

Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): Fruta promisorio con posibilidades de cultivo en Colombia. Una revisión♦

Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): Promising Fruit
with Possibilities of Cultivation in Colombia. A Review

Germán Andrés Aguilera-Arango,^{1*} Jorge Mario Del Toro Aparicio²
y Javier Orlando Orduz Rodríguez³

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Centro de Investigación
Palmira, Palmira, Valle del Cauca (Colombia)

²AGROSAVIA. Centro de Investigación Caribia, Sevilla, Magdalena (Colombia)

³AGROSAVIA. Centro de Investigación la Libertad, Villavicencio, Meta (Colombia)

* Correo de correspondencia: gaguilera@agrosavia.co

♦Estudio de revisión

Resumen

Desde el punto de vista nutricional, los frutos son productos naturales ricos en minerales, micronutrientes y vitaminas, por lo que en muchos de los casos son conocidos por sus propiedades y efectos benéficos en la salud humana. En este sentido, la acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) es conocida como un alimento funcional, debido principalmente a la elevada cantidad de vitamina C, por lo que su demanda se incrementó en la última década. La acerola es considerada una fruta promisorio en Colombia, donde se cuenta con materiales seleccionados por el agricultor, sembrados principalmente en solares y jardines, por lo que no se conocen los requerimientos básicos para su establecimiento como cultivo comercial en el país. El objetivo de la presente revisión es recopilar el estado del arte de la acerola como sistema productivo, para dar a conocer sus aspectos técnicos e implementarlos en cultivos potenciales en regiones de Colombia, con características ambientales similares a las principales zonas productoras de

Abstract

From a nutritional point of view, fruits are natural products rich in minerals, micronutrients, and vitamins, so in many cases, they are known for their properties and beneficial effects on human health. In this sense, acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) is known as a functional food, mainly due to the high amount of vitamin C, so its demand increased in the last decade. Acerola is considered a promising fruit in Colombia, where there are materials selected by the farmer, planted mainly in plots and gardens, so the basic requirements for its establishment as a commercial crop in the country are not known. The objective of this review is to compile the state of the art of acerola as a production system, to publicize its technical aspects and implement them in potential crops in regions of Colombia with similar environmental characteristics to the main producing areas of this fruit in the world. For this, a bibliographic review was carried out aimed at making known technological offers that can be implemented in this crop at

esta fruta en el mundo. Para ello, se hizo una revisión bibliográfica orientada a dar a conocer ofertas tecnológicas que pueden ser implementadas en este cultivo a nivel comercial. Como resultado se describen las recomendaciones técnicas para establecer y dar solución a las principales limitantes del cultivo de acerola en Colombia, las cuales puedan ser aplicadas por agricultores, asistentes técnicos y extensionistas agropecuarios. El cultivo de acerola podría representar una fuente de ingresos innovadora, beneficiando principalmente agricultores de pequeña y mediana escala, al promover la diversificación de los sistemas productivos tradicionales en Colombia.

Palabras clave

Cosecha, enfermedades, plagas, propagación, variedades.

a commercial level. As a result, the technical recommendations for establishing and solving the main limitations of the cultivation of acerola in Colombia are described, which can be applied by farmers, technical assistants, and agricultural extensionists, to provide profitable and sustainable technologies. Acerola cultivation could represent an innovative source of income, mainly benefiting small and medium scale farmers, by promoting the diversification of traditional production systems in Colombia.

Keywords

Harvest, diseases, pests, propagation, varieties.

Introducción

La familia Malpighiaceae cuenta con 77 géneros, que contienen alrededor de 1,300 especies, encontrándose la mayoría de ellas en el continente americano, por lo que se considera el centro de origen de este grupo taxonómico (Guimarães *et al.*, 2016). A su vez, el género *Malpighia*, perteneciente a esta familia de plantas, contiene cerca de 45 especies, entre las que se encuentra *M. emarginata* (D.C.) cultivada principalmente por sus frutas ricas en vitamina C (Belwal *et al.*, 2018).

La acerola o cereza de Barbados es una planta originaria de América central, que debido a su alta adaptabilidad se encuentra distribuida naturalmente desde el sur de Norteamérica hasta Sudamérica (Moura *et al.*, 2018). Actualmente se cultiva en países tropicales y subtropicales del todo el mundo como Australia, Cuba, Etiopía, Filipinas, India, Indonesia, Jamaica, Madagascar, Myanmar, Pakistán, Puerto Rico, Sri Lanka, Surinam, Tailandia y Vietnam (Lim, 2012).

De acuerdo con Corrêa *et al.* (2017), la acerola se cultiva en Sudamérica, principalmente en Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil, siendo este último país el principal productor, consumidor y exportador de esta fruta en el mundo, con un área plantada de 7,200 ha y una producción media de 150,000 t/año⁻¹. El noreste de Brasil es la región más importante de este sistema productivo, que aporta en área 3,100 ha y una productividad de 96,000 t de fruta, destinada principalmente al consumo agroindustrial y en fresco (Pinheiro *et al.*, 2019).

Por otra parte, Colombia no cuenta actualmente con registros de rendimiento, área y producción para el cultivo de acerola; sin embargo, en el país existen varias regiones en

las cuales este cultivo podría llegar a tener un buen comportamiento, como el piedemonte llanero, la región Caribe y los valles interandinos, que presentan precipitaciones bajas a medias y con alturas menores a los 1,000 msnm. Además, estas regiones poseen infraestructura vial, sistemas agroforestales (SAF) donde se pueden sembrar cultivos de acerola en asocio y disponibilidad de mano de obra calificada, necesaria para establecer sistemas de producción alternativos a los tradicionales.

