0.33%, alcanzado el estado de madurez de consumo se puede observar un aumento de la acidez total con valores entre 0.07-0.40%, valores superiores de acidez (% ácido tartárico) fueron reportados por Vinha et al. (2013), donde frutos con MS de 29.17±3.53% presentaron valores de 1.07±0.02%.

Con evaluación de las propiedades físicas y químicas de importancia en la calidad del fruto de aguacate cv. Hass tipo exportación, se pueden establecer parámetros de calidad en frutos en madurez de cosecha y madurez de consumo. Dichos índices de madurez logran favorecer al productor para evaluar de manera eficaz la madurez de los aguacates evitando la comercialización de frutos inmaduros y/o sobremaduros, las pérdidas poscosecha, y brindando una calidad apropiada y constante para al importador y consumidor. Los aguacates muestreados de los cuatro municipios (Pitalito, Anserma, Urrao y Silvania) proporcionan información sobre las características físicas y químicas de los frutos producidos en Colombia, a fin de generar requisitos de calidad aplicables a dicha producción.

Literatura Citada

- A.O.A.C. 1997. A.O.A.C.920.39. fat determination.
- Arpaia, M.L., D. Boreham, and R. Hofshi. 2001. Development of a new method for measuring minimum maturity of avocados. California Avocado Society Yearbook 85:153–178.
- Blakey, R.J., I.Bertling, & J.P. Bower. 2012. Changes in sugars, total protein, and oil in ‘Hass’ avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. Horticultural Science and Biotechnology 87:381–387.
- Cox, K.A., T.K. McGhie, A. White and A.B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening

- of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 31(3):287-294.
- Donetti, M. and L.A. Terry. 2014. Biochemical markers defining growing area and ripening stage of imported avocado fruit cv Hass. *Journal of Food Composition and Analysis* 34(1):90–98.
- Fischer, I.H., H.J. Tozze, M.C. De Arruda, and N.S. Massola. 2009. Pós-colheita de abacates 'Fuerte' e 'Hass': características físicas e químicas , danos e controle de doenças Postharvest of “ Fuerte ” and “ Hass ” avocados : physical and chemical characteristics , damages and control of diseases. *Ciências Agrárias*, 32:209–220.
- Flitsanov U., A .Mizrach, M .Akerman, G. Zauberman, U. Itsano and G. Zauberman. 2000. Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology* 20:279–286.
- Gamble, J., R.Harker, S.Jaeger, A. White, C. Bava, M.Beresford, B.Stubbings, M. Wohlers, P. Hofman, R. Marques, and A. Woolf. 2010. The impact of dry matter, ripeness and internal defects on consumer perceptions of avocado quality and intentions to purchase. *Postharvest Biology and Technology* 57(1):35–43.
- Henao, J.C. and P. Rodriguez, 2016. Evaluación del color durante la maduración del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass). *Agronomía Colombiana* 5:876–879.
- Hofman, P.J., J. Bower, and A. Woolf, 2013. The Avocado: Botany, Production and Uses. In C. International, ed. Harvesting, packing, post- harvest technology, transport and processing. Oxfordshire, Oxford. pp. 489–540.
- Kader, A.A.1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae* (485):203–208.
- Kassim, A., T.S. Workneh, and T.N. Bezuidenhout. 2013. A review on postharvest handling of avocado fruit. *African Journal of Agricultural Research* 8(21):2385–2402.
- Magwaza, L.S. and S.Z.Tesfay. 2015. A Review of destructive and non-destructive methods for determining avocado fruit maturity. *Food and Bioprocess Technology* 8(10):1995–2011.
- Márquez, C.J., D.P. Yepes, and L. Sanchez. 2014. Changes physical-chemical of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in postharvest for two municipalities of Antioquia. *Temas Agrarios* 19(1):32–47.
- NTC 4592, 1999. Norma Técnica Colombiana: Productos de frutas y hortalizas. Determinación del pH. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- NTC 4623, 1999. Norma Técnica Colombiana: Productos de frutas y hortalizas, determinación de la acidez titulable. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- OECD. 2004. International Standardization of Fruit and Vegetables (Avocado). OECD, p.130.
- Osuna-García, J.A., G. Doyon, S. Salazar-García, R. Goenaga, and I. Gonzáles.2011. Relationship between skin color and some fruit quality characteristics of 'Hass' avocado. *Journal of Agriculture University of Puerto Rico* 95(1-2):15-23.
- Ozdemir, F. & 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.
- Portafolio, 2017. Aguacate Hass en Colombia sigue hallando su ruta hacia Estados Unidos. Available at: <http://www.portafolio.co/economia/aguacate-hass-colombiano-sigue-allanando-su-ruta-hacia-estados-unidos-506049>.
- Revista Dinero. 2017. Aguacate: el oro verde de la economía Colombiana. Available at: <http://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/aguacate-exportacion-y-mercado-en-colombia/243434>.
- Rodríguez, P. & J. Henao. 2016. Maduración del aguacate (*Persea americana* Mill . cv . Hass) y calidad de los frutos. , 34, pp.914–917.
- Salazar-García, S., R. Mediana, & A. Álvarez. 2016. Evaluación inicial de algunos aspectos de calidad del fruto del aguacate 'Hass' producido en tres regiones de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7.:277–289.
- Saucedo, S., R. Rojas, A. Aguilera, A. Saenz, B. Garza, J. Heliodoro and C. Aguilar. 2009. Edible Films based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of Hass avocado. *Food Research International* 42:511–515.
- Vallejo, M.R, D. Teliz, M. T. Colinas, R. De la Torre, G. Valdovinos, D. Nieto and D. Ochoa.2015. Alterations induced by avocado sunblotch viroid in the postharvest physiology and quality of avocado 'Hass' fruit. *Phytoparasitica* 43(3) on line. DOI 10.1007/s12600-015-0469-y.
- Villa, J., A.F. Molina, F. Ayala, G. I. Olivas and G.A. Gonzáles. 2011. Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *FRIN* 44(5):1231–1237.
- Vinha, A.F, J. Moreira and S. Barreira.2013. Physicochemical parameters, phytochemical composition and

antioxidant activity of the Algarvian avocado (*Persea americana*). Journal of Agricultural Science 5(12):100–109.