

Manejo de cosecha y tecnología poscosecha

Artículo de investigación científica y tecnológica

**Parámetros fisicoquímicos del aguacate
Persea americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido
en Antioquia (Colombia) para exportación**

**Physicochemical parameters of avocado
Persea americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) grown
in Antioquia (Colombia) for export**

Camilo Ernesto Astudillo-Ordóñez,¹ Pablo Rodríguez^{2*}

¹ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración. Palmira, Colombia. Correo: ceastudillo@unal.edu.co

² Investigador PhD, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Colombia. Correo: prodriguez@corpoica.org.co. orcid.org/0000-0003-4832-5771

Editor temático: Sebastián Escobar Parra (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica])

Fecha de recepción: 11/07/2017

Fecha de aprobación: 06/03/2018

Para citar este artículo: Astudillo-Ordóñez, C. E. & Rodríguez, P. (2018). Parámetros fisicoquímicos del aguacate *Persea americana* Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 383-392.

DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:694



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

* Autor de correspondencia. Kilómetro 7, vía Rionegro-Las Palmas, sector Llanogrande. Rionegro, Antioquia, Colombia.

Resumen

El aguacate Hass se transporta conservando la cadena de frío, y se madura de forma controlada en el mercado de destino. La calidad del fruto depende de factores pre cosecha, el momento de cosecha y los tratamientos poscosecha. En Colombia, a pesar del auge de la producción y exportación de frutos, no se tiene suficiente información sobre parámetros de calidad. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar algunos parámetros fisicoquímicos de interés en la calidad de fruto. Con ese fin, se cosecharon aguacates en tres momentos de madurez de cosecha, en fincas exportadoras en Antioquia, y luego se almacenaron y maduraron. Se simularon la temperatura y la humedad relativa de

la cadena de exportación, así como la duración del envío al mercado europeo. La materia seca se consideró el indicador de cosecha, y se realizaron análisis de sólidos solubles, pH y acidez titulable como parámetros de calidad. El origen de los frutos, el momento de cosecha y el tiempo de almacenamiento ejercieron un efecto significativo ($p \leq 0,05$) en los parámetros fisicoquímicos del aguacate. Los grados Brix (5,07 a 7,26) y el pH (6,58 a 7,14) se incrementaron con el tiempo de almacenamiento hasta la semana cuatro, y después disminuyeron. En cambio, la acidez bajó (19,47% a 9,24%) en el transcurso del almacenamiento. Estos parámetros pueden ser indicadores de calidad, pero se requieren más estudios.

Palabras clave: acidez titulable, aguacate, calidad de la fruta, grados Brix, madurez, pH

Abstract

Hass avocado is transported maintaining an unbroken cold chain and in the destination market, it is ripened under controlled conditions. Fruit quality depends on preharvest, factors, harvest time and postharvest treatments. Colombia has poor information on quality parameters despite the current growing and fruit export boom. Therefore, the aim of this study was to determine some important fruit quality parameters. For that, Hass avocado fruits were harvested considering three maturity indexes from exporting orchards in Antioquia, where fruits were stored and ripened. Temperature, relative humidity and shipment

times to the European market were simulated. Dry matter content was used as harvest index. Soluble solids, pH, and titratable acidity were analyzed as quality parameters. Fruit origin, harvest index and storage time had a significant effect on quality parameters of avocado ($p \leq 0.05$). There was an increase in Brix degrees (5.07 to 7.26) and pH (6.58 to 7.14) throughout the storage time until the fourth week, where these decreased. In contrast, acidity dropped (19.47 to 9.24%) with storage time. These quality parameters can be considered quality indicators; however, more studies are required.

Keywords: avocado, °Brix, fruit quality, pH, ripening, titratable acidity

Introducción

En Colombia, el cultivo de aguacate *Persea americana* Mill. cv. Hass (Lauraceae) ha aumentado, impulsado por la exportación a Europa, principalmente al Reino Unido, España y los Países Bajos. Según la Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex) (2017), en 2016 se exportaron 18.200 t, frente a las 5.543 t de 2015, lo que representó un incremento del 241%.

