

Maduración del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) y calidad de los frutos

Avocado ripening (*Persea americana* Mill. cv. Hass) and fruit quality

Pablo Rodríguez¹ y Juan Henao R.¹

RESUMEN

La maduración del aguacate es importante en el mercado de frutos destinados para consumo directo. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de diferentes tipos de maduración: cajas plásticas, cámaras climáticas y condiciones ambientales; sobre parámetros de calidad: pérdida de peso, firmeza, daños internos y externos. Los frutos cosechados tuvieron daños externos por roce, trips y golpe de sol. La maduración en cajas plásticas y cámaras climáticas reduce en un 80 y 50% la pérdida de peso, respectivamente. El tiempo de maduración fue menor y más homogéneo para las cámaras climáticas y cajas plásticas que en condiciones ambientales. Asimismo, se reduce la presencia de daños al madurar los frutos en cajas plásticas y cámaras climáticas.

Palabras clave: pérdida de peso, firmeza, daños externos e internos.

ABSTRACT

The avocado ripening is important in the fruit market intended for direct consumption. For this reason, the objective of this study was to determine the effect of different types of maturation: plastic boxes, climatic chambers and environmental conditions, on quality parameters: weight loss, firmness, internal and external damage. The fruits harvested have external damage by rubbing, trips and sunstroke. Maturation in plastic boxes and climatic chambers reduce in an 80 to 50% the weight loss, respectively. The maturation time was less and more homogeneous for climatic chambers and plastic boxes, than those matured at ambient conditions. Likewise, the presence of damage to ripen the fruit in plastic boxes and climatic chambers is reduced.

Key words: weight loss, firmness, internal and external damage.

Introducción

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) en Colombia va en aumento por la exportación del fruto a Europa. El área sembrada en 2014 llegó a 10.500 ha, con una producción de 40.000 t. Entre 2008 y 2015, se pasó de exportar 20 a 3.800 t y en 2016 se espera superar esta cifra (Hernandez, 2015).

En Colombia se cosechan los frutos cuando alcanzan un porcentaje igual o superior al 23% de materia seca. La madurez de consumo del aguacate Hass la alcanza varios días después de su cosecha, en éste proceso se llevan a cabo cambios en los frutos como pérdida de firmeza y de color de la cáscara (Agüero, 2012).

En Colombia no hay suficiente literatura que permita determinar cuáles son los principales problemas de calidad del fruto cosechado y madurado. Por esta razón, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes condiciones de maduración sobre la calidad externa e

interna de los frutos de aguacate Hass cosechados en el municipio de Amagá, Antioquia.

Materiales y métodos

En árboles de 9 años (injertado en patrón desconocido) y con distancias de siembra de 7x7 m, se cosecharon frutos de aguacate Hass en estado de madurez fisiológica de acuerdo al productor (pérdida de brillo del fruto) en marzo de 2016, en una finca del municipio de Amagá (Antioquia, Colombia; 06°02'00,7" N y 75°41'05,5" W, 1.793 msnm, radiación anual promedio de 210,29 W m⁻², humedad relativa de 65,58% y temperatura de 20,09°C). Los frutos fueron transportados al Centro de Investigación La Selva (Rionegro, Colombia). Posteriormente, se les determinó materia seca (AOAC, 2016), daños externos (presencia o ausencia de pedúnculo, trips, golpe de sol, daños por roce y daño mecánico), peso, color método visual, clasificación 1 a 6, verde esmeralda a púrpura, respectivamente (White *et al.*, 2009) y por el método de Hunter Lab (Minolta CR400, observador de 2° e iluminante C). Después se formaron tres

¹ Centro de Investigación La Selva, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Rionegro (Colombia). pabloerf@gmail.com

² Instituto de Biotecnología Agropecuaria, Planta de Bioprocesos, Facultad de Ingenierías, Universidad de Caldas. Manizales (Colombia).

