

PANORAMA ACTUAL DEL AGUACATE 'HASS' EN COLOMBIA. RETOS Y OPORTUNIDADES: UNA REVISIÓN

Arias-García, Juan Sebastián¹; Hurtado-Salazar, Alejandro²; Ceballos-Aguirre, Nelson¹

¹Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias, Universidad de Caldas, 170004, Manizales, Caldas, Colombia. Correo-e: juanesebastian.arias@ucaldas.edu.co

²Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Pamplona. Colombia

Resumen

Colombia es el cuarto productor de aguacate a nivel mundial y el tercero en términos de área cosechada, con una participación del 6 % del área mundial. El desarrollo y fomento de este renglón productivo representa una importante fuente de crecimiento en el agro para Colombia, por la generación de empleo rural, el desarrollo equitativo a través de las diferentes regiones del país y por la diversidad de pisos térmicos y las diferentes variedades sembradas. Las importaciones de este producto han disminuido en un 96 % en los últimos cuatro años, pasando de 3128 toneladas en 2014 a 133 toneladas en 2017. En los últimos años, los proyectos desarrollados en el sector del aguacate colombiano se han dirigido al mercado exterior debido a la rentabilidad y demanda de la variedad Hass de esta fruta. Además, existe un esfuerzo estatal para implementar planes de regiones libres de plagas cuarentenarias que permitan el acceso a los mercados extranjeros. Esto constituye una propuesta estratégica compuesta por un conjunto coherente de objetivos, estrategias y programas que, basados en una visión de futuro, buscan la meta inicial de duplicar la superficie de producción. Ese paso garantizaría las condiciones tecnológicas y de innovación para una producción sostenible y de calidad, además de lograr la plena vinculación en los mercados internacionales. Esta revisión tuvo como objetivo conocer los principales desarrollos de la producción de aguacate en Colombia, sus retos y oportunidades para la próxima década.

Palabras clave: Fruticultura, Cadenas productivas, Investigación, Desarrollo tecnológico.

CURRENT PANORAMA OF THE 'HASS' AVOCADO IN COLOMBIA. CHALLENGES AND OPPORTUNITIES: A REVIEW

Abstract

Colombia is the fourth largest avocado producer globally and the third largest in terms of harvested area, with a 6 % share of the world area. The development and promotion of this production line represents an important source of growth in agriculture for Colombia, due to the generation of rural employment, equitable development across the different regions of the country, and due to the diversity of thermal floors and the different varieties planted. Imports of this product have decreased by 96 % in the last four years from 3128 tons in 2014 to 133 tons in 2017. In recent years, the projects developed in the Colombian avocado sector have been aimed at the foreign market due to the profitability and demand of the Hass variety of this fruit. In addition, there is a state effort to implement plans for regions free of quarantine pests that allow access to foreign markets. This constitutes a strategic proposal made up of a coherent set of objectives, strategies and programs which, based on a vision of the future, seek the initial goal of doubling the area of production. That move would ensure the technological and innovative conditions for sustainable and quality production, as well as achieve full links in international markets. This review aimed to know the main developments of avocado production in Colombia, its challenges and opportunities for the next decade.

Key words: Fruit growing, Production chains, Research, Technological development.

Introducción

En los últimos años en Colombia el área sembrada en aguacate (*Persea americana* Mill.) ha tenido un incremento significativo, debido principalmente a la apertura de mercados internacionales lo cual ha generado certidumbre y mejores expectativas para los agricultores que han elegido este frutal en el país. Además, el fruto del aguacate ha aumentado su demanda en los mercados por sus compuestos funcionales, dados sus efectos benéficos para la salud humana (Wang et al., 2019). La grasa del aguacate consiste predominantemente en ácido oleico monoinsaturado, que se reporta como reductor del colesterol dañino (Fulgoni et al., 2013). El aumento sustancial del uso de productos a base de aguacate y de aceite con fines cosméticos y culinarios, también sugiere un mayor crecimiento del mercado (Bost et al., 2013). La pulpa del fruto se compone de un 30 % de aceite (Aktar y Adal, 2019), el cual tiene aproximadamente un 75 % de grasas monoinsaturadas, mientras que el 25 % son ácidos grasos saturados y poliinsaturados (Foudjo et al., 2013).