El cultivo de acerola es una opción viable que representa una alternativa novedosa de inversión, especialmente si se tiene en cuenta que su demanda se incrementó durante la última década, gracias a su alto contenido de ácido ascórbico, flavonoides, antocianinas y carotenoides (Arrázola *et al.*, 2014; Carvajal *et al.*, 2015). Por lo anterior, la presente revisión tiene como objetivo socializar los aspectos técnicos básicos para el establecimiento y mantenimiento de cultivos comerciales de acerola en regiones con potencial productivo de esta fruta en Colombia.

Descripción botánica

La acerola es una planta de carácter arbustivo de porte pequeño a mediano, el cual puede llegar a alcanzar una altura de 4 m en estado silvestre; mientras que en plantaciones comerciales, presenta una altura entre 1.5 a 3 m. Posee lenticelas en el tronco, es altamente ramificado, formando una copa densa constituida de numerosas ramas leñosas y fácilmente quebradizas (Calvo, 2007). Las hojas son simples, enteras y opuestas, cuneiformes en la base, de color verde oscuro, con ápice agudo o acuminado y pecíolo de 5 a 12 mm de largo (Rivera *et al.*, 2015).

Presenta flores perfectas que miden entre 1 y 2 cm de diámetro, tienen cinco pétalos que pueden ser de color blanco, rosa pálido, rosado intenso o rojo; cuentan con diez estambres y de seis a diez glándulas en el cáliz (Kumar *et al.*, 2017). Las flores pueden ser pedunculadas o sésiles, agrupándose en inflorescencias de tres a cinco flores, las cuales se originan en las ramas laterales cortas y en las axilas foliares inferiores de las ramas del último crecimiento (Arguello, 2020).

El árbol de acerola produce frutos en el primer año de desarrollo, a partir del cual puede presentar de cuatro a siete picos de producción por año, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y el manejo del cultivo (figura 1a). En condiciones adecuadas, el tiempo entre la floración y el estado de madurez óptimo de la fruta es de 22 días (Mohammed, 2011). El fruto es una drupa que cuando madura presenta un epicarpio delgado color rojo (figura 1b), cuya pulpa representa entre 70 y 80% del peso total de la fruta, es carnosa, suave, jugosa y con un sabor ácido, debido a que es extremadamente rica en vitamina C (Maldonado *et al.*, 2016a). Además, presenta un endocarpio trilobulado que contiene una semilla ovalada dicotiledónea, con un diámetro entre 3 y 5 mm (Maldonado *et al.*, 2016b). Después de la maduración, la vida postcosecha de la acerola es muy corta, lo que dificulta su manipulación y almacenamiento a largo plazo (Moura *et al.*, 2018).

Figura 1

Frutos de acerola *Malpighia emarginata*. a) Árbol de acerola con dos años de edad en etapa de producción. Genotipo de la colección de frutas tropicales de AGROSAVIA, Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia. b) Tamaño de un fruto maduro



a)



b)

Fotos: Javier Orlando Orduz Rodríguez

Variedades

La acerola es una fruta promisoría en Colombia, no obstante dicho país aún no cuenta con una variedad comercial; por el contrario, Brasil cuenta con 14 cultivares registrados ante el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento de ese país (Santos, 2017). Sin embargo, según Souza *et al.* (2013), hay al menos 25 cultivares, siendo tres los que se cultivan en mayor o menor proporción:

Junko: este cultivar produce plantas robustas, de tamaño mediano, con una corona voluminosa, de ramas erectas, las cuales siempre tienen una rama terciaria con un ángulo de inserción de aproximadamente 45° bastante evidente, especialmente en los extremos de las ramas. Otro aspecto que llama la atención en este cultivar es la permanencia de los frutos en la planta durante varios días, después de la maduración, característica que facilita la cosecha y reduce las pérdidas debido al contacto de la fruta con el suelo. Los frutos son de tamaño mediano color púrpura, de aroma agradable y peculiar, lo que los hace muy apreciados para la preparación de jugos. La pulpa soporta relativamente bien

el daño mecánico resultante de la manipulación y el transporte. El sabor es bastante ácido, lo que hace que *Junko* sea una excelente opción para la industria, ya que por cada 100 g de fruta presenta un valor superior a los 2,500 mg de vitamina C (Cavalcante, 2015). Este cultivar tiene un rendimiento promedio de 24 t/ha⁻¹, según lo reportado por Santos (2016).

Okinawa: la producción de este cultivar es bastante irregular durante todo el año, concentrándose más en los meses con temperatura templada. De plantas altas, abundante ramificación y follaje intenso, posee dosel en forma de copa, muy cerrada, por lo que requiere de podar constantemente. Las hojas son pequeñas de pecíolo corto color verde oscuro, mientras que las flores son rosadas. Los frutos son de color púrpura con pequeñas puntuaciones blanquecinas. La transición de la etapa verde a madura es un poco más lenta que en otros cultivares, lo que facilita la recolección de frutas en etapas iniciales de maduración. Tiene una tasa de germinación baja, que alcanza apenas alrededor de 20%. Dentro de sus principales características está que contiene valores de vitamina C superiores a los 2,000 mg por cada 100 g de pulpa (Souza *et al.*, 2013). De acuerdo con Nasser (2013), este cultivar y un rendimiento de 16 t/ha⁻¹.

