

La fuente fertilizante condiciona el rendimiento y calidad del fruto de aguacate 'Hass'

René García-Martínez^{1,§}

José Isabel Cortés-Flores²

Alfredo López-Jiménez²

Jorge D. Etchevers-Barra³

José Alfredo Carrillo-Salazar⁴

1 División de Ingeniería Forestal-Tecnológico Nacional de México-TES Valle de Bravo. Carretera Federal Valle de Bravo km 30, Ejido San Antonio Laguna, Valle de Bravo, Estado de México. CP. 51200.

2 PREGEP-Fructicultura-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9520200, ext. 1112. (jicortes@colpos.mx; lopezja@colpos.mx).

3 Edafología-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9520200, ext. 1255. (jetchev@colpos.mx).

4 PREGEP-Fisiología Vegetal-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 595 9520200, ext. 1526. (asalazar@colpos.mx). Mexico asalazar@colpos.mx

Autor para correspondencia: rgm1117@gmail.com.

Resumen

La nutrición óptima de árboles frutales es fundamental para obtener altos rendimientos de fruto de calidad para el mercado de fruta fresca. Los productores aplican distintos tipos de fertilizantes en el manejo de aguacate 'Hass' lo que genera diferencias en la producción. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta del rendimiento y calidad del fruto de aguacate 'Hass' a la fuente de fertilización. Se estableció un experimento en un huerto de aguacate 'Hass' de ocho años en Villa de Allende, Estado de México. En 2018 y 2019 se estudiaron cuatro fuentes de fertilizante aplicados al suelo: testigo, orgánico, mineral y combinado. Se midió el rendimiento (kg árbol⁻¹), número, peso individual y tamaño de frutos. Para evaluar el comportamiento postcosecha, los frutos se almacenaron durante nueve días a 22 °C y 90% de HR. En este periodo se midió el contenido de materia seca, pérdida acumulada de peso, firmeza y color. Con el fertilizante orgánico se obtuvo mayor rendimiento (kg árbol⁻¹) y número de frutos. El contenido de materia seca (23.3%) y pérdida de peso (9%) no difirió entre tratamientos. En madurez de consumo la firmeza de los frutos de la fuente mineral fue superior al testigo. El ángulo de matiz del exocarpio en los frutos de la fuente combinada fue similar al testigo. En general los frutos de la fuente mineral y orgánica desarrollaron mejor color externo. En conclusión, la aplicación del fertilizante orgánico mejoró el rendimiento de fruto, mientras que con la fuente mineral los frutos fueron superiores en calidad y comportamiento postcosecha.

Palabras clave:

Persea americana Mill., calidad de fruto, manejo poscosecha, nutrición de frutales.

Introducción

La nutrición óptima de árboles frutales es fundamental para obtener altos rendimientos de fruto de calidad para el mercado de fruta fresca y depende de varios factores, entre ellos, la fuente de fertilizante. Salazar-García *et al.* (2009), encontraron que el rendimiento de fruto promedio durante tres años en árboles de aguacate 'Hass' nutridos con fertilización mineral en dosis cercanas a la óptima o por arriba de ésta, se incrementó en al menos 20% con respecto al plan de fertilización del productor.

En chabacano, la fertilización mineral al suelo con la fórmula 40-20-20 mejoró la floración y el amarre de fruto (Armas-Reyes *et al.*, 2000) y el N en forma de $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ incrementó los °Brix, contenidos de glucosa, fructuosa y sacarosa y los valores de CIE-a* y CIE-b* en el color del fruto en comparación con el N en forma de urea (Khasawneh *et al.*, 2021).

En mango 'Kent', la aplicación de fuentes minerales incrementó el rendimiento y tamaño del fruto (Salazar-García *et al.*, 2014), pero las dosis crecientes de N incrementaron la tonalidad verde de la cáscara del fruto, lo cual demeritó su calidad (García-Martínez *et al.*, 2015). Por otro lado, desde hace varias décadas se están usando abonos orgánicos como fuentes alternativas para nutrir los árboles frutales.

En huertos de aguacate 'Hass' se ha encontrado que: a) los árboles fertilizados con estiércol no logran el desarrollo óptimo de brotes reproductivos y frutos; sin embargo, la respuesta se mejora cuando se combina con fertilizantes minerales aplicados al suelo o al follaje (Villalva-Morales *et al.* 2015) y b) la aplicación de abonos orgánicos mejora la fertilidad del suelo y el estatus nutrimental del árbol, lo cual se traduce en mayores tasas de floración y crecimiento del fruto y que el rendimiento de fruto de alta calidad sea superior al de los árboles nutridos con fertilizantes minerales (Tapia-Vargas *et al.*, 2014, García-Martínez *et al.*, 2021).