Adicionalmente, la inversión extranjera se ha convertido recientemente en uno de los principales factores para el incremento vertiginoso de las áreas sembradas, debido al clima favorable del país que permite tener una producción permanente durante todo el año (González et al., 2018). La importancia socioeconómica del aguacate en la actualidad contrasta con la reducción de área de uno de los cultivos más representativos del país: El café. El departamento de Caldas ha visto disminuir 15000 ha dedicadas a la producción de café entre 2009 y 2018 (Granados y Valencia, 2018). En contraste, se han establecidos más de 8000 ha nuevas de aguacate (Figura 1).

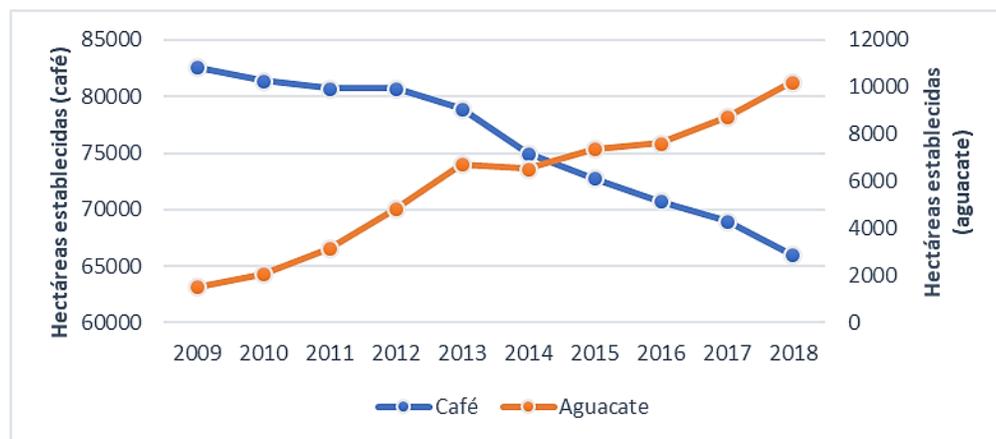


Figura 1. Hectáreas establecidas con cultivos de café y aguacate en el departamento de Caldas entre 2009 y 2018. Fuente: (Agencia de Desarrollo Rural et al., 2019). Modificado por el autor.

Por otra parte, es importante señalar que en Colombia el cultivar Hass es actualmente el más plantado frente a otras variedades con el 25 % del área total (MADR, 2019). En consecuencia, entre 2016 y 2017 hubo incrementos del 49 % en la producción de 'Hass' en el país (FAO, 2017).

Pese a estas cifras, el país no cuenta con información suficiente que le permita aplicar desarrollos tecnológicos para acompañar el incremento de nuevas áreas y salvaguardar las actuales. El conocimiento de la interacción genotipo x ambiente permitiría al país entender con mayor precisión la respuesta de la especie a las condiciones tropicales en las que actualmente se explota este frutal en el país (Bernal et al., 2020). Así, este trabajo de revisión tuvo como objetivo conocer los principales desarrollos de la producción de aguacate en Colombia, sus retos y oportunidades para la próxima década.

Materiales y Métodos

Para esta revisión se analizaron más de 50 documentos que contenían información relevante sobre el sistema productivo del aguacate 'Hass' en Colombia y el mundo, esta búsqueda se llevó a cabo en diferentes bases de datos como Scientific Electronic Library Online (SciELO), avocadosource.com, Science direct, y en bases de datos proporcionadas por entidades municipales como las UMATA (unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria). Esta búsqueda y revisión fue realizada entre septiembre de 2019 y septiembre de 2020.