BRS Cabocla: cultivar desarrollado por la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA, por su sigla en portugués) como una alternativa para el consumo en fresco. Presenta plantas de tamaño mediano con copa aireada y ramas bien distribuidas, lo que facilita la cosecha manual. Sus hojas son grandes, de color verde medio, ligeramente mate, mientras que las flores son de color rosa y los frutos destacan por su gran tamaño, además de tener un mayor contenido de sólidos solubles, en relación con los otros cultivares. Su contenido de ácido ascórbico promedio es menor en comparación con otros cultivares, ya que tiene valores inferiores a los 1,100 mg de vitamina C por cada 100 g de pulpa, pero es bastante satisfactorio, considerando que los frutos se destinan principalmente para consumo fresco. Produce un rendimiento promedio de 16 t/ha⁻¹ (Cavalcante, 2015).

Ecología del cultivo

La acerola es una especie que naturalmente cuenta con un alto grado de distribución y, como sistema productivo, se estableció tanto en zonas tropicales como subtropicales. De acuerdo con Mohammed (2011), las zonas agroecológicas óptimas para establecer el cultivo deben contar al menos con una temperatura ambiental promedio cercana a los 26° C y precipitaciones que oscilen entre 1,200 y 1,600 mm/año⁻¹. Aunque la acerola presenta alta tolerancia a la sequía, una recomendación para tener en cuenta es que en regiones con baja precipitación se debe establecer un sistema de riego para cubrir los requerimientos hídricos de esta especie, lo que garantiza un buen desarrollo fisiológico y productivo (Silva *et al.*, 2018).

Con relación al tipo de suelo, el cultivo de acerola no es muy exigente, debido principalmente a que es una especie que presenta una amplia adaptación a texturas y contenido de nutrientes; con una profundidad de 1.0 a 1.5 m, bien drenados y sin riesgo de encharcamiento superficial. En términos generales, para cultivos comerciales

se recomiendan suelos con fertilidad media, los cuales pueden ser franco-arcillosos o franco-arenosos, con pH de entre 5.5 y 6.5 y una saturación de bases de alrededor de 70% (EMBRAPA, 2012).

En cuanto a la altitud, la acerola puede cultivarse desde los 150 hasta los 1,100 msnm, dependiendo de la variedad; sin embargo, los frutos con mayor concentración de ácido ascórbico se obtienen en altitudes inferiores a los 1,000 msnm (Carvajal *et al.*, 2015).

Un factor importante para tener en cuenta a la hora de sembrar acerola es evitar aquellos lugares muy expuestos a fuertes vientos, lo cual obliga a considerar una serie de aspectos durante la planificación de la siembra. Entre las medidas a tomar, es necesario la siembra de árboles que sirvan como barrera rompe vientos, ya que esto evita que los arbustos puedan sufrir quebraduras en tronco o ramas, así como caída de flores y frutos (Calvo, 2007).

Finalmente, la planta de acerola es exigente con respecto a la radiación solar, debido a que esta influye directamente en la producción de vitamina C. Por lo tanto, la asociación de altas temperaturas (24-28° C), alta radiación solar (2,000-3,000 h/año⁻¹) y disponibilidad de agua para el riego, proporcionan las condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo productivo comercial de la misma, asegurando altos rendimientos con frutos de excelente calidad (EMBRAPA, 2012).

Sistema de cultivo

Preparación del terreno y siembra

La preparación del suelo para la implantación del cultivo de acerola es similar a la realizada para otras especies frutales; inicialmente, si el suelo se encuentra compactado se debe realizar al menos un pase de cincel o de subsolador; luego, el terreno debe ser arado, rastrillado para luego realizar las camas de siembra y así ofrecer las condiciones mínimas necesarias para el desarrollo inicial de las plantas (Calvo, 2007).

Para la siembra, es importante determinar las distancias y el tipo de diseño que se va a trazar en campo, los cuales se escogen en función a tres factores: i) el tipo de manejo (mecanizado o no); ii) porte y tamaño de la variedad y iii) la fertilidad del suelo. Los diseños de campo más utilizados son cuadrado, rectángulo y triángulo equilátero. En general, las distancias de siembra más utilizadas pueden variar entre 3.0×4.0 m a 6.0×6.0 m, mientras que las recomendadas son 5.0×3.0 m, 2.5×3.5 m y 2.5×4.0 m (Cavalcante, 2015), debido a que cuando se siembra a distancias menores, las raíces de los árboles presentan competencia por agua y nutrientes (Murata *et al.*, 2002). Los hoyos para trasplantar las plántulas de acerola deben medir 40×40×40 cm, a los cuales se les debe aplicar 2 kg de materia orgánica mezclada con suelo alrededor de la raíz de la planta. Por último, se debe considerar la instalación de tutores que sostengan la planta hasta que estas se puedan sostener por sí mismas (EMBRAPA, 2012).

Fertilización y encalamiento

La mejor forma de evaluar la fertilidad del suelo es a través de un análisis químico, mediante el cual se determinan los valores de pH y el contenido de nutrientes requeridos por las plantas. Esta información es importante para realizar el encalado en caso de que se necesite y para planificar la fertilización según los requerimientos del cultivo, además de corregir los problemas de salinidad y también para monitorear los principales cambios químicos en el suelo causados por la gran demanda de nutrientes, debido especialmente a las diferentes cosechas es que presenta el cultivo de acerola durante el año (EMBRAPA, 2012).