Sin embargo, se ha reportado que las dosis altas de estiércol o gallinaza disminuyen el color amarillo en manzana 'Golden' (Amiri y Fallahi, 2009). Otro efecto relevante de los abonos orgánicos es sobre la salud del suelo. Su aplicación constante incrementa el contenido de carbono orgánico y nitrógeno total en el suelo en comparación con las fuentes minerales (Dong *et al.*, 2012), lo cual explica el efecto benéfico en la nutrición de frutales. El objetivo del trabajo fue estudiar la respuesta del rendimiento y calidad del fruto de aguacate 'Hass' a la fuente de fertilización en un andosol de Villa de Allende, Estado de México, región productora de aguacate en expansión.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se desarrolló en un huerto de aguacate 'Hass' localizado en San Jerónimo Totoltepec, Villa de Allende, Estado de México, 19° 19' 43" latitud norte y 100° 12' 33" longitud oeste, a una elevación de 2 300 msnm, precipitación anual es de 1 129 mm y la temperatura media anual de 16 °C (SMN, 2010). La densidad de plantación es de 192 árboles ha^{-1} . El suelo es de tipo Andosol con pendiente menor a 5%. Al inicio del estudio los árboles tenían ocho años.

Fuentes de fertilizante

Se estudiaron tres fuentes de fertilizante: 1) mineral; 2) orgánica y 3) combinada (mineral más orgánico). La fuente de fertilizante mineral consistió en la aplicación de la mezcla compuesta de urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), superfosfato de calcio triple ($(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$), cloruro de potasio (KCl), sulfato de magnesio ($(\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$), sulfato de zinc (SO_4Zn), borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) y ultrasol micro mix[®].

La dosis se determinó de acuerdo con la demanda de nutrientes por los árboles considerando rendimiento meta de 20 Mg de fruto ha^{-1} , el diagnóstico de la fertilidad del suelo, el estatus nutrimental del árbol y la eficiencia en el uso del fertilizante (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 2003).

Para la fertilización orgánica se utilizó compost de ganado bovino y ovino a razón de 3:1 (con base en peso) y la fuente combinada consistió mezcla de ambas fuentes mineral (0.6 kg) y orgánica (19 kg). Adicionalmente se tuvo un tratamiento testigo (práctica del productor), el cual consistió en aplicar 500 g de urea árbol⁻¹. La cantidad suministrada de cada nutriente con cada fuente de fertilizante se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad (g) de cada nutriente aplicada a cada árbol de acuerdo con la fuente de fertilizante.				
Nutriente	Mineral	Orgánico	Combinada	Testigo
N	535	484	654	230
P	131	168	131	na
K	605	605	605	na
Ca	103	1 027	550	na
Mg	29	340	170	na
S	189	507	196	na
Fe	6.3	715	276	na
Cu	0.256	1	1	na
Zn	420	5	420	na
Mn	3.1	14	7	na
B	16	na	8	na

na= no se aplicó.

Diseño experimental

La instalación del experimento fue en un diseño en bloques al azar generalizado, conformando dos bloques, cada uno con 16 árboles de vigor y estatus nutrimental similares. Cada bloque consistió en cuatro repeticiones por tratamiento utilizando un árbol con unidad experimental.

La cantidad de fertilizante de cada fuente fue dividido en tres partes iguales. El primer tercio fue aplicado en septiembre de 2018 y los dos restantes en enero y mayo de 2019. Estas fechas correspondieron con los estados fenológicos de brotación de yemas vegetativas), inicio de la floración y crecimiento del fruto.

El fertilizante fue aplicado al suelo en una banda circular de 50 cm de ancho y una profundidad de 15 cm, localizada a la mitad de la distancia entre el tronco del árbol y el límite de proyección de la copa del árbol.

Manejo y seguimiento del experimento

El manejo del huerto durante el desarrollo del experimento incluyó: control mecánico de malezas con desbrozadora y rastra de tractor, no se regó porque la temporada de lluvias se inició en junio y terminó en octubre. Los árboles recibieron control químico de enfermedades fúngicas y no se realizó poda.

Variables de respuesta

Rendimiento, tamaño y forma de fruto

Los frutos fueron cosechados en noviembre de 2019, cuantificando el número y el peso total por árbol con una balanza digital Santul[®]. De cada árbol fue obtenida una muestra aleatoria de 20 frutos, registrando individualmente el peso con una balanza digital Santul[®], y el diámetro y longitud (cm) con un vernier Pretul[®]. El índice de forma del fruto fue calculado mediante la relación diámetro/ longitud (Herrera-González *et al.*, 2017).