Cerdas-Araya, Montero-Calderón y Somarribas-Jones (2014) señalan que existe una relación entre los índices de madurez de cosecha y la calidad poscosecha de los frutos. Actualmente, se utilizan indicadores de madurez de cosecha como longitud y diámetro de los frutos, presencia o ausencia de brillo en la cáscara, color de la cáscara, tiempo de desarrollo del fruto, número de días restantes para alcanzar la madurez, respiración y producción de etileno, firmeza de la pulpa, materia seca y contenido de aceite, entre otros (Cerdas-Araya, Montero-Calderón, & Díaz-Cordero, 2006; Herrera-González, Salazar-García, Martínez-Flores, & Ruiz-García, 2017).

Según normas internacionales, el aguacate Hass debe tener un contenido de materia seca mayor o igual al 21%. Sin embargo, este parámetro puede verse afectado por la variedad, la zona de producción, el manejo agronómico y el clima, entre otras condiciones.

En Colombia no hay materiales de siembra certificados, y las prácticas agronómicas y condiciones edafoclimáticas son distintas en diferentes fincas, lo que ha dificultado una producción homogénea de frutas (Carvalho, Velásquez, & Van Rooyen, 2014). En el país, los frutos se cosechan cuando alcanzan un porcentaje de materia seca igual o superior al 23% (Henao-Rojas & Rodríguez, 2016).

Aunque para varios frutales se cuenta con rangos de variables fisicoquímicas (acidez, grados Brix [°Bx], y pH entre otras) que constituyen indicadores de la madurez de cosecha y de aquella de consumo, en

el caso del aguacate colombiano no se cuenta con una investigación suficiente que permita verificar si es posible incluir estos criterios, con el fin de considerarlos para el control de la calidad en el sector productivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la localidad y el índice de madurez de cosecha en variables fisicoquímicas de interés para la calidad del aguacate Hass cosechado en el departamento de Antioquia, que fue sometido a procesos de almacenamiento y maduración controlados, simulando las condiciones de comercialización de los frutos con destino a Europa.

Materiales y métodos

Cosecha y adecuación de los frutos

Se cosecharon frutos de aguacate Hass provenientes de tres fincas del departamento de Antioquia (Colombia) (tabla 1) en tres estados de madurez de cosecha aproximados al $23\% \pm 1,5\%$ (cosecha temprana), $26\% \pm 1,5\%$ (cosecha intermedia) y $29\% \pm 1,5\%$ (cosecha tardía), teniendo en cuenta la ventana comercial de exportación, del 23% al 30%.

En las cosechas se realizó un seguimiento de los lotes experimentales, tomando al azar 5 frutos en cada finca y determinando el contenido de materia seca (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 1999). Una vez que los frutos llegaron a los estados de madurez deseados (tabla 2), se recolectaron 32 por cada índice de madurez de cosecha en cada finca (96 por finca y 288 en total), y se verificó que cumplieran con los requisitos de exportación en lo que se refiere a daños físicos o presencia de plagas.

Más adelante, se codificaron y llevaron al laboratorio de poscosecha del Centro de Investigación La Selva (Rionegro, Antioquia) donde se acondicionaron según criterios comerciales: desinfección con prochloraz (componente activo: imidazol al 0,05 % p/v) durante 30 segundos, y empacado en cajas comerciales de cartón corrugado.

Tabla 1. Ubicación y condiciones climáticas de las fincas de aguacate estudiadas (2016)

Código finca	Bella Vista (BV)	El Banco (EB)	La Escondida (LE)
Región	Suroeste	Norte	Oriente
Latitud	05°35'51,2"	06°29'41,5"	06°05'53"
Longitud	75°48'39,3"	75°31'42"	75°26'31"
m s. n. m.	1.932	2.473	2.248
Temperatura anual promedio (°C)	18,47	15,42	17,54
Humedad relativa anual promedio (%)	80,92	77,63	81,30
Radiación solar promedio (W/m ²)	392,71	423,76	451,23
Precipitación (mm)	1.715,1	1.902,5	1.733,4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Contenido de materia seca de cosecha de aguacate cv. Hass en cada cosecha experimental

Finca	Bella Vista		El Banco		La Escondida	
	Materia seca (%)	Desviación	Materia seca (%)	Desviación	Materia seca (%)	Desviación
20-23 (temprano)	22,04	1,13	22,58	2,11	21,73	1,94
24-27 (intermedio)	26,24	1,25	26,48	2,08	24,49	1,75
28-31 (tardío)	29,49	0,72	30,73	1,54	29,51	1,41

Promedio para n = 5.

