



Estado actual de la investigación para el cultivo de guayaba en Colombia¹

Current state of research for the guava cultivation in Colombia

Germán Andrés Aguilera-Arango², Eberto Rodríguez-Henao², Hans Nicolás Chaparro-Zambrano³, Javier Orlando Orduz-Rodríguez⁴

- ¹ Recepción: 6 de enero, 2020. Aceptación: 25 de mayo, 2020. Esta revisión se realizó en su mayoría con información obtenida a partir de proyectos finalizados y previamente publicados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en los centros de investigación Palmira, Valle del Cauca y La Libertad en Villavicencio, Meta.
- ² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Palmira – Diagonal a la intersección de la Carrera 36ª con Calle 23 - Palmira, Valle del Cauca, Colombia. gaguilera@agrosavia.co (autor para correspondencia, <http://orcid.org/0000-0002-3942-4658>); erodriguezh@agrosavia.co (<http://orcid.org/0000-0002-5795-8864>).
- ³ Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A), Calle 222 No. 55-37, Bogotá, D.C., Colombia. hchaparro@udca.edu.co (<http://orcid.org/0000-0002-4355-8050>).
- ⁴ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación La Libertad - Km 17, Vía Puerto López - Meta, Colombia. jorduz@agrosavia.co (<http://orcid.org/0000-0002-7012-4573>).

Resumen

Introducción. La guayaba (*Psidium guajava* L.) es considerada una fruta de importancia comercial en más de sesenta países, la cual se utiliza en la agroindustria y consumo en fresco, debido a sus propiedades nutraceuticas, ya que se considera una fuente importante de vitamina C, mejorando así la salud de los consumidores. **Objetivo.** Determinar el estado actual de la investigación para el cultivo de la guayaba en Colombia. **Desarrollo.** El cultivo de guayaba en Colombia presenta rendimiento inadecuado en las diferentes regiones productoras, debido principalmente al desconocimiento por parte de los productores y al uso de tecnologías que no son adecuadas para la producción intensiva. Sin embargo, actualmente existe una serie de ofertas tecnológicas que pueden ser implementadas para abordar las principales limitantes del cultivo, logrando como resultado mejorar la producción de guayaba de manera rentable y ambientalmente sostenible. **Conclusiones.** Las recomendaciones técnicas y las ofertas tecnológicas relacionadas con el uso de variedades mejoradas y manejo agronómico y sanitario del cultivo de guayaba, podrían ser implementadas por los productores, para posicionar a Colombia como un referente internacional para abastecer los mercados internos y de exportación.

Palabras clave: condiciones agroecológicas, manejo agronómico, manejo fitosanitario, propagación, variedades mejoradas.

Abstract

Introduction. The guava (*Psidium guajava* L.) is considered a commercially important fruit in more than sixty countries, which is used in the agro-industry and fresh consumption, due to its nutraceutical properties, since it is considered an important source of vitamin C, thus improving the health of consumers. **Objective.** To determine the current status of research for the guava cultivation in Colombia. **Development.** The cultivation of guava in Colombia



presents inadequate yields in the different producing regions, mainly due to the lack of knowledge on the part of the producers and the use of technologies that are not suitable for intensive production. However, there are currently a number of technological offers that can be implemented to address the main limitations of the crop, achieving as a result to improve the production of guava in a profitable and environmentally sustainable way. **Conclusions.** The technical recommendations and technological offers related to the use of improved varieties, agronomic, and phytosanitary management of the guava crop could be implemented by the producers, in order to position Colombia as an international reference to supply the domestic and export markets.

Keywords: agroecological conditions, agronomic management, phytosanitary management, propagation, improvement varieties.

Introducción

La guayaba (*Psidium guajava* L.) se cultiva ampliamente en los países tropicales de todos los continentes y en algunas regiones subtropicales (Singh et al., 2019). Está clasificada como uno de los frutos más conocidos y estimados, cuya producción es de alrededor de 1,2 millones de toneladas a nivel mundial (García-Hevia et al., 2019).

Los principales países productores son: India, Brasil y México (Mishra et al., 2014). Existen variedades dulces y ácidas y las frutas se utilizan para el consumo en fresco, industrial y para la preparación de jugos caseros (Silva-Junior et al., 2008).

Se estima que la producción anual de guayaba en Colombia es de 81800 t año⁻¹, de las cuales cerca del 69 % se destina para consumo en fresco y el resto de la producción se usa para la preparación de dulces, conocidos en este país como bocadillo (López-Santos et al., 2017). Esta industria ha sido próspera en las regiones productoras de Santander en los municipios de Barbosa y Vélez y en el municipio de Moniquirá, en el departamento de Boyacá (Pulido-Blanco et al., 2019). En la producción para el consumo de fruta fresca se destaca el norte del departamento del Valle del Cauca, la zona cafetera y en años recientes, ha aumentado su producción en el piedemonte del departamento del Meta en especial en los municipios del alto Ariari (Canacuan-Nasamuez y Carabalí-Muñoz, 2015).

La región del alto y del medio Ariari, es una de las principales zonas productoras de fruta en el país, sobresaliendo el cultivo de la guayaba. Esta fruta es la de mayor crecimiento en área en el piedemonte del departamento del Meta, y en la actualidad cuenta con cerca de 2500 ha, abarca casi la totalidad de los cultivos en los municipios de Lejanías y Granada en el Ariari; y en menor proporción en Acacias y Villavicencio. En esta región predomina el cultivo de la variedad Palmira ICA-1, conocida comercialmente como guayaba pera, y es precisamente en esta región, donde hay más problemas con la comercialización de esta fruta, debido a los bajos precios en épocas de alta oferta de fruta y altos costos de producción (Romero-Ramírez et al., 2019).

El cultivo de guayaba en las regiones productoras se ha establecido por iniciativa de agricultores líderes, y las prácticas de manejo del cultivo se toman de otras regiones productoras o se han desarrollado de forma empírica. Las deficiencias en el manejo de los problemas fitosanitarios, la sobreoferta de la fruta en la época de cosecha, que ocasiona la disminución del precio de esta, y los altos costos por el excesivo uso de insumos químicos para el control de plagas, enfermedades y malezas, son las principales limitantes del cultivo que ocasiona baja rentabilidad y desestímulo de los productores de esta fruta (ICA, 2012).

