

## DENSIDAD DE PLANTACIÓN, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FRUTA EN HUERTOS DE AGUACATE CV. HASS EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA

Bernal-Estrada, Jorge Alonso<sup>1</sup>; Cano-Gallego, Lucas Esteban<sup>1</sup>; Díaz-Díez, Cipriano Arturo<sup>1</sup>; Bedoya-Ramírez, Sara Isabel<sup>2</sup>; Barrera-Sánchez, Carlos Felipe<sup>3</sup>; **Córdoba-Gaona, Oscar de Jesús<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia.** Centro de investigación La Selva, Agrosavia. Km 7 vía Llanogrande-Medellín, Rionegro, Colombia. jbernal@agrosavia.co (<https://orcid.org/0000-0003-4392-0766>).

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

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

### Resumen

En Colombia, para aguacate cv. Hass, hay limitada información sobre cómo influyen ciertas prácticas de planificación agrícola sobre la producción y calidad de la fruta. En dos predios de los municipios de Rionegro y El Peñol, en el departamento de Antioquia y con el propósito de evaluar el efecto de las diferentes densidades de plantación en huertos comerciales de aguacate cv. Hass sobre la producción y calidad de la fruta, se seleccionaron árboles de 9 años, en plena producción, en buen estado agronómico y sanitario, de acuerdo con las certificaciones requeridas para la exportación de fruta. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y seis tratamientos (densidades de plantación). De acuerdo con los resultados se encontraron diferencias significativas en cuanto a los diámetros ecuatorial y polar del fruto en las diferentes distancias de plantación. No se observó un efecto en los componentes del fruto con respecto a las densidades de plantación. El peso promedio de la fruta, así como la producción por árbol también mostraron diferencia estadísticamente significativa de acuerdo con la distancia de plantación.

**Palabras claves:** *Persea americana* Mill., Prácticas de cultivo, Planificación agrícola, Espaciamento de árboles.

### PLANTING DENSITY, PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FRUIT IN CV. HASS AVOCADO ORCHARDS IN THE DEPARTMENT OF ANTIOQUIA, COLOMBIA

#### Abstract

In Colombia, for avocado cv. Hass, there is limited information on how certain agricultural planning practices influence fruit production and quality. In two farms in the municipalities of Rionegro and El Peñol, in the department of Antioquia and with the purpose of evaluating the effect of the different planting densities in commercial avocado orchards cv. Hass on the production and quality of the fruit, 9-year-old trees were selected, in full production, in good agronomic and sanitary condition, according to the certifications required for the export of fruit. A completely randomized design with three replications and six treatments (planting densities) was used. According to the results, significant differences were found in terms of the equatorial and polar diameters of the fruit at the different planting distances. No effect was observed on the fruit components with respect to planting densities. The average weight of the fruit, as well as the production per tree, also showed a statistically significant difference according to the planting distance.

