

CRECIMIENTO DEL ÁRBOL DE AGUACATE CV. HASS EN DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN ANTIOQUIA, COLOMBIA

Cano-Gallego, Lucas Esteban¹; Bedoya-Ramírez, Sara Isabel²; Bernal-Estrada, Jorge Alonso¹; **Barrera-Sánchez, Carlos Felipe³**; Córdoba-Gaona, Oscar de Jesús³

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Centro de Investigación La Selva. Km. 7, vía Rionegro - Las Palmas, Sector Llanogrande, Rionegro - Antioquia, Colombia. icanog@agrosavia.co <https://orcid.org/0000-0002-2819-9694>

²Grupo Cartama (Avofruit s.a.s). Carrera 33 No. 7 – 29 Edificio Bianco, Oficina 402. Medellín – Antioquia, Colombia.

³Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera 65 No. 59A – 110, Medellín – Antioquia, Colombia.

Resumen

El aguacate es un cultivo que en las últimas décadas ha venido adquiriendo gran importancia a nivel mundial, llegando a ser hoy por hoy uno de los principales frutales subtropicales/tropicales de mayor importancia económica a nivel mundial. No obstante, se ha debatido mucho sobre el potencial de las plantaciones de aguacate de alta densidad, pero pocos estudios demuestran los beneficios a corto o largo plazo. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de plantación sobre la arquitectura de los árboles de aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia, Colombia. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y seis tratamientos (densidades de plantación). Los menores valores de altura, diámetro del tallo a nivel del patrón y diámetro de tallo a nivel de la copa se observaron en los tratamientos de mayores densidades; mientras que las densidades no afectaron la relación diámetro patrón/diámetro de la copa.

Palabras clave: Compatibilidad patrón/copa, Volumen de la copa.

CV. HASS AVOCADO TREE GROWTH IN DIFFERENT PLANTING DENSITIES IN ANTIOQUIA, COLOMBIA

Abstract

Avocado is a crop that in recent decades has been acquiring great importance worldwide, becoming today one of the main subtropical/tropical fruit trees of greater economic importance worldwide. However, there has been much debate about the potential of high-density avocado plantations, but few studies show short- or long-term benefits. The present study aimed to determine the effect of planting density on the architecture of avocado trees cv. Hass in the department of Antioquia, Colombia. A randomized complete block design with three replications and six treatments (plant densities) was used. The lowest values of height, the diameter of the stem at the level of the rootstock, and the diameter of the stem at the level of the crown were observed in the treatments with higher densities. In contrast, the densities do not affect the canopy's rootstock diameter/scion diameter ratio.

Key words: Rootstock/Scion compatibility, Canopy volume

Introducción

El aguacate es un cultivo que en las últimas décadas ha venido adquiriendo gran importancia a nivel mundial, llegando a ser hoy por hoy uno de los principales frutales subtropicales/tropicales de mayor importancia económica a nivel mundial (Schaffer et al., 2013), pasando de 399,601 a

918.531 hectáreas cosechadas en la última década (FAO, 2020). Su cultivo se sitúa principalmente en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo; siendo el continente americano el mayor productor en el 2018, al aportar el 72.3 % (4.6 millones de toneladas) de la producción mundial (FAO, 2020). Para el mismo año, Colombia produjo 446,853 t, lo que lo posicionó como el quinto productor mundial de aguacate, detrás de México (2,496,904 t), República Dominicana (1,120,954 t), Perú (570,359 t) e Indonesia (566,286 t). El diseño de la mayoría de los huertos modernos de aguacate utiliza densidades de plantación de 9×7 m (159 árboles/ha) a 6×4 m (416 árboles/ha); donde la topografía, el cultivar, los sistemas de poda y la conducción se han convertido en los factores clave para la determinación del espaciamiento entre los árboles y el diseño el huerto; en los últimos años en Colombia se han establecido huertos a diferentes densidades de plantación, especialmente altas densidades, que han ocasionado problemas de alta incidencia de plagas y enfermedades y sobrecostos en la mano de obra por el uso intensivo de la práctica de poda (Bernal y Díaz, 2020). No obstante, se ha debatido mucho sobre el potencial de las plantaciones de aguacate de alta densidad, pero pocos estudios demuestran los beneficios a corto o largo plazo (Menzela y Le Lagadecb, 2014). Por lo anterior el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de plantación sobre la arquitectura de los árboles de aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia, Colombia.