Fuente: Elaboración propia

Almacenamiento y madurez de consumo

Se almacenaron frutos en diferentes tiempos: un control (0 semanas) y tres tratamientos de 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento (8 frutos por cada tiempo de almacenamiento) en cámaras climáticas (Memmert HPP 110 a 5 °C y 90 % HR), simulando el proceso de exportación comercial. Luego se maduraron los frutos (Memmert HPP 110 a 20 °C y 90 % HR).

Se realizaron inspecciones periódicas al 100 % de la muestra, para suspender la maduración cuando los frutos llegaban a su madurez de consumo, teniendo en cuenta las escalas definidas por el manual internacional de la calidad del aguacate (White, Woolf, Hofman, & Arpaia, 2009), el color púrpura de la epidermis y la deformidad moderada al tacto suave.

Parámetros fisicoquímicos

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos se realizaron en la madurez de consumo de los aguacates. Cada fruto se partió en mitades, se le retiraron la semilla y la cáscara, y se homogeneizó la pulpa. Las pruebas fueron realizadas por duplicado en cada análisis.

La materia seca se determinó de acuerdo con el método de la AOAC (1999) (Estufa Binder FD 115 UL), por medio de secado convectivo a 105 °C durante 24 horas o hasta lograr un peso constante.

Para la medición del pH y la acidez (expresada en el porcentaje de ácido tartárico) se usó un potenciómetro (Accumet Basic Cole-Parmer AB 15), siguiendo los protocolos de la AOAC (1998) y la norma técnica ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2009), respectivamente.

En lo que respecta a los sólidos solubles (°Bx), se utilizó la metodología de Maftoonazad y Ramaswamy (2008), en la que se preparó una solución de pulpa de aguacate con agua destilada en relación 1:3, que se centrifugó (centrífuga Jouan G4.11) a 3.000 r. p. m. durante 15 minutos, y posteriormente se realizó la medición al sobrenadante usando un refractómetro digital (Atago PAL-BX/RI).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño factorial de 3 (índices de madurez) por 3 (localidades) por 4 (tiempos de almacenamiento).

Con el fin de comparar las medias y establecer el grado de las diferencias entre los tratamientos, se llevaron a cabo la prueba de diferencias significativas y la prueba de Dunnett, esta última para establecer diferencias entre el control y los tratamientos en las semanas de almacenamiento. Los análisis se realizaron mediante el programa Statgraphics Centurion XVI, usando un 95% de confianza.

Resultados y discusión

La localidad, el momento de cosecha y el tiempo de almacenamiento tuvieron efectos significativos en los parámetros fisicoquímicos de los aguacates Hass en su madurez de consumo (tabla 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Soto (1995) en aguacate Hass producido en Valparaíso (Chile), en dos estados de madurez de cosecha y diferentes tiempos de almacenamiento.

Las diferencias en lo que se refiere a los momentos de cosecha están relacionadas con los procesos que el fruto sigue realizando mientras aún se encuentra en el árbol, como acumulación de sólidos o materia seca y ácidos grasos, aumento de su contenido de azúcares, disminución de ácidos orgánicos y formación de sustancias volátiles (Pérez de los Cobos, 2012).

En cuanto a las condiciones de almacenamiento, retardan ciertos procesos que influyen en la maduración del fruto, sobre todo la producción de etileno, lo que permite almacenar frutos durante un tiempo,

Tabla 3. Efecto de diversos factores en los parámetros fisicoquímicos del aguacate cv. Hass

Parámetro fisicoquímico	Localidad	Momento de cosecha	Tiempos de almacenamiento
°Bx	0	0,3627	0
pH	0	0	0
Acidez	0	0,0141	0

Valores *p* menores o iguales a 0,05 indican diferencia significativa (con un 95 % de confianza).

Fuente: Elaboración propia

sin que ocurran por completo la maduración o *ripening*. Sin embargo, entre más prolongado sea el tiempo en que se almacenan los frutos, mayores pueden ser las tasas de formación o degradación de los compuestos presentes en ellos (como azúcares o ácidos grasos y orgánicos).

Además, las condiciones de calidad pueden verse afectadas, principalmente en frutos sometidos a largos tiempos de refrigeración (Soto, 1995). Por estas razones, recolectar aguacates Hass en distintos

momentos de cosecha y mantenerlos almacenados durante un periodo prolongado puede llegar a influir en los parámetros fisicoquímicos.