lotes, cada uno de 22 frutos tomados al azar. El primer lote (L1) se colocó en cajas plásticas (poliestireno de cristal de 21 cm de ancho, 31 cm de largo y 12 cm de alto) cada caja tenía papel absorbente de celulosa en el fondo, al cual se le hizo una aspersión de agua destilada hasta humedecerlo por completo. Sobre una malla plástica se pusieron 5 frutos por caja ($23,48 \pm 0,03^\circ\text{C}$, HR de $98 \pm 0,56\%$). El segundo lote (L2) se dejó madurar al ambiente ($23,78 \pm 0,40^\circ\text{C}$, HR de $65,43 \pm 3,30\%$). El tercer lote (L3) se llevó a una cámara climática (Memmert HPP 110) donde se almacenó 5°C y 90 % de HR/15 d (condiciones de envío de frutos desde Colombia a Europa). Luego, los frutos se maduraron en la misma cámara (20°C y 90% de HR). Además, los frutos se analizaron en grado de madurez 5, donde el tiempo a alcanzar fue registrado. Se determinaron defectos externos, como arrugamiento o deshidratación y pudriciones, de acuerdo White *et al.* (2009), daños internos o de pulpa (pudrición de pedúnculo y pardeamiento de haces vasculares) color, peso, firmeza (penetrómetro Wagner Instruments, TIP 8 mm).

Análisis estadístico

Los defectos de calidad en frutos cosechados se analizaron por medio de un gráfico de Pareto. A los resultados de madurez se aplicó un Anova de una vía con diferencia significativa mínima de Fisher al 95% de confianza. Para establecer el grado de diferencia entre los tratamientos, se realizó una prueba de rangos múltiples de Tukey. En la evaluación de los daños se elaboraron diagramas de sectores (Statgraphics Centurion XVI).

Resultados y discusión

El contenido de materia seca de los frutos cosechados fue de $29,98 \pm 2,11$, este valor está dentro del rango de aceptación de las exportadoras de aguacate Hass en Colombia (23 a 30%) y es similar al hallado por Márquez *et al.* (2014), en frutos provenientes del oriente antioqueño. De acuerdo al peso (OECD, 2004), la muestra estuvo conformada por frutos de calibres 28 (4,55%), 26 (3,03%), 24 (16,67%), 22 (24,24%), 20 (31,82%), 18 (15,15%) y 16 (4,55%), es decir pesos entre 136 y 266 g. Lo que corresponde a clasificaciones mediano, clase I, súper y extra (NMX, 2006). Los frutos estaban en la categoría 1 (verde esmeralda), y con coordenadas en el espacio CIE Lab de $L^* = 34,63 \pm 1,12$; $a^* = -9,79 \pm 1,17$; $b^* = 13,85 \pm 1,73$; $C^* = 16,96 \pm 2,06$ y $h = 125,28 \pm 1,14$; estos valores están dentro de los rangos reportados por Márquez *et al.* (2014) y Agüero (2012). El 84,21% de los daños están asociados a daños por roce, trips y golpe de sol. Según Nelson (2014), el principal problema de calidad en frutos verdes de aguacate Hass exportados a Europa entre 2001 y 2013, fue lenticelosis (daño por roce), el daño por

trips se considera como defecto estético. En este trabajo se determinó la presencia del daño pero no la magnitud del mismo por fruto, sobre el cual se clasifica el fruto por categorías de calidad y tolerancia de defecto. La NTC de aguacate (Icontec, 2003), permite 5, 10 y 15% de la superficie del fruto afectada por roce, defectos causados por trips para categorías extra, I, II, respectivamente.

Almacenamiento y maduración

La pérdida de peso fue diferente entre los lotes ($P \leq 0,05$). La maduración en cajas plásticas tuvo la menor pérdida. En contraste, la maduración en condiciones ambientales mostró la mayor pérdida (Tab. 1). La maduración en cámaras climáticas presentó un valor intermedio de pérdida de peso. Los valores están dentro de lo reportado por Agüero (2012). El tiempo a madurez de consumo se vio influenciado por las condiciones de maduración. Los frutos de las cajas plásticas tardaron 9, 13 y 16 d, mientras que en las cámaras climáticas se tardaron entre 5 (86,36%) y 6 (13,64%) d, lo cual se relaciona con lo reportado en la literatura (Arpaia *et al.*, 2015). Las condiciones ambientales en cambio promovieron una maduración heterogénea, entre de 9 a 23 d (Tab. 1), la mayoría entre 13 a 19 d (63,64%). No se observaron diferencias significativas en cuanto a la firmeza, sin embargo, la maduración en cajas de plástico y cámaras climáticas llevó a una menor dispersión (Tab. 1). El color no mostró diferencias entre los diferentes lotes, esto debido a que fue un criterio subjetivo para suspender la madurez.