Materiales y Métodos

El presente estudio fue desarrollado en dos huertos de 9 años durante los años 2019 y 2020 en las localidades: 1) municipio de Rionegro (Antioquia) localizada a $06^{\circ}5'LN$ y $075^{\circ} 26' LW$, 2.200 msnm; 2) municipio El Peñol (Antioquia) localizado a $06^{\circ}11'LN$ y $075^{\circ} 14' LW$, a 2100 msnm. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y seis tratamientos conformados por seis densidades de establecimiento (204, 278, 333, 400, 625 y 816 planta/ha). Las parcelas experimentales fueron cosechadas entre diciembre de 2019 y enero de 2021. Se realizaron tres cosechas, la principal en diciembre de 2019 (2019P); la cosecha secundaria en julio de 2020 (2020T) y la cosecha principal en octubre a noviembre de 2020 (2020P). Las variables evaluadas fueron altura de la planta (m), diámetro (cm) del tallo de la copa y patrón, la altura de la copa (x), la longitud máxima del dosel dentro del surco de plantación (y), y la longitud máxima de la copa entre surcos de plantación (z). A partir de estos datos, se determinó el volumen (m^3) del dosel, usando la ecuación para un elipsoide irregular ($V = (\pi \times x \times y \times z)/6$) según lo propuesto por Wilkie et al. (2018). El análisis estadístico fue realizado con el paquete “agricolae” en el software R. Los resultados fueron analizados a través de un análisis de

varianza y las diferencias entre medias fueron evaluadas a través de la prueba de Tukey; con una probabilidad mayor del 95 %.

Resultados y Discusión

Se presentaron diferencias estadísticas para las variables altura del árbol ($P < 2e-16$), diámetro de tallo del patrón ($P < 2e-16$), diámetro de tallo de la copa ($P < 2e-16$) y volumen del dosel ($P < 2e-16$); mientras que para la relación DP/DI no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) en respuesta a las densidades de plantación. Para la variable altura de planta el mayor valor se observó en árboles a bajas densidades entre 204 y 333 árboles/ha; mientras que el menor valor fue a mayores densidades de 816 árboles/ha (Figura 1A). Comportamiento similar fue observado para la variable volumen del dosel del árbol, donde los menores valores se observaron en las mayores densidades (625 y 816 árboles/ha), mientras que el menor volumen a bajas densidades (Figura 1B). Es de anotar que cuando se emplean altas densidades de plantación, el área efectiva por árbol disminuye por lo que los árboles ajustan la arquitectura del dosel en ambientes de mayor competencia; así mismo, ante esta situación, a través de la poda, agrónomicamente se busca reducir el volumen del dosel con el fin de garantizar una mayor interceptación de luz, facilitar la floración y el rendimiento por área de cultivo. De acuerdo con Menzela y Le Lagadeeb (2014) existe una relación entre el rendimiento acumulado y el volumen del dosel en árboles de aguacate 'Hass' cultivados, por lo que, a mayor volumen por hectárea, mayor rendimiento acumulado; en este sentido se espera que los tratamientos con mayores densidades, aunque presentaron los menores volúmenes por árbol, por unidad de área, presenten los mayores volúmenes por hectárea.