**Key words:** *Persea americana* Mill., Cultivation practices, Agricultural planning, Tree spacing.

## Introducción

La producción mundial de aguacate en 2019 ascendió a 7,179,689 de toneladas, donde Colombia ocupó el cuarto lugar (7.5 %), detrás de México (32 %), República Dominicana (9.2 %) y Perú (7.5 %); no obstante, en cuanto al área cosechada (726,660 ha), Colombia ocupó el segundo lugar (8.7 %), detrás de México (29.7 %). En la última década, el país incrementó el área sembrada en un 229 %, pasando de 19,225 ha (2009) a 63,534 ha (2019); en cuanto a producción, en el mismo periodo pasó de producir 189,029 toneladas a 535,021 toneladas, lo que representó un incremento del 183 % (FAO, 2020). No obstante, a pesar de que el rendimiento potencial del árbol de aguacate es de 32.5 t ha<sup>-1</sup>, el rendimiento mundial promedio fue de 9,88 t ha<sup>-1</sup>, encontrando una brecha del 70 % respecto al rendimiento potencial de la especie para el año 2019 (Gazit y Degani, 2007; FAO, 2020). El aguacate se puede cultivar con éxito desde los trópicos hasta los subtropicales en una latitud de 35 °C. Los árboles pueden crecer hasta alturas de 15 a 18 m, y los huertos comerciales tradicionalmente se establecen en espacios amplios, con distancias de plantación entre 7 x 7 m (204 árboles por ha) y 10 x 10 m (100 árboles por hectárea), ya que los árboles normalmente crecen vigorosamente, con un bajo rendimiento por unidad de área de cultivo durante los primeros años después de su establecimiento, el cual incrementa hasta que los árboles comienzan a dar sombra entre sí después de aproximadamente cinco a diez años y los rendimientos disminuyen (Menzel y Lagadec, 2014). En este sentido, el cultivo de aguacate y el control del tamaño de los árboles permitirían un espaciamiento más cercano entre los árboles y, por lo tanto, mayores rendimientos iniciales por hectárea (Köhne y Kremer-Köhne, 1991). Entre la tecnología de cultivo que ha sido implementada en Colombia, está el uso de diferentes densidades de plantación, sin que hayan sido sistemáticamente evaluadas bajo nuestras condiciones, en donde la temperatura y la humedad relativa ambiental limitan el desarrollo continuo de los árboles (Bernal y Díaz, 2020). Por lo anterior, se requiere identificación y definición de las prácticas de cultivo que permitan su validación, ajuste, ensamble e integración a modelos productivos regionales; dentro de la definición de estas prácticas de cultivo se encuentran identificación de densidades de plantación y arreglos espaciales óptimos, que permiten optimizar el uso del suelo y de insumos dentro del huerto, orientado a incrementar la productividad y eficiencia e intensificar la producción del sistema de manera sostenible mejorando su producción por área en Colombia. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de plantación sobre la producción y calidad de la fruta en huertos comerciales de aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia, Colombia.

## Materiales y Métodos

En dos predios ubicados en los municipios de Rionegro (2,200 msnm) y El Peñol (2,100 msnm), en el departamento de Antioquia y con el propósito de evaluar el efecto de las diferentes densidades de plantación en huertos comerciales de aguacate cv. Hass sobre la producción y calidad de la fruta, se seleccionaron árboles de la misma edad (9 años aproximadamente), en plena producción, en buen estado agronómico y sanitario, de acuerdo con las certificaciones requeridas para la exportación de fruta. Para esta evaluación se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estaba conformada por seis árboles. Como tratamientos se escogieron seis densidades de siembra: 7 x 7 m (204 árboles/ha); 6 x 6 m (277 árboles/ha); 6 x 5 m (333 árboles/ha); 5 x 5 m (400 árboles/ha); 4 x 4 m (625 árboles/ha) y 3.5 x 3.5 m (816 árboles/ha). A los árboles seleccionados se les elaboró un pasaporte, donde se consignó, además, información agronómica y se determinó su ubicación espacial y el área que ocupaban las unidades experimentales. Se caracterizaron morfológicamente los árboles y se registró su producción en la cosecha principal (2019) y principal y traviesa (2020). Se tomó información de la producción durante todo el tiempo de duración del estudio. Las variables medidas fueron rendimiento en kg/árbol y las lecturas de rendimiento se realizaron tanto de la cosecha principal como de la traviesa. Para la evaluación de calidad de las cosechas, se tomaron 25 frutos al azar por tratamiento en cada localidad. Las variables medidas consistieron en la longitud ecuatorial, polar, peso fresco del fruto y porcentaje de pulpa, cáscara y semilla.

## Resultados y Discusión

Se presentaron diferencias estadísticas entre las distancias de plantación con respecto al diámetro ecuatorial de la fruta ( $P < 2e-16$ ), sumadas las cosechas (2019-2020), siendo las mejores distancias las de 7 x 7, 5 x 5 y 4 x 4 m, para 204, 400 y 625 árboles/ha, respectivamente, donde se observó que no existe una tendencia marcada que muestre el efecto de la densidad de plantación sobre el diámetro ecuatorial de los frutos (Figura 1).