El principal problema en todas las regiones es la sincronización de las cosechas, debido a que la floración es influenciada por distribución de la precipitación, lo que origina sobreoferta de fruta y caída dramática de los precios

para los productores (Romero-Ramírez et al., 2019). La sostenibilidad económica del cultivo en la región se basa en modificar el pico de la cosecha principal, mediante el uso del riego, la modificación de las épocas de poda, la agro industrialización de la fruta, ya sea para su transformación en bocadillo o en otros productos. Por otro lado, es necesaria la implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA), en especial en los aspectos de inocuidad, con el fin de mejorar la aceptación de la fruta por parte de los consumidores, ampliar la demanda y participar en mercados de mayor valor.

El objetivo de la presente revisión fue determinar el estado actual de la investigación para el cultivo de la guayaba en Colombia.

Botánica

La guayaba pertenece al orden Myrtales, familia de las Myrtaceae, subfamilia Myrtoideae, género *Psidium* (Chase y Reveal, 2009). El género *Psidium* comprende cerca de 92 especies entre las que se destaca *P. guajava*, distribuidas predominantemente en el Neotrópico (Marques et al., 2016). El árbol de guayaba crece en forma simétrica piramidal con alturas entre tres y nueve metros, con flores bisexuales con un diámetro de 2,5 a 3 cm de reproducción autógama, con autopolinización eminente (60 % - 75 %) con contribución de polinización cruzada del 35 % (Fischer et al., 2012). El fruto es una baya de forma esférica ovoide o piriforme de acuerdo con la variedad; el color de la piel varía de verde claro a amarillo con pulpa desde blanca hasta rojo salmón (Parra-Coronado, 2014).

Origen y distribución

La Guayaba tiene su origen en el trópico sudamericano. Sin embargo, este cultivo se encuentra distribuido en todas las regiones tropicales y subtropicales, y los principales países productores de esta fruta son: India, Pakistán, Egipto, México, Brasil y Colombia quienes aportan cerca del 75 % de la producción mundial (Vargas-Madríz et al., 2017).

En Colombia se encuentran diferentes cultivares de guayaba, nativos o cultivares regionales, variedades mejoradas o comerciales, o cultivares introducidos de otros países o regiones productoras. Los principales departamentos productores del país en orden descendente para el año 2017 fueron: Meta, Santander, Boyacá, Valle del Cauca y Tolima (Cuadro 1).

Cuadro 1. Área, producción y rendimiento en los principales departamentos productores de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Colombia (MADR, 2018).

Table 1. Area, production, and yield in the main guava (*Psidium guajava* L.) producing departments in Colombia (MADR, 2018).

Departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Meta	5069	140845	10,43
Santander	4578	32934	11,32
Boyacá	2410	44200	10,99
Valle del Cauca	987	18397	8,03
Tolima	866	10044	10,94

Variedades

El género *Psidium* cuenta con alrededor de veinte especies que producen frutos comestibles (Mani et al., 2011). *P. guajava* es la especie más extendida de este género en el mundo y en Colombia se cultivan diversos cultivares regionales que son clasificados por el color de la pulpa, y variedades mejoradas o cultivares comerciales.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), seleccionó y registró en 1986 dos variedades de guayaba denominadas Palmira ICA-1 y Roja ICA-2 (Salazar y Toro, 1986), las primeras en ser inscritas en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA, como cultivares comerciales para este sistema productivo, la variedad Roja ICA 2 no presentó una alta adopción para la producción de fruta por tener una acidez muy alta (superior a 1 % de ácido cítrico). Adicionalmente, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), por medio de su programa de mejoramiento genético, evaluó diferentes accesiones provenientes del banco de germoplasma vegetal de Colombia. Entre las accesiones evaluadas están los clones Cimpa Pulpa Roja, Regional Guadalupe Roja, 0328 y 0440, comparados con los testigos variedad Palmira ICA-1 y cultivar Regional Roja (Carrillo y Ocampo, 2011). Como resultado de ese programa de mejoramiento surgieron las variedades de guayaba Corpoica Carmín 0328 y Corpoica Rosa-C, desarrolladas por AGROSAVIA con el objetivo de ampliar el número de variedades disponibles para los productores de este cultivo en Colombia, las cuales fueron puestas a disposición de los agricultores en el año 2017 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fenología de tres variedades comerciales de guayaba (*Psidium guajava* L.) (Rodríguez-Henao et al., 2017).

Table 2. Phenology of three commercial varieties of guava (*Psidium guajava* L.) (Rodríguez-Henao et al., 2017).

Etapa fenológica	Días después de la poda por variedad		
	Palmira ICA 1	Corpoica Carmín 0328	Corpoica Rosa-C
Formación de brotes	14	15	15
Aparición del botón floral	41	41	43
Apertura de flores	66	65	67
Inicio de formación de fruto	83	82	83
Fruto formado	122	123	122
Madurez fisiológica (Inicio de cosecha)	168	166	171
Fin de cosecha	218	216	220

Entre las características más sobresalientes de las variedades mencionadas, y que pueden ser establecidas como cultivos comerciales en las regiones productoras se tienen:

Palmira ICA-1. Se conoce como guayaba Pera (Figura 1). Siete años después del trasplante a campo, presenta un rendimiento de 120 kg por árbol (24,4 t ha⁻¹) con una distancia de plantación de 7 x 7 (204 plantas ha⁻¹). Produce frutos periformes con cuello largo, peso entre los 130 y 160 g, de color verde amarillento al iniciar maduración, y amarillo brillante cuando está totalmente maduro. Su pulpa es gruesa, de color rosado fuerte, sabor dulce, tiene un alto contenido de azúcares y una relación azúcar/acidez de 12, lo cual se considera alta. Presenta bajo contenido de semilla (4,5 %). Es ideal para consumo en fresco, aunque puede ser usada por la agroindustria (Gómez y Rebolledo-Podleski, 2006).