En este mismo sentido, Toft et al. (2019) plantearon que el éxito de los sistemas intensivos o de altas densidades de plantación depende de lograr un equilibrio entre una adecuada arquitectura del árbol y el rendimiento; así que los rendimientos tempranos están principalmente bajo la influencia del número de árboles por hectárea, de la poda y de la interceptación de la luz, que reduzca la competencia entre árboles y aumente la vida útil de la plantación al mantener volúmenes de copa que garanticen un óptimo rendimiento por unidad de área. Resultados expuestos por Wilkie et al. (2018) indicaron que la mayor interceptación por volumen de la copa del aguacate se logra en altas densidades de plantación con volúmenes entre los 30,000 y 35,000 m³, no obstante, por encima de este valor la interceptación disminuye en los niveles más altos de volumen del dosel por hectárea; en este mismo sentido, el rendimiento por hectárea aumentó con

la interceptación de luz y el volumen del dosel hasta aproximadamente un 80 a 84 % de interceptación total de luz.

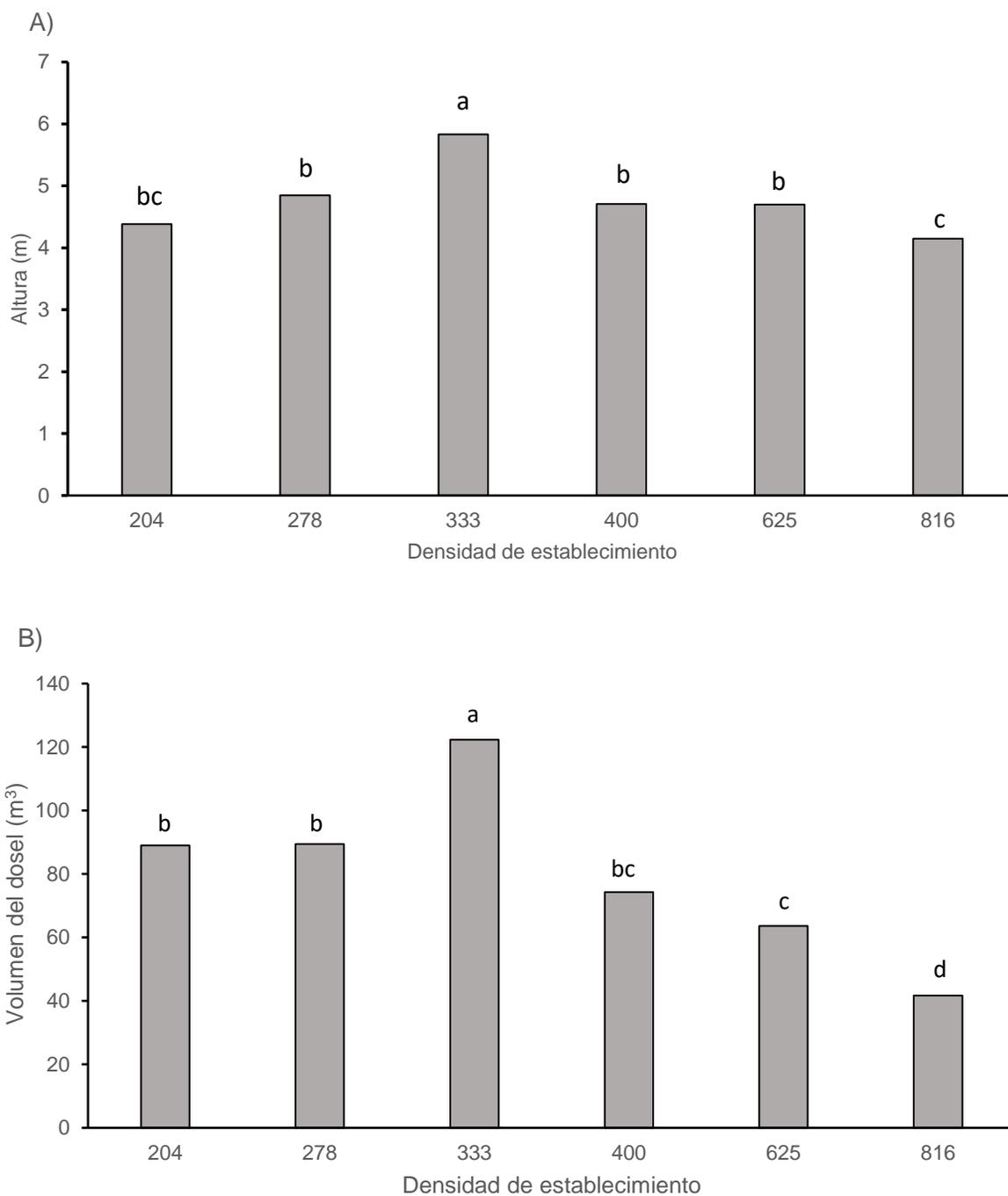


Figura 1. Altura (A) y volumen del dosel (B) de los árboles de aguacate en diferentes densidades de establecimiento en Antioquia, Colombia. Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

No obstante, Wolstenholme y Sheard (2012) indicaron que un mayor distanciamiento entre arboles lo que conduce a una menor densidad de plantación significa más espacio por árbol para el desarrollo radical; por lo que hay menos competencia de raíces entre los árboles en una misma línea de plantación. En algunos de los casos, el rendimiento se reduce después de unos años cuando los árboles comienzan a competir entre sí (Kumar et al., 2021). Si las raíces están sanas y las condiciones ambientales lo permiten, un buen crecimiento de las raíces permite un crecimiento de la copa vigoroso. Un espaciamiento más amplio también significa menos competencia sobre el suelo entre los árboles vecinos. Los árboles grandes, a su vez, requieren un espaciamiento más amplio y un manejo del vigor para permitir rendimientos adecuados por hectárea.

