

# CAMBIOS FISICOQUÍMICOS POSCOSECHA EN FRUTOS DE AGUACATE "HASS" (*Persea americana* Mill) CULTIVADOS A DIFERENTE ALTITUD

## POST-HARVEST PHYSICAL CHEMICAL CHANGES IN "HASS" AVOCADO (*Persea americana* Mill) CULTIVATED AT DIFFERENT ALTITUDE

Moreno-Velázquez, D.<sup>1\*</sup>; Ruíz-Parra, V.<sup>1</sup>; Ibáñez-Martínez, A.<sup>1</sup>; Torres-Fernández, C.D.<sup>1</sup>; Tobar-Reyes, J.R.<sup>1</sup>; Enríquez-García, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agro hidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, C.P.73800, Teziutlán, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: demove91@hotmail.com

### RESUMEN

La comercialización de aguacate (*Persea americana* Mill.) con fines de exportación, exige calidad; y en el manejo poscosecha, la madurez al momento de recolectar el fruto es determinante para el proceso de maduración final. En Teziutlán, Puebla, México, se produce aguacate "Hass" para exportación, sin embargo, debido a la variabilidad de altitud, se desconoce la calidad del fruto que se obtiene. Se evaluaron cambios fisicoquímicos poscosecha de frutos de aguacate "Hass" cultivados a diferente altitud en Teziutlán, procedentes de tres huertas comerciales con altitudes de 1957 m, 1447 m. y 1800 m respectivamente. La cosecha de frutos se realizó al momento de cambiar la tonalidad de la cáscara de verde claro a verde oscuro. Se seleccionaron 106 frutos de cada huerta y almacenaron a 20 °C ±2 por tres semanas. Se determinó el calibre de los frutos al momento de la cosecha y evaluó el porcentaje de materia seca, pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales y color de cáscara, al tiempo 0, 4, 8, 12, 15, 18 y 20 días de almacenamiento. Los resultados se analizaron como un diseño completamente al azar, con tres tratamientos, diez repeticiones para pérdida de peso y cuatro para el resto de las variables; se consideró un fruto como unidad experimental. Se realizó una comparación múltiple de medias por Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para los tratamientos que resultaron significativos. El contenido de materia seca y sólidos solubles totales fue mayor en los frutos cultivados a 1957 m.

**Palabras clave:** materia seca, calibre, pérdida de peso.

### ABSTRACT

Avocado (*Persea americana*) commercialization with export purposes demands quality; and in the post-harvest management, maturity at the time of collecting the fruit is defining for the final maturation process. In Teziutlán, Puebla, México, "Hass" avocado is produced for export; however, due to the variability in altitude, the quality of the fruit obtained is unknown. Post-harvest physical chemical changes of "Hass" avocado fruits grown at different altitudes in Teziutlán were evaluated, from three commercial plantations with altitudes of 1957 m, 1447 m and 1800 m, respectively. The fruit harvest was carried out at the moment when the skin changed from light green to dark green color. 106 fruits were collected from each plantation and stored at 20 °C ±2 for three weeks. The caliber of the fruits was determined at the moment of the harvest, and the percentage of dry matter, weight loss, firmness, total soluble solids, and skin color were determined at the times of 0, 4, 8, 12, 15, 18 and 20 days of storage. The results were analyzed as a completely random design, with three treatments, ten repetitions for weight loss and four for the rest of the variables; one fruit was considered as experimental unit. A multiple means comparison was carried out with Tukey ( $P \leq 0.05$ ), for the treatments that were significant. The content of dry matter and total soluble solids was higher in the fruits cultivated at 1957 m.

**Keywords:** dry matter, caliber, weight loss.

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 8, agosto, 2017, pp. 24-28.