El cultivo de aguacate en Colombia. Características

En Colombia, el aguacate puede crecer desde los 1000 m sobre el nivel del mar hasta los 2300 m. Actualmente, se cultivan más de 10 variedades de aguacate en todo el país, siendo el cv. Hass el que mayor incremento de área ha tenido en los últimos 4 años (Granados y Valencia, 2018). De acuerdo con esta variación de climas, la composición, formación de metabolitos secundarios y cualidades nutricionales de los frutos son muy variables y están influenciadas por factores como el clima, el suelo, la temperatura, entre otros (Thomas et al., 2005).

En este sentido, el manejo que hoy se le da a los huertos puede ser potencializado en términos de sostenibilidad y productividad si se realiza investigación en esta línea. Actualmente en Colombia, la demanda de investigación para esta cadena productiva es de más de 158 proyectos (Cuadro 1) (Portal siembra, 2019).

Cuadro 1. Número de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) que demanda la agrocadena del aguacate en Colombia y su ejecución hasta 2020.

Áreas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)	Número de proyectos de I+D+i (Demanda de investigación)	Distribución en I+D+I (%)	Número de proyectos ejecutados (año 2020)	Proyectos realizados en el ámbito de la investigación (%)
Cosecha y manipulación post-cosecha	21	14.19 %	5	23.81 %
Gestión medioambiental y sostenibilidad	9	6.08 %	0	0.00 %
Refuerzo de las capacidades técnicas y funcionales	9	6.08 %	0	0.00 %
Fisiología y nutrición de las plantas	11	7.43 %	2	18.18 %
calidad y seguridad de las entradas y salidas	11	7.43 %	0	0.00 %
Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	12	8.11 %	3	25.00 %
Economía de socios, marketing y desarrollo empresarial	12	8.11 %	1	8.33 %
Sistemas de información, zonificación y georreferenciación	8	5.41 %	1	12.50 %
Material de plantación y de reproducción	20	13.51 %	6	30.00 %
Manejo fitosanitario	11	7.43 %	13	118.18 %
Gestión del Sistema productivo	13	8.78 %	1	7.69 %
Gestión del suelo y del agua	11	7.43 %	0	0.00 %
Total	148	100.00 %	32	21.62 %

Importancia económica del aguacate

La producción de aguacate en el mundo ha ido aumentando considerablemente (Arias et al., 2018); países como México, República Dominicana, Perú, Indonesia, Colombia y Estados Unidos son los mayores productores (FAO, 2017). En el ámbito de las exportaciones, México lidera la lista con el 46 % del total, mientras que, en las importaciones, Estados Unidos, Países Bajos y Francia son los más demandantes en el mercado del aguacate con el 64 % del total (FAO, 2017). Colombia es el cuarto productor y el tercero en cuanto a área cosechada, con una participación del 6 % del área mundial (Granados y Valencia, 2018).

En Colombia, la producción de aguacate ‘Hass’, cultivar desarrollado en 1920 en California (Shepherd y Bender, 2013), es constante a lo largo de los 12 meses del año (González et al., 2018), y en especial durante los meses de octubre, enero y febrero, lo que difiere de otros países productores y convierte a Colombia en una alternativa para épocas de baja oferta (Cuadro 2). Este cultivar es, junto con ‘Fuerte’, ‘Reed’ y ‘Collinred’, de las mejores para plantar en condiciones de clima moderado y frío en Colombia (1800 a 2600 m). ‘Hass’ parece presentar buenas características organolépticas y ha mostrado en suelos colombianos rendimientos por hectárea que oscilan entre los 12.4 y 18.8 t ha⁻¹ en árboles de 8 y 9 años (Bernal et al., 2020).

Cuadro 2. Calendario de cosechas del aguacate cv. Hass en las diferentes regiones productoras de Colombia. Fuente: Consejo Nacional de Aguacate (2019).