Comportamiento poscosecha

Para esta etapa fueron seleccionados 10 frutos por árbol con un peso entre 100 y 130 g (40 frutos por tratamiento dentro de cada bloque); colocados en cajas de plástico y transportados al laboratorio. Allí fueron limpiados y clasificados por tamaño.

Para homogeneizar la maduración, los frutos fueron sumergidos en una solución de 500 mg L⁻¹ (pH 5.9) de ácido 2-cloroetil fosfónico (etefón) durante cinco min. Posteriormente fueron almacenados en una cámara de maduración a una temperatura de 22 °C y 90% de humedad relativa (HR) durante nueve días. Para la medición de variables de respuesta durante el periodo de maduración fueron utilizados tres frutos por tratamiento.

Materia seca (MS)

De cada fruto fue tomada una muestra de 100 g de mesocarpio y colocada en una charola de aluminio para secarla (70 °C por 48 h) en una estufa de convección forzada (AOAC, 1990). El porcentaje de materia seca fue calculado con la fórmula reportada por Osuna-García *et al.* (2017).

Pérdida de peso (PP)

El peso diario de los frutos fue registrado durante nueve días, calculando la pérdida de peso como porcentaje con respecto a la medida inicial (García-Martínez *et al.*, 2015).

Firmeza

La firmeza fue medida con un texturómetro digital marca Wagner® modelo FDV-30, con capacidad máxima de 30 lb y graduación de 0.01 lb, provisto de un puntal cónico de 7 mm de diámetro en la base por 7 mm de altura. Fueron tomadas cinco mediciones, una cada tercer día, y los datos fueron reportados en Newtons (N).

Color

Fue medido el color del exocarpio y mesocarpio utilizando un colorímetro de reflexión 3Nh® (China) que utiliza el espacio de color CIE L*a*b*. Fueron calculados el ángulo de matiz y croma de acuerdo con las fórmulas de McGuire (1992).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados aplicando prueba de normalidad, homogeneidad de varianzas, Anova y prueba de Tukey ($p < 0.05$) para comparación de medias. El análisis fue ejecutado con el software estadístico R (R Core Team, 2024).

Resultados y discusión

Rendimiento, tamaño y forma de fruto

Los datos de rendimiento y características físicas de los frutos se presentan en el Cuadro 2. El tratamiento orgánico destacó en rendimiento, tamaño y forma de fruto. El peso del fruto fue inferior a lo reportado en otros estudios. Villalva-Morales *et al.* (2015) obtuvieron frutos de 150 g en árboles de cinco años sin aplicación de fertilizante, y de casi el doble (260 g) en árboles fertilizados con 200-100-200 kg ha⁻¹ de N, P, K + fertilización foliar con 30-10-15 kg ha⁻¹ de Ca-Mg y B, respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento y característica de frutos de aguacate 'Hass' por efecto de la fuente de fertilización.

Fuente de fertilización	Núm. de frutos	Peso del fruto (g)	Rendimiento (kg árbol ⁻¹)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
Testigo	57 c	136.8 a	7.2 c	8 a	5.6 a
Orgánico	217 a	139.3 a	30.7 a	8 a	5.6 a
Mineral	101 b	139.5 a	13.9 b	7.8 ab	5.7 a
Combinada	92 b	117.2 b	10.9 bc	7.6 b	5.2 b
CV	15	7.1	22.4	11.6	11.8

Medias con la misma literal dentro de las columnas son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

La fertilización orgánica generó 4.2 veces más rendimiento comparado con el testigo, 2.8 más que la combinada y 2.2 más que con la mineral. El mayor rendimiento de la fuente orgánica fue atribuido al aporte de materia orgánica al suelo. Ese efecto fue reportado en huertos de manzana 'Golden Delicious' donde la aplicación de estiércol vacuno (30 Mg ha⁻¹) y gallinaza (15 Mg ha⁻¹) mejoró el peso de fruto y rendimiento por hectárea, esto se asoció a la mayor disponibilidad de nutrientes, mejor actividad biológica de microorganismos del suelo y mayor retención de humedad (Amiri y Fallahi, 2009).

Además del aporte de nutrientes, la materia orgánica incrementa la porosidad del suelo, capacidad de retención de humedad y aireación (Osman, 2013). Por otra parte, al descomponerse la materia orgánica libera nutrientes de manera lenta y gradual, lo que asegura su disponibilidad para los árboles (Navarro y Navarro, 2003). Por el contrario, los fertilizantes minerales aportan nutrientes, pero pueden reducir el potencial hídrico del suelo por efecto de la concentración de sales (Havlin *et al.*, 2017), principalmente en condiciones de temporal, lo cual afecta negativamente la productividad.