**Recibido:** noviembre, 2015. **Aceptado:** abril, 2017.

## INTRODUCCIÓN

El aguacate es originario de las áreas montañosas del centro y este de México, así como, de las partes altas de Guatemala (Williams, 1977), de donde se ha distribuido al resto del mundo (Barrientos y López, 2002). En la actualidad se reconocen tres razas, la Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), la Guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) y la Antillana (*P. americana* var. *americana*). La mayoría de los cultivares comerciales de aguacate son híbridos interraciales (Bernal y Díaz, 2005). El cultivar "Fuerte" es el más difundido en el mundo por la excelente calidad del fruto; en México es el segundo en importancia después del "Hass", por presentar éste mayor resistencia al ataque de plagas (Rodríguez, 1992). La FAO en el año 2012, registró como principales países productores de aguacate a México, Chile, República Dominicana, Indonesia y Colombia. En ese mismo año, México exportó a Estados Unidos de América (EUA), Japón y Canadá. La producción en México procede principalmente de Michoacán, Jalisco, Morelos, Nayarit, México, Guerrero, Veracruz y Puebla (SIAP, 2012). El fruto se consume principalmente en fresco, y actualmente, revisa gran importancia socioeconómica (Macías, 2011). La comercialización de los frutos, con fines de exportación, exige calidad, y en el manejo poscosecha, la etapa de madurez al momento de recolectar el fruto, es determinante en el proceso de maduración, lo que repercute en las condiciones de almacenamiento, vida de anaquel y comercialización. Las propiedades químicas del fruto, más que las físicas, son afectadas por las diferencias en el ambiente dado por diversas microrregiones (Izhaki *et al.*, 2002). En el municipio de Teziutlán, Puebla, donde predomina el aguacate criollo, actualmente se está introduciendo planta de aguacate "Hass" proveniente principalmente del estado de Michoacán, con la finalidad de producir fruto para exportación; sin embargo, debido a la variabilidad de altitud, se desconoce la calidad del fruto que se obtiene. Por lo anterior, se evaluaron cambios fisicoquímicos poscosecha de frutos de aguacate "Hass" cultivados a diferente altitud en Teziutlán, Puebla, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de usos múltiples de la Facultad de Ingeniería Agrohídrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla. Frutos de aguacate "Hass" fueron cosechados de tres huertas comerciales a diferente altitud, a 1957 m, 1447 m y a 1800 m. La cosecha

de frutos se realizó conforme al criterio del productor, al momento de cambiar la tonalidad de la cáscara de verde claro a verde oscuro. Se seleccionaron 106 frutos de cada una de las huertas y se almacenaron a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  por 20 días. Se determinó el calibre de los frutos al momento de la cosecha y evaluó el porcentaje de materia seca, pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales y color de cáscara, a los tiempos de 0, 4, 8, 12, 15, 18 y 20 días de almacenamiento. El calibre y porcentaje de materia seca se evaluó de acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2006. La pérdida de peso de acuerdo a la fórmula descrita por López y Cajuste (2004), reportando los resultados en g. La firmeza se determinó mediante la compresión de la pulpa en dos puntos equidistantes, con el equipo medidor de textura brookfield, utilizando un puntal plano de 2 mm de diámetro y una compresión de 5 mm de profundidad a una velocidad de  $0.5\text{ mm s}^{-1}$ , los resultados se reportaron como  $g_f$ . Los sólidos solubles totales se midieron utilizando la metodología propuesta por la Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1998), los resultados se expresaron en °Bx. El color de cáscara se midió con el colorímetro KONICA MINOLTA y se reportó en ángulo Hue ( $h^{\circ}$ ), L y C, propuesto por McGuire (1992) y Cox *et al.* (2004). Los resultados se analizaron bajo un diseño completamente al azar, con tres tratamientos, diez repeticiones para pérdida de peso y cuatro repeticiones para el resto de las variables; se consideró un fruto como unidad experimental. Se realizó una comparación múltiple de medias por Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para aquellos tratamientos que resultaron significativos.