Es importante tener en cuenta que la fertilización con nitrógeno y fósforo es esencial para el desarrollo vegetativo de las plantas, mientras que el potasio es el elemento extraído en mayor cantidad en la fase productiva, seguido de nitrógeno, calcio y fósforo, lo que indica la importancia de estos elementos en la nutrición del cultivo de acerola (Ritzinger y Ritzinger, 2011). Además, durante el primer año es importante realizar aplicaciones mensuales de fertilizantes foliares que incluyan elementos menores, con el propósito de prevenir posibles deficiencias de estos elementos. La cal dolomita debe aplicarse como enmienda correctiva para regular la acidez del suelo de acuerdo con los resultados del análisis químico. La cantidad de cal debe ser suministrada bajo las indicaciones de un ingeniero agrónomo y debe hacerse antes de establecer el cultivo. Por el contrario, si el sistema productivo ya se encuentra establecido, la aplicación se hace en corona a 50 cm de la base del tallo que es donde se encuentran las raíces jóvenes y en crecimiento (Calvo, 2007).

Podas

Es una práctica necesaria que debe hacerse de manera recurrente para el cultivo de acerola. Existen diferentes tipos de poda, los cuales se utilizan dependiendo del estado fenológico en el que se encuentra el cultivo. Según Ritzinger y Ritzinger (2011), la poda de formación se hace para darle arquitectura a la planta, de manera que cuando entre en producción sea fácil realizar las diferentes labores requeridas. Para ello, en el momento de la siembra, debe dejarse un solo tallo por planta con una altura de 50 cm. A partir de ahí debe orientarse la formación de tres a cuatro ramas bien ubicadas, distribuidas simétricamente y en espiral, que formarán la estructura básica de la corona. Después se debe realizar el despunte para disminuir la dominancia apical sobre las ramas principales y dejar que la corona, desde esa parte superior, se forme a voluntad.

La poda de aireación o entesaque consiste en eliminar brotaciones mal ubicadas que se encuentran en la copa de los árboles. Debido a que la acerola produce formación de ramas continuamente, muchas de ellas crecen hacia el interior de la planta, lo cual se debe evitar para obtener una copa más aireada en el centro, además de una mayor penetración de radiación solar al interior de la planta, lo que evita que se formen microclimas que propician la aparición de plagas y enfermedades (EMBRAPA, 2012). Finalmente, la poda de mantenimiento debe realizarse de manera rigurosa después de cada cosecha para reducir y mantener el tamaño de la corona. Consiste en eliminar aquellas ramas muertas, secas, quebradas, agotadas, así como las que se dirigen hacia el suelo y que se encuentran a una altura menor de los 40 cm del mismo, con el fin de evitar que en la

siguiente etapa de producción los frutos queden en contacto con el suelo y por ende se pierdan (Calvo, 2007).

Métodos de propagación

La acerola es una planta que tradicionalmente se propaga por vía sexual (semillas) y de forma asexual o vegetativa (injertos y esquejes), siendo este último tipo de propagación el más utilizado para la multiplicación de variedades comerciales.

Propagación por semilla

Cronológicamente, los primeros cultivos comerciales de acerola se propagaron exclusivamente por semillas, observándose gran variabilidad entre las plantas de un mismo lote, lo que traía como consecuencia una producción desigual y pérdidas en la producción y rendimientos, debido a la baja calidad de los frutos; además de que los árboles propagados por semilla entran en producción a los tres años (Moratinos *et al.*, 2008). Actualmente, la propagación por semilla se recomienda únicamente para dos fines: i) obtener plántulas en viveros, las cuales son utilizadas como portainjertos, y ii) en programas de mejoramiento genético, mediante la generación de progenies procedentes de polinización abierta, con el fin de seleccionar genotipos con características agronómicas deseables para su uso como variedades comerciales (Ritzinger y Ritzinger, 2011).

Para la propagación sexual se deben seleccionar semillas de frutas maduras procedentes de plantas sanas y bien nutridas. Es importante indicar que las semillas presentan viabilidad, pero tienen una tasa de germinación entre 25 y 30% (Maldonado *et al.*, 2016b), además de incompatibilidad en la polinización, lo que causa ausencia o problemas en la formación del embrión (Ritzinger *et al.*, 2018).

Propagación por injertos

La propagación por injerto es una metodología fácil de realizar, que además asegura la precocidad en la producción si se compara con la propagación por semilla; sin embargo, su uso no es muy común, debido a que el porcentaje de prendimiento es menor que la propagación por esquejes, el cual asegura un 100% de efectividad. Se trata de una técnica para obtener plántulas con ciertas características deseables, debido a que el injerto o variedad (parte superior) contribuye con la producción y rendimiento del cultivo, mientras que el portainjerto (parte inferior) atribuye al sistema de raíces algunas propiedades como la resistencia o tolerancia a enfermedades de suelo; además, la presencia de raíz pivotante en la plántula injertada proporciona mayor soporte (Bezerra *et al.*, 2017).