Con respecto al diámetro del tallo, tanto para la porción que corresponde al patrón (DP, $P < 2e-16$), como para el injerto (DI, $P < 2e-16$) se presentaron diferencias significativas entre distancias de plantación. Para ambas variables la mayor densidad de plantación (816 árboles/ha) presentó cerca de un 50 % menos de desarrollo en esta variable que el resto de las densidades (Figura 2A). No obstante, para la variable DP/DI la cual está asociada posiblemente con la compatibilidad entre patrón y copa, donde valores superiores o inferiores a uno indican de manera visual la posible incompatibilidad entre estos dos tejidos; no fueron observadas diferencias estadísticas entre tratamientos y los valores DP/DI estuvieron cercanos a 1 (Figura 2B). En este sentido las distancias de plantación no tuvieron efecto en la expresión de sobre crecimientos de una de las dos partes en el tallo (diferencias en diámetros entre injerto y portainjerto). Este tipo de anomalías en el crecimiento del diámetro del tallo por encima y por debajo de la cicatriz foliar, ha sido asociado como una variable relacionada con la afinidad entre el patrón y el injerto, y que determina la posible compatibilidad e incompatibilidad entre tejidos y que está directamente relacionada con el rendimiento del cultivo. En la actualidad se han precisado las razones fisiológicas, genéticas y medioambientales que afectan la unión entre el portainjerto y el injerto, de ello la afinidad entre estas dos estructuras se deriva de una conexión duradera establecida como exitosa siempre y cuando la unión genere una supervivencia que perdura en el tiempo, mientras se presente un comportamiento adecuado de la planta posterior a la injertación (Goldschmidt, 2014).