Figura 1. Frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad Palmira ICA-1. a) Frutos con madurez fisiológica listos para cosecha y aptos para su consumo b) corte transversal de frutos. Fotos: Claudia Lorena Narváez. Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

Figure 1. Guava fruits (*Psidium guajava* L.) variety Palmira ICA-1. a) Fruits with physiological maturity ready for harvest and suitable for consumption b) cross section of fruits. Photos: Claudia Lorena Narváez. Source: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Palmira Research Center, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

Corpoica Carmín 0328. Fruta periforme, de pulpa color rojo (Figura 2). Presenta floración múltiple (flores tipo racimo) y un ciclo productivo desde poda de producción a finalización de cosecha de 216 días (7,2 meses). Entre sus ventajas está que el contenido de sólidos solubles totales de esta variedad es de 13,1 grados brix, superando en 21,7 % a la guayaba Pera. La acidez titulable (% de ácido cítrico) de la variedad es de 0,49, lo que le confiere una relación (grados brix/acidez) de 26,7, de esta manera, supera en 12,2 % a la guayaba Pera. Además



Figura 2. Frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad Corpoica Carmín 0328. a) Frutos con madurez fisiológica listos para cosecha y aptos para su consumo, b) corte transversal de frutos. Fotos: Claudia Lorena Narváez. Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

Figure 2. Fruits of guava (*Psidium guajava* L.) variety Corpoica Carmín 0328. a) Fruits with physiological maturity ready for harvest and suitable for consumption, b) cross section of fruits. Photos: Claudia Lorena Narváez. Source: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Palmira Research Center, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

esta variedad también se destaca por ser de porte bajo, lo que incrementa el rendimiento al aumentar el número de plantas por ha. Presenta un rendimiento promedio de 28,6 t ha⁻¹ de fruta fresca en cada ciclo productivo (7,2 meses), con una densidad de siembra de 333 plantas ha⁻¹; esta variedad produce en promedio 85,8 kg de fruta por árbol (Carabalí-Muñoz et al., 2019).

Corpoica Rosa-C. Fruta de forma ovalada con pulpa color rosado (Figura 3). Presenta floración individual. Su ciclo productivo desde la poda de producción a finalización de cosecha dura 220 días (7,3 meses). Entre sus ventajas se encuentra el alto contenido de vitamina C, el cual es de 80,9 mg por 100 g de pulpa, superior en 121,8 % a la guayaba Pera. El rendimiento promedio es de 22,9 t ha⁻¹ de fruta fresca en cada ciclo productivo (7,2 meses), con una densidad de siembra de 333 plantas ha⁻¹, esta variedad produce en promedio 68,9 kg de fruta por árbol y el contenido de sólidos solubles totales es de 10,8 grados brix (Carabalí-Muñoz et al., 2019).



Figura 3. Frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad Corpoica Rosa-C. a) Frutos con madurez fisiológica listos para cosecha, y aptos para su consumo b) corte transversal de frutos. Fotos: Claudia Lorena Narváez. Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

Figure 3. Fruits of guava (*Psidium guajava* L.) variety Corpoica Rosa-C. a) Fruits with physiological maturity ready for harvest and suitable for consumption b) cross section of fruits. Photos: Claudia Lorena Narváez. Source: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Palmira Research Center, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 2018.

El rendimiento presentado para la variedad Palmira ICA 1 corresponde a las evaluaciones desarrolladas para su liberación en el año 1986 por el ICA, bajo un manejo agronómico diferente al realizado actualmente. Los árboles se dejaban a libre crecimiento y alcanzan entre 4 y 5 m de altura, dificultando el manejo agronómico en general incluyendo la cosecha que se dificultaba en plantaciones de porte alto. Actualmente, se manejan plantaciones con árboles que no sobrepasen altura de 2,5 m, facilitando el manejo agronómico y garantizando la calidad de la fruta al colectarse directamente del árbol y no recolectándola del suelo como sucede en plantas de portes altos.

Al comparar el rendimiento actual de la variedad Palmira ICA 1 con la variedad Corpoica Carmín 0328 bajo las actuales técnicas de producción de guayaba y en condiciones del valle geográfico del río Cauca, se encontró que Corpoica Carmín 0328 produce 28,6 t ha⁻¹ de fruta fresca, superando el rendimiento de la variedad Palmira ICA 1 en un 14,7 % con 24,4 t ha⁻¹. Además del rendimiento, la variedad Corpoica Carmín 0328 con un contenido de 13,1 grados brix, supera en un 21,7 % el contenido de sólidos solubles totales de la variedad Palmira ICA 1, la cual tiene un contenido de 10,7 grados brix.

Propagación

El árbol de guayaba puede ser propagado de forma sexual y asexual. Las plantas propagadas sexualmente producen frutos de un tamaño y calidad variables, pero con una mayor longevidad que las plantas propagadas vegetativamente (Mitra y Bose, 1985). Presenta un porcentaje de polinización cruzada de un 35 % (Martin, 2017).

La semilla obtenida debe ser usada lo más rápido posible, ya que pierde viabilidad y disminuye considerablemente el porcentaje de germinación. Más del 90 % de las semillas frescas germinan aproximadamente a los veintitrés días de sembradas (Alves et al., 2015). Aproximadamente, a los cincuenta días después de la emergencia, se pasan a una bolsa, que debe ser de 20 x 40 cm, calibre tres. Cuando las plantas alcanzan una altura entre 0,8 y 1,0 m pueden ser trasplantadas a un sitio definitivo (Gómez y Rebolledo-Podleski, 2006).

En guayaba, para la propagación asexual o vegetativa se usan estacas, acodos aéreos e injertos. La propagación vegetativa es la que permite mantener las características deseadas de los materiales o variedades elite para predecir comportamientos agroindustriales. Por otra parte, el acodo aéreo tiene una limitante, siendo esta el uso de mucho material vegetativo para la propagación masiva (Perales-Aguilar et al., 2016). Las plantas que se propagan vegetativamente empiezan la producción a los dos a tres años (Yadava, 1996).

Para injerto, se usan patrones o portainjertos que deben ser preparados desde la siembra de la semilla sexual al tiempo de la poda la planta donadora de yemas para que ambas estructuras (portainjerto y yema) estén con similar calidad de grosor y dureza al momento de la injertación. El patrón está listo para injertarlo cuando tiene entre 7 y 11 mm de diámetro a la altura del injerto que deben ser de 20 – 30 cm, dependiendo del diámetro de la yema a injertar, el cual debe ser inferior al del portainjerto. De los diferentes tipos de injertos conocidos, los más recomendados para usar en guayaba son el de púa invertido y el de aproximación (Flores-Espinosa et al., 2018).

Condiciones agroecológicas

La planta se desarrolla de forma óptima entre 18 y 28 °C (Gómez y Rebolledo-Podleski, 2006); debido a que en temperaturas cercanas a los 3 °C, el fruto no continúa el proceso de maduración (Insuasty et al., 2007a). Las precipitaciones entre 1000 y 1800 mm año⁻¹ favorecen su crecimiento (García, 2010).

El árbol de guayaba encuentra condiciones adecuadas para su crecimiento y rendimiento en una amplia gama de suelos, desde los arenosos hasta los arcillosos pasando por los francos (Bandera-Fernández y Pérez-Pelea, 2015). Son aconsejables aquellos suelos permeables, aunque el árbol de guayaba tolera encharcamiento temporal (Oliveira-Durães et al., 2014), este fenómeno no debe ser ni prologando ni frecuente, porque ocasiona el debilitamiento del árbol y de ser recurrente, su muerte (Moreno y Fischer, 2014). El pH del suelo más favorable está entre 6,0 y 7,0, aunque existen reportes de cultivos que oscilan entre 4,5 a 8,0 de pH (Palomares-Salvador, 2019).