Propagación por esquejes

En la propagación de acerola por esquejes, las plantas se producen mediante el enraizamiento de esquejes que provienen de los tallos. En este método, el éxito del proceso depende de una serie de factores como el genotipo, el estado sanitario y productivo de la planta madre, la calidad de los esquejes, las condiciones ambientales, la asepsia de las instalaciones del vivero o invernadero, el tipo de sustrato (Maldonado *et al.*, 2017a) y

el uso de reguladores de crecimiento (Maldonado *et al.*, 2017b), por lo que tiende a ser más costoso que la propagación por injerto (Ezekiel, 2010).

De acuerdo con Ritzinger *et al.* (2018) para la propagación de acerola por este método, los esquejes deben tener un par de hojas apicales, los cuales deben desinfectarse en su base en una solución de hipoclorito de sodio a 0.5% sumergiéndolos durante 20 min, para luego tratarse con reguladores de crecimiento como el ácido indol butírico (IBA), el cual ayuda a acelerar la emisión de raíces. Después, se deben sembrar en bandejas con vermiculita y arena esterilizada en una relación de volumen de 1:1. Los esquejes deben permanecer en ambientes de luminosidad reducida, temperaturas frescas y humedad relativa alta. El enraizamiento de los esquejes generalmente ocurren entre 40 y 60 días, después de los cuales pueden ser sembrados en bolsas, materos o campo. Según lo reportado por Moratinos *et al.* (2008), una de las principales ventajas de este tipo de propagación es que los árboles de acerola pueden llegar a ser productivos al primer año de ser sembrados.

Principales problemas sanitarios y su manejo

Enfermedades

Varias enfermedades atacan la planta de acerola, cuya gravedad depende de la región y las condiciones climáticas; sin embargo, existe muy poca documentación sobre la sintomatología y el daño que estas enfermedades causan en el cultivo.

La enfermedad con más incidencia en este sistema productivo es la antracnosis, la cual causa considerables daños en todas las etapas del desarrollo del cultivo. Las especies responsables de la enfermedad son *Colletotrichum gloeosporioides* y *C. dematium*. Según Silva y Michereff, (2013), la presencia de la enfermedad se acentúa en los períodos de mayor precipitación, cuyos síntomas más comunes son la muerte descendente en las ramas, manchas circulares de color blanco con un centro deprimido y halo marrón que rodea las áreas lesionadas en las hojas, mientras que en las flores y frutos se observan lesiones necróticas, circulares y deprimidas. Como control preventivo se recomienda realizar podas para evitar follajes densos y poco aireados, mientras que uno de los principales métodos curativos para controlar la enfermedad en campo y en viveros es hacer uso de fungicidas con base de cobre (EMBRAPA, 2012).

Una de las enfermedades que causa más daños en el cultivo es la mancha castaña, cuyo agente causal es el hongo *Cercospora* sp. Los síntomas de la enfermedad son lesiones ubicadas en el ápice o en los bordes de la lámina foliar, con manchas irregulares de 1 a 5 mm, redondeadas de color marrón o castaño (de ahí proviene el nombre de la enfermedad), rodeadas por un halo amarillo; mientras que en frutos se manifiesta con lesiones profundas, regulares y oscuras. Para el manejo de la enfermedad se recomienda el uso de variedades tolerantes y el uso de productos cuyo ingrediente activo es el Boscalid®, que pertenece al grupo químico carboxamida, anilida, clorado (Jesus *et al.*, 2016).

Otra de las enfermedades importantes en acerola es la fusariosis o pudrición seca de la raíz, causada por especies del género *Fusarium*. Los síntomas se presentan en

cualquier estado de desarrollo vegetativo, como un marchitamiento que avanza a una muerte descendente, debido a que *Fusarium* sp., ataca inicialmente el sistema radical. Como métodos de control se utiliza inicialmente la aplicación de soluciones de cal a 2% en el hoyo antes de la siembra, ya que previene la aparición de la enfermedad y evita el anegamiento del terreno, el cual debe estar libre de malezas y debe mantenerse la plantación balanceada nutricionalmente. Si la severidad de la enfermedad aumenta, se deben eliminar las plantas enfermas (Calvo, 2007).

Entre las enfermedades más limitantes del cultivo se encuentran los nematodos, debido al daño severo que causan a las raíces, afectando la absorción de agua y nutrientes. Las especies de nematodos del género *Meloidogyne* son consideradas las más importantes en este sistema productivo, estando presentes principalmente en suelos arenosos y ácidos. Entre los síntomas más comunes se encuentra la formación de agallas en las raíces, mientras que en la parte aérea se observa amarillamiento en las hojas, que luego caen, y se produce subdesarrollo de las plantas afectadas, llegando incluso a la muerte (Ritzinger y Ritzinger, 2011). Algunas de las alternativas de manejo son la producción de plántulas saludables en viveros, la siembra en lotes libres de nematodos y el uso adecuado del riego, para evitar que las plantas sufran estrés por falta o exceso de agua y así evitar predisponerlas al ataque de nematodos (Castro *et al.*, 2009).

Además de las enfermedades nombradas anteriormente, existen otras de menor importancia económica, como el mal del talluelo causado por *Pythium* sp., la enfermedad verrugosa causada por *Sphaceloma* sp., y la muerte descendente, cuyo agente causal es *Lasiodiplodia theobromae*. Dentro de las recomendaciones de manejo están el uso de productos fungicidas con base de cobre y si la sintomatología persiste y se torna agresiva se recomienda eliminar las plantas afectadas del cultivo y quemarlas fuera del lote (EMBRAPA, 2012).