Al igual que para el diámetro ecuatorial, se observó que para el diámetro polar de los frutos se presentaron diferencias estadísticas ( $P < 2e-16$ ) entre las distancias de plantación sumadas las cosechas (2019-2020; Figura 2). Se detectó una tendencia entre las densidades de plantación y el diámetro polar, es decir, que a medida que las densidades aumentaron (mayor número de árboles por hectárea), el diámetro polar de los frutos disminuyó. En este caso, los mayores

diámetros polares se registraron en los frutos que procedían de árboles en las distancias de 5 x 5, 7 x 7 y 6 x 5 m, con densidades de 400, 204 y 333 árboles/ha. Para esta variable se observó que existió una ligera tendencia a encontrar frutas de menor diámetro polar a medida que las distancias de plantación se acortan. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Rodríguez y Henao (2019) quienes encontraron en aguacate cv. Hass, para la subregión oriente antioqueño un diámetro ecuatorial de cosecha de 6.43 cm y un diámetro polar de 8.24 cm.

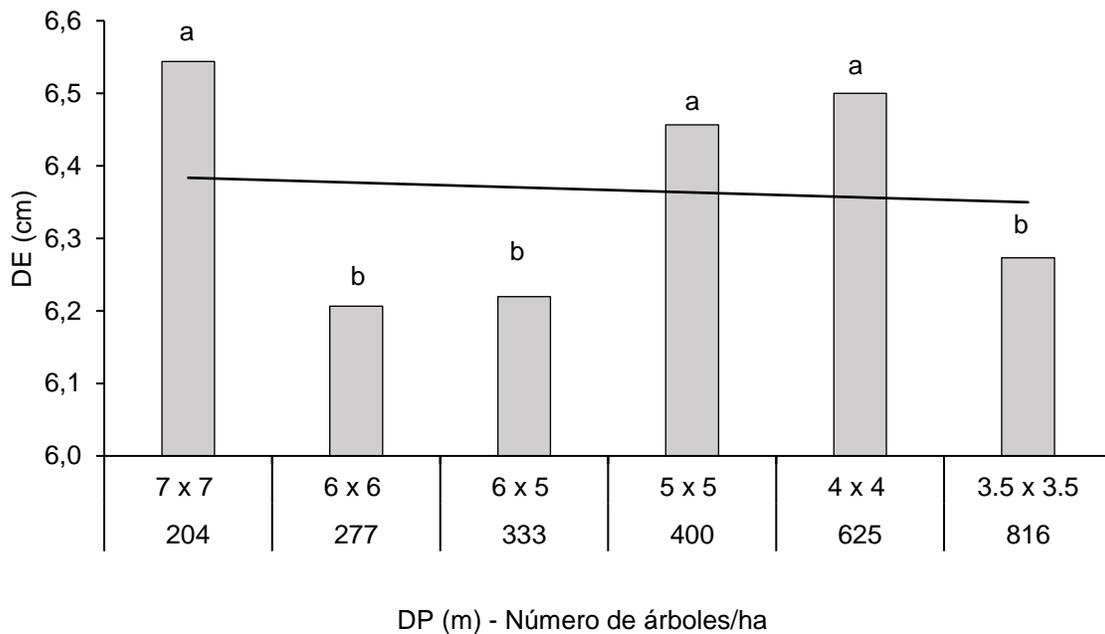


Figura 1. Diámetro ecuatorial (DE) de la fruta de aguacate 'Hass' en las diferentes distancias de plantación (DP) en dos cosechas (2019-2020). Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Respecto a los contenidos de pulpa, cáscara y semilla en relación con las distancias de plantación se encontró que no hay una marcada influencia entre estos dos factores (Figura 3); sin embargo, en la misma figura se apreció que la distancia de 6 x 5 m, con una población de 333 plantas/ha presentó los valores más altos de pulpa.