Sólidos solubles (grados Brix)

Se observó un rango entre 5,07 y 7,26 °Bx (tabla 4). Los resultados aquí presentados son acordes a los obtenidos por Burdon et al. (2007) y Buelvas-Salgado, Patiño-Gómez y Cano-Salazar (2012).

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del aguacate cv. Hass en madurez de consumo

Finca (localidad)	Índice de cosecha	Parámetro fisicoquímico		
		°Bx	pH	Acidez
Bella Vista	Temprano	7,26 ^d	6,85 ^b	12,37 ^{cde}
	Medio	6,22 ^c	6,87 ^b	13,88 ^d
	Tardío	5,90 ^{bc}	7,08 ^{cd}	11,09 ^{bcd}
El Banco	Temprano	5,07 ^a	6,58 ^a	19,47 ^e
	Medio	6,19 ^c	6,96 ^{bc}	13,14 ^{cd}
	Tardío	5,82 ^b	6,61 ^a	19,02 ^e
La Escondida	Temprano	5,12 ^a	6,70 ^a	10,74 ^{bc}
	Medio	5,28 ^a	6,71 ^a	11,92 ^{cde}
	Tardío	6,07 ^{bc}	7,14 ^d	9,24 ^a

Promedios en parámetros con letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$; $n = 32$). Se estudiaron 8 frutos por cada tratamiento, a las 0, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

Hubo una tendencia al incremento de los °Bx en estados tempranos de madurez, excepto en la finca Bella Vista, donde se presentó una disminución en frutos maduros y previamente almacenados durante cuatro y cinco semanas en condiciones de refrigeración (figura 1a). Se observó una tendencia

similar en los aguacates cosechados en índices intermedios y tardíos de madurez (figuras 1b y 1c), pero en las fincas El Banco y La Escondida los azúcares disminuyeron en aguacates sometidos a cinco semanas de refrigeración (figuras 1b y 1c).