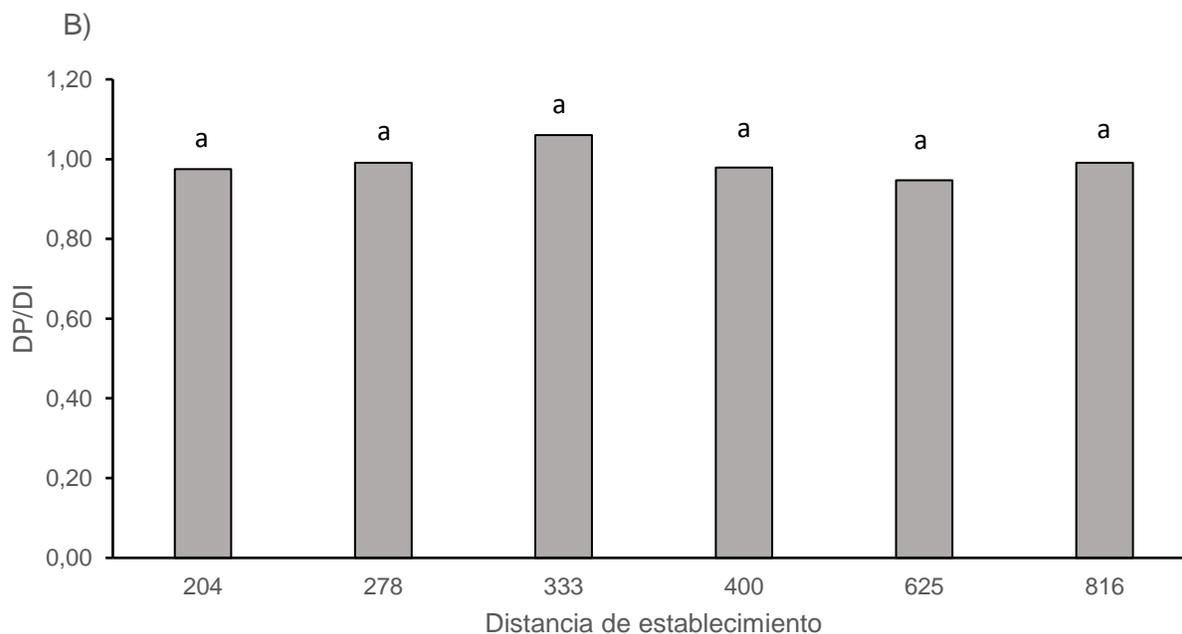
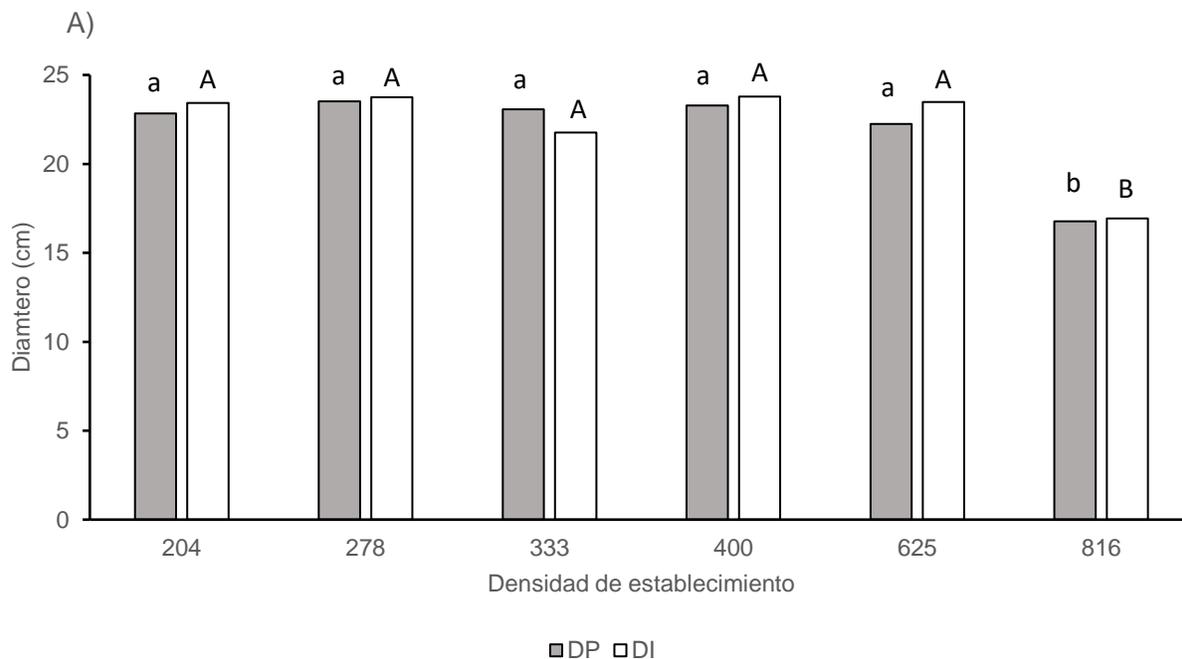


