



El marañón (*Anacardium occidentale* L.) un cultivo con potencial productivo: desarrollo tecnológico y perspectivas en Colombia¹

Cashew (*Anacardium occidentale* L.) a crop with productive potential: technological development and prospects in Colombia

Javier Orlando Orduz-Rodríguez², Eleonora Rodríguez-Polanco³

- ¹ Recepción: 8 de junio, 2021. Aceptación: 28 de septiembre, 2021. 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 La Libertad, Villavicencio, Meta; Nataima, Espinal, Tolima y Caribia en Zona Bananera, Magdalena, Colombia.
- ² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación La Libertad - Km 17, Vía Puerto López - Meta, Colombia. jorduz@agrosavia.co (autor para correspondencia, <http://orcid.org/0000-0002-7012-4573>).
- ³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Nataima - Km 9, Vía Espinal - Ibagué, Tolima, Colombia. Irodriguezp@agrosavia.co (<https://orcid.org/0000-0002-8553-2449449>).

Resumen

Introducción. La demanda mundial de nuez de marañón (*Anacardium occidentale* L.) ha crecido a más del 7 % anual, mientras que la producción lo hace a un ritmo del 6 % anual. Esta condición de mercado global coloca al marañón y sus derivados como una alternativa agrícola promisoría en Colombia, donde se importan cerca de 270 t de almendra al año. **Objetivo.** Exponer los aspectos básicos del cultivo de marañón, así como evidenciar el desarrollo tecnológico actual y las perspectivas futuras en Colombia. **Desarrollo.** Aproximadamente el 60 % del área cultivada en marañón en Colombia presenta rendimientos promedios inferiores a 100 kg ha⁻¹ de nuez, considerados bajos comparados con los 1000 kg ha⁻¹ o incluso superiores que pueden ser obtenidos con un manejo tecnificado del cultivo, situación debida al desconocimiento y escasa aplicación de tecnologías para la producción intensiva por parte de los productores. No obstante, en la actualidad existe la oferta tecnológica de clones de marañón con características productivas y de calidad sobresalientes, al igual que recomendaciones técnicas de manejo agronómico del cultivo y poscosecha de la nuez, que pueden ser difundidas e implementadas para abordar las principales limitantes del cultivo, para mejorar la producción de marañón de manera rentable y sostenible a nivel ambiental. **Conclusión.** La sostenibilidad de las plantaciones comerciales actuales de marañón y el incremento de las áreas de siembra en Colombia, requieren de la validación y adopción de tecnologías innovadoras en el manejo integrado del cultivo y poscosecha que podrían impactar en el cultivo de marañón en el país, al presentar alternativas de mejora en su comportamiento productivo, así como rentabilidad para los productores.

Palabras clave: nuez de anacardo, almendra de anacardo, manejo agronómico, recomendaciones técnicas.

Abstract

Introduction. The world demand for cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts has increased at more than 7 % per year, while production keeps on a rate of 6 % per year. This global market status makes the cashew nuts and its



derivatives, as a promising agricultural alternative in Colombia, where about 270 t of kernels are imported per year.

Objective. To present the basic aspects of cashew crop, and to show the current technological development and future prospects in Colombia. **Development.** Approximately 60 % of the area cultivated with cashew in Colombia presents average yields lower than 100 kg ha⁻¹ of walnut, considered low compared to 1000 kg ha⁻¹ or even higher that can be obtained with a technician management of the crop, a situation due to the lack of knowledge and scarce application of technologies for intensive production by producers. However, there is currently a technological offer of cashew clones with outstanding productive and quality characteristics, as well as technical recommendations for agronomic management of the cultivation and post-harvest of the walnut, which can be disseminated and implemented to address the main limitations of the crop, to improve cashew production in a profitable and environmentally sustainable way. **Conclusions.** The sustainability of current commercial cashew plantations and the increase of planting areas in Colombia require the validation and adoption of innovative technologies in integrated crop and postharvest management that could have an impact on the cashew crop in the country, by presenting alternatives to improve its productive behavior, as well as profitability for producers.

Keywords: cashew nut, cashew kernel, agronomic management, technical recommendations.

Introducción

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) es una planta nativa de América tropical, tiene como centro de origen la zona central de Brasil y se encuentra de forma silvestre en las sabanas de Colombia, Venezuela y las Guayanas. En la actualidad, se cultiva en la mayoría de las regiones tropicales de América, África, Asia y Australia (Food and Agriculture Organization, 2021). Las principales regiones productoras se concentran entre los 30° N y 30° S, donde se localizan los principales países productores de Asia, África y América que son: Vietnam, India, Mozambique, Tanzania y Brasil (Salam & Peter, 2010).

La producción mundial de almendra de marañón fue de 786 266 t durante la cosecha 2019/2020, que representó el 21,84 % del total de nuez de marañón producida (3 600 000 t). India, con una cosecha de 176 600 t de almendra, fue el principal productor, seguido de Costa de Marfil con 136 000 t, Ghana con 65 340 t y Vietnam con 62 000 t (Dendena & Corsi, 2014). La demanda mundial de marañón ha crecido más del 7 % anual, mientras que la producción lo hace a un ritmo del 6 % anual (Cashew Export Promotion Council of India, 2019). El 57 % de la producción mundial de nuez de marañón proviene de los países africanos e involucra cerca de 2,5 millones de productores (African Cashew Alliance, 2021). Brasil es el único productor importante de marañón en el continente americano, con plantaciones clonales y provenientes de semilla. Existen también cultivos establecidos a partir de semilla en Colombia, Perú, Honduras, Salvador, México y República Dominicana (Food and Agriculture Organization, 2021).

En Colombia, el fomento del cultivo de marañón inició en 1988, para el año 2016, se tenían alrededor de 3000 ha en el departamento del Vichada, provenientes de clones seleccionados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) (Arango Wiesner et al., 2016; Van Hoof et al., 2020) para la región de la altillanura de los Llanos Orientales. Para el año 2021, se calcula que en esta región se tuvo entre 7000 a 8000 ha de cultivo, de las cuales alrededor de 1500 estaban en producción. En el país existen dos núcleos productivos importantes: el núcleo de la costa Atlántica, que presenta rendimientos promedios inferiores a 100 kg ha⁻¹ de nuez, y el núcleo de la altillanura, con valores cercanos a 1000 kg ha⁻¹ obtenidos en plantaciones clonales establecidas en el departamento del Vichada (Van Hoof et al., 2020). La mayor parte de la producción nacional de marañón se procesa en el país; además, se importan alrededor de 300 t de almendra por año (Van Hoof et al., 2020).