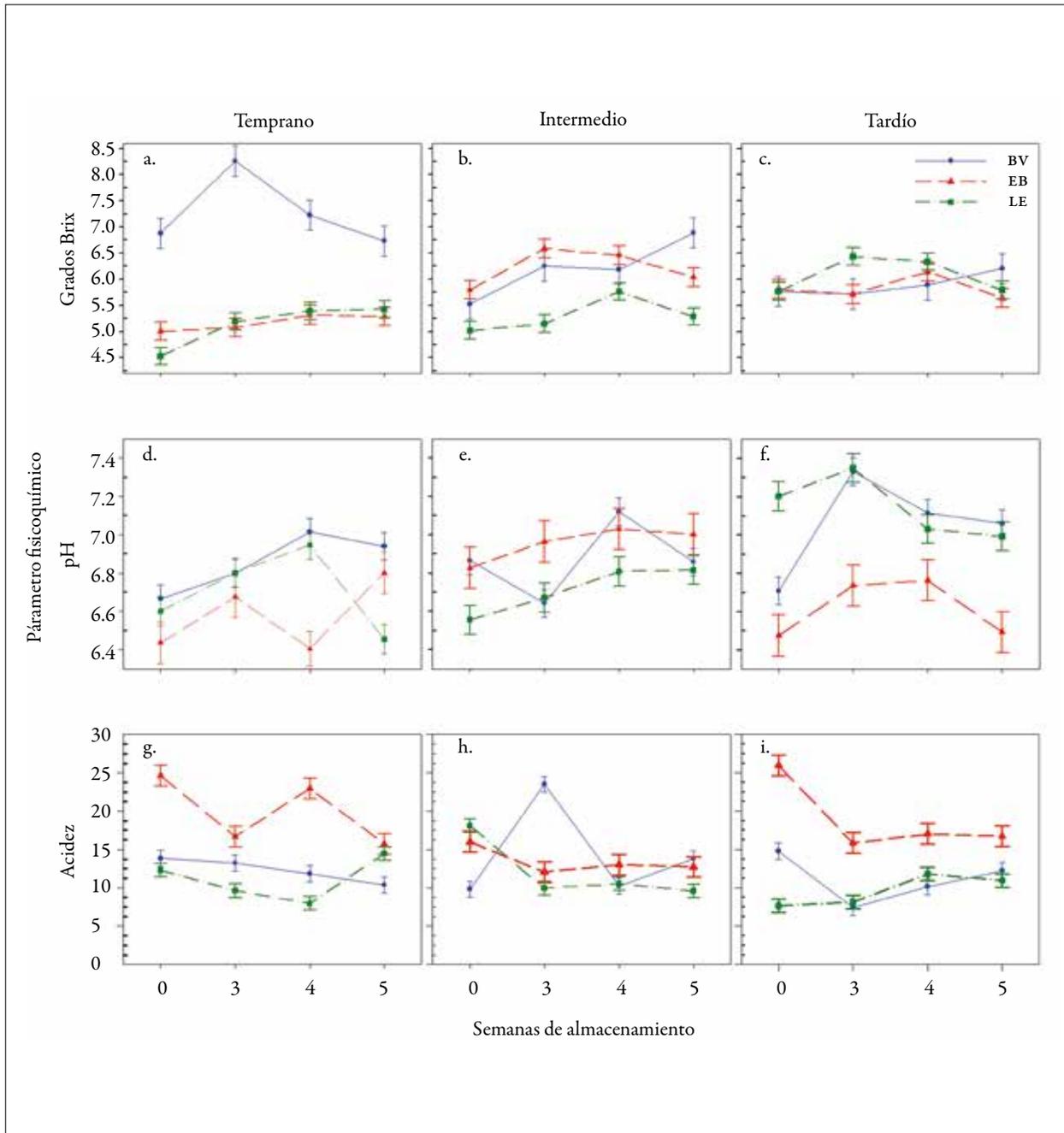


Figura 1. Comportamiento de variables fisicoquímicas (°Bx, pH y acidez) de aguacate cv. Hass en madurez de consumo en diferentes localidades, índices de cosecha y tiempos de almacenamiento. BV: Bella Vista; EB: El Banco; LE: La Escondida. Las barras verticales representan la desviación estándar (n = 8). Fuente: Elaboración propia

Los anteriores comportamientos podrían deberse a diferentes procesos y cambios bioquímicos que ocurren en los frutos de manera simultánea. El incremento de los grados Brix está relacionado con la conversión de polisacáridos y ácidos orgánicos en azúcares o ácidos de cadena corta (Caparrotta et al., 2015; Vinha, Moreira, & Ferreira, 2013).

Al respecto, Buelvas-Salgado et al. (2012) reportaron aumentos de los °Bx durante la maduración, a causa de los procesos de transpiración, en los que el fruto presenta una menor cantidad de agua y a la vez una mayor concentración de azúcares, debido al fenómeno de respiración, ambos originados por el comportamiento climatérico del aguacate. Sin embargo, Buelvas-Salgado et al. (2012) no evaluaron el efecto del almacenamiento en los °Bx.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede afirmar que almacenar aguacates durante largos periodos (cinco semanas en este caso), ocasiona una disminución de los °Bx, la cual puede estar asociada a mayores tasas en la degradación de azúcares, que se presentan en mayor proporción durante la etapa de maduración del fruto, cuando estos compuestos son usados como fuente de carbono y energía para la producción de etileno, procesos enzimáticos y modificaciones de color en la cáscara (de verde a morado o negro) (Liu, Robinson, Madore, Witney, & Arpaia, 1999).

Asimismo, la localidad tuvo una influencia significativa en los °Bx (tabla 3). En la madurez de consumo, Vinha et al. (2013) caracterizaron el aguacate Hass de origen portugués y reportaron valores de 6,68 °Bx. Por otra parte, Henríquez, Patiño y Salazar (2012) mencionan un valor de 5,51 °Bx para el aguacate Hass colombiano.

Sin embargo, Márquez, Yepes, Sánchez y Osorio (2014) hallaron 2,45 y 2,0 °Bx en cuatro fincas del departamento de Antioquia (Colombia) ubicadas en los municipios de El Carmen de Viboral y El Retiro. Las diferencias pueden deberse al origen, las condiciones edafoclimáticas y los manejos precosecha y poscosecha.