Los rendimientos por árbol registrados en el presente experimento fueron menores que los publicados por Salazar-García *et al.* (2009), quienes reportaron 139.4 kg árbol⁻¹ con fertilizante mineral para la dosis normal (calculado con el método de fertilización de sitio específico) y 149.9 kg árbol⁻¹ para la dosis alta (1.5 veces la dosis normal), en árboles de 10 a 12 años. El rendimiento calculado (Mg ha⁻¹) por tratamiento fue: testigo 1.4, orgánico 5.9, mineral 2.7 y combinada 2.6.

Estos resultados contrastan notablemente con el rendimiento de 26 a 32 Mg ha⁻¹, obtenido por Salazar-García y Lazcano-Ferrat (2003), en árboles de 14 años, después de aplicar un plan de fertilización optimizada en huertos con régimen de lluvia de temporal en Nayarit. La escasez de agua de lluvia o de riego es un factor limitante para la productividad en las plantaciones de temporal donde la disponibilidad de agua depende únicamente de la precipitación (Haberman *et al.*, 2019) tanto para alcanzar un tamaño de mercado como un número de frutos por árbol que resulte comercialmente atractivo.

El índice de forma del fruto mostró diferencia entre tratamientos ($p < 0.001$). Con fertilización mineral se obtuvo máximo valor (0.72); es decir, frutos con forma redonda. Mientras que el promedio del resto de los tratamientos fue 0.69 (frutos más alargados). Para aguacate 'Hass', Herrera-González *et al.* (2017) han reportado un índice de forma de 0.73. Autores como Salazar-García *et al.* (2016) obtuvieron un índice de forma de 0.69 para frutos producidos en Jalisco, Michoacán y Nayarit.

Comportamiento poscosecha

Materia seca

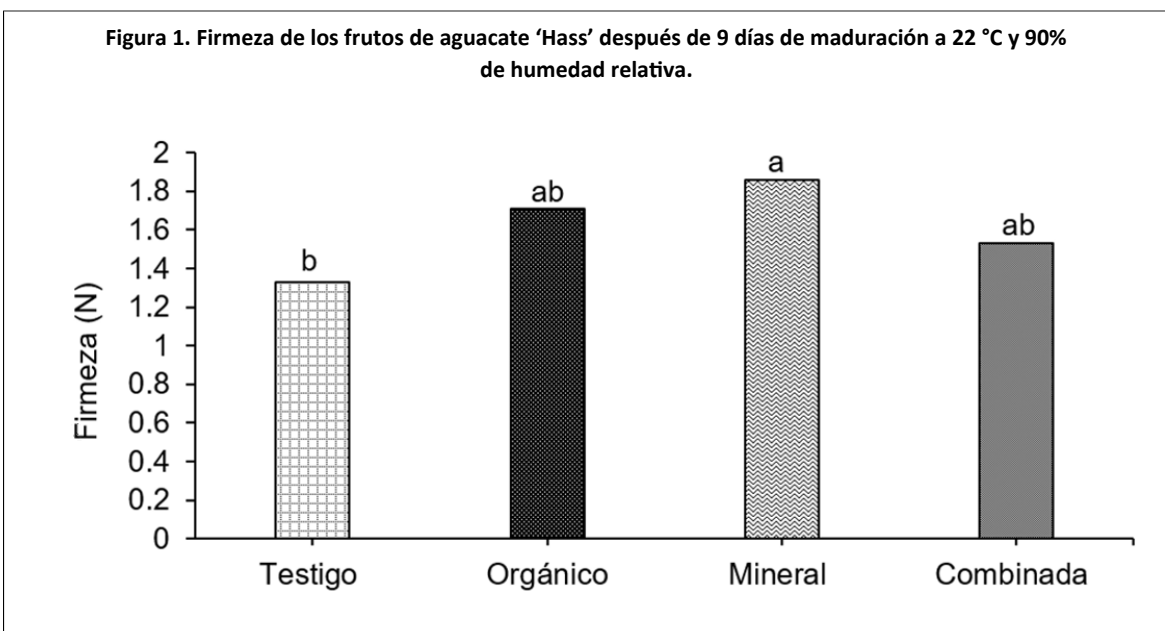
El contenido de materia seca de los frutos no resultó afectado por los tratamientos de fertilización; el promedio de los tratamientos fue 23.3%. Guzmán-Maldonado *et al.* (2017) reportan valores de 22-24% (Nayarit) y 26-31% (Jalisco). Mientras que, en Michoacán, Rosas-Flores *et al.* (2016) reportan valores de 24.3%.