Calendario cosecha aguacate 'Hass' en Colombia												
Departamento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Antioquia	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Caldas	x	x	x	x			x			x	x	x
Cauca									x	x	x	x
Risaralda	x	x					x			x	x	x
Quindío	x	x					x			x	x	x
Tolima	x				x	x				x	x	x
Valle del Cauca									x	x	x	x

Aguacate 'Hass' en Colombia. Promoción y desarrollo del cultivo

El cultivo de aguacate en Colombia comenzó a expandirse en la década de los sesenta (Carvalho et al., 2015). Hace poco más de 17 años se inició el cultivo de aguacate 'Hass' en tres escenarios: el Oriente de Antioquia, el Norte del Tolima y el Departamento del Cauca. Otro pequeño núcleo se ubicó en los departamentos del Eje Cafetero: Caldas, Risaralda y Quindío. En 2010 se realizó la primera exportación a Europa, para entonces Colombia contaba con 5880 ha de 'Hass' (Granados y Valencia, 2018).

Según la Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFrucOL), se estimó que para el año 2022, los departamentos con mayor potencial de desarrollo en la cadena productiva del aguacate serían Antioquia, Tolima, Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, y que para el año 2030 se alcanzará una producción de más de 404,700 t de aguacate. De esa cosecha, 165,820 serán del cultivar Hass.

Mercado internacional del aguacate 'Hass'

Durante los últimos 15 años, el aguacate se ha consolidado como una de las frutas de mayor demanda en el mundo (Cavaletto, 2015). En Colombia, el cultivar Hass solo apareció en el mercado nacional desde el año 2000. Diez años después se realizó la primera exportación de la fruta en un contenedor de 20 t a Francia. El valor de las exportaciones se ha ido incrementando con el tiempo; mientras que en 2017 las ventas fueron de 52.94 millones de dólares, en 2018 se incrementaron en un 18 %, llegando a 62.73 millones de dólares (Analdex, 2019).

Dadas las características organolépticas y la producción durante todo el año, se ha permitido la apertura de mercados extranjeros y con el fin de consolidar los mercados de exportación entre 2010 y 2014, el gobierno nacional firmó 53 protocolos de exportación que permitieron el ingreso de productos colombianos a 18 países. A partir de 2014, el enfoque de elegibilidad sanitaria definió una meta de 48 nuevos productos hasta llegar a 53 productos agrícolas elegibles en 2017 (DNP, 2018).

En este sentido, las medidas sanitarias son precisamente las que habían limitado durante años el acceso del aguacate al mercado estadounidense ya que, bajo las condiciones climáticas del territorio colombiano, se consideraba que había un mayor riesgo de propagación de plagas propias de esta fruta (Vasquez et al., 2019). Especies como *Heilipus Lauri Boheman*, *Heilipus Trifasciatus Fabricius* (Coleoptera: Curculionidae) y *Stenoma catenifer Walsingham* (Lepidoptera: Elachistidae), fueron definidas como plagas cuarentenarias que restringen el comercio de este producto hacia los mercados internacionales (ICA, 2015).

Limitaciones en la producción de aguacate ‘Hass’ en Colombia

Las limitantes en el cultivo del aguacate están relacionadas con el escaso conocimiento en aspectos como crecimiento y desarrollo, fenología, portainjertos, estudios ecofisiológicos, nutrición, uso de reguladores de crecimiento, requerimientos hídricos y uso de agentes polinizadores eficientes nativos e introducidos, entre otros aspectos. Esta situación ha impedido a la comunidad científica del país entender y potencializar el proceso productivo en condiciones del trópico colombiano (Bernal et al., 2017).

Ecofisiología del aguacate

En Colombia, son muchos los ambientes en los que actualmente se cultiva este frutal; sin embargo, la respuesta del cultivar Hass a esta diversidad de climas aún no ha sido suficientemente estudiada para garantizar su adaptabilidad y, sobre todo, su potencial productivo. Según un estudio realizado en 2018 sobre el potencial geográfico del aguacate ‘Hass’ en Colombia, se determinó que las zonas con mayor potencial para este cultivo son el altiplano norte y la vertiente oriental de los Andes occidentales, la región suroccidental del departamento de Antioquia, así como la región altiplánica denominada Valle de Los Santos (departamento de Santander), y en los valles interandinos del departamento del Cauca (Ramírez-Gil et al., 2018).