El principal problema en las regiones productoras de marañón en Colombia, es la escasa tecnificación del cultivo, que abarca plantaciones establecidas con semilla de material criollo (principalmente en la región de la costa atlántica), limitada aplicación de prácticas de manejo agronómico y artesanal y semi-mecanización del proceso de poscosecha para obtención de la almendra (Das & Arora, 2017). La sostenibilidad económica del cultivo en el país, se basa en la tecnificación de los cultivos ya establecidos, con el propósito de incrementar la producción y calidad de la almendra para mercado nacional y externo, así como el aprovechamiento del pseudofruto para el consumo en fresco y la agroindustria. Para esto es necesario la implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y de poscosecha, en especial, en aspectos como: uso de material genético clonal adaptado a las regiones con características sobresalientes a nivel fisiológico, productivo y sanitario, implementación de prácticas de cultivo como densidades de siembra, podas, nutrición, manejo de plagas y enfermedades, método de cosecha, validación e implementación de métodos de cocción, secado, corte despelucado (desprendimiento de la cutícula que cubre la nuez), entre otros.

El objetivo de la presente revisión fue exponer los aspectos básicos del cultivo de marañón (*Anacardium occidentale* L.), así como evidenciar el desarrollo tecnológico actual y las perspectivas futuras para el cultivo del marañón en Colombia.

Descripción botánica

El marañón pertenece a la familia Anacardiaceae. Esta familia está compuesta por setenta géneros y setecientas especies. Pertenece al género *Anacardium*, donde solo la especie *occidentale* L., de origen brasileño, tiene valor económico, debido a su hipocorpo comestible y almendra nutritiva (da Silva et al., 2002).

Es una planta perenne, de ramificación baja que presenta porte variado con altura entre 5 a 14 m y ancho del dosel hasta 20 m, raíz con formato pivotante, hojas simples, enteras con pecíolos cortos y sin estípulas. Presenta una inflorescencia tipo panícula con formato piramidal que posee flores perfectas o completas hermafroditas y estaminadas (masculinas), su proporcionalidad que varía entre genotipos, planta y panículas (Barbosa De Sousa et al., 2007; Lopes Serrano & de Paula Pessoa, 2016).

En función al porte del árbol, el marañón se clasifica en tres tipos: común o gigante, enano precoz y criollo llanero. El común o gigante, de origen brasileño, puede alcanzar alturas hasta de 20 m, no obstante, es más frecuente encontrarlo entre 8 a 15 m de altura (Arango Wiesner & Román Hoyos, 2007). El enano precoz es originario de selecciones fenotípicas realizadas a partir de 1960 en Brasil, se caracteriza por su porte bajo, propagado a partir de semilla (Geraldo Martins et al., 2019), no supera los 5 m de altura y 8 m de diámetro de la copa, se propaga a partir de plantas injertadas, tienen una altura promedio de 4 m (Lopes Serrano & de Paula Pessoa, 2016). El criollo llanero crece de forma silvestre en los Llanos orientales de Colombia, se caracteriza por alcanzar una altura entre 2 a 3 m, tiene uno o dos troncos retorcidos y la copa es asimétrica (Arango Wiesner & Román Hoyos, 2007).

Fruto

La formación del fruto inicia siete días después de la fecundación de la flor, se observan frutos pequeños con presencia de nuez y pedúnculo hinchado de color verde-marrón, la nuez alcanza su tamaño máximo a los 35 días después de la fecundación, entre tanto, la almendra todavía es inmadura (Lopes Serrano & de Paula Pessoa, 2016). La maduración completa del marañón (nuez + pedúnculo) tiene un periodo promedio de siete a ocho semanas después de la fecundación.

El fruto verdadero del marañón es la nuez que es un aquenio con forma de riñón de color marrón grisáceo que está compuesto por el pericarpio (cáscara gruesa) y la almendra (Mothé et al., 2017) (Figura 1). El pericarpio está

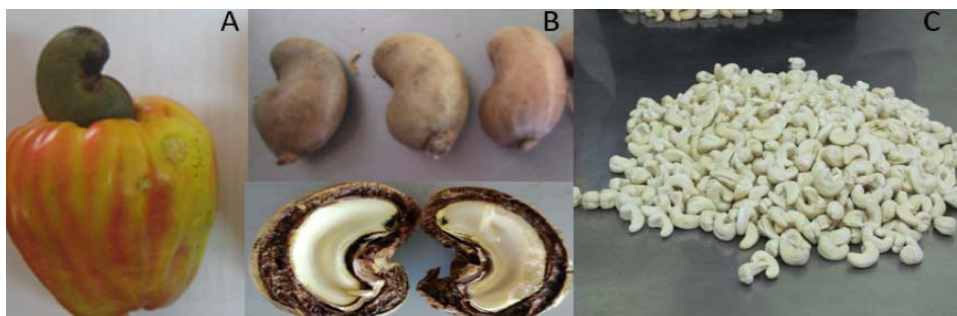


Figura 1. Fruto de marañón (*Anacardium occidentale* L.). Fruto completo: pedúnculo de coloración naranja y nuez (A). Nuez con la semilla o almendra (B) y almendras listas para el consumo (C). Fuente: elaboración propia.

Figure 1. Cashew fruit (*Anacardium occidentale* L.). Complete fruit: orange peduncle and nut (A). Cashew nut with the seed or kernel (B) and ready-to-eat Cashew kernel (C). Source: self-elaboration.

constituido por tres capas: epicarpio (externo de consistencia coriácea), mesocarpio (intermedio y resinoso) cuyos alveolos están llenos del líquido de la cáscara de la castaña (LCC) producto utilizado por las industrias químicas y endocarpio (interno y duro) (McLaughlin et al., 2006).

En general, la relación de peso entre el pedúnculo y la nuez es de 9:1, es decir, el peso del marañón es constituido por 90 % de pedúnculo y 10 % de la nuez (de Oliveira, 2002), entre tanto, la relación nuez y almendra (parte comestible) varía de 20,1 a 27,2 % (Paiva & Cavalcanti, 2012).

La composición nutricional de la manzana o pseudofruto es de 88 % de jugo, 0,2 % proteína, 0,1 % grasas y 11,6 % carbohidratos (Coto Amaya, 2003). Tiene un alto contenido de vitamina C (262 mg 100 ml⁻¹ de jugo), que es cinco veces más que el contenido de la naranja (Mothé et al., 2017). La composición de la almendra es de 8,61 % agua, 18,28 % proteína, 41,9 % extracto etéreo, 0,48 % fibra cruda, 2,4 % ceniza, 28,86 % carbohidratos, 0,51 % fósforo, 0,69 % potasio, 0,20 % magnesio, 588 ppm de calcio, 65 ppm de hierro, 66 ppm de zinc (Coto Amaya, 2003).

Condiciones agroecológicas

Las mejores condiciones para el cultivo comercial se obtienen entre los 15° de latitud N y S, con alturas menores a los 600 m.s.n.m. (Lopes Serrano & de Paula Pessoa, 2016), donde las condiciones ambientales se caracterizan a menudo por baja fertilidad, algunas veces un nivel considerable de salinidad del suelo y lluvias bajas o irregulares (Bezerra et al., 2007). Por adaptarse a diversas condiciones edafoclimáticas, presentes en regiones semiáridas, el marañón es considerado como una planta rústica.