Además, Burdon et al. (2007) encontraron que los °Bx de aguacates Hass provenientes de una misma finca, pero evaluados en años de cosecha distintos, no fueron similares. Tales diferencias fueron atribuidas a aspectos de crecimiento competitivo de los árboles (floración, actividad de las raíces e incremento de los brotes, entre otros), de la alta o baja carga que tuvieron los cultivos —es decir, cuantos más frutos tenían los árboles, menos carbohidratos estaban disponibles para cada uno, o viceversa— y, por último, de las condiciones específicas del sitio, como la temperatura o la precipitación pluvial.

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH presentó valores entre 6,58 y 7,14 (tabla 4), afines a los resultados reportados por Henríquez et al. (2012). En general, se observó un incremento del pH de los frutos entre la semana 0 y 3 de almacenamiento (figuras 1d, 1e y 1f), y se alcanzaron sus valores máximos a partir de la tercera semana, para la cosecha temprana e intermedia. En adelante, se observa un descenso.

Buelvas-Salgado et al. (2012) indican que el pH se incrementa en la etapa de madurez del fruto hasta acercarse a la neutralidad, lo que se apreció en los resultados, pues la mayoría de los valores máximos fueron iguales o cercanos a ese punto. Por otra parte, en momentos tardíos de cosecha, y cuando se dan largos tiempos de almacenamiento, como los periodos de cuatro y cinco semanas, se empieza a notar una disminución significativa (figura 1f).

El comportamiento del pH se asocia con el contenido de ácidos orgánicos presentes en el fruto, ya que en el periodo de maduración estos tienden a disminuir, debido a que se consumen en los diferentes ciclos metabólicos y, además, muchos actúan como precursores de sustancias volátiles en la maduración (Márquez et al., 2014). En consecuencia, existe una relación inversa entre el contenido de ácidos orgánicos y el pH (Maftoonazad & Ramaswamy, 2008).

En el presente estudio no se observaron tendencias consistentes, posiblemente a causa de las circunstancias a las que fueron sometidos los frutos. Sin embargo, cabe mencionar que, en términos generales,

el pH tuvo una tendencia a incrementarse con mayores tiempos de refrigeración y maduración, contrario a lo sucedido con la acidez, que en general tendió a disminuir.

Acidez titulable

En lo que respecta a la acidez, esta variable tuvo valores del 9,24 % al 19,47 % (tabla 4), y los tratamientos sometidos a almacenamiento se comportaron de forma estable o sin diferencias significativas, principalmente en frutos cosechados con índices intermedios y tardíos de madurez (figuras 1h y 1i), exceptuando algunos tratamientos, como los de la finca Bella Vista en estados intermedios de madurez (figura 1h), donde se presentó un aumento en frutos refrigerados por tres semanas.

Como se mencionó anteriormente, en general, la acidez titulable tiende a disminuir durante el almacenamiento y la maduración de los frutos (figuras 1g, 1h y 1i), comportamiento que concuerda con el observado por Buelvas-Salgado et al. (2012).

Esta disminución es atribuida al consumo de los ácidos orgánicos en los diferentes ciclos metabólicos del fruto, entre ellos el ácido tartárico, que predomina en el aguacate; además, los ácidos y los carbohidratos son utilizados para proporcionar la energía que el fruto requiere durante el proceso de maduración (Caparrotta et al., 2015).

En términos de calidad, las variables fisicoquímicas sirven como parámetros de inspección; en la literatura, el pH y los grados Brix se han reportado como indicadores de calidad (Özdemir et al., 2009; Vinha et al., 2013). Es importante señalar que es necesario realizar estudios en otras regiones productoras, y

de calidad, como análisis sensoriales, microbiológicos y metabólicos.

Conclusiones

El momento de madurez de cosecha, así como los tiempos de almacenamiento y el origen influyen en la mayoría de los parámetros fisicoquímicos del aguacate cv. Hass en estado de madurez de consumo.

Las variables no presentaron un comportamiento consistente en las diferentes fincas, pero, en términos generales, se observó que la acidez disminuye cuando los grados Brix y el pH tienden a aumentar.

Descargos de responsabilidad

El presente documento se realiza en el marco del proyecto “Desarrollo tecnológico, productivo y comercial del aguacate en el departamento de Antioquia”, Convenio Especial de Cooperación para la Investigación N.º 4600001078, suscrito entre la Secretaría de Agricultura del departamento de Antioquia y la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín; así como del Acta de Adhesión N.º 2 “Índices cosecha y poscosecha para aguacate cv. Hass en Antioquia: cumplimiento de normas y requisitos demandados por los mercados internacionales” en el que participan Corpoica y Corpoaguacate.