En cuanto a los defectos y daños, en las figuras 1, 2 y 3, se puede observar que la maduración al ambiente promueve el arrugamiento, pudrición de pedúnculo y pardeamiento de haces vasculares, comparado con la maduración en cajas plásticas y en cámaras climáticas. Las cámaras climáticas redujeron el arrugamiento de la cáscara y la pudrición de pedúnculo, mientras la maduración en cajas plásticas presentó menor pardeamiento de haces vasculares. Los resultados aquí reportados están dentro de los rangos publicados en madurez controlada (Arpaia *et al.*, 2015).

Conclusiones

El contenido de materia seca y calibres de los frutos está dentro de los rangos de comercialización. Las coordenadas de color fueron similares a los reportados para aguacate producido en otras localidades. En cuanto a daños externos, los daños por roce, trips y golpe de sol fueron los más relevantes. Las condiciones de maduración de consumo de los frutos ejercen un efecto sobre la pérdida de peso, duración de la maduración, defectos internos y externos del fruto, siendo la maduración a condiciones ambientales la que

TABLA 1. Efecto de diferentes condiciones de madurez sobre parámetros de calidad de frutos de aguacate (\pm desviación estándar).

| Lote | | Promedio | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|------|---------------------|--|
| Pérdida de peso (%) | | | | | | | | | | |
| L1 | | 2,02 \pm 0,46 a | | | | | | | | |
| L2 | | 10,70 \pm 3,90 b | | | | | | | | |
| L3 | | 4,70 \pm 2,06 c | | | | | | | | |
| Maduración de frutos (%) | | | | | | | | | | |
| Días a madurez de consumo | | | | | | | | | | |
| | 5 | 6 | 9 | 13 | 16 | 19 | 20 | 22 | 23 | |
| L1 | * | * | 22,73 | 54,55 | 22,73 | * | * | * | * | |
| L2 | * | * | 9,09 | 18,18 | 22,73 | 22,73 | 9,09 | 9,09 | 4,55 | |
| L3 | 86,36 | 13,64 | * | * | * | * | * | * | * | |
| Firmeza (Kgf/cm²) | | | | | | | | | | |
| L1 | 2,54 \pm 0,53 a | | | | | | | | | |
| L2 | 3,04 \pm 1,79 a | | | | | | | | | |
| L3 | 2,87 \pm 0,41 a | | | | | | | | | |
| Color | | | | | | | | | | |
| | L* | | a* | | b* | | C* | | h | |
| L1 | 27,54 \pm 1,93 a | | 1,96 \pm 2,52 a | | 3,56 \pm 3,34 a | | 4,95 \pm 2,95 a | | 47,33 \pm 28,95 a | |
| L2 | 27,44 \pm 1,29 a | | 2,15 \pm 0,82 a | | 3,64 \pm 1,38 a | | 4,40 \pm 0,94 a | | 56,59 \pm 18,22 a | |
| L3 | 27,67 \pm 1,04 a | | 3,12 \pm 1,05 a | | 3,84 \pm 1,23 a | | 5,12 \pm 0,84 a | | 49,60 \pm 14,74 a | |

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

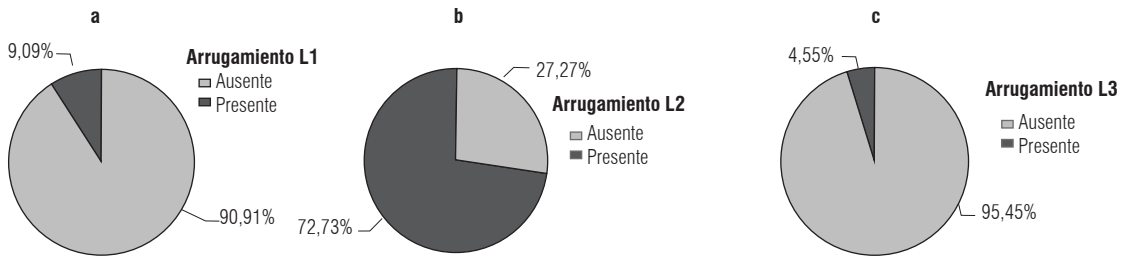


FIGURA 1. Diagrama de sectores para presencia de arrugamiento en aguacate cv. Hass para tratamientos de maduración, a: L1, b: L2 y c: L3.