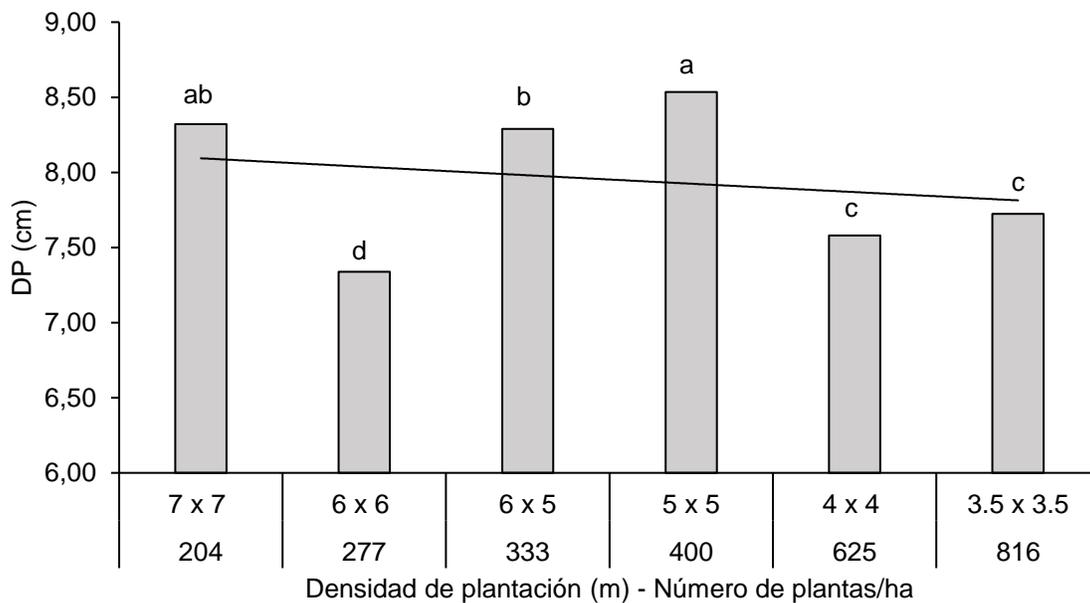


Figura 2. Diámetro polar (DP) de la fruta de aguacate 'Hass' en las diferentes distancias de plantación en dos cosechas (2019-2020). Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