La necesidad hídrica del cultivo está entre 800 mm y 1500 mm al año, con una época húmeda de entre seis a siete meses y un período seco de cinco a seis meses. La época seca es fundamental para la obtención de una apropiada floración y fructificación, para la obtención de un rendimiento razonable (Araújo Crisóstomo et al., 2007). La temperatura media óptima es de 27 °C, la cual puede variar entre 22 °C y 36 °C (Carr, 2014). Además, el marañón es una planta que requiere alta luminosidad (>1800 h de sol por año), ya que en condiciones de sombra o poca luminosidad se reduce su producción.

Las plantas de marañón requieren suelos profundos, con buen drenaje, sin pedregosidad y sin capas endurecidas en los primeros 100 cm (Kenji & Araujo, 2016), de textura ligera, moderadamente ácidos, contenido de bases satisfactorios por encima del 35 %, pH debe oscilar entre 5,2 y 7, el nivel óptimo de materia orgánica es de 1,4 a 3,0 % (Sys et al., 1993).

Producción actual de marañón en el mundo

El marañón (*Anacardium occidentale*) es una planta originaria de la zona tropical de Brasil (Prabhakaran Nair, 2010). El género *Anacardium* tiene un centro primario de diversidad en la Amazonia y otros secundarios en el centro de Brasil, sabanas de Colombia, Venezuela y las Guayanas (Vázquez Yanes et al., 1999). Los mismos autores señalaron que se extiende por todos los trópicos del Nuevo y del Viejo Mundo y en América, desde el sur de México hasta Perú y Brasil, de Cuba a Trinidad y Tobago.

Los exploradores portugueses encontraron el marañón en el noreste de Brasil en el siglo XVI y lo llevaron, primero a la India (Goa) y luego a Mozambique (África); de estas regiones el marañón se extendió a otras regiones del este africano (Angola) y también al sudeste asiático y norte de Australia (McLaughlin et al., 2006). En la actualidad, se cultiva en la mayoría de los países tropicales, debido al uso de diferentes partes del fruto y a la característica gustativa de la almendra, que es muy apreciada por su valor nutricional (Akinhanmi et al., 2008).

El movimiento de los recursos genéticos, el desarrollo de su cultivo y consumo en Asia, en especial en la India, permitió que sean los países de esta región los principales productores, consumidores y exportadores de almendra de marañón; se destaca Vietnam como principal exportador mundial de almendra, seguido de India, Filipinas, Malasia e Indonesia (Lopes Serrano & de Paula Pessoa, 2016; Srivatsava, 2014). En el continente africano destacan por su producción de almendra Nigeria, Costa de Marfil, Tanzania, Guinea-Bissau, Ghana y Kenia (Dendena & Corsi, 2014), en Oceanía, la región norte de Australia (Food and Agriculture Organization, 2021).

En América sobresale Brasil como el principal productor de nuez de marañón con una producción de 138 754 t, cosechada en un 90 % en tres estados del nordeste: Ceará, Piauí y Rio Grande do Norte, con una producción de 85,711, 23,155 y 17,452 t, respectivamente (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021). Brasil fue el décimo productor de nuez de marañón en 2019, Costa de Marfil, India, Burundi y Vietnam fueron los mayores productores con las siguientes cantidades: 792 678, 743 000, 283 328 y 242 329 t, respectivamente (Food and Agriculture Organization, 2021).

Estado actual del cultivo de marañón en Colombia

El desarrollo del cultivo de marañón en Colombia comenzó en 1963, por iniciativa del Ministerio de Agricultura con el establecimiento de semilleros en Acacias (Meta), Puerto Tejada (Cauca) y Santa Marta (Magdalena), con semillas de Fundación y Ciénaga municipio del departamento del Magdalena; en el año 1964, el INCORA estableció cultivos en la región de El Zulia (Norte de Santander), con cultivos intercalados y tenía previsto ampliar el cultivo de marañón a Tolima, Huila, Magdalena y Meta (Van Hoof et al., 2020).

En 1988 se inició la investigación para el desarrollo de tecnología moderna, con el establecimiento de un campo experimental (C.I Carimagua - Puerto Gaitán), donde se establecieron 14 000 accesiones de marañón pertenecientes a los grupos: enano precoz, criollo y del tipo común brasileño. Por pruebas de evaluación fenotípica se seleccionaron diez genotipos sobresalientes, que fueron clonados y evaluados en pruebas de comparación (Owen Bartlett & Roman Hoyos, 1996), estos sirvieron de base para el desarrollo del cultivo comercial en la altillanura colombiana.

En la década del 2000, pruebas de evaluación agronómica (PEAs), realizadas con los diez clones sobresalientes, permitieron la selección, recomendación de adaptación para la altillanura y entrega de los clones Corpoica Mapiria Ao1, Yopare Ao2 y Yucao Ao3, destacados por producción de nuez y la calidad de la almendra orientada para el mercado de exportación (Arango Wiesner et al., 2016). Paralelo a la obtención de clones, se desarrollaron tecnologías para la obtención de la almendra y el aprovechamiento del pseudofruto (Rodríguez Piedrahita et al., 2011), multiplicación intensiva de plantas (Cavalcanti, 2013), el diagnóstico tecnológico del cultivo y desarrollo del agronegocio en el departamento de Vichada (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).

Comercio

En Colombia, el mercado de importación de almendra de marañón varía alrededor de las 270 t en promedio anual. Se estima que el 95 % de las importaciones provienen de Brasil (49 %), India (27 %) y Estados Unidos (19 %). La mayoría de la importación de marañón del país es de almendra procesada (sin cáscara) (Van Hoof et al., 2020), donde los principales importadores fueron Compañía Nacional de Chocolates (56 %), Manitoba (14 %) y Aromasynt (7 %). Este volumen de las importaciones pone en evidencia la oportunidad que tienen los productores de marañón en Colombia para abastecer el mercado interno y que les permita adquirir experiencia para incursionar en el mercado internacional de almendra, además del desarrollo de los subproductos de la manzana del marañón en los mercados regionales, el agroturismo y la seguridad alimentaria.

Producción nacional

En Colombia, la información sobre área, producción y rendimiento es limitada, los datos reportados por los instrumentos del gobierno nacional en las evaluaciones agropecuarias municipales (EVA) y encuesta nacional agropecuaria (ENA), no reflejan la realidad, debido a que la información capturada no incluye plantaciones distantes de centros urbanos. El área sembrada de marañón para el 2019 fue de 7986 ha, con 4300 ha en la altillanura de Vichada (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019), que corresponde al 53,84 % del total nacional establecido en clones y manejo tecnificado. Los restantes departamentos productores son: Córdoba con 2050 ha (25,66 % del total nacional), Meta con 700 ha (8,76 %), Norte de Santander con 500 ha (6,26 %), Atlántico con 100 ha (1,25 %), Sucre con 160 ha (2,0 %), Cesar con 70 ha (0,87 %) y Tolima con 140 ha (1,75 %). La mayor proporción sembrada es de material criollo como huertos familiares o plantas aisladas (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016; Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997b; Gómez Samper & Duque Hernández, 2016) (Cuadro 1).