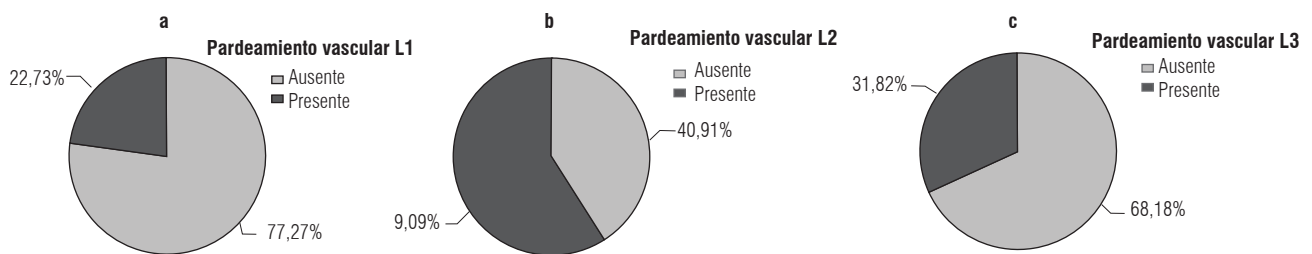


FIGURA 2. Diagrama de sectores para presencia de pudrición de pedúnculo en aguacate cv. Hass para tratamientos de maduración. a: L1, b: L2 y c: L3.

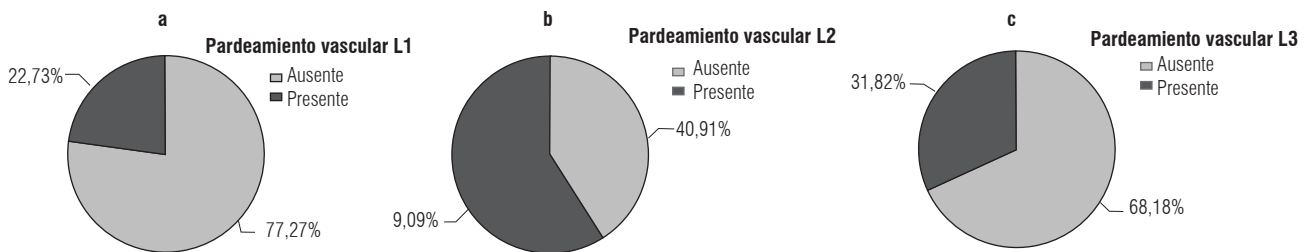


FIGURA 3. Diagrama de sectores para presencia de pardeamiento vascular en aguacate cv. Hass para tratamientos de maduración. a: L1, b: L2 y c: L3.

más promueve deshidratación y defectos. Los resultados permiten concluir que en cajas plásticas es posible hacer una maduración más homogénea de frutos y disminuir la presencia de defectos internos, lo cual puede ser de interés para el mercado nacional, debido a que las condiciones de distribución y madurez se realizan en condiciones ambiente.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Sistema General de Regalías y Secretaría de Agricultura de Antioquia por el financiamiento (Convenio Especial de Cooperación para la Investigación No. 4600001078).

Literatura citada

AOAC. 2016. Official methods of analysis. 20th ed. Association of Analytical Communities, AOAC International, Gaithersburg, MD.

Agüero, R.P. 2012. Crecimiento y maduración del fruto en aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, Almería, España.

Arpaia, M.L., S. Collin, J. Sievert y D. Obenland. 2015. Influence of cold storage prior to and after ripening on quality factors

and sensory attributes of “Hass” avocados. *Postharvest Biol. Technol.* 110, 149-157. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2015.07.016

Hernandez, A.E. 2015. Perspectivas del aguacate Hass en Colombia. pp. 477-480. En: *Memorias VIII Congreso Mundial de La Palta*, Lima.

Márquez, C.J., D. Yepes y 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.

Nelson, R. 2014. Making the grade-are we still exporting good quality avocados? *South African Avocado Growers’ Association Yearbook*. Tzaneen, South Africa.

NMX - Norma Mexicana de Calidad. 2006. Productos alimenticios no industrializados para uso humano - fruta fresca - Aguacate (*Persea americana* Mill.). Especificaciones. Dirección General de Normas, México.

Icontec. 2003. Norma Técnica Colombiana. Aguacate. Variedades mejoradas. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá.

OECD. 2004. International standardisation of fruit and vegetables (Avocado). Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.

White, A., A. Woolf, P. Hofman y M.L. Arpia. 2009. The international avocado quality manual. Plant and Food Research, Auckland, Nueva Zelanda.