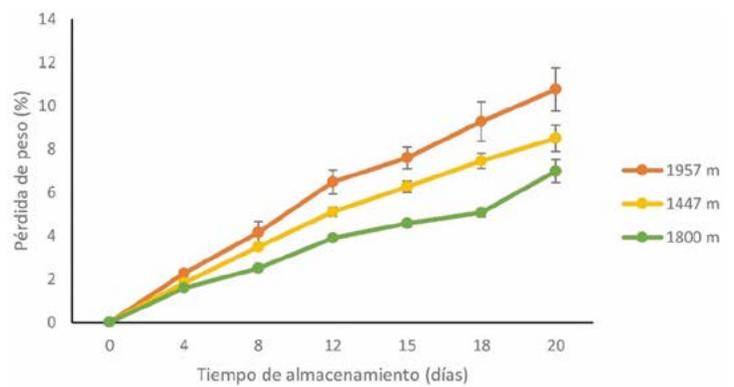
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El calibre de los frutos de aguacate Hass cultivados 1800 m, fue el mayor (254.67 g) y a 1447 m el menor (192.87 g). De acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2006, los frutos cultivados a 1957 y 1800 m, se clasifican de calibre extra 213.22 y 254.67 respectivamente) y los frutos cultivados a 1447 m, como clase 1. Si se consideran, las especificaciones con fines de exportación, de la marca oficial México Calidad Suprema en Aguacate (PC-001-2004), los frutos se encontraron en los calibres para ser exportados a Estados Unidos, Japón, Canadá y Centro América, y Europa. Al momento de la cosecha (Figura 1), los frutos de las tres altitudes no registraron el porcentaje mínimo de materia seca (21%), señalado por la norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2006, como indicativo de inicio de madurez fisiológica; no obstante, los frutos cultivados a 1957 y a 1447 m, del cuarto al

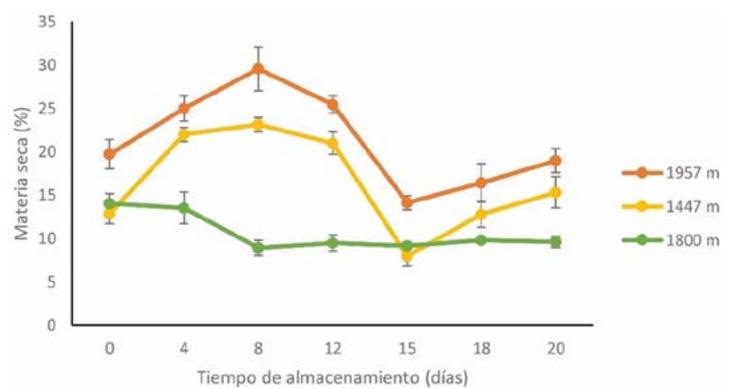
doceavo día de almacenamiento alcanzaron contenidos de materia seca de 25% y 23% respectivamente, lo cual indica que la madurez fisiológica y de consumo ocurrió durante el periodo de almacenamiento. Rocha-Arroyo *et al.* (2011) mencionan que la variabilidad climática origina que la fruta alcance su madurez fisiológica en periodos de tiempo diferentes dependiendo de las condiciones particulares de clima que prevalezcan en cada uno de los huertos. Kruger *et al.* (1999) mencionan que las condiciones climáticas y geográficas pueden influir en las características de calidad de las frutas, registrando variaciones por la temperatura y pluviometría en la acumulación de aceite.

La pérdida de peso acumulada a los 20 días de almacenamiento (Figura 2) fue mayor en los frutos cultivados a 1957 m (10.74%) y menor a una altitud de 1800 m (6.97%). Herrera-González *et al.* (2013) mencionan que los frutos de aguacate "Hass" que más peso pierden son aquellos que contienen menor porcentaje de materia seca. Lo anterior no sucedió, debido probablemente a las diferencias de altitud y clima predominante en cada una de las huertas. Osuna *et al.* (2005) reportan en frutos de aguacate 'Hass' con 21.8% de materia seca al momento del corte, pérdidas de peso de 16% después de 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Lo anterior indica que la transpiración de los frutos de aguacate 'Hass' fue diferente.