Insectos plaga

Al igual que en las enfermedades, no existe mucha información respecto a los insectos considerados plaga para el cultivo de acerola en Colombia; sin embargo, entre las plagas que se destacan están los áfidos o pulgones, la mosca de la fruta, la mosca del mediterráneo y la hormiga arriera.

Los áfidos o pulgones, de los cuales *Aphis spiraeicola* y *Toxoptera citricidus* (Aphididae) son dos de las especies con más importancia económica para este cultivo. El daño realizado por este insecto es gracias a su aparato bucal tipo *chupador*, alimentándose principalmente de la savia en los brotes y hojas tiernas de la planta huésped (Ritzinger *et al.*, 2018). Cuando se alimentan, simultáneamente inyectan una serie de toxinas que causan deformaciones, marchitez y hasta la muerte. Igualmente, es común observar poblaciones sobre flores y frutos en formación, perjudicando la productividad general del cultivo. Otro tipo de daño que ocasiona es la producción de una sustancia dulce, conocida como *melaza*, la cual favorece la aparición de hongos conocidos como *fumagina*, cubriendo así la lámina foliar e interrumpiendo el proceso de fotosíntesis (Almeida *et al.*, 2003).

El método más utilizado para controlar esta plaga es el químico; no obstante, de acuerdo con Andrade *et al.* (2018), existen reportes sobre la eficiencia del uso de extractos hidroalcohólicos con base de plantas con propiedades insecticidas, como el árbol de neem (*Azadirachta indica*), ruda (*Ruta graveolens*) y canela (*Cinnamomum verum*), que son nuevas alternativas para controlar áfidos en acerola, además de que son seguros en su uso, biodegradables y de bajo impacto ambiental.

Entre las especies plaga más dañinas para el cultivo se encuentran la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.) y la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* (Wiedemann)). De las dos, la última es una de las especies de importancia cuarentenaria y económica para los actuales países importadores de frutas y hortalizas de fruto producidas en Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario, 2010). El adulto de *C. capitata* es de color amarillo, con alas color rosa y rayas amarillas, de tórax negro con diseños blancos, mide entre 4-5 mm de longitud, por 10-12 mm de envergadura. El adulto de estas dos especies de dípteros oviposita en la superficie de la fruta. Cuando las larvas eclosionan, penetran en la pulpa y causan cambios en el sabor, la pudren y demeritan las frutas para su comercialización (EMBRAPA, 2012).

Dentro de las medidas de control están eliminar el adulto, recolección y enterrado de frutos caídos al suelo (para cortar el ciclo del insecto) y el uso de trampas. Además, según Coelho *et al.* (2018), una medida de control biológico de estas especies es la liberación de poblaciones de los parasitoides *Fopius arisanus* y *Diachasmimorpha longicaudata* en el cultivo.

Otros insectos considerados plaga son las hormigas cortadoras, pertenecientes al género *Atta*, siendo considerada la especie principal *A. cephalotes* (comúnmente conocida como hormiga arriera), que realiza daños de importancia económica al cultivo de acerola, ya que defolia parcial o totalmente mediante cortes a las ramificaciones jóvenes de la planta, llegando incluso a provocar la muerte de la misma (Ritzinger y Ritzinger, 2011). Las medidas de control para esta especie se basan en eliminación de hormigueros cercanos a la plantación y el uso de bioformulados, conteniendo esporas de los hongos entomopatógenos filamentosos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum* (Fernández-Daza *et al.*, 2019).

Finalmente, es importante indicar que existen insectos que son considerados plaga en otros países y que potencialmente pueden llegar a tener importancia para este cultivo en Colombia. Entre ellas se encuentran el picudo de la flor *Anthonomus* sp., la larva de la mariposa *Epyriades arcas* y el crisomélido *Leucocera laevicollis* (Jarquín-López *et al.*, 2011; Mohammed, 2011).

Cosecha y postcosecha

La cosecha se hace de forma manual, colocando la fruta en cajas de plástico con una altura máxima de 15 cm. El punto de cosecha debe tener en cuenta el tipo de mercado al que se destina, ya que si es para consumo en fresco deben cosecharse frutos de color rojo y completamente maduros; mientras que, para la industria, se cosechan en madurez fisiológica, cuando los frutos aún son de color verde, que es cuando almacenan más contenido de vitamina C (Moura *et al.*, 2018).

El manejo postcosecha de la acerola es importante para comercializar frutos con una calidad aceptable, debido especialmente a que la fruta es altamente perecedera cuando alcanza su madurez fisiológica, lo que se ve reflejado en pérdidas importantes de calidad (Delva y Schneider, 2013). De acuerdo con lo anterior, la acerola fresca se vende sólo en las cercanías de las regiones productoras, ya que el período de conservación postcosecha no es comparable con el de otras frutas, incluso utilizando técnicas de conservación posteriores a la cosecha, como refrigeración y atmósferas modificadas (EMBRAPA, 2012).

Sin embargo, Quoc *et al.* (2015) encontraron que el uso de goma de xantano a 1.4% como recubrimiento comestible, puede formar una barrera protectora en la superficie de la acerola, lo que evita la entrada de oxígeno. Con lo anterior, el proceso de maduración se retrasa, prolongando la vida postcosecha hasta seis días a temperaturas de 30° C, manteniendo fresca la apariencia de las frutas y con un color rojo brillante.