Para las variedades Corpoica Carmín 0328 y Corpoica Rosa-C se aconseja sembrar en suelos franco limosos, arenosos o arcillosos con pH que oscile entre 5,0 y 7,0. Además, es importante tener en cuenta que a la hora de sembrar las plantas de guayaba, se deben realizar hoyos de 50 x 50 x 50 cm, a los cuales se les aplica 1 kg de materia orgánica compostada y 500 g de micorriza para estimular el crecimiento de raíces.

Manejo agronómico

Fertilización

En general la planta de guayaba es exigente en nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, las variedades de guayaba recomendadas en este documento no cuentan con un nivel de extracción de nutrientes definida para cada

una. Por lo anterior, se debe tener en cuenta para la fertilización del cultivo de guayaba tres criterios fundamentales: 1) identificar la disponibilidad de nutrientes mediante un análisis de suelo, 2) tener en cuenta los niveles de extracción de referencia para la producción de 32 t ha⁻¹, y 3) conocer la concentración óptima de nutrientes en el tejido foliar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.).

Table 3. Nutritional requirements of guava (*Psidium guajava* L.) crop.

Nutriente	Extracción de referencia (kg ha ⁻¹ ciclo productivo)	Contenido óptimo en tejido foliar
N	80	1,70 %
P	80	0,25 %
K	200	1,50 %
S	120	0,18 %
Ca	20	1,25 %
Fe	8	-
Mg	5,49	0,25 %
Mn	4	60 mg l ⁻¹
Cu	2	8 mg l ⁻¹
B	0,8	20 mg l ⁻¹
Zn	0,8	20 mg l ⁻¹

Fuente / Source: Shigeura y Bullock (1983); ICA (1992).

Las aplicaciones y cantidades de fertilizantes deben incrementarse en la medida en que aumenta la edad de la planta, debido a que después de dos o tres meses del trasplante es recomendable aplicar 100 g planta⁻¹ de fertilizante rico en nitrógeno, fósforo y potasio; a los seis meses 200 g planta⁻¹; mientras que al año se recomienda 500 g planta⁻¹ para suplir la extracción de estos elementos en el suelo y así mantener y/o mejorar la producción. A partir del año y medio y después cada seis meses se puede aplicar hasta 1 kg planta⁻¹ (Ormeño et al., 2013).

El fertilizante se debe aplicar en la zona de gotera del árbol. Dependiendo del análisis de suelos, es preferible la aplicación de abonos compuestos, incluyendo los elementos menores. En condiciones de suelos ácidos es conveniente la aplicación de correctivos como la cal dolomita y el yeso agrícola, incorporados con suficiente anticipación antes del trasplante (Jamióy-Orozco et al., 2015). Se debe tener cuidado con el excesivo uso de fertilizantes nitrogenados durante la floración, ya que puede inducir aborto floral y cercano a la época de cosecha disminuye la vida postcosecha del fruto (Lozano et al., 2002).

Para obtener una mejor producción en las variedades descritas en este documento, se recomienda manejar la nutrición de los árboles mediante criterios técnicos basados en los requerimientos nutricionales del cultivo, la disponibilidad de nutrientes del suelo, y el contenido de nutrientes en el tejido foliar, mediante la realización de un análisis de suelo y de tejido foliar para de esta forma diseñar de un plan de fertilización balanceado, acorde con las etapas fenológicas en el desarrollo productivo de cada variedad.

Podas

Durante los dos primeros años se eliminan los chupones que aparezcan en el patrón, para que las yemas del injerto se desarrollen normalmente y así se forme una arquitectura robusta del árbol que aumente su capacidad de recepción de luz y soporte podas de mantenimiento y sanitarias. La poda también acelera la floración y formación de frutos debido a que promueve el crecimiento de retoños que darán paso a nuevas ramas, que es donde se forman las flores y los mejores frutos, por eso es conveniente estimular este tipo de ramas. Además, la poda de despunte también incrementa el número de brotes laterales nuevos y aumenta el cuajado y tamaño de los frutos (Quijada et al., 2009).

Para facilitar la poda y la cosecha, los árboles no deben tener más de 3 m de altura; esta poda busca renovar plantaciones con inicio de senilidad o en casos de cambios de copa, actividad que no es frecuente en la guayaba; sin embargo, la poda de renovación no se usa mucho en la zona del Ariari. Esta poda elimina la copa en forma parcial conservando una rama productiva como vertedero, permitiendo rebrotes nuevos sobre los cuales se injertará una nueva copa y después eliminar totalmente las ramas antiguas (Fischer et al., 2012).

Es importante tener en cuenta que, para estimular la producción de fruta en las variedades descritas en este documento, al inicio de cada ciclo de cosecha se deben realizar podas en todas las ramas secundarias, cortando entre el quinto y séptimo nudo después de la base de la rama (Carrillo et al., 2012).

Riego y drenaje

Precipitaciones medias anuales entre 800 y 1300 mm anuales bien distribuidas, en un sistema bimodal, es suficiente para mantener el buen desarrollo y la producción. El uso del riego durante la época seca es conveniente para anticipar la floración y la época de cosecha.

Las altas precipitaciones (que ocurren entre abril y noviembre en los Llanos Orientales) necesitan una apropiada selección del lote y la implementación de drenaje superficial, con el fin de evitar el encharcamiento que ocasiona debilitamiento de la planta, susceptibilidad a enfermedades y disminución del rendimiento. Es muy importante tener en cuenta que la poda de producción se debe realizar con disponibilidad de agua, ya que es una época de mucho requerimiento hídrico para poder iniciar el desarrollo de nuevos brotes.

Los riegos por goteo y en especial el de microaspersión, son los más recomendables; se debe aplicar en la zona de raíces secundarias en una proporción del 130 % de las pérdidas obtenidas por evapotranspiración (Carrillo et al., 2012). Durante la maduración de los frutos se debe regar con mucha discreción, ya que en esta época la aplicación excesiva de agua puede afectar el buen desarrollo de estos. Cabe anotar que para las variedades recomendadas se sugiere realizar riego por goteo haciendo uso de manguera en forma de anillo alrededor del plato del árbol para garantizar eficiencia de la aplicación de agua (Carrillo et al., 2012).