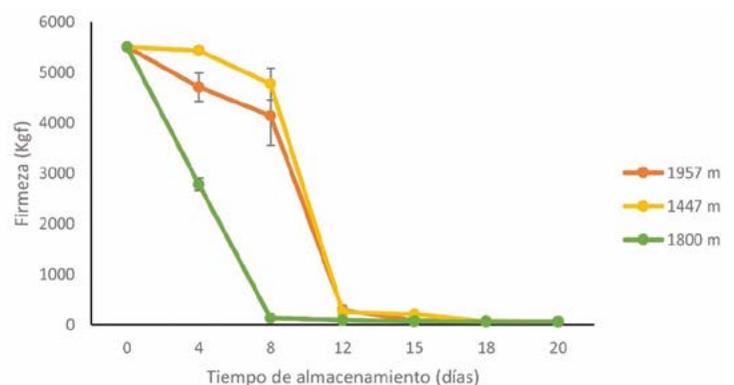
La firmeza de los frutos para las tres altitudes registraron valores superiores a 5500 gf (Figura 3), conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento, la firmeza fue en descenso y al finalizar los 20 días, los frutos cultivados a 1957 m mostraron 67.4 gf, superior a los frutos cultivados a 1447 y 1899 m. Fuchs *et al.* (1995), comprobaron que para frutos almacenados a temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$  y 60% H.R. durante 10 días y con mediciones diarias hasta madurez de consumo, la firmeza cambió de 4000 a 1500 gf. Osuna *et al.* (2005) señalan que los frutos de aguacate 'Hass' a los nueve días de almacenamiento se alcanza la madurez de consumo con firmeza de 10 N (1020.40 gf), y aproximadamente 8% de pérdida de peso. Ochoa-Ascencio *et al.* (2009) mencionan que el ablandamiento es el rasgo más característico del proceso de maduración de un fruto de aguacate 'Hass' y se considera como un criterio de referencia para evaluar



**Figura 1.** Porcentaje de materia seca en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a  $20^\circ\text{C}$  por 20 días.

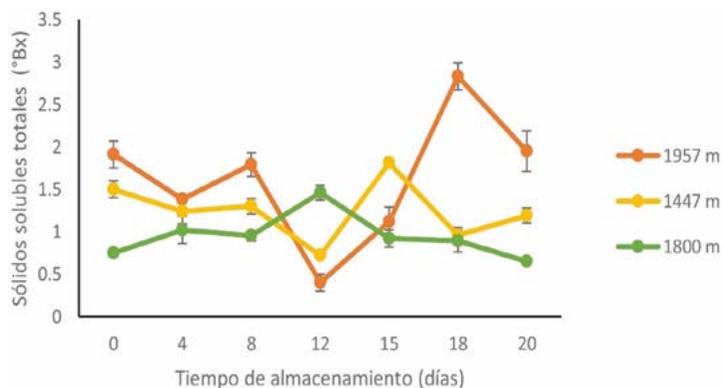


**Figura 2.** Porcentaje de pérdida de peso en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a  $20^\circ\text{C}$  por 20 días.