Usos

Actualmente existe un interés creciente en el consumo de acerola como un alimento funcional con un valor de mercado en aumento. Los extractos y compuestos bioactivos aislados de esta fruta se estudian por sus propiedades como antioxidante, antitumoral y antihiper glucémica (Belwal *et al.*, 2018); además, la acerola es conocida por su alto contenido de vitamina C, que puede llegar a ser 32 veces más alto que el de la naranja; también contiene compuestos fenólicos, que incluyen derivados del ácido benzoico, ácido pantoténico, fenilpropanoides, flavonoides, antocianinas, carotenoides, vitamina B1, vitamina B2, magnesio y potasio (Ancos *et al.*, 2016).

La producción de acerola se utiliza principalmente para mercado agroindustrial, específicamente en la preparación de bebidas, licores, jugos, helados, dulces y en menor escala para la fabricación de productos de belleza, como cosméticos y tintes de cabello, gracias a sus características fisicoquímicas y organolépticas (cuadro 1).

Cuadro 1

Composición fisicoquímica del fruto de la acerola

Composición	Valor (%)
Humedad	92.71
Cenizas	6.18
Grasa	0.52
Proteína	0.17
Fibra	0.16
Carbohidratos	0.43

Fuente: Arrázola *et al.*, 2014.

Dentro de las propiedades y beneficios para la salud humana, tanto el consumo de fruta fresca como del jugo, la acerola es eficaz para disminuir síntomas de cansancio, estrés, fatiga; previene resfriados e infecciones de garganta (Arguello, 2020). De acuerdo con Nascimento *et al.* (2018), los frutos de acerola tienen un buen potencial para eliminar los radicales libres, por ser una fuente importante de antioxidantes; además de todos los componentes mencionados anteriormente. Sin embargo, a futuro se deberían considerar investigaciones *in vitro*, *in vivo* y ensayos clínicos para el desarrollo de productos farmacéuticos basados en la evidencia (Belwal *et al.*, 2018).

Conclusiones

La acerola presenta gran capacidad de adaptabilidad a condiciones tropicales y subtropicales, considerándose una especie promisoría, principalmente por la cantidad de vitamina C presente en sus frutos, convirtiéndose en un alimento funcional tanto para su consumo en fresco, así como su uso agroindustrial y farmacéutico, generando interés por parte de productores y comercializadores en Colombia.

Como cultivo, promueve la diversificación de sistemas productivos tradicionales en regiones de este país, que poseen condiciones ecológicas apropiadas, además de ser una fuente de empleo, ya que requiere de gran cantidad de mano de obra al presentar varias cosechas al año, por lo que se recomienda el establecimiento de cultivos de pequeña y mediana escala que permitan ser atendidos por núcleos de economía familiar campesina. Sin embargo, es importante desarrollar el consumo local de frutas introducidas, además de promover su uso por la agroindustria regional.

Un elemento central para el desarrollo de este cultivo en Colombia es la introducción de variedades de alto rendimiento y calidad de fruta, para ser evaluados en las regiones con potencial para este sistema productivo. Así mismo, se deben seleccionar genotipos con características sobresalientes, con el fin de generar nuevas variedades nacionales, lo que debe estar acompañado del desarrollo de prácticas de propagación vegetativa en viveros de carácter comercial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), especialmente a los Centros de Investigación Caribia, La Libertad y Palmira por su apoyo en la investigación en nuevos frutales tropicales con potencial para el país y por financiar la publicación de este documento. A los revisores de la revista, cuyas observaciones y sugerencias mejoraron los contenidos desarrollados en el trabajo.

Literatura citada

- Almeida, F.A.; Araújo, E; Gonçalves, J.H.; Barreto, A.F. y Carvalho, R.A.G. (2003). Diagnóstico e quantificação de doenças fúngicas da acerola no Estado da Paraíba. *Fitopatol. Bras.* 28(2): 176-179.
- Ancos de, B.; Fernández, J.I. y Sánchez, M.C. (2016). Compuestos funcionales en productos de IV y V gama. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha.* 17(2): 130-148.