Pérdida de peso

Con respecto a la pérdida de peso de los frutos, al final del periodo de maduración, no se observó diferencia entre los tratamientos; el valor promedio de los tratamientos fue 9%. Rosas-Flores *et al.* (2016) reportaron pérdidas de peso de 10.4% en frutos de aguacate 'Hass' almacenados a 20 °C y 55% de HR durante 11 días. Mientras que Herrera-González *et al.* (2017) calcularon 8.3% en frutos almacenados a 22 °C y 85% HR durante 10 días.

Firmeza

En todos los tratamientos la firmeza inicial fue superior a 90 N y cuando los frutos alcanzaron la madurez de consumo esa disminuyó hasta menos de 10 N. A la madurez de consumo, los frutos de la fertilización mineral fueron superiores a los frutos del testigo (Figura 1). Al respecto, Barrientos-Priego *et al.* (2016) observaron que los frutos de aguacate 'Hass' con una concentración de Ca de 0.81 y 0.85% en el mesocarpio, presentaron mayor firmeza al sexto día del periodo de maduración en condiciones ambientales, comparados con el testigo, cuya concentración fue 0.78%.



A los árboles del tratamiento testigo no se les aplicó Ca, solo N, lo cual explica la menor firmeza. Además, el nitrógeno afecta negativamente la consistencia de los frutos. Nava *et al.* (2008) observaron una disminución exponencial de la firmeza frutos de manzana 'Fuji', con la aplicación de N en forma de urea.

Color

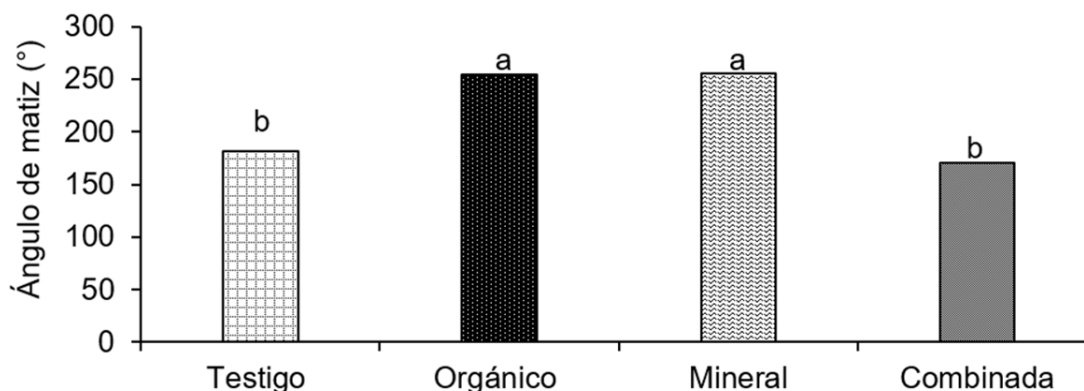
Color de mesocarpio

El desarrollo del color del mesocarpio fue el típico del cultivar en todos los tratamientos, no se observaron problemas de oscurecimiento y no se observaron diferencias en ángulo de matiz y croma.

Color del exocarpio

En madurez de consumo, los frutos que recibieron fertilización mineral y orgánica presentaron valores superiores en ángulo de matiz, que corresponde a un color verde con tendencia al azul con respecto al resto de los tratamientos (Figura 2).

Figura 2. Ángulo de matiz (°) en el exocarpio de frutos de aguacate 'Hass' después de nueve días de maduración a 22 °C y 90 de humedad relativa.