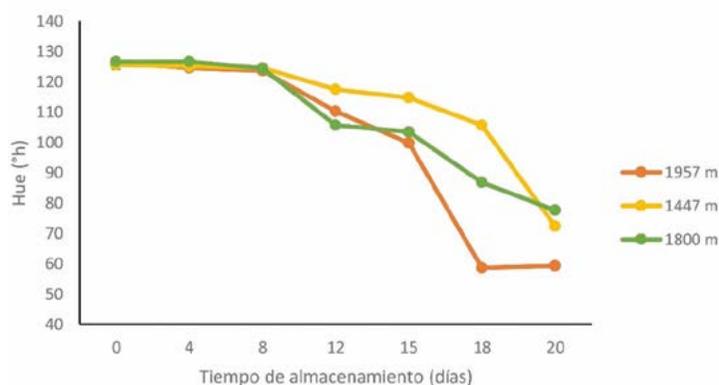


**Figura 3.** Firmeza en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a  $20^\circ\text{C}$  por 20 días.

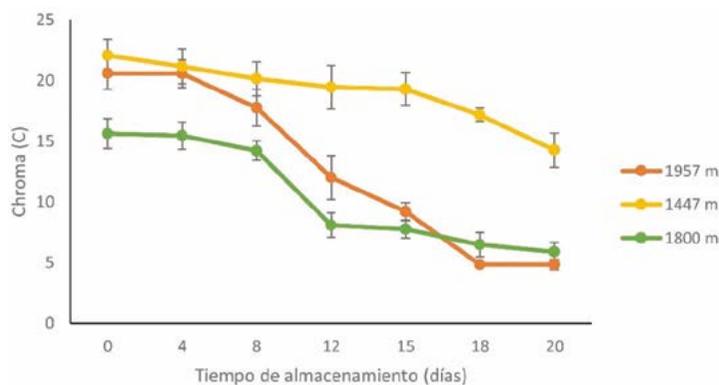
la vida postcosecha potencial. De acuerdo a lo anterior, los frutos cultivados a 1957 y 1447 m alcanzaron firmeza entre 1000 y 1500 gf a los 11 días de almacenamiento, y los frutos a 1800 m después de los seis días. Los sólidos solubles totales, expresados como grados Brix ( $^\circ\text{Bx}$ ) fueron mayores en los frutos cultivados a 1957 m ( $1.62^\circ\text{Bx}$ ) y menores en los cultivados a 1800 m ( $0.95^\circ\text{Bx}$ ). Durante el periodo de almacenamiento (Figura 4), los  $^\circ\text{Bx}$



**Figura 4.** Sólidos solubles totales (°Bx) en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a 20 °C por 20 días.



**Figura 5.** Color de cáscara expresado en ángulo Hue (°h) en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a 20 °C por 20 días.



**Figura 6.** Color de cáscara expresado en L en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a 20 °C por 20 días.

de los frutos cultivados a los 1957 y 1447 m registraron descenso a los 12 días e inmediatamente un incremento hasta alcanzar el máximo valor a los 18 días y 15 días, respectivamente; en los frutos cultivados a 1800 m, el valor mínimo ocurrió a los ocho días y el máximo a los 12 días. Buelvas et al. (2012), en frutos de aguacate "Hass"

registraron aumento progresivo de los grados Brix en el proceso de maduración, debido a menor cantidad de agua por efecto de la transpiración y mayor concentración de azúcares producto de una mayor velocidad de respiración, originado por su carácter climatérico.

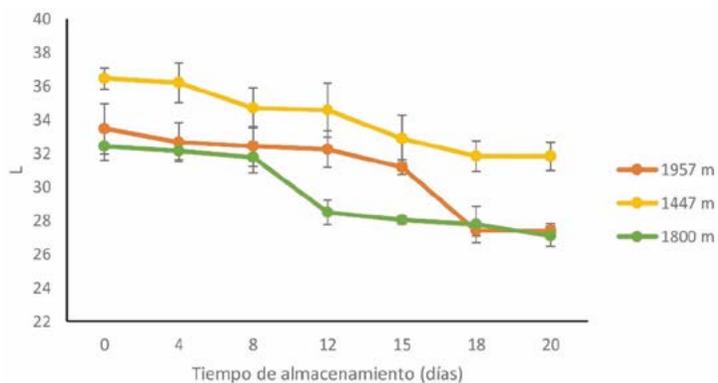
El color de cáscara expresado en valores de Hue (°h), L y Chroma (C) fue mayor ( $P \leq 0.05$ ) en los frutos cultivados a 1447 m (112.20, 34.06 y 19.05, respectivamente), lo que indica que éstos frutos fueron más verdes y brillosos. Conforme transcurrió el periodo de almacenamiento, el ángulo Hue (Figura 5), L (Figura 6) y Chroma (Figura 7) disminuyó en los frutos cultivados en las tres altitudes, y a los 20 días de almacenamiento fue menor en los frutos cultivados a 1957 y 1800 m. Lo anterior indica que los frutos presentaron coloración más oscura y con menor brillo. Woolf et al. (2004) señalan que el desarrollo de color púrpura oscuro de la cáscara es un indicador de que el aguacate 'Hass' ha alcanzado la madurez de consumo (Figura 8).