Colombia presenta regiones donde el cultivo de marañón se encuentra como árboles silvestres o cultivos de semillas y regiones con potencial para los cultivos tecnificados (Figura 2), pero es necesario desarrollar trabajos de zonificación agroecológica para el cultivo, en cada región con potencial, en donde se examine: suelos óptimos, duración de la época seca y variabilidad climática (que es muy amplia en el Caribe), ya que existen microclimas con épocas secas cortas (90 a 100 días), HR % altas, en las cuales se presentan daños severos por antracnosis que afectan las estructuras reproductivas, limitan los rendimientos y el comportamiento económico de esta actividad (Figura 2B). Esta situación se observa en la altillanura, entre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán en el departamento del Meta, debido a esto no se recomienda el cultivo en esta zona, una situación similar puede suceder en las otras regiones con potencial en el país.

El Caribe seco es la región del país con el mayor potencial para la producción de marañón, por sus condiciones climáticas y de suelo, al poseer bajas precipitaciones, épocas secas bien definidas para la recolección de la cosecha y suelos bien drenados. Córdoba es el departamento con mayor área de cultivos provenientes de semilla, con cerca de 2050 ha (25,66 % del total nacional), ubicadas en su mayoría en el municipio de Chinú y algunas en Pueblo Nuevo; estas plantaciones fueron establecidas por asociaciones de productores con el apoyo del programa Alianzas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) e Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), hoy liquidado (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016) (Cuadro 1).

Origen de las plantaciones comerciales actuales

Las plantaciones de Córdoba, en su totalidad, fueron establecidas con semilla de marañón criollo, lo que ocasiona gran variabilidad en la nuez y pseudofruto producido. El manejo técnico del cultivo es limitado, originado

Cuadro 1. Características de las regiones productoras de marañón (*Anacardium occidentale* L.) en Colombia.**Table 1.** Characteristics of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) producing regions in Colombia.

Región	Departamento	Municipios	Área + aproximada (ha)	Tipo de plantación	Material vegetativo	Práctica de* manejo del cultivo	Prácticas** postcosecha nuez	Comercialización***
Caribe seco	Atlántico	Polo Nuevo Santo Tomas	100	Huerto familiar y comercial	Semillas y clones	TB	SPN, PCF	PF
	Cesar	Zapatoca	70	Huerto familiar	Semilla regional	ST	SPN, PCF	PF
	Guajira		ND	Huerto familiar	Semilla regional	ST	SPN, PCF	PF
	Magdalena	San Pablo del Llano	40	Huerto familiar	Semilla regional	ST	SPN, PCF	PF
Caribe húmedo	Cordoba	Chinú, Montería, Pueblo Nuevo	2050	Huerto familiar y comercial	Semilla regional	TB	PNOA	N, A, PF, PP
	Sucre	La Unión, San Benito	160	Huertos familiares y comercial	Semilla regional	ST	SPN, PCF	PF
Llanos Orientales	Vichada	Puerto Carreño, Cumaribo,	4300	Comercial	Clones	TI	PNOA	N, A, PF, PP
	Meta	Puerto Gaitán	700	Comercial	Semilla de Brasil	ST	SPN, PCF	PF
Valles secos interandinos	Tolima	Natagaima, Coyaima, Ortega	140	Plantas dispersas	Semilla regional	ST	SPN, PCF	PF
	Huila	Aipe, Villa vieja, Baraya	70	Plantas dispersas	Criollo	ST	SPN, PCF	PF
	Cauca	Patía	ND	Plantas dispersas	Criollo	ST	SPN, PCF	PF
	Norte de Santander	Cúcuta, Puerto Santander, San Cayetano, El Zulia	500	Plantas dispersas	Semilla programa de Incora, 1960	ST	SPN, PCF	PF

Fuente: elaboración propia, basado en cifras de: / Source: author's elaboration based on cartography of the: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2016); Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997a; 1997b); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019).

+ND: no determinada. / +ND: not determined.

*TB: material criollo con tecnificación baja en cultivo y media en poscosecha; TI: material clonal con tecnificación intermedia en cultivo y baja en poscosecha; ST: material criollo sin tecnología en cultivo y poscosecha. / *TB: Creole material with low technification in cultivation and medium in post-harvest; TI: clonal material with intermediate technification in cultivation and low in post-harvest; ST: Creole material without technology in cultivation and post-harvest.

**SPN: sin procesamiento de la nuez; PCF: pseudofruto para consumo fresco; PNOA: procesamiento de la nuez obtención de la almendra. / **SPN: no walnut processing; PCF: pseudo fruit for fresh consumption; PNOA: processing of the walnut obtaining the almond.

***PF: pseudofruto fresco; PP: pseudofruto procesado; N: nuez; A: almendra. / ***FP: fresh pseudo fruit; PP: processed pseudo fruit; N: walnut; A: almond.

en parte por los bajos recursos de los productores y la deficiente difusión de la tecnología disponible. Se destaca el fortalecimiento de la etapa poscosecha, con equipos tecnificados y el procesamiento del pseudofruto para producción de vino y mermelada (Revista Semana, 2018). La almendra de marañón producida en esta región, es comprada en su totalidad para el mercado nacional, por Nutresa, S.A. En el departamento existen dos asociaciones de productores ASOPROMASAB (Asociación de Productores de Marañón de la Sabana) y ASOMARAÑON (Asociación de Productores de Marañón).

En el departamento del Atlántico se han tenido pequeñas áreas de cultivo con plantas provenientes de semilla; en el año 2016 se iniciaron los cultivos tecnificados, con los clones seleccionados por AGROSAVIA, se establecieron 100 ha de cultivo en los municipios de Polo Nuevo y Santo Tomas, iniciativa apoyada por Acopi y por el gobierno departamental. También existen árboles y cultivos provenientes de semilla en Cesar, Guajira y Sucre, hay presencia de marañón criollo establecido de forma natural (Chávez & Sánchez, 2011). Algunos productores de marañón de la región del bosque seco tropical de la región Caribe (departamentos de Magdalena, Guajira, Atlántico y Cesar) están vinculados a ASOMACAR (Asociación de Marañoneros del Caribe).

En la región de los Llanos Orientales de Colombia, se destaca el departamento de Vichada, con la mayor área plantada a nivel nacional, 4300 ha de las cuales 1350 están en producción, que generan 3225 t de nuez de marañón, con un rendimiento promedio de 2,39 t nuez ha⁻¹. Se destaca el uso de clones, el establecimiento de las plantaciones y la incorporación de tecnologías de manejo agronómico como: podas, fertilización y manejo de plagas y enfermedades (Figura 2) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019). En este departamento se encuentra la asociación de productores de marañón AGAF (Asociación Gremial Agroforestal).