Portainjertos

Además, a pesar del aumento de la producción y las exportaciones, actualmente existe un desconocimiento sistemático de la identidad genética y la idoneidad de los portainjertos plantados y de los ofrecidos por los viveros. Esto aumenta el riesgo de que el uso de portainjertos poco adaptados a las condiciones andinas disminuya la productividad en el largo plazo (Bernal et al., 2017). En la mayoría de las áreas de siembra colombianas del cv. Hass, existe “afinidad-incompatibilidad” entre el patrón y la copa; sin embargo, no existe información sobre el efecto que esta condición tiene en la producción o en la vida útil del huerto (Bernal et al., 2020).

Insectos polinizadores

Los rendimientos de la mayoría de los cultivos mediados por insectos aún dependen en gran medida de los agentes polinizadores silvestres (Garibaldi, et al., 2013). La polinización del aguacate no puede depender solo de las abejas (Grass, et al., 2018), sino también de la diversidad y abundancia de insectos atraídos naturalmente por sus flores (Carabalí et al., 2017). Evaluaciones realizadas en Pakistán y Kenia mostraron que entre los insectos visitantes de las flores del aguacate se encontraban lepidópteros, dípteros (Mehmood et al., 2015), coleópteros y hemípteros (Odanga et al., 2017).

Los insectos polinizadores están cada vez más amenazados y hay evidentes reducciones en su abundancia y diversidad (Villamil et al., 2018), estrategias como la conservación de la flora silvestre, la gestión de corredores biológicos y el uso selectivo de agroquímicos (Carabalí et al., 2017), ayudarían a reducir este impacto.

Otras limitaciones de la producción

Al lado de algunos problemas sanitarios encabezados por hongos que atacan la raíz como *Phytophthora cinnamomi* Rands (Bernal et al., 2020), el aguacate en Colombia se produce principalmente sin riego, dependiendo de las lluvias para asegurar la producción (Dorado et al. 2016), esto hace que en determinadas épocas del año en las que no hay suficientes lluvias, el comportamiento del árbol pueda verse afectado (Anguiano et al., 2007).

En este sentido, se deben realizar investigaciones en el país que promuevan la implementación y uso adecuado de los sistemas de riego, ya que como afirmó Dorado et al. (2016), la tecnificación

del cultivo de aguacate 'Hass' con un sistema de riego por goteo, incrementa la producción en al menos un 23 %.

Retos y oportunidades para la cadena de producción de aguacate en Colombia

El diferencial que tiene la producción de aguacate colombiano es su oferta de producción durante todo el año. Esta ventaja podría ser una apuesta para alcanzar altos estándares de calidad y convertirse en uno de los mercados que le apuestan a la internacionalización de este producto. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2019) , algunos de los retos para la actividad de siembra, producción y comercialización del aguacate 'Hass' son: 1) Consolidar la organización de la cadena; 2) Diseñar una estrategia para fortalecer el seguimiento, monitoreo y control de zonas francas para la admisibilidad sanitaria; 3) Generar valor agregado que conduzca a la diversificación de mercados; 4) Impulsar la asistencia técnica para la implementación de paquetes tecnológicos; y 5) Promover la certificación bajo protocolos de trazabilidad, calidad e inocuidad.

Conclusiones

Continuar y fortalecer los programas fitosanitarios de plagas cuarentenarias y las políticas del gobierno nacional a través de sus instituciones y en alianza con entidades privadas para asegurar el crecimiento sostenido de Colombia como un actor importante en los mercados internacionales. Las perspectivas de crecimiento del mercado del aguacate en el contexto internacional siguen siendo altas, como resultado de la fuerte demanda en Estados Unidos, Europa y algunos países asiáticos.