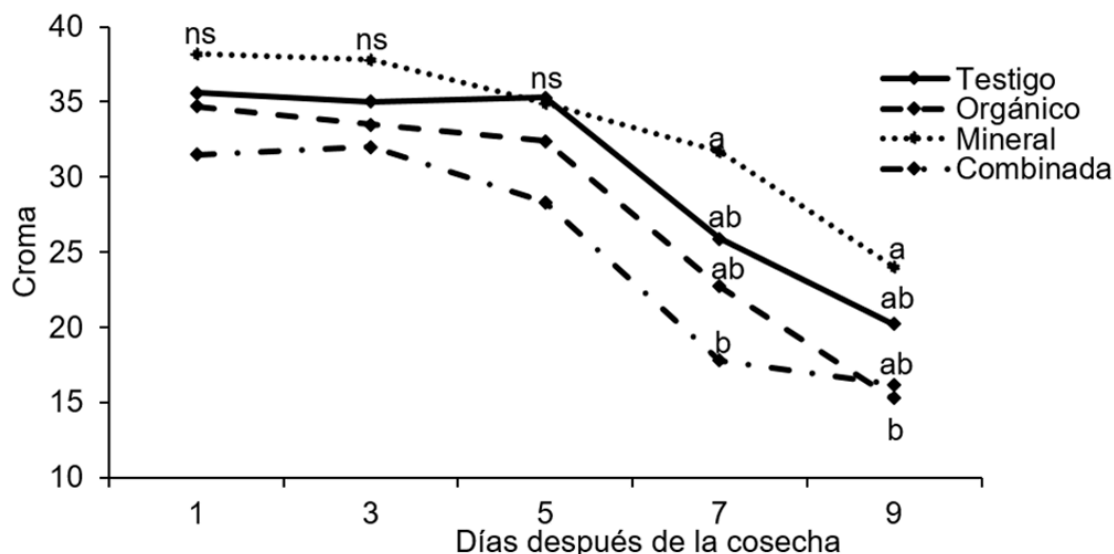


Por el contrario, los frutos del tratamiento testigo y la fertilización combinada mantuvieron una coloración verde, asociado a un mayor contenido clorofila. Cox *et al.* (2003) indican que durante la maduración de frutos de aguacate 'Hass' el ángulo de matiz disminuye de 120° a 60°, lo cual corresponde aún cambio de color de verde a naranja o rojizo. Esto permite inferir que la fuente mineral y orgánica favorece la producción de frutos con mayor contenido de antocianinas en el exocarpio (Ashton *et al.*, 2006).

Croma

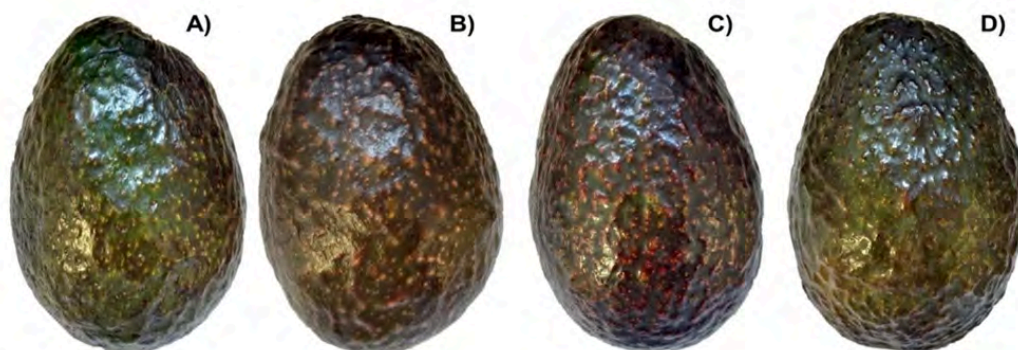
La intensidad del color disminuyó conforme el proceso de maduración avanzó, pero las diferencias entre los tratamientos se observaron al séptimo y noveno día después de la cosecha (Figura 3).

Figura 3. Evolución del croma del exocarpio en frutos de aguacate 'Hass' durante el periodo de maduración a 22 °C y 90% de humedad relativa.



Los frutos de los árboles que recibieron solo fertilizante mineral desarrollaron mayor intensidad del color (Figura 4). En los trabajos de Cox *et al.* (2003); Ashton *et al.* (2006) se reporta que durante el proceso de maduración los valores de croma disminuyen. Lo cual implica una pérdida en la intensidad del color con forme el proceso de maduración aumenta.

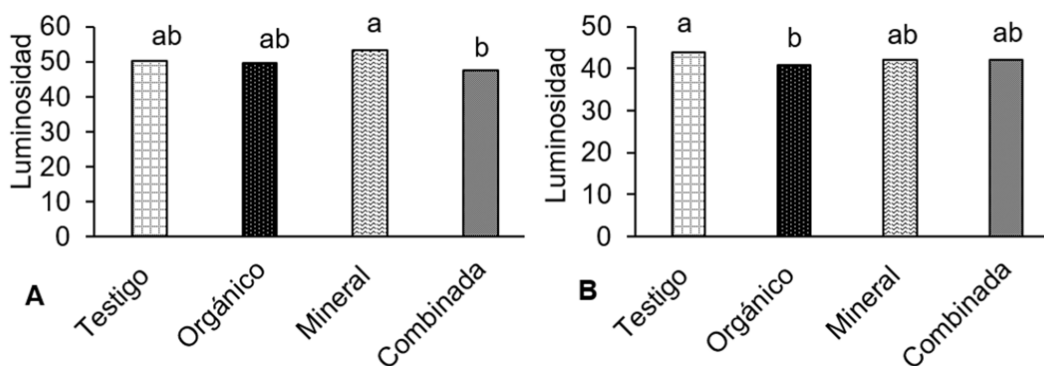
Figura 4. Color del exocarpio de frutos de aguacate 'Hass' después de nueve días de maduración de 22 °C y 90% de humedad relativa. A) testigo; B) orgánica; C) mineral y D) combinada.