Condiciones agroecológicas de las regiones con potencial productor

En Colombia, en la región del Caribe húmedo (Chinú-Córdoba), se encuentra uno de los principales núcleos de producción del país, con 2000 ha de plantaciones comerciales de marañón criollo (Cuadro 1), municipio productor que se caracteriza por poseer clima cálido seco, con relieve de lomas y colinas con material parental de rocas sedimentarias clásticas de granos heterométricos y gradiente de pendiente menores a 25 %. Con suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados y una saturación de bases alta y clasificados como Haplocalcids, Haplustepts, Ustipsamments y Ustorthents (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009b). También en Córdoba, en el municipio de Montería, corregimiento La Victoria, existen 50 ha con cultivo, en fisiografía de superficies de aplanamiento y relieve de lomas y colinas, en rocas sedimentarias, con pendientes entre 7 a 12 %, con suelos clasificados como Haplustalfs, Hapludults, Dystrudepts, moderadamente profundos, bien drenados y fertilidad moderada (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009b).

En el Caribe húmedo de Colombia, en el departamento de Sucre, municipio de La Unión, provincia de San Jorge, existen 80 ha de marañón criollo de origen natural, ubicadas en clima cálido seco, en paisajes de lomerío estructural y relieves de lomas y colinas, sobre un material parental de rocas sedimentarias clásticas de grano mixto y gradiente de pendiente entre 3 y 12 %, con suelos clasificados como Haplocalcids, Haplustepts, Ustipsamments, Ustorthents, Haplustep, moderadamente profundos, bien drenados, con fertilidad de moderada a alta y saturación de bases muy alta (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997a). En este mismo departamento, en el municipio de San Benito Abad, se encuentran 80 ha en poblaciones naturales de cincuenta árboles por predio, ubicadas en un clima cálido húmedo, en planicies aluviales, suelos imperfectamente drenados, pendientes entre 0 y 3 %, superficiales, con depósitos superficiales clásticos de grano mixto (heterométricos), clasificados como Ustifluvents, Fluvaquents, Dystrudepts (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997a).

En los departamentos de Tolima, existen 140 ha de marañón provenientes de semilla local, en los municipios de Natagaima, Coyaima, Ortega y en el departamento del Huila, en los municipios del norte cercanos al desierto de la

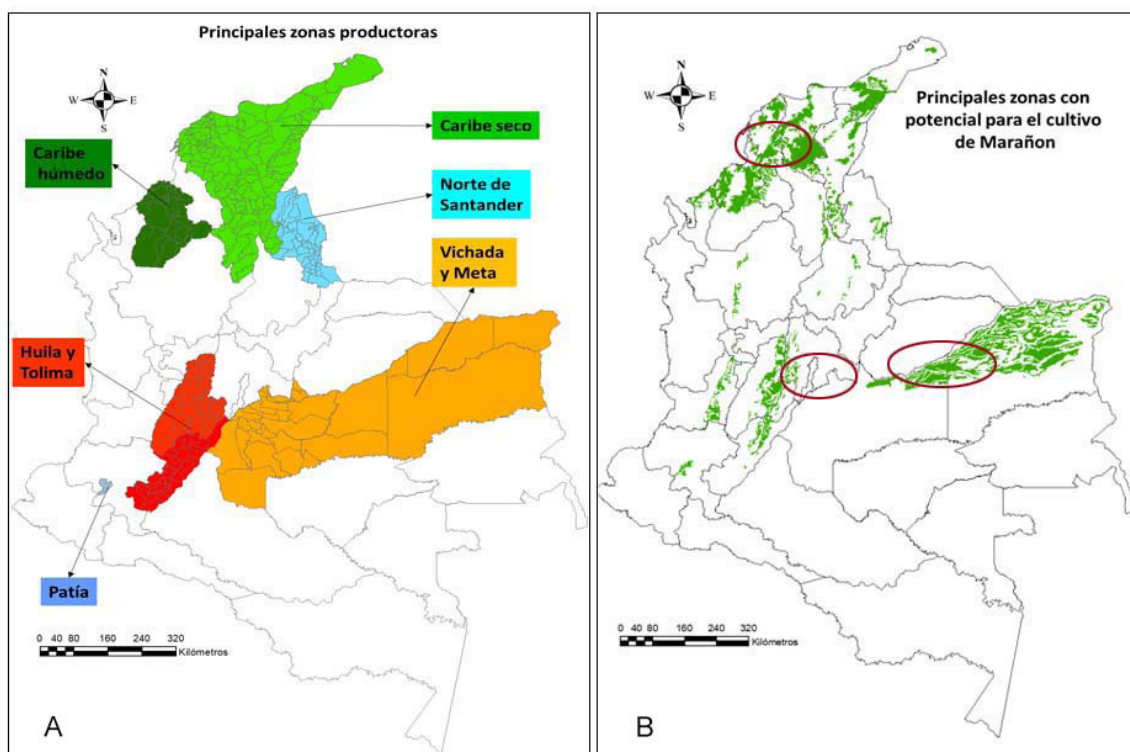


Figura 2. Zonas en donde se encuentra marañón (*Anacardium occidentale* L.), silvestre o como cultivos de semilla (A); zonas potenciales para el cultivo técnico (B).

○ Regiones con limitantes por daños de antracnosis.

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997b).

Figure 2. Areas where cashew (*Anacardium occidentale* L.) is currently found, wild or as seed crops (A); potential areas for technical cultivation (B).

○ Regions with limitations due to anthracnose damage.

Source: author's elaboration based on cartography of the Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997b).

Tatacoa (Villavieja, Aipe y Colombia), ubicados en clima cálido seco, en piedemontes coluviales en relieves lomas y colinas, con material originado de rocas sedimentarias. Los suelos se clasifican como Usthorrents, Udorthents y Dystrudepts (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997b).

En la región del valle del río Patía, que corresponde al municipio de mercaderes, existe marañón criollo de origen natural. Mercaderes se caracteriza por ser un enclave seco, con suelos formados a partir de depósitos aluviales heterogéneos, moderadamente profundos a superficiales, imperfectos a bien drenados, texturas finas a moderadamente gruesas y pH moderadamente alcalino (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009a). Las áreas secas del municipio se encuentran entre los 500 y 800 m.s.n.m., la temperatura media anual es de 26,3 °C y la precipitación media anual, para el período 1999-2014, fue de 1248 mm (Estación climatológica municipio de Mercaderes) (Vergara Varela & Torres Hernández, 2018).

En el departamento de Norte de Santander, se encuentran poblaciones de semilla en los municipios de Cúcuta, Puerto Santander, San Cayetano, El Zulia, Salazar, Santiago, Gramalote, Cucutilla, Arboledas, Toledo, Labateca, El Carmen, San Calixto, Convención, Teorama, Tibú, La Gabarra y El Tarra, municipios ubicados en las estribaciones

de la cordillera oriental, en sus flancos oriental y occidental, con un clima cálido húmedo, en paisajes de montaña con riesgo de erosión, pendientes menores a 25 % y suelos moderadamente profundos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2006).