En Colombia se hace evidente la necesidad de fortalecer la investigación en áreas como el manejo de la cosecha, la poscosecha y la transformación, el material de siembra y el mejoramiento genético, y el manejo del sistema productivo para tener un crecimiento sostenible y duradero en el tiempo.

Literatura Citada

Agencia de Desarrollo Rural. 2019. Plan integral de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial tomo 1. Caldas. Consultado en <https://www.adr.gov.co/servicios/pidaret/CALDAS%20TOMO%201.pdf>

- Aktar, T., y E. Adal. 2019. Determining the Arrhenius kinetics of avocado oil: oxidative stability under rancimat test conditions. *Foods* 8(7):236-249.
- Analdex (Asociación nacional de comercio exterior). 2019. Exportaciones de Aguacate colombianas 2018. Consultado en <https://www.analdex.org/wp-content/uploads/2019/03/2019-03-Informe-exportaciones-aguacate-2018.pdf>
- Anguiano, C., J. J. Alcántar, L. M. Tapia, B. R. Toledo, y Vidales-Fernández, J. A. 2007. Caracterización edafo climática del área productora de aguacate de Michoacán, México. In: Proceedings of the VI World Avocado Congress. 12-16 de noviembre 2007. Viña Del Mar, Chile.
- Arias, F., C. Montoya, y O. Velásquez. 2018. Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Rev. Virtual Univ. Catol. Norte* 55:22-35.
- Bernal Estrada, 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.
- Bernal-Estrada, J., L. Vásquez-Gallo, y J. Cartagena-Valenzuela. 2017. Fenología del aguacate cv. Hass plantado en diversos ambientes del departamento de Antioquia, Colombia. pp. 4-7. In: Salazar-García, S., y A. F. Barrientos-Priego (Eds.). *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*. 4 - 7 de septiembre 2017. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.
- Bost, J. B., N. J. H. Smith, and J. H. Crane. 2013. History, distribution and uses. pp. 10-30. *The Avocado: Botany, Production and Uses*, 2nd edition. Centre for Agriculture and Biosciences International. London, UK.
- Carabalí Muñoz, A., S. Y. Pinchao Tenganan, I. M. Lamprea Rodríguez, J. F. Peña Mojica, D. J. Carabalí Banguero. 2017. Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia. Corpoica Editorial. Mosquera, Colombia. 96 p.
- Carvalho, C. P., J. Bernal E., M. A. Velásquez, y J. R. Cartagena V. 2015. Fatty acid content of avocados (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in relation to orchard altitude and fruit maturity stage. *Agron. Colomb.* 33(2):220-227.
- Cavaletto, G. 2015. The avocado market in the United States. pp. 463-466. In: *Actas del VIII Congreso Mundial de la Palta*. 13 al 18 de septiembre. Lima, Perú.
- DNP (Dirección Nacional de Planeación). 2018. *Colombia Productiva y Sostenible: Un Propósito de Todos*. Bogotá, Colombia. 652 p.
- Dorado Guerra, D., L. C. Grajales Guzmán, y A. Rebolledo Roa. 2016. Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Corpoica Editorial. Mosquera, Colombia. 90 p.
- FAO. 2017. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Foudjo, B. U. S., F. Etoa, E. Fokou, G. Kansci, I. M. Lazar, and G. Lazar. 2013. ATR-FTIR characterization and classification of avocado oils from five Cameroon cultivars extracted with a friendly environmental process. *Environ. Eng. Manag. J.* 12(1):97-103.
- Fulgoni, V. L., M. Dreher, and A. J. Davenport. 2013. Avocado consumption is associated with better diet quality and nutrient intake, and lower metabolic syndrome risk in US adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001–2008. *Nutr. J.* 12(1), 1-6.