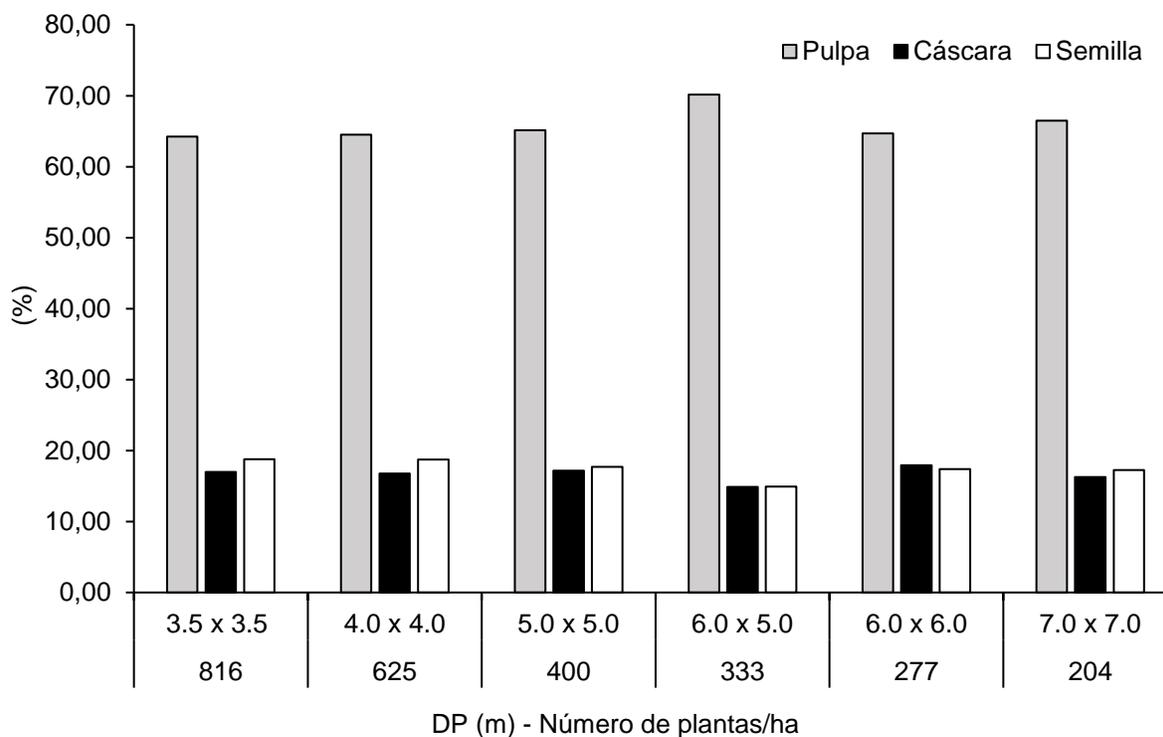


Figura 3. Porcentaje de pulpa, cáscara y semilla de la fruta de aguacate 'Hass' en las diferentes distancias de plantación (DP) en dos cosechas (2019-2020).

Cuando se registró el peso total de toda la fruta de las cosechas principal de 2019 y principal, y travesía de 2020, se observaron diferencias significativas entre las distancias de siembra y el peso promedio de la fruta ( $P < 2e-16$ ), sin que se observara una tendencia evidente entre las densidades de siembra con respecto a esta variable (Figura 4), donde sobresalieron las distancias de 7 x 7 y 5 x 5 m, con densidades de 204 y 625 árboles/ha. Se pudo establecer que el peso promedio de la fruta en estas distancias estaba dentro del intervalo reportado por Newett et al. (2007), quienes mencionaron en aguacate cv. Hass un peso que va de 150 a 400 g.