Manejo fitosanitario

Enfermedades

El cultivo de guayaba se ve afectado por aproximadamente 170 especies de patógenos, donde la mayoría de estos son hongos, seguidos por bacterias y nematodos (Amadi et al., 2014). Entre las principales enfermedades que afectan este cultivo en Colombia se encuentran la roya (*Puccinia psidii*), la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), la roña o clavo de la fruta (*Pestalotia versicolor* Speg.) y nematodos del género *Meloidogyne* spp. Es importante indicar que el aumento de la incidencia de estas enfermedades en campo está

asociado a factores ambientales como lo son el aumento en la precipitación y de la humedad relativa (Duque-Aristizábal y Guzmán-Piedrahita, 2013).

La roya es una de las principales enfermedades en el cultivo de guayaba, que se manifiesta atacando hojas jóvenes, brotes, flores y frutos jóvenes. La enfermedad es fácilmente reconocible por sus típicas esporas amarillas (urediniosporas) en las partes enfermas de la planta. La infección de flores y frutos conduce a lesiones necróticas, deformaciones y momificación, lo que resulta en una reducción en la cantidad y calidad del fruto. Cuando el nivel de incidencia de la enfermedad en el cultivo es alto y no se aplican medidas de control, es posible que se presenten pérdidas de la cosecha en un 100 %, especialmente en huertos plantados con variedades altamente susceptible a la roya (Martins et al., 2011).

Entre las indicaciones para el control preventivo de la enfermedad, se debe monitorear constantemente, hacer control de arvenses y realizar podas para evitar condiciones de establecimiento del patógeno, mientras que para el control curativo se deben aplicar fungicidas a base de oxiclورو de cobre y Mancozeb (Lozano et al., 2002).

De igual forma, la antracnosis es otra de las principales enfermedades de la guayaba que causa considerables pérdidas en cosecha y postcosecha. Se caracteriza por presentar lesiones deprimidas, necróticas, de forma irregular y color marrón en la superficie del fruto. En condiciones de alta humedad, puede llegar a desarrollar masas conidiales color salmón en el centro de las lesiones. Las lesiones también se observan en hojas, pecíolos y ramas en donde no causa daños severos, pero que actúan como fuentes de inóculo (Gomes-Moraes et al., 2013).

Dentro del manejo preventivo para esta enfermedad se contemplan podas sanitarias que proporcionen mayor aireación al cultivo, cosechar oportunamente sin dejar sobre madurar los frutos, recoger frutos del suelo y enterrar frutos enfermos para evitar la diseminación del patógeno en el cultivo (Carabalí-Muñoz et al., 2013), mientras que para el manejo curativo se recomienda utilizar productos fungicidas con base en el ingrediente activo Mancozeb (Gutiérrez-Alonso y Gutiérrez-Alonso, 2003).

Una de las enfermedades que está cobrando relevancia en el cultivo de guayaba es la roña, la cual causa daño principalmente a los frutos. El ataque se manifiesta inicialmente como diminutas manchas de color marrón claro que posteriormente se tornan más oscuras y aumentan de tamaño formando una costra que puede llegar a cubrir toda la superficie de la epidermis, ocasionando lesiones graves, demeritando la calidad de la fruta y llegando al caso de no permitir la maduración del fruto (Farfán et al., 2006). Como control preventivo, se debe realizar control de malezas de manera mecánica, así como podas sanitarias en ramas enfermas, viejas e improductivas para evitar la presencia de focos de infestación (Rodríguez-Henao et al., 2017). Además de las enfermedades anteriormente nombradas, el árbol de guayaba es susceptible a la presencia del nematodo del género *Meloidogyne* spp., el cual se alimenta de las raíces, provocando la formación de agallas, lo que trae como consecuencia un menor desarrollo del sistema radical, limitando la capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo por parte de la planta, generando a su vez como consecuencia de lo anterior, árboles con un menor crecimiento vegetativo que varía entre 22 a 50 %, láminas foliares con menor desarrollo, las cuales adoptan un color rojizo que envejecen prematuramente y finalmente la vida útil del cultivo se reduce afectando la capacidad productiva de las plantas (Duque-Aristizábal y Guzmán-Piedrahita, 2013).

Debido a la presencia de nematodos, en cultivos comerciales se han registrado pérdidas de producción que oscilan entre el 30 y el 60 % (Bolaños-Benavides et al., 2011). Dentro de las recomendaciones para el manejo preventivo y curativo ante la presencia de nematodos se recomienda inocular las raíces con *Purpureocillium lilacinum* y *Pochonia chlamydosporia*, constituyéndose en una alternativa de manejo biológico del nematodo del nudo radical, además de que estimula el crecimiento de las plántulas de guayaba, ocasionando aumentos hasta del doble en altura y peso seco de la parte aérea (Ortiz-Paz et al., 2015).

Insectos plaga

En el cultivo de la guayaba se debe tener especial cuidado con la vigilancia, el monitoreo y el manejo de poblaciones de insectos plaga. Entre las que se destacan en Colombia se encuentran la mosca de la fruta, *Anastrepha* spp., el enrollador de las hojas *Strepsicrates smithiana* y el picudo de la guayaba, *Conotrachelus psidii* Marshall (Carabalí-Muñoz et al., 2013).

Las moscas del género *Anastrepha* son insectos plaga de importancia económica, se reportan como cuarentenarias debido básicamente a los daños que ocasionan en la producción de frutas, alcanzando pérdidas entre el 20 y el 60 % de la producción y limitando la exportación y comercialización de estos productos para el mercado en fresco (Ledezma et al., 2013). Para el caso de la guayaba, el daño inicial lo realiza la hembra al ovipositar en los frutos, donde se desarrollan el huevo y la larva, que se alimenta de la pulpa. El daño mecánico hecho por la hembra favorece la oxidación, generando una maduración prematura y ocasionando finalmente la pudrición del fruto, impidiendo así su comercialización (ICA, 2012).

Para controlar poblaciones de *Anastrepha* spp. en el cultivo, se recomienda utilizar el control cultural, como enterrado de frutos sobre maduros o que se encuentran en el suelo, hacer uso de cultivos trampa, eliminación de plantas hospederas alternas, usando cebos y atrayentes de síntesis química y control biológico mediante el uso de parasitoides pertenecientes a las familias Braconidae y Figitidae (Insuasty et al., 2007b).

Otro de los insectos plaga con relevancia económica es el coleóptero conocido como picudo de los frutos de la guayaba. El daño de este insecto es realizado por las larvas, las cuales se alimentan principalmente de la pulpa y las semillas, provocando una oxidación de tejidos, lo que conlleva al endurecimiento de la parte afectada. Lo anterior se produce por las excretas de la larva ocasionando petrificación del fruto, maduración prematura y caída de este, haciendo al fruto inservible para cualquier forma de comercialización y consumo (Delgado-Ochica y Sáenz-Aponte, 2012).