- Garibaldi, L. A., M. A. Aizen, R. Bommarco, S. A., Cunningham, A. M. Klein, I. Steffan-Dewenter, and R. Winfree. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honeybee abundance. *Science* 339(6127):608-1611.
- González González, G. L., C. I. Figueroa Sánchez, M. F. Perdomo Ortiz, y X. A. Ardila Rojas. 2018. Producción de aguacate Hass una alternativa para el departamento del huila. *Crece Empresarial: J. Manag. Develop.* (02), 7-15.
- Granados, W. y J. Valencia. 2018. Cadena de Aguacate: Indicadores e Instrumentos. Consultado en <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2018-08-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Grass, I., S. H. Foord, P. Hajek, S. Meyer, P. J. Taylor, and T. Tschardtke. 2018. Pollination limitation despite managed honeybees in South African macadamia orchards. *Agric. Ecosyst. Environ.* 260:11-18.
- ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. 2015. El ICA capacita a productores de aguacate Hass para exportación. Consultado en <https://www.ica.gov.co/movil/noticias/3309.aspx>
- MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2019. Comienza el ordenamiento de la producción de aguacate hass. Consultado en <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Comienza-el-ordenamiento-de-la-produccion-de-aguacate-hass.aspx>
- Mehmood, K., M. Ahmad, I. Bodlah, S. Hussain, and N. Mustafa. 2015. Insect pollinators visiting citrus (*Citrus limon*) and avocado (*Persea americana*) fruit trees. *Asian J. Agric. Biol.* 3(1):23-27.
- Odanga, J. J., T. P. Johansson, S. Mwalusepo, R. Nyankanga, and F. Olubayo. 2017. Records of arthropod species sampled from avocado plant (*Persea americana* Mill) in smallscale agro-ecosystems at Taita Hills and Mount Kilimanjaro. *Int. J. Environ. Agric. Biotech.* 2(5):2457-2465.
- Portal Siembra. 2019. Total demandas de investigación en el sector agropecuario y agroindustrial. Aguacate. Consultado en <http://www.siembra.gov.co/Demandas/Demanda/ReporteGrafica?>
- Ramírez-Gil, J. G., J. G. Morales, and A. T. Peterson, 2018. Potential geography and productivity of 'Hass' avocado crops in Colombia estimated by ecological niche modeling. *Sci. Hortic.* 237:287-295.
- Shepherd, J. S., and G. S. Bender. 2013. History of the avocado industry in California. pp. 1-18. In: Bender, G. (Ed.). *Avocado Production in California: A Cultural Handbook for Growers, Book 1: Background Information.* (2nd ed.). The University of California Cooperative Extension, San Diego County and The California Avocado Society. San Diego, USA.
- Thomas, R. H., W. A. Dozier, R. C. Ebel, D. G. Himelrick, M. Nesbitt, B. Wilkins, and F. M. Woods. 2005. Cultivar variation in physicochemical and antioxidant activity of Alabama-grown blackberries. *Small Fruits Rev.* 4(2): 57-71
- Díaz Vásquez, J. C., Carolina Ardila López, y M. A. Guerra Aranguren. 2019. Estudio de caso sobre la admisibilidad del aguacate Hass colombiano en el mercado estadounidense: oportunidades en el Este de Asia. *Rev. Mundo Asia Pac.* 8(14):5-27.
- Villamil, L., Astier, M., Y. Merlín, R. Ayala-Barajas, E. Ramírez-García, J. Martínez-Cruz, M. Devoto, and M. E. Gavito. 2018. Management practices and diversity of flower visitors and herbaceous plants in conventional and organic avocado orchards in Michoacán, Mexico. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 42(5):530-551.



Wang, L., L. Hao, K. H. Huang, P. M. Kris-Etherton, J. D. Lambert, T. H. Stanley, and L. Tao. 2020. A moderate-fat diet with one avocado per day increases plasma antioxidants and decreases the oxidation of small, dense LDL in adults with overweight and obesity: a randomized controlled trial. *J. Nutr.* 150(2):276-284.