En la altillanura, en el departamento del Meta en el municipio de Puerto Gaitán, existen 200 ha de plantaciones provenientes de semillas ubicadas en un clima tropical lluvioso en la clasificación de Koeppen (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1986), sobre un paisaje de altillanura estructural, en relieves de lomerío con suelos profundos, bien drenados, alta saturación de aluminio, depósitos superficiales clásticos de grano mixto (heterométricos) y gradiente de pendientes de ligera a moderadamente quebrado, clasificados como Hapludox y Dystrudepts (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000b). También en la altillanura, en el departamento de Vichada se encuentran 4300 ha, distribuidas en Puerto Carreño (93,02 %) y La primavera (6,98 %) (León, 2020). Los cultivos se sitúan en la altillanura, en depósitos de arcillas y limos con contenidos variables de materia orgánica, suelos planos a ondulados, profundos y moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas, drenaje bueno y moderadamente excesivo, saturación de aluminio alta y muy alta, reacción moderada, fuerte y muy fuertemente ácida, y fertilidad natural muy baja. El clima de Puerto Carreño es clasificado como cálido semi húmedo (CH) y la precipitación promedio es de 1620 mm (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014). La temperatura media es de 28,6 °C. Las horas de brillo solar durante el periodo seco son cuatro, mientras en los meses secos, la insolación oscila alrededor de 8 horas/día. La humedad relativa varía entre 55 y 79 %, es mayor en los meses de junio y julio y menor en el primer trimestre del año (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2000).

De acuerdo con los requerimientos de suelo y clima del cultivo, el país puede contar con un área importante que puede abarcar entre 100 000 a 500 000 ha en varias regiones de Colombia, en el Caribe seco en los departamentos del Magdalena, Atlántico, Córdoba y Sucre, en la Altillanura del Vichada y Meta; también existen algunas posibilidades en las regiones secas de Tolima, Huila y con algunas posibilidades en el Patía, luego de realizar estudios locales (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000a) (Figura 2).

Manejo agronómico

En los años 2015 y 2016, se realizó el diagnóstico tecnológico y empresarial del agronegocio de marañón en Puerto Carreño (Vichada), con el propósito de identificar las tecnologías empleadas por los productores y las limitantes del cultivo en la principal región productora de marañón tecnificado en el país. Se obtuvo información de trece fincas que contaban con 1454 ha (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016). Este análisis permitió identificar las tecnologías y prácticas empleadas, entre estas:

Material vegetal

En Colombia se dispone de tres clones de marañón tipo criollo: Mapiria Ao1, Yopare Ao2 y Yucao Ao3 (Figura 3), recomendados para la altillanura del Meta y Vichada. Se aconseja su injertación sobre patrón criollo 36-80 (Arango Wiesner et al., 2016). Estos clones permiten rendimientos competitivos de más de 1 t ha⁻¹ de nuez y 9 t ha⁻¹ de manzana. La manzana proveniente de este material vegetal tiene menor astringencia para maximizar su aprovechamiento (Arango Wiesner et al., 2016).

Establecimiento del cultivo

Los suelos de la altillanura colombiana están clasificados como Ultisoles y Oxisoles, con características de suelos ácidos, alto contenido de Al, bajos contenidos de nutrientes y de materia orgánica, por lo que requirieren corrección de acidez antes y durante el desarrollo del cultivo (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).



Figura 3. Clones de marañón: Corpoica Mapiria Ao1, Corpoica Yopare Ao2 y Corpoica Yucao Ao3; recomendados para su cultivo en la altillanura de Puerto Carreño, Vichada.

Figure 3. Cashew clones: Corpoica Mapiria Ao1, Corpoica Yopare Ao2 and Corpoica Yucao Ao3; recommended for its cultivation in the highlands of Puerto Carreño, Vichada.

Fuente/Source: Mapiria y Yopare, Heberth Velasquez; Yucao, Mayra Villalobos, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

El trasplante de las plántulas debe realizarse al inicio de lluvias en el primer semestre (en el mes de abril en condiciones del Vichada), con el fin de aprovechar al máximo la precipitación y buscar un óptimo crecimiento de las plantas antes de la primera época seca y disminuir la pérdida de plantas (Van Hoof et al., 2020).

Diseño de la plantación

La distancia utilizada por todas las fincas, en la evaluación realizada en el año 2015 y 2016 en Puerto Carreño (Vichada, Colombia), era de 12 x 15 m (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016). Estas distancias permiten solo 55 plantas/ha; mientras que Arango Wiesner et al. (2016), proponen una distancia de 10 m entre filas y 8 m entre plantas, para una densidad de 125 plantas/ha. Dentro de las observaciones realizadas en el diagnóstico tecnológico en el proyecto Corpoica-UniAndes en el año 2015 y 2016 y en discusión con los técnicos y productores, se planteó que una de las mejores distancias para estos clones puede ser la de 12 m entre filas y 10 m entre plantas, con lo que se obtienen 83 plantas/ha (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).

Poda de formación

Desde la fase de vivero se eliminan los brotes a las plantas con el fin de tener solo un tallo principal, hasta que este alcance una altura de 1 m. A esta altura se realiza la poda de formación, en la que se seleccionan de tres a cuatro ramas secundarias ubicadas a diferentes alturas; estas ramas son las que van a conformar la copa principal del árbol; luego, se deben supervisar las brotaciones subsiguientes y eliminar las ramas fuera de sitio, enfermas o con crecimiento deficiente, con el fin de complementar la poda de formación (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).

Correctivos y fertilización

El marañón debe cultivarse en suelos de textura franco arenosos (menos del 15 % de arcilla), de relieve plano o suavemente ondulado, no sujeto a encharcamiento, sin capas impermeables y con una profundidad superior a 1,5 m (Kenji & Araújo, 2016).

Los suelos ácidos de la altillanura plana de los Llanos Orientales son del orden Oxisoles y Ultisoles, con altos contenidos de Al y bajos contenidos de bases entre el 20 a 25 % en la CIC (Ca, Mg y K), de materia orgánica y de nutrientes (Baquero Peñuela et al., 2018). La recomendación es incrementar la saturación de bases al 70 %, con base en la metodología desarrollada por de Oliveira et al. (2013). Las aplicaciones de correctivos deben realizarse uno o dos meses antes del trasplante.

La fertilización inicia dos meses después del trasplante, cuando las plantas ya se hayan establecido de forma definitiva. Para los clones de marañón entregados no se han realizado experimentos de nutrición mineral de largo plazo, lo que impide realizar recomendaciones definitivas. Se tienen recomendaciones para los clones enanos precoces de marañón en el nordeste brasileño (Kenji & Araújo, 2016).

Manejo de arvenses

Las arvenses que crecen dentro y entre los surcos del cultivo deben cortarse entre una a dos veces al año. Se deben realizar actividades de corte de arvenses hasta 30 a 50 cm por fuera de la zona de la copa del árbol (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016). Las razones son las siguientes: 1) aplicación de correctivos y fertilizantes, y 2) recolección de la nuez en la época de cosecha.