Este insecto genera pérdidas económicas significativas, debido al aumento de sus poblaciones durante la época de cosecha. Dentro de las recomendaciones de control preventivo se encuentra el monitoreo haciendo uso de la red de golpe, el embolsado de frutos, seleccionando arboles trampa y la erradicación de frutos infestados, mientras que para el control curativo se han usado hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii* (Insuasty et al., 2007a).

El enrollador de las hojas es un lepidóptero, cuyos estados juveniles se alimentan de hojas y rebrotes de la planta ocasionando amarillamiento y muerte de brotes apicales (IIFT, 2011). El daño causado por este insecto puede llegar a disminuir la producción en un orden del 50 %, especialmente en cultivos comerciales de la variedad Palmira ICA-1. Es importante tener en cuenta que los estados biológicos de *S. smithiana* están asociados a los estados de desarrollo fenológico en el cultivo de guayaba, por lo que se recomienda realizar monitoreos programados durante todo el desarrollo de este (Canacuán-Nasamuez y Carabalí-Muñoz, 2015).

Dentro de las estrategias de manejo y control se deben hacer podas sanitarias en el cultivo, instalar trampas de luz en la noche, sacar y enterrar fuera del cultivo restos de poda, hacer liberaciones de *Trichogramma* sp. como parasitoides de huevos realizar liberaciones de *Chrysoperla* sp. como controlador de estados inmaduros (Carabalí-Muñoz et al., 2015).

Control de malezas

El control de malezas puede ser mecanizado en los lotes en donde sea posible. Se puede usar la guadaña del tractor en las calles del cultivo y complementarlo con guadaña manual y herbicidas de contacto en el área

de plateo del árbol (Hoyos et al., 2015). Es importante no ocasionar daños a las raíces superficiales. También, se pueden utilizar coberturas vegetales en las calles, haciendo uso de las especies como *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque, *Paspalum notatum* (grama trencilla), *Brachiaria dictyoneura*, *Arachis pintoii*, ya que esto no solo disminuye los costos de producción, sino que promueve un manejo más eficiente del cultivo, impactando positivamente en el medio ambiente y en el sistema productivo (Orduz-Rodríguez et al., 2011).

Cosecha y postcosecha

La primera producción de fruta se presenta comúnmente a los 18 meses después del trasplante, dependiendo de la variedad y del manejo del cultivo. En los dos primeros años hay una tendencia a aumentar la producción, pero en el tercer y cuarto año se estabiliza. De la misma manera, el peso de los primeros frutos es también mayor, debido a que los nutrientes absorbidos por la planta van destinados a un número menor de frutos, que cuando el árbol alcanza el pleno desarrollo o madurez. Cuando se normaliza la producción, el tamaño del fruto disminuye hasta alcanzar un tamaño constante y más uniforme (Fischer et al., 2012).

Para las variedades recomendadas en este documento, la cosecha inicia entre los 215 y 220 días después de la poda, cuando los frutos están en madurez fisiológica para su recolección. La cosecha se realiza manual y cuidadosamente para no causar daños mecánicos a la fruta. Es importante separar la fruta sana de la fruta con síntomas de daño por plagas o enfermedades, con el objetivo de impedir su dispersión en el lote. Además, se debe tener en cuenta el destino de la fruta, ya que si es para consumo en fresco o para uso en agroindustria durante las 14 h siguientes de la cosecha, se deben coleccionar frutos totalmente maduros, mientras que si son para un uso posterior, se deben cosechar frutos próximos a su madurez fisiológica. Lo anterior debido a que la guayaba es un producto altamente perecedero, por lo que al momento de la cosecha se deben separar las frutas maduras de las que aún no lo están (Yam-Tzec et al., 2010). En el empaque de las frutas maduras se debe evitar colocar más de tres o cuatro capas de guayabas, con un peso de 6 kg como máximo, para evitar demeritar la calidad y la apariencia física de la fruta (Gutiérrez-Guzmán et al., 2012).

Conclusiones

La adopción de tecnologías de vanguardia como implementación y uso de variedades mejoradas, innovaciones en el manejo sanitario del cultivo tendientes a una agricultura ambientalmente sostenible, el mejoramiento de las metodologías de transformación y la modernización de la cadena producción-consumo podrían impactar positivamente en el cultivo de guayaba en Colombia, al presentar posibilidades de mejora en su comportamiento productivo, así como la rentabilidad para los productores. De acuerdo con lo anterior, se debe hacer énfasis en la investigación y desarrollo de ofertas tecnológicas tendientes a implementar las buenas prácticas agrícolas, con el fin de buscar nuevos mercados, mediante canales modernos de comercialización para incrementar tanto el consumo en fresco de esta fruta, como su uso en el mercado agroindustrial y así posicionar a Colombia como un referente enfocado a abastecer los mercados internos y de exportación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), por financiar la participación de los investigadores vinculados a la Corporación en la escritura de este documento y por

financiar su publicación. A Claudia Lorena Narváez por facilitar imágenes que ilustran las variedades referenciadas. A los revisores de la revista, cuyas observaciones y sugerencias mejoraron los contenidos desarrollados en el trabajo.