Figura 2. A) Diámetro del tallo (DT) y del injerto (DI) y B) relación DT/DI de árboles de aguacate en diferentes densidades de establecimiento en Antioquia, Colombia. Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Estos resultados son importantes ya que como fue observado características como los diámetros del tallo no variaron a través de las densidades de plantación; diferentes lo planteados por

Stassen et al. (1999), quienes indicaron que los árboles de aguacate tienden a crecer de forma vigorosa y convertirse en árboles muy grandes; por lo que en determinadas regiones climáticas y con suelo fértil esta situación se agrava. Árboles tan grandes ya no cumplen con las realidades económicas y comerciales (Martin y Witney, 1995). En la actualidad, se necesitan huertos más intensivos que produzcan rendimientos viables a una edad temprana con árboles de menor tamaño que faciliten el trabajo del huerto y las actividades mecánicas. Por lo anterior se hace necesario adelantar trabajos en el tópico que permitan generar información para validar si altas densidades de plantación en el cultivo de aguacate se traducen en mayores rendimientos, tanto por unidad de área como por características de calidad del fruto (calibre).

Agradecimientos

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, por la financiación de esta investigación la cual se desarrolló en el macroproyecto “Desarrollo y validación de alternativas tecnológicas para el sistema productivo de aguacate en Colombia”. Proyecto: Desarrollo y validación de tecnologías para la implementación de prácticas de manejo agronómico del cultivo de aguacate.

Literatura Citada

- Bernal, J. A., y C. A. Díaz (Compiladores.). 2020. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate (2.^a Ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Mosquera, Colombia. 772 p.
- Goldschmidt, E. E. 2014. Plant grafting: new mechanisms, evolutionary implications. *Front. Plant Sci.* 5:727.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2020. FAOSTAT Online Database. Consultado en <http://www.faostat.fao.org/>.
- Kumar, A., S. Ram, L. Bist, and C. Singh. 2021. High density orcharding in fruit crops: A review. *Ann. Rom. Soc. Cell Biol.* 25(6):948-962.
- Martin, G., and G. Witney. 1995. Avocado tree structuring. pp. 245-250. *Proceedings of the World Avocado Congress III*. Tel-Aviv, Israel.
- Menzel, C. M., and M. D. Le Lagadec. 2014. Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: a review. *Sci. Hortic.* 177:21-36.
- Schaffer, B. A., B. N. Wolstenholme, and A. W. Whiley (Editors). 2013. *The Avocado: Botany, Production and Uses*. 2.ed. CABI. Oxforshire, UK. 559 p.
- Stassen, P. J. C., B. Snijder, and D. J. Donkin. 1999. Results with spacing, tree training and orchard maintenance in young avocado orchards. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 5:159-164.



- Toft, B. D., M. M. Alam, J. D. Wilkie, and B. L. Topp. 2019. Phenotypic association of multi-scale architectural traits with canopy volume and yield: moving toward high-density systems for macadamia. *HortScience* 54(4):596-602.
- Wilkie, J. D., J. Conway, J. Griffin, and H. Toegel. 2019. Relationships between canopy size, light interception and productivity in conventional avocado planting systems. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 94(4):481-487.
- Wolstenholme, B. N., and A. Sheard, A. 2012. Avocado tree vigour and size dictate orchard planting density: a South African perspective. *Avoinfo* 85:8-12.