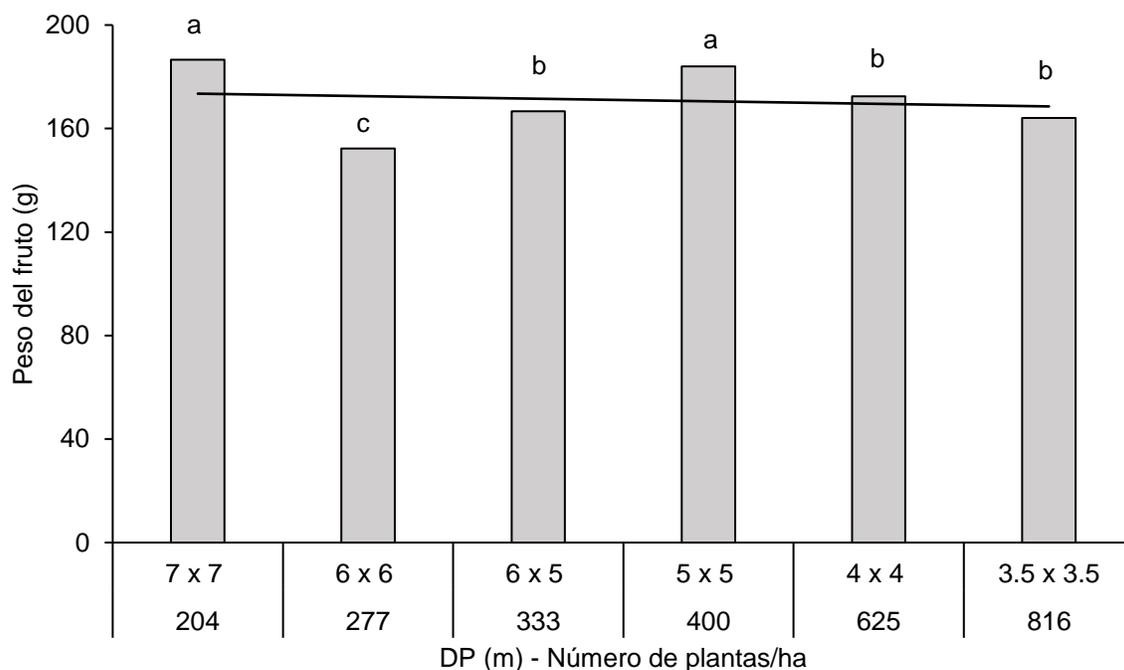


Figura 4. Peso promedio de todos los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en las diferentes distancias de plantación (DP), de tres cosechas (Principal 2019, Principal y Travesía 2020). Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Cuando se analizó la producción por árbol se encontró que hubo diferencias significativas entre las distancias de plantación ( $P < 2e-16$ ), observándose una marcada tendencia a disminuir la producción por árbol a medida que disminuía la distancia de siembra, debido probablemente a la competición por luz entre los árboles (Figura 5). Al respecto Wilkie et al. (2018), mencionaron que se ha demostrado que la productividad de los huertos en una amplia gama de cultivos de árboles está relacionada con la interceptación total de la luz.

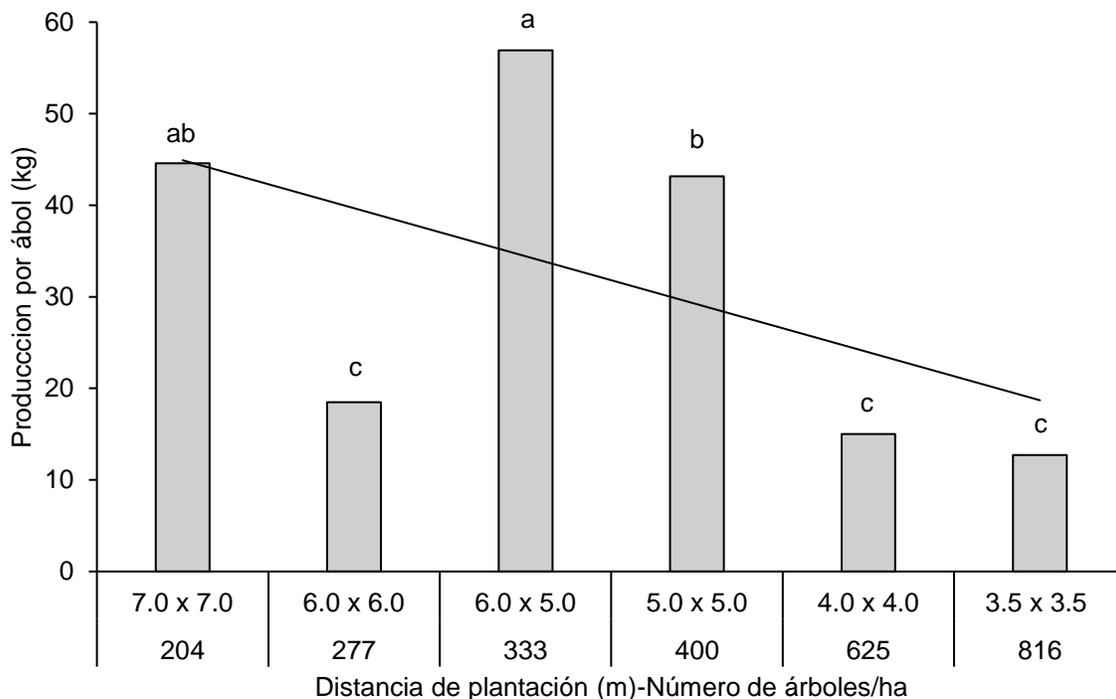


Figura 5. Producción de fruta de aguacate 'Hass' por árbol en las diferentes distancias de plantación, de tres cosechas (Principal 2019, Principal y travesía 2020). Las barras representan la media y aquellas seguidas de letras iguales no difieren según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