Luminosidad (L)

Al momento de la cosecha, la luminosidad de los frutos de los árboles tratados con fertilización mineral fue superior a los frutos que recibieron la fuente combinada (Figura 5A). Sin embargo, a la madurez de consumo los frutos del testigo mostraron mayor luminosidad que los aguacates del tratamiento orgánico (Figura 5B). Ashton *et al.* (2006) observaron en aguacate 'Hass' la disminución de los valores de L conforme el proceso de maduración avanza.

Figura 5. Luminosidad del exocarpio de aguacate 'Hass' durante la maduración a 22 °C y 90% de humedad relativa. A) Al momento de la cosecha y B) Después de nueve días.



Conclusiones

La fuente de fertilizante afectó el rendimiento y calidad de los frutos; con la aplicación del fertilizante orgánico fue obtenido un mayor número de frutos y rendimiento por árbol, y con la fuente mineral se obtuvieron frutos con mayor firmeza a la madurez de consumo lo que prolongó su vida de anaquel.

En general los frutos obtenidos a partir de la fertilización mineral y orgánica desarrollaron mejor color externo.

La fuente de fertilizante no afectó el contenido de materia seca, pérdida de peso y color del mesocarpio. En conclusión, la aplicación del fertilizante orgánico mejoró el rendimiento, mientras que con la fuente mineral los frutos fueron superiores en calidad y comportamiento poscosecha.

Bibliografía

- 1 Amiri, M. E. and Fallahi, E. 2009. Impact of animal manure on soil chemistry, mineral nutrients, yield, and fruit quality in 'golden delicious' apple. *Journal of Plant Nutrition*. 32(4):610-617. <https://doi.org/10.1080/01904160802714995>.
- 2 AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Helrich, K. 15th Ed. 2000 Wilson Blvd. Arlington, Virginia 22201. USA. 1298 p.
- 3 Armas-Reyes, R.; Alcántar-González, G. y Rodríguez-Alcázar, J. 2000. Nutrición mineral en la caída de yemas florales de chabacano selección 17-10. *Terra Latinoamericana*. 18(4):299-304. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318403>.
- 4 Ashton, O. B. O; Wong, M.; McGhie, T. K.; Vather, R.; Wang, Y.; Requejo-Jackman, C.; Ramankutty, P. and Woolf, A. B. 2006. Pigments in avocado tissue and oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(6):10151-10158. <https://doi.org/10.1021/jf061809j>.
- 5 Barrientos-Priego, A. F.; Martínez-Damián, M. T.; Vargas-Madríz, H. y Lázaro-Dzul, M. O. 2016. El calcio asperjado en precosecha en la maduración y daño por frío en aguacate 'Hass' (*Persea americana* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 22(3):145-159. <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.04.010>.
- 6 Cox, K. A.; McGhie, T. K.; White, A. and Woolf, A. B. 2003. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest biology and technology*. 31(3):287-294. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.008>.
- 7 Dong, W.; Zhang, X.; Wang, H.; Dai, X.; Sun, X.; Qiu, W. and Yang, F. 2012. Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of Southern China. *PLoS ONE* 7(9):e44504. Doi: 10.1371/journal.pone.0044504.
- 8 García-Martínez, R. A.; López-Jiménez, C.; Saucedo-Veloz, S.; Salazar-García y J. Suárez-Espinosa. 2015. Maduración y calidad de frutos de mango 'Kent' con tres niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(4):665-678. Doi: 10.29312/remexca.v6i4.610.
- 9 García-Martínez, R.; Cortés-Flores, J. I.; López-Jiménez, A.; Etchevers-Barra, J. D.; Carrillo-Salazar, J. A. y Saucedo-Veloz, C. 2021. Rendimiento, calidad y comportamiento poscosecha de frutos de aguacate 'Hass' de huertos con diferente fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12(2):205-218. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2232/3883>.
- 10 Guzmán-Maldonado, S. H.; Osuna-García, J. A. y Herrera-González, J. A. 2017. Efecto de localidad y madurez sobre el perfil de ácidos grasos del fruto de aguacate 'Hass'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(19):3885-3896. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.657>.
- 11 Haberman, A.; Dag, A.; Shtern, N.; Zipori, I.; Erel, R.; Ben-Gal, A. and Yermiyahu, U. 2019. Significance of proper nitrogen fertilization for olive productivity in intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*. 246:710-717. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.055>.
- 12 Havlin, J. L.; Tisdale, S. L.; Nelson, W. L. and Beaton, J. D. 2017. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management. 7th Ed. Pearson. Uttar Pradesh, India. 520 p.
- 13 Herrera-González, J.; Salazar-García, S.; Martínez-Flores, H. E. y Ruíz-García, J. E. 2017. Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento poscosecha del fruto de