Literatura citada

- Alves, C.Z., J.B. da-Silva, and A.D. da-Silva-Candido. 2015. Methodology for carrying out the germination test in guava seeds. *Rev. Ciênc. Agron.* 46:615-621. doi:10.5935/1806-6690.20150045
- Amadi, J.E., P. Nwaokike, G.S. Olahan, and T. Garuba. 2014. Isolation and identification of fungi involved in the post-harvest spoilage of guava (*Psidium guajava*) in Awka metropolis. *Int. J. Eng.* 4(10):7-12.
- Bandera-Fernández, E., y L. Pérez-Pelea. 2015. Mejoramiento genético de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Cult. Trop.* 36(supl 1):96-110.
- Bolaños-Benavides, M.M., J. Ramírez-Rojas, F. Esquivel-Ramírez, y E. Martínez-Zambrano. 2011. Prácticas sostenibles para el manejo de nematodos fitoparásitos en cultivos de guayaba. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Mosquera, COL.
- Canacuán-Nasamuez, D.E., y A. Carabalí-Muñoz. 2015. *Strepsicrates smithiana* (Walsingham, 1891), enrollador de hojas de *Psidium guajava*. Identificación, daño y ciclo biológico. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* 16:279-292. doi:10.21930/rcta.vol16_num2_art:373
- Carabalí-Muñoz, A., N. Murcia Riaño, Y.P. Ramos Villafañe, F. Orozco, D.E. Canacuán, y A. Jaramillo. 2013. Manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de guayaba *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) en el norte del Valle del Cauca. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá, COL.
- Carabalí-Muñoz, A., O.I. Insuasty-Burbano, V.C. Pulido-Blanco, y D.E. Canacuán-Nasamuez. 2015. Insectos. Plagas de importancia económica en el cultivo de la guayaba y sus estrategias de control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá, COL.
- Carabalí-Muñoz, A., D.L. Correa-Moreno, A. Jaramillo Laverde, E. Rodríguez Henao, R. Tarazona, L.C. Grajales-Guzmán, D.E. Canacuán, y M. Montes-Prado 2019. Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de guayaba. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Mosquera, COL.
- Carrillo, H.C., y L.A. Ocampo. 2011. Mejores clones y variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) identificados en fase de establecimiento del cultivo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Palmira, COL.
- Carrillo, H.C., A. Rebolledo, M. Bolaños, y L. Ríos-Rojas. 2012. Poda, nutrición y riego en huertos tecnificados de guayaba, variedad Palmira ICA 1. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Cali, COL.
- Chase, M.W., and J.L. Reveal. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161:122-127. doi:10.1111/j.1095- 8339.2009.01002.x
- Delgado-Ochica, Y., y A. Sáenz-Aponte. 2012. Virulencia, producción y desplazamiento de nematodos entomopatógenos sobre larvas del picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleóptera: Curculionidae) en laboratorio. *Univ. Sci.* 17:283-290. doi:10.11144/javeriana.SC17-3.vpyd
- Duque-Aristizábal, A., y Ó.A. Guzmán-Piedrahita. 2013. Comportamiento de materiales de guayabo (*Psidium guajava* Linneo) al parasitismo del nematodo formador de agallas [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood y *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood]. *Rev. Luna Azul* 37:130-154.
- Farfán, P.D., O. Insuasty, y F. Casierra. 2006. Distribución espacio temporal y daño ocasionado por *Pestalotia* spp. en frutos de guayaba. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* 7(2):89-98. doi:10.21930/rcta.vol7_num2_art:75

- Fischer, G., L.M. Melgarejo, y D. Miranda. 2012. Guayaba. En: G. Fischer, editor, Manual para el cultivo de frutales en el tropico. Produmedios, Bogotá, COL. p. 526–549.
- Flores-Espinosa, B.B., A. Delgado-Alvarado, J.L. Domínguez-Álvarez, G. Arellano-Ostoa, E. García-Villanueva, M.A. Gutiérrez-Espinosa, y L.A. Domínguez-Perales. 2018. Detección temprana de compatibilidad de injertos de guayabo (*Psidium guajava* L.) mediante análisis bioquímico. *Agro Product*. 11(10):75-80. doi:10.32854/agrop.v11i10.1248
- García, M.A. 2010. Guía técnica del cultivo de guayaba. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, Ciudad del Arce, ESA.
- García-Hevia, S., M. Mora-Gutiérrez, J. F. Cárdenas-López, G. Hernández-Cuello, y J. Pérez-Petitón. 2019. Evaluación económica del sistema de riego en la asociación aguacate-guayaba. *RCTA* 28(3):1-6.
- Gómez, G., y N. Rebolledo-Podleski. 2006. Módulo del cultivo de la Guayaba. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Mosquera, COL.
- Gomes-Moraes, S.R., F.A. Osama-Tanaka, and N.S. Massola-Júnior. 2013. Histopathology of *Colletotrichum gloeosporioides* on guava fruits (*Psidium guajava* L.). *Rev. Bras. Frutic*. 32:657-664. doi:10.1590/S0100-29452013000200039
- Gutiérrez-Alonso, O., y J.G. Gutiérrez-Alonso. 2003. Evaluación de resistencia a Benomil, Thiabendazol y Azoxystrobin para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en postcosecha. *Rev. Mex. Fitopatol*. 21:228-232.
- Gutiérrez-Guzmán, N., S. Dussan Sarria, y J. Castro-Camacho. 2012. Fisiología y atributos de calidad de la guayaba “pera” (*Psidium guajava* cv.) en postcosecha. *Rev. Ing*. 37:26-30.
- Hoyos, V., M.J. Martínez, y G. Plaza. 2015. Malezas asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en el departamento del Meta, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Hortíc*. 9:247-258. doi:10.17584/rcch.2015v9i2.4181
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica No. 25. Produmedios, Bogotá, COL.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.). Medidas para la temporada invernal. Produmedios, Bogotá, COL.
- IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 2011. Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba. IIFT, La Habana, CUB.
- Insuasty, O., R. Monroy, A. Díaz-Fonseca, y J. Bautista. 2007a. Manejo integrado del picudo de guayaba (*Conotrachelus psidii* Marshall) en Santander. Produmedios, Bogotá, COL.
- Insuasty, O., J. Cuadros-Martínez, R. Monroy, y J. Bautista. 2007b. Manejo integrado de moscas de la fruta de la guayaba (*Anastrepha* spp.). Produmedios, Bogotá, COL.
- Jamioy-Orozco, D.D., J.C. Menjívar-Flores, y Rubiano-Sanabria. 2015. Indicadores químicos de calidad de suelos en sistemas productivos del piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Acta Agron*. 64:302-307. doi:10.15446/acag.v64n4.38731
- Ledezma, J., M. Amaya, C. Magne, A.C. Ramos, J. Torrico, y E. Quisberth. 2013. Parasitoides para el control biológico de las moscas de la fruta en Santa Cruz. *Tinkazos* 16(34):93-117.
- López-Santos, J., T. Castañeda-Martínez, y J.G. González-Díaz. 2017. Nueva ruralidad y dinámicas de proximidad en el desarrollo territorial de los sistemas agroalimentarios localizados. *Polis* 47:1-19.
- Lozano, J.C., J.C. Toro, R. García, y R. Tafur. 2002. Manual sobre el cultivo de guayabo en Colombia. Fruticultura Colombiana, Cali, COL.

- MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). 2018. Anuario estadístico del sector agropecuario 2017 - República de Colombia. MADR, Bogotá, COL.
- Mani, A., R. Mishra, and G. Thomas. 2011. Elucidation of diversity among *Psidium* species using morphological and SPAR methods. *J. Phytol.* 3(8):53-61.
- Marques, A.M., A.C. Tuler, C.R. Carvalho, T.T. Carrijo, M.F. Ferreira, and W.R. Clarindo. 2016. Refinement of the karyological aspects of *Psidium guineense* (Swartz, 1788): a comparison with *Psidium guajava* (Linnaeus, 1753). *Comparative Cytogenetics* 10:117-128. doi:10.3897/CompCytogen.v10i1.6462
- Martín, D. 2017. Embriogénesis somática: una herramienta biotecnológica para la propagación in vitro de guayaba. *Biotecnol. Veg.* 17(4):209-220.
- Martins, M.V.V., S.F. Silveira, L.A. Maffia, J.M.A. Rocabado, and V. Mussi-Dias. 2011. Chemical control of guava rust (*Puccinia psidii*) in the Northern Region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Australas. Plant Pathol.* 40:48-54. doi:10.1007/s13313-010-0012-z
- Mishra, M., S.U. Jalil, N. Sharma, and U. Hudedamani. 2014. An Agrobacterium mediated transformation system of guava (*Psidium guajava* L.) with endochitinase gene. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 14:232-237. doi:10.1590/1984-70332014v14n4a36
- Mitra, S.K., and T.K. Bose. 1985. Effect of varying levels of nitrogen, phosphorous and potassium on yield and quality of guava (*Psidium guajava* L.). *South Indian Hortic.* 33:286-292.
- Moreno, A., y G. Fischer. 2014. Efectos del anegamiento en los frutales. Una revisión. *Temas Agrar.* 19:106-123. doi:10.21897/rta.v19i1.729
- Oliveira-Durães, M.C., N.L. Pereira-Sales, S. D'Ángelo-Neto, e M.A. Pereira-Figueredo. 2014. Levantamento florístico do estado arbóreo de três fragmentos de floresta ciliar como subsídio a recomposição da vegetação do Rio Cedro, Montes Claro-MG. *Ciênc. Florest.* 24:47-58. doi:10.5902/1980509813322
- Orduz-Rodríguez, J.O., C.L. Calderón, G. Bueno, y J.E. Baquero. 2011. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas y su influencia en el control de malezas en el establecimiento de cítricos en el piedemonte del Meta. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* 12:121-128. doi:10.21930/rcta.vol12_num2_art:221
- Ormeño, D.M., A. Ovalle, N. Terán, y J.C. Rey. 2013. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el desarrollo de plantas de guayaba y calidad de los suelos en vivero. *Agron. Trop.* 63:73-84.
- Ortiz-Paz, R.A., Ó.A. Guzmán-Piedrahita, y J. Leguizamón-Caycedo. 2015. Manejo integrado del nematodo del nudo radical [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood y *Meloidogyne mayaguensis* Rammh & Hirschmann] en almácigos de guayabo (*Psidium guajava* Linneo), Variedad Palmira ICA-1. *Biol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas* 19:104-138. doi:10.17151/bccm.2015.19.2.7
- Palomares-Salvador, I. 2019. Obtención de fenoles totales de extractos hidroalcohólicos en diferentes tiempos de maceración de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y de aguacate (*Persea americana* Mill.). Tesis Lic., Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, MEX.
- Parra-Coronado, A. 2014. Maduración y comportamiento postcosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 8:314-327. doi:10.17584/rcch.2014v8i2.3223
- Perales-Aguilar, L., H. Silos-Espino, L.L. Valera-Montero, C. Perales-Segovia, y S. Flores-Benítez. 2016. Propagación in vitro de guayaba (*Psidium guajava* L.) a partir de segmentos nodales. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7:375-386. doi:10.29312/remexca.v7i2.351

- Pulido-Blanco, V.C., O.I. Insuasty-Burbano, Z.X. Sarmiento-Naizaque, and J. Ramirez-Durán. 2019. Guava borer worm (Lepidoptera: Cossidae), a limiting pest in guava: biology, lifecycle and management alternatives. *Heliyon* 5(2):e01252. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e01252.
- Quijada, O., R. Ramírez, G. Castellano, R. Camacho, y M.E. Burgos. 2009. Tipos de poda y producción de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Baralt, estado Zulia, Venezuela. *Rev. UDO Agric.* 9:304-311.
- Rodríguez-Henao, E., A. Carabalí-Muñoz, A. Jaramillo-Laverde, D.L. Correa-Moreno, L.A. Ocampo-Osorio, L.E. Prada-Forero, A. Caicedo-Arana, L.C. Grajales-Guzmán, M. Montes-Prado, y H. Carmen-Carrillo. 2017. Corpoica Carmín 0328 Corpoica Rosa-C nuevas variedades de guayaba con alto rendimiento y calidad nutricional e industrial. Mosquera, Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Cundinamarca, COL.
- Romero-Ramírez, A.C., M.A. Salazar-Cerón, y J.O. Orduz-Rodríguez. 2019. Diagnostico tecnológico y socioeconómico de los cultivos de maracuyá y guayaba en el Ariari, Meta. *Temas Agrar.* 24(1):42-52. doi:10.21897/rta.v24i1.1778
- Salazar, C.R., y J.C. Toro. 1986. Roja ICA-2 y Palmira ICA-1. Dos variedades mejoradas de guayaba. Instituto Colombiano Agropecuario, Palmira, COL.
- Shigeura, G.T., and R.M. Bullock. 1983. Guava (*Psidium guajava* L.) in Hawáii - History and production. University of Hawaii, Honolulu, HA, USA.
- Silva-Junior, J.F., J.E. Fernandes-Bezerra, J. Alves-Tavares, I.E. Lederman, M.L. de Melo-Neto, y L.G. Neto. 2008. Caracterización y evaluación de germoplasma de guayabo (*Psidium guajava* L.) en la región semiárida del estado de Pernambuco, Brasil. *Rev. Caatinga* 21:94-99.
- Singh, G., H. Sahare, and M. Deep. 2019. Recent trends in guava propagation - A Review. *Biosci. Biotechol. Res. Asia* 16:143-154. doi:10.13005/bbra/2732
- Vargas-Madríz, H., M.T. Martínez-Damián, y G. Mena-Nevárez. 2017. Tratamientos poscosecha para el control de *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera: Curculionidae) en guayaba (*Psidium guajava*). *Rev. Colomb. Entomol.* 43:14-20.
- Yadava, U.L. 1996. Guava production in Georgia under cold-protection structure. In: J. Janick, editor, *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA, USA. p. 451-457.
- Yam-Tzec, J.A, C.A. Villaseñor-Perea, E. Romantchik-Kriuchkova, M. Soto-Escobar, y M.A. Peña-Peralta. 2010. Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Rev. Cienc. Técnol. Agropecu.* 19(4):74-82.