Este trabajo es una investigación original llevada a cabo por los autores, quienes están de acuerdo con el contenido del manuscrito y su presentación a la revista, han contribuido significativamente al trabajo y aceptan estar en la lista de autores. Por otro lado, declaran que no existen conflictos de intereses que afecten los resultados presentados.

Referencias

- Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex). (2017). *Exportaciones de aguacate crecieron a todos los destinos en 2016*. Recuperado de <http://www.analdex.org/2017/02/20/exportaciones-de-aguacate-crecieron-a-todos-los-destinos-en-2016/>.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1998). *Official Method of Analysis 981.12. pH of Acidified Foods*. Gaithersburg, EE. UU.: AOAC.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1999). *Official Method of Analysis 934.1. Loss on drying (Moisture)*. Gaithersburg, EE. UU.: AOAC.
- Buelvas-Salgado, G., Patiño-Gómez, J., & Cano-Salazar, J. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 138-150.
- Burdon, J., Lallu, N., Haynes, G., Pidakala, P., Willcocks, P., Billing, D., ... Bolding, H. (2007). Carbohydrate status of late season 'Hass' avocado fruit. *New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report*, 7, 97-102.
- Caparrotta, S., Bazihizina, N., Taiti, C., Costa, C., Menesatti, P., Azzarello, E., ... Giordani, E. (2015). Use of volatile organic compounds and physicochemical parameters for monitoring the post-harvest ripening of imported tropical fruits. *European Food Research and Technology*, 241(1), 91-102.
- Carvalho, P., Velásquez, M. A., & Van Rooyen, Z. (2014). Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of "Hass" avocado fruits in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 32(3), 399-406.
- Cerdas-Araya, M., Montero-Calderón, M., & Díaz-Cordero, E. (2006). *Manual de manejo pre y poscosecha de aguacate (Persea americana)*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cerdas-Araya, M., Montero-Calderón, M., & Somarribas-Jones, O. (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.
- Henao-Rojas, J., & Rodríguez, P. (2016). Evaluación del color durante la maduración del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass). *Agronomía Colombiana*, 34(1), 876-879.
- Henríquez, L., Patiño, J., & Salazar, J. (2012). Aplicación de la ingeniería de matrices en el desarrollo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) mínimamente procesado adicionado con vitamina C y calcio. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 44-54.
- Herrera-González, J. A., Salazar-García, S., Martínez-Flores, E., & Ruiz-García, J. E. (2017). Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento postcosecha del fruto de aguacate Méndez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 55-63.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0381. Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia*. Quito, Ecuador: INEN.
- Liu, X., Robinson, W., Madore, M., Witney, W., & Arpaia, L. (1999). "Hass" avocado carbohydrate fluctuations. II. Fruit growth and ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6), 676-681.
- Maftoonazad, N., & Ramaswamy, S. (2008). Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(4), 621-643.
- Márquez, J., Yepes, P., Sánchez, L., & Osorio, J. (2014). Cambios físico-químicos del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") en poscosecha para dos municipios de Antioquia. *Temas Agrarios*, 19(1), 32-47.
- Özdemir, E., Çandir, E., Toplu, C., Kaplankiran, M., Demirköser, H., & Yildiz, E. (2009). The effects of physical and chemical changes on the optimum harvest maturity in some avocado cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(9), 1878-1886.
- Pérez de los Cobos, R. (2012). *Crecimiento y maduración del fruto en aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass* (tesis de pregrado). Universidad de Almería, Almería, España.
- Soto, A. (1995). *Evaluación del comportamiento y calidad del puré y trozos de pulpa de palta (Persea americana Mill.) en los cvs. Negra de La Cruz, Bacon y Hass, cosechadas con dos índices de madurez, conservadas en almacenaje refrigerado y con atmósfera modificada* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Vinha, A., Moreira, J., & Ferreira, V. (2013). Physicochemical parameters, phytochemical composition and antioxidant activity of the algarvian avocado (*Persea americana* Mill.). *Journal of Agricultural Science*, 5(12), 100-109.
- White, A., Woolf, A., Hofman, P., & Arpaia, M. L. (2009). *The international avocado quality manual*. Auckland, Nueva Zelanda: Institute for Plant and Food Research.