Enfermedades

Dentro de las enfermedades que se han encontrado asociadas con el cultivo en esta región del país están la antracnosis (*Colletotrichum* sp.), mancha café del follaje (*Cladosporium* sp.), Fumagina (*Fumago* sp.), mancha afelpada por alga roja (*Cephaleuros virescens*) y el mildew polvoriento (*Oidium* sp.). Entre ellas, la más limitante es la antracnosis, que ataca la planta, en especial a las hojas jóvenes, causa fuerte quemazón de tejidos y los daños son más severos en las flores, durante el cuajado de frutos y los frutos en desarrollo (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).

Plagas

Se ha observado la presencia de chinches fitófagas del género *Leptoglossus* sp. y los trips, que se encuentran en la planta durante todo el año, presentándose elevadas poblaciones durante la época seca, que afectan la floración, el cuajado y el desarrollo del fruto. La hormiga arriera limita el desarrollo de los árboles en establecimiento. Además, algunas especies de áfidos disminuyen el crecimiento de los árboles y afectan los rebrotes tiernos (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016).

Cosecha

Los frutos están maduros entre 45 a 60 días después de la caída de pétalos, la almendra puede pesar entre el 16 a 35 % del peso de la nuez (Arango Wiesner & Román Hoyos, 2007). Las nueces se recogen del suelo y,

en una jornada, un operario puede recoger hasta 50 kg de nueces. Los pasos a seguir para el procesamiento de la nuez y obtención de la almendra son: recepción y clasificación de la nuez cruda, almacenamiento, cocción, corte de la nuez, secado de la almendra, despelucado de la almendra, rehumedecimiento de la almendra, clasificación, empaque y preparación de la almendra para el consumo (Dendena & Corsi, 2014).

Limitantes en las plantaciones comerciales establecidas

A excepción del Vichada, que cuenta con cultivos que alcanzan rendimientos de 900 kg ha⁻¹ de nuez por año, gracias al empleo de clones, las demás plantaciones del país cuentan en su mayoría con cultivares silvestres propagados por semillas que presentan rendimientos promedios muy bajos entre 50 y 300 kg ha⁻¹ de nuez por año (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016; Octavio-Cardona, 2017; Reyes Urdaneta, 2019).

Existen limitantes específicas para la región del vichada como son: los incendios de la sabana, que son de común ocurrencia y ocasionan pérdidas y daños severos en los cultivos; se tiene pérdidas de fruta en formación, debido al ataque de aves conocidas como loros (*Arantiga pertinax*); además, la alta humedad relativa parece favorecer el ataque de la antracnosis (Gómez Samper & Duque Hernández, 2016). El núcleo productivo de Chinú en Córdoba (Caribe seco), como características específicas presenta plantaciones comerciales establecidas de marañón común, por lo que existe una alta heterogeneidad del fruto originado en la almendra; cuenta con equipos tecnificados de poscosecha y capacitación en este tema (Cortés Villalba, 2018), pero las limitantes en manejo técnico del cultivo son más acentuadas que las observadas en el Vichada.

Conclusiones

La sostenibilidad de las plantaciones comerciales actuales de marañón y el incremento de las áreas de siembra en el país, requieren de la validación y adopción de tecnologías innovadoras en el manejo integrado del cultivo y poscosecha que incluyen el uso de material clonal, determinación de distancias de siembra, realización de podas de formación y mantenimiento, aplicación de prácticas para el manejo de plagas y enfermedades, estandarización de métodos de cosecha, poscosecha y transformación entre otros aspectos, que unido a la modernización de la cadena producción-consumo podrían impactar en el cultivo de marañón en Colombia, al presentar alternativas de mejora en su comportamiento productivo, así como rentabilidad para los productores.

Se debe fortalecer la investigación y desarrollo de ofertas tecnológicas enfocadas a implementar buenas prácticas agrícolas, de poscosecha y transformación agroindustrial con el propósito de abastecer los mercados internos y de exportación de la almendra y sus subproductos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), especialmente a los Centros de Investigación La Libertad, Nataima y Caribia por su apoyo el desarrollo de la investigación en el cultivo de Marañón en el país y por financiar la publicación de este documento. Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación de las investigaciones realizadas por AGROSAVIA en esta especie vegetal y al Dr. Carlos Alberto Abaunza (AGROSAVIA), por su apoyo técnico en la redacción de la aptitud del cultivo a las condiciones de suelo.

Referencias

- African Cashew Alliance. (2021). *African Cashew Alliance*. <http://www.africancashewalliance.com/en/about-us>
- Akinhanmi, T. F., Atasié V. N., & Akintokun, P. (2008). Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid. *Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences*, 2(1), 1–10. http://unaab.edu.ng/wp-content/uploads/2010/11/1538_1315.pdf
- Arango Wiesner, L. V., Clímaco Hio, J., Guevara Agudelo, E. J., & Navas Arboleda, A. A. (2016). *Corpoica Mapiria Ao1, Corpoica Yopare Ao2, Corpoica Yucao Ao3.: clones de marañón para la altillanura plana de la Orinoquia colombiana*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/11535>
- Arango Wiesner, L., & Román Hoyos, C. (2007). *Marañón (Anacardium occidentale L.) tecnologías de producción e industrialización* (1^{ra} ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13263>
- Araújo Crisóstomo, L., Machado Pimentel, C. R., Rodrigues de Miranda, F., & de Oliveira, V. H. (2007). Cashew- Dwarf variety. In A. E. Johnston (Ed.), *Tropical Fruits of Brazil* (IPI Bulletin 18, pp. 50–69). Internacional Potash Institute Potassa.
- Baquero Peñuela, J. E., Yacomelo, M., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2018). Efecto del yeso sobre las características químicas de un Oxisol de la Orinoquia colombiana cultivado con lima ácida Tahití. *Temas Agrarios*, 23(2), 154–163. <https://doi.org/10.21897/RTA.V23I2.1299>
- Barbosa de Sousa, L., de Lima Feitoza, L., Ferreira Gomes, L. R., de Almeida Lopes, Â. C., Basílio Soares, E., & Pereira da Silva, E. M. (2007). Aspectos de biología floral de cajueiros año precoce e comum. *Ciência Rural*, 37(3), 882–885. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300045>
- Bezerra, M. A., de Lacerda, C. F., Gomes Filho, E., de Abreu, C. E. B., & Prisco, J. T. (2007). Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 449–461. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400012>
- Carr, M. K. V. (2014). The water relations and irrigation requirements of cashew (*Anacardium occidentale* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 50(1), 24–39. <https://doi.org/10.1017/S0014479713000392>
- Cashew Export Promotion Council of India. (2019). *63rd Annual Report 2017-18*. Government of India. <http://cashewindia.org/uploads/userfiles/Annual Report.pdf>
- Cavalcanti, A. (2013). Propagação assexuada do cajueiro. Em J. P. De Araújo (Ed.), *Agronegócio Caju: Práticas e Inovações* (p. 251). Embrapa.
- Chávez, J., & Sánchez, L. (2011). *Producción y caracterización del fruto de marañón (Anacardium occidentale L.) ubicado en el corregimiento Zapatosa municipio de Tamalameque-Cesar*. Universidad Popular del César. <https://bit.ly/3LVP6r6>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2016). *Plan estratégico de ciencia tecnología e innovación del sector agropecuario colombiano (2017-2027)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, & Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. <https://bit.ly/3HoN6o9>
- Cortés Villalba, M. (2018, diciembre 26). *Productores y Comercializadores del marañón en Córdoba siguen los pasos de la Cadena Nacional de la Mora, que se reunió por primera vez en 2018*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Noticias/Lists/Posts/Post.aspx?ID=190>