- aguacate Méndez. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 40(1):55-63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61051194007>.
- 14 Khasawneh, E. A.; Alsmairat, N.; Othman, Y. A.; Ayad, J. Y.; Al-Qudah, T. and Leskovar, D. I. 2021. Influence of nitrogen sources on physiology, yield and fruit quality of young apricot trees. *Journal of Plant Nutrition*. 44(17). Doi:10.1080/01904167.2021.1918718.
- 15 McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*. 27(12):1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>.
- 16 Nava, G.; Roque-Dechen, A. and Ribeiro, G. 2008. Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39(1-2):96-107. Doi:10.1080/00103620701759038.
- 17 Navarro, B. S. y Navarro, G. G. 2003. *Química agrícola. el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Segunda Ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 487 p.
- 18 Osman, K. T. 2013. *Soils. Principles, properties and management*. Springer. London, England. 271 p.
- 19 Osuna-García, J. A.; Nolasco-González, Y.; Herrera-González, J. A.; Guzmán-Maldonado, S. H. y Álvarez-Bravo, A. 2017. Influencia del clima y rugosidad sobre la tolerancia a refrigeración del aguacate 'Hass'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(esp):3911-3921. Doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.660>.
- 20 R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- 21 Rosas-Flores, N.; Saucedo-Veloz, C.; García-Orsorio, C. y Saucedo-Reyes, D. 2016. Producción de etileno y cambios asociados a la maduración de frutos de aguacate 'Hass' y 'Carmen Hass'. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 17(1):24-29. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81346341004>.
- 22 Salazar-García, S.; Cossio-Vargas, L. E. y González-Durán, I. J. L. 2009. La fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate 'Hass' en huertos sin riego. *Agricultura Técnica en México*. 35(4):436-445. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S056825172009000400009&lng=es&tIng=es>.
- 23 Salazar-García, S.; Medina-Carrillo, R. E. y Álvarez-Bravo, A. 2016. Evaluación inicial de algunos aspectos de calidad del fruto de aguacate 'Hass' producido en tres regiones de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7(2):277-289. Doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i2.343>.
- 24 Salazar-García, S.; Santillán-Valladolid, G.; Hernández-Valdés, E. F.; Medina-Torres, R.; Ibarra-Estrada, M. E. and Gómez-Aguilar, R. 2014. Efecto a corto plazo de la fertilización de sitio específico en mangos 'Kent' y 'Tommy Atkins' cultivados sin riego. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(5):645-659. Doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v5i4.925>.
- 25 Salazar-García, S. and Lazcano-Ferrat, I. 2003. Site-specific fertilization increased yield and fruit size in 'Hass' avocado. *Better Crops International*. 17(1):12-15.
- 26 SMN. 2010. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas: asunción, Donato Guerra, Estado de México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/resources/normales-climatologicas/mensuales/mex/mes15322.txt>.
- 27 Tapia-Vargas, L. M.; Larios-Guzmán, A.; Hernández-Pérez, A. y Guillen-Andrade, H. 2014. Nutrición orgánica del aguacate 'Hass' y efecto nutrimental y agronómico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(3):463-472. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i3.950>.
- 28 Villalva-Morales, A.; Damián-Nava, A.; González-Hernández, V. A.; Talavera-Mendoza, O. Hernández-Castro, E.; Palemón-Alberto, F.; Díaz-Villaseñor, G. y Sotelo-Nava, H. 2015. Nutrición química y orgánica en aguacate Hass en Filo de Caballos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(11):2169-2176. <https://dx.doi.org/10.29312/remexca.v0i11.794>.

La fuente fertilizante condiciona el rendimiento y calidad del fruto de aguacate ‘Hass’

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 April 2025
Date accepted: 01 July 2025
Publication date: 27 August 2025
Publication date: Jul-Aug 2025
Volume: 16
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e3780
DOI: 10.29312/remexca.v16i5.3780

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Persea americana Mill.
calidad de fruto
manejo poscosecha
nutrición de frutales.

Counts

Figures: 5

Tables: 2

Equations: 0

References: 28

Pages: 0