## CONCLUSIONES

La madurez fisiológica y cambios postcosecha de los frutos de aguacate Hass se ve afectada por el cambio de altitud. Los frutos procedentes de áreas a 1957 m de altura, presentan mayor contenido de materia seca y contenido de sólidos solubles totales durante los 20 días de almacenamiento.

## LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1998. Official methods of analysis. 16 th (Ed.). William, S. (Ed). Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA. CD-Room.
- Barrientos P.A.F., López L.L. 2002. Historia y genética del aguacate. Memoria 2002 de la Fundación Salvador Sánchez Colín. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, México. pp: 100-121
- Bernal J.A., Díaz C.A. 2005. Manual Técnico No. 5. Tecnología para el cultivo del aguacate. Colombia. Ed. Produmedios. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Centro de Investigación La Selva, Rio Negro, Antioquia. 241 p.
- Buelvas S.G.A., Patiño G.J.H., Cano-Salazar J.A. 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.
- Cox A.K., McGhie K.T., White A., Woolf B.A. 2004. Skin color and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. Postharvest Biology and Technology 31:287-294.



**Figura 7.** Color de cáscara expresado en C en frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a 20 °C por 20 días.



**Figura 8.** Color inicial y final de frutos de aguacate "Hass" (*Persea americana* Mill.) cultivados a diferente altitud y almacenados a 20 °C por 20 días.

Fuchs Y., Zauberman G., Lederman E.I. 1995. Effect of postharvest treatments and storage conditions on avocado fruit ripening and quality. Israel. Proceedings World Congress III. 323-330 pp.

Herrera-González J.A., Salazar-García S., Gutiérrez-Martínez P., González-Durán I.J.L. 2013. El comportamiento poscosecha de frutos de aguacate 'Hass' influenciado por el portainjerto. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(1):19-32.

Izhaki I., Tshagar E., Paluy O., Friedman J. 2002. Within population variation and interrelationship between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. New Phytol. 156(2): 217-223.

Kruger F.J., Claassens N.J.F., Kritzinger M.Y., Claassens V.E. 1999. A short review of recent research of the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. Revista Chapingo. Serie Horticultura 58(5): 339-345.

López L. L. y Cajuste B. J. F. 2004. Comportamiento poscosecha de fruto de aguacate cv. Hass con base en la altitud de producción y tipo de floración. Revista Chapingo Serie Horticultura 5:365-371.

Macías M.A. 2011. México en el mercado internacional de aguacate. Revista de Ciencias Sociales 17(3): 517-532.

McGuire G. R. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27(12):1254-1255.

México Calidad Suprema en Aguacate (PC-001-2004)

NMX-FF-016-SCFI-2006. Productos alimenticios no industrializados para uso humano-Fruta fresca- Aguacate (*Persea americana* Mill.)-Especificaciones.

Ochoa-Ascencio S., Hertog M.M.L.A.T., Nicolaï M.B. 2009. Modelling the transient effect of 1-MCP on 'Hass' avocado softening: a Mexican comparative study. Postharvest Biology and Technology 51:62-72.

Osuna G.J.A., Beltrán J.A. y Vázquez V.V. 2005. Efecto del 1-Metilciclopropeno sobre el comportamiento poscosecha del aguacate 'Hass'. Rev. Fitotec. Mex. 28(1):1-8.

Rocha-Arroyo J.L., Salazar-García S., Bárcenas-Ortega A.E., González-Durán I.J.L., Cossio-Vargas L.E. 2011. Fenología del aguacate 'Hass' en Michoacán. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(3):303-316.

Rodríguez S.F. 1992. El Aguacate. SAGAR-INIFAP.1996. Programa Nacional de Investigación de Aguacate. Grupo Interdisciplinario de aguacate (GIA). En el Campo Experimental de Uruapan, Michoacán, México. Documento interno. A.G.T. Editor S.A. México, D.F. 167 p.

SIAP. 2012. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. Consultado el 20 de octubre 2014.

Williams L.O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea* subg. *Persea*. Econ. Bot. 31:315-320

Woolf A., White A., Arpaia M.L., Gross K. 2004. Avocado sp. In: USDA. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. Agriculture Handbook Number 66. Disponible en línea: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/034avocado.pdf>