- Coto Amaya, O. M. (2003). *Guía Técnica: Cultivo del marañón*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. <https://bit.ly/3h9deZq>
- da Silva, A. C. R., Ferro, J. A., Reinach, F. C., Farah, C. S., Furlan, L. R., Quaggio, R. B., Monteiro-Vitorello, C. B., Van Sluys, M. A., Almeida, N. F., Alves, L. M. C., Do Amaral, A. M., Bertolini, M. C., Camargo, L. E. A., Camarotte, G., Cannavan, F., Cardozo, J., Chambergo, F., Ciapina, L. P., Cicarelli, ... Kitajima, J. P. (2002). Comparison of the genomes of two *Xanthomonas* pathogens with differing host specificities. *Nature*, *417*, 459–463. <https://doi.org/10.1038/417459a>
- Das, I., & Arora, A. (2017). Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. *Journal of Food Engineering*, *194*, 87–98. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2016.09.011>
- de Oliveira, V. H. (2002). Influência da irrigação na produção de pedúnculo e de castanha em clones de cajueiro-anão-precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *24*(3), 717–720. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000300038>
- de Oliveira, V., Kenji Taniguchi, C., & Araujo Crisostomo, L. (2013). *Nutrição Mineral do Cajueiro*. Embrapa Agroindústria Tropical. <https://bit.ly/3IcLLlv>
- Dendena, B., & Corsi, S. (2014). Cashew, from seed to market: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34*, 753–772. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0240-7>
- Food and Agriculture Organization. (2021). *FAOSTAT, Data, Crops, Cashew nuts, with shell*. Retrieved September 15th from <http://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3A217>
- Geraldo Martins, A. B., de Castro Correia da Silva, A., & Chiamolera, F. M. (2019). Cashew crop propagation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *41*(4), Article e-033. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019033>
- Gómez Samper, H., & Duque Hernández, J. (2016, septiembre 23). *El Agro-negocio del marañón como perspectiva de desarrollo rural*. Universidad de los Andes. <https://bit.ly/3BFL6Xg>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021, septiembre 9). *Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2000, junio 16). *Cartas climatológicas medias mensuales Puerto Carreño*. <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/carreno/temperatura.htm>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1986). *Diagnóstico geográfico nororiente del Vichada*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12987>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997a). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Sucre, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3HogR8A>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997b). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Tolima, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/35o4EDe>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2000a). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca: mapas temáticos*. <https://bit.ly/3vawPk5>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2000b). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Meta, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3pcAUQK>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2006). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Norte de Santander, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3HdCAjf>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2009a). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Cauca, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3sgizEr>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2009b). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Córdoba, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3BNm9co>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). *Mapa Digital de Capacidad de Uso de las Tierras del Departamento de Vichada, República de Colombia. Escala 1:100.000*. <https://bit.ly/3Hh3EOJ>
- Kenji, C., & Araújo, L. (2016). *Clima e solo para o cajueiro*. Em L. Serrano (Ed.), *Sistema de produção do caju* (2ª ed., pp. 54–60). Embrapa Agroindústria Tropical. <https://bit.ly/3BNrgJv>
- León, Á. (2020). *Plan departamental de extensión agropecuaria 2020-2023*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico. <https://bit.ly/36F0vf1>
- Lopes Serrano, L. A., & de Paula Pessoa, P. F. A. (2016). Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. Em L. A. Lopes-Serrano (Ed.), *Sistema de produção do caju* (2ª Ed., pp. 2–10). Embrapa Agroindústria Tropical. <https://bit.ly/3HgJswg>
- McLaughlin, J., Balerdi, C., & Crane, J. (2006). *El Marañón (Anacardium occidentale) en Florida. HS1041/HS291, 10/2004*. University of Florida. <https://doi.org/10.32473/edis-hs291-2005>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, diciembre 14). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales EVA*. <https://bit.ly/3veJGBV>
- Mothé, C. G., Oliveira, N. N., Freitas, de Aqueline S., & Mothe, M. G. (2017). Cashew tree gum: A scientific and technological review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(2), 681–688. <https://doi.org/10.22161/IJEAB/2.2.14>
- Octavio Cardona, A. (2017, noviembre 4). El cultivo de marañón es uno de los de mayor potencial exportador en Colombia. *La República*. <https://bit.ly/3BLa7jI>
- Owen Bartlett, E. J., & Roman Hoyos, C. A. (1996). *El cultivo del marañón (Anacardium occidentale) en los Llanos Orientales de Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Paiva, J. R., & Cavalcanti, A. T. (2012). *Clones de cajueiro recomendados pela*. Embrapa Agroindústria Tropical. <https://bit.ly/3JSGpME>
- Prabhakaran Nair, K. P. (2010). *The agronomy and economy of important tree crops of the developing world* (1st ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-64818-8>
- Revista Semana. (2018, julio 27). *La comunidad que salió de la pobreza extrema a punta de marañón*. <https://bit.ly/3t6gmdT>
- Reyes Urdaneta, N. (2019, agosto 26). *Cultivo del marañón: alternativa agroindustrial para el César*. Diario del César. <https://www.diariodelcesar.com/archivos/46688>
- Rodríguez Piedrahita, L., Arango Wiesner, L. V., & Pulido Chavarro, N. A. (2011). *Propuesta tecnológica para el aprovechamiento integral del marañón: nuez, pseudofruto y subproductos*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://bit.ly/3JPbII6>
- Salam, M. A., & Peter, K (2010). *Cashew: A monograph*. Studium Press India.
- Srivatsava, G. (2014). *Cashew handbook 2014: Global perspective* (4th ed.). International Agri Commodity Traers. <https://bit.ly/3HjFLWJ>

- Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., & Beernaert, F. (1993). Land evaluation Part 3: Crop requirements. *Agricultural Publications*, 7, 39–40.
- Van Hoof, B., Gómez Samper, H., Duque Hernández, J., Méndez Medina, C. M., & Orduz Rodríguez, J. O. (2020). *Transformación productiva de los agronegocios. La experiencia de MAS Maraón Vichada* (1ª ed.). Ediciones Uniandes. <https://bit.ly/3sgrOV9>
- Vázquez Yanes, C., Batis Muñoz, A. I., Alcocer, M., Gual Díaz, M., & Sánchez Dirzo, C. (1999). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación* (PROYECTO J-084). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.11004.54407>
- Vergara Varela, H., & Torres Hernández, P. (2018). Aspectos generales del valle del Patía. *Novedades Colombianas*, 12(1), 11–24. <https://bit.ly/3BR80uH>