En cuanto a la producción por hectárea durante las cosechas principal y travesía de 2020, se destaca que el mayor rendimiento reportado en este estudio correspondiente a la distancia de 6 x 5 m, que supera en un 255 % el promedio nacional de 16.7 t ha<sup>-1</sup> para este cultivar y en un 163 % para la distancia de 3.5 x 3.5 m (816 árboles/ha).

Con este estudio se pretende documentar información relevante sobre prácticas de planificación agrícola más apropiados para el cultivo de aguacate cv. Hass bajo las condiciones de plantación en Antioquia y en especial de la zona andina colombiana. Un conocimiento más acertado del manejo agronómico, basado en producción de aguacates para la exportación, exige diseñar huertos altamente productivos en el corto y mediano plazo, con frutos de calibre exportable y con árboles fáciles de manipular agronómicamente. Existen múltiples herramientas técnicas para el control del tamaño de los árboles; sin embargo, todas ellas representan un costo importante dentro de las prácticas de cultivo, por este motivo cobra importancia potenciar la capacidad natural del árbol de conservar un tamaño de dosel controlado, con el objetivo de mantener costos competitivos.

Es necesario mencionar que estos resultados son preliminares y, por lo tanto, es necesario contar con más información de posteriores cosechas y de otros ambientes, con el fin de obtener resultados más concluyentes para este sistema productivo en Colombia.

### **Conclusiones**

No observó un efecto marcado de las distancias de siembra sobre los diámetros (DE-DP) del fruto; sin embargo, la distancia de 7 x 7 m fue significativamente la que mayores diámetros presentó.

A pesar de que el peso promedio de los frutos no presentó un efecto directo con el arreglo espacial de los árboles, se observó que la distancia de 7 x 7 m fue la que exhibió significativamente, pesos promedio superiores.

Respecto a la producción, se encontró que hubo diferencias significativas entre las distancias de siembra, observándose una marcada tendencia a disminuir la producción por árbol a medida que se reduce la distancia de siembra.

### **Agradecimientos**

Se reconoce el financiamiento de la presente investigación a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia.

### **Literatura citada**

- Bernal, J. A., y C. A. Díaz (Compiladores.). 2020. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate (2.<sup>a</sup> Ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Mosquera, Colombia. 772 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2020. FAOSTAT Online Database. Consultado en <http://www.faostat.fao.org/>.
- Gazit, S., y C. Degani. 2007. Biología reproductiva. pp. 103-131. In: Whiley, A. W., B. Schaffer, y B. N., Wolstenholme (Eds.). El Palto, Botánica, Producción y Usos. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- Köhne, S. J., and S. Kremer-Köhne. 1991. Avocado high density planting – a progress report. S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yearb. 14:42-43.
- Menzel, Ch. M., and M. D. Le Lagadec. 2014. Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: a review. Sci. Hort. 177(2):21-36.



- Newett, S., J. H. Crane, y C. F. Balerdi. 2007. Cultivares y portainjertos. pp. 155-175. In: Whiley, A. W., B. Schaffer, y B. N. Wolstenholme (Eds.), El Palto. Botánica, Producción y Usos. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- Rodríguez, P. A., y J. C. Henao. 2019. Ficha de índices de madurez de cosecha para aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) en el departamento de Antioquia. Agrosavia. Colección Transformación del Agro Red de Frutales, Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Colombia. 12 p.
- 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. Hort. Sci. Biotechnol.* 94(4):481-487.