- Andrade, J.R.; Toscano, L.C.; Silva, E.M.; Martins, R. S. y Merlotto, G. R. (2018). Bioatividade de extratos hidroalcoólicos sobre *Aphis* spp. na cultura da acerola. *Cadernos de Agroecologia*. 13(2): 1-9.
- Arguello, D.S. (2020). Evaluación postcosecha y caracterización fisicoquímica de material de acerola (*Malpighia emarginata*) clon INTA 92. *Alcances Tecnológicos*. 13(1): 50-58.
- Arrázola, G.; Alvis, A. y Paez, M. (2014). Composición, análisis termofísico y sensorial de frutos colombianos. Parte 2: Acerola (*Malpighia emarginata* L.). *Inf. Tecnol.* 25(3): 23-30.
- Belwal, T.; Devkota, H. P.; Hassan, H. A.; Ahluwalia, S.; Ramadan, M. F.; Mocan, A. y Atanasov, A. G. (2018). Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. *Trends Food Sci. Technol.* 74(1): 99-106.
- Bezerra, A.; Leite, J.; Silva, K.; Oliveira, I. y Mello, A. (2017). Produção de mudas de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) pelo método de enxertia em topo por garfagem em fenda cheia. *Revista Agroecossistemas*. 9(1): 251-260.
- Calvo, V.I. (2007). *La Acerola en Costa Rica*. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-6774.pdf>. (Consultada el 8 de abril de 2020).
- Carvajal, U.J.; Paniagua, A.A. y Morales, A.F. (2015). Estudio técnico y financiero para la producción de una hectárea de acerola (*Malpighia emarginata*) en Puriscal, Costa Rica. *Rev. e-Agronegócios*. 1(2): 1-14.
- Castro, J.M.C.; Santana, M.L.M.P. y Barbosa, N.M.L. (2009). *Nematoides-das-galhas (Meloidogyne spp.) em aceroleira e recomendações de manejo*. Disponible en: <https://www.embrapa.br/semiarido/busca-de-publicacoes/-publicacao/577650/nematoides-das-galhas-meloidogyne-spp-em-aceroleira-e-recomendacoes-de-manejo>. (Consultada el 28 de abril de 2020).
- Cavalcante, I.H.L. (2015). *Cultura da Aceroleira*. Disponible en: <http://www.frutvasf.univasf.edu.br/images/aulaaceroleira.pdf>. (Consultada el 22 de abril de 2020).
- Coelho, R.S.; Poncio, S.; Oliveira, P.C.C.; Santos, J.O.; Moreira, J.O.T. y Paranhos, B.A.J. (2018). *Comportamento de oviposição de vespas parasitoides sobre Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) em diferentes frutíferas*. Disponible en: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1099718>. (Consultada el 22 de abril de 2020).
- Corrêa, C.V.; Gouveia, A.M.D.S.; Martins, B.N.; Jorge, L.G.; Lanna, N.; Tavares, A.E.B.; Mendonça, V.Z. y Evangelista, R.M. (2017). Influence of ripening stages on physicochemical characteristics of acerola fruits. *Rev. Ciências Agrárias*. 40(4): 808-813.
- Delva, L. y Schneider, R.G. (2013). Acerola (*Malpighia emarginata* DC): Production, Postharvest Handling, Nutrition, and Biological Activity. *Food Rev. Int.* 29(2): 107-126.
- EMBRAPA. (2012). A cultura da acerola. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128278/1/PLANTAR-Acerola-ed03-2012.pdf>. (Consultada el 22 de abril de 2020).
- Ezekiel, A. (2010). Viable options and factors in consideration for low cost vegetative propagation of tropical trees. *Int. J. Botany*. 6(2): 69-80.
- Fernández-Daza, F. F.; López-Villalobos, I. D.; Trujillo-Perdomo, J. F.; Pascoli-Cereda, M. y Cuervo-Mulet, R. A. (2019). Bioformulado de *Beauveria bassiana* (ATCC MYA-4886) y *Trichoderma lignorum* (ATCC-8751) como biocontrolador de *Atta cephalotes*. *Entramado*. 15(1): 288-296.
- Guimarães, A.; Costa, R.; Cabral, L. y Vieira, A. (2016). Comparative anatomy and chemical analysis of the vegetative organs of three species of *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae). *Flora*. 224(1): 30-41.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2010). *Boletín epidemiológico. Resultados de vigilancia fitosanitaria sobre la mosca del mediterráneo - Ceratitis capitata (Wiedemann) - en Colombia*. Disponible en: https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/boletines/nacionales/2010/bn_c_capitata_2010.aspx. (Consultada el 28 de abril de 2020).
- Jarquín-López, R.; Martínez-Martínez, L.; Sánchez-García, J. A. y Figueroa, J. I. (2011). Parasitoides asociados a *Anthonomus sisyphus* Clark (Coleoptera: Curculionidae) en frutos de nanche rojo (*Malpighia mexicana*) en Oaxaca, México. *Southwestern Entomologist*. 36(3): 351-361
- Jesus de A. M.; Castro, J. M. C. y Dias, M. S. C. (2016). *Doenças da aceroleira*. Disponible en: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1054270/1/InformeAgropecuariov.37n.290p.16212016.pdf>. (Consultada el 28 de abril de 2020).

- Kumar, S.; Bhajipale, N.; Sanghai, D. y Padgilwar, S. S. (2017). Phytochemical and pharmacological overview of acerola cherry: A review. *IJRAPS*. 1(1): 69-72.
- Lim, T. K. (2012). *Malpighia emarginata*. (Ed.) Lim, T. K. In: *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Netherlands. Springer, Dordrecht. v. 3. Pp. 153-159.
- Maldonado, P.M.A.; García, G.; García, N.J.R.; Corona T.T.; Cetina, A.V.M. y Ramírez H.C. (2016a). Calidad morfológica de frutos y endocarpios del nanche rojo (*Malpighia mexicana*), Malpighiaceae. *Acta Bot. Mex.* 117: 37-46.
- Maldonado, P.M.A.; García, G.; García, N.J.R.; Ramírez, H.C.; Hernández, L.A.; Valdez, C.J. M.; Corona, T.T. y Cetina, A.V.W. (2016b). Seed viability and vigour of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). *Seed Sci. & Technol.* 44: 1-9.
- Maldonado, P.M.A.; García, G.; García, N.J.R. y Rojas, G.A.R. (2017a). Propagación vegetativa de nanche *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia*. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 8(3): 611-619.
- Maldonado, P.M.A.; García, N.J.R.; García, G.; Rojas, G.A.R.; Cuevas, G.J. y Torres, S.N. (2017). Reguladores del crecimiento y sustratos en la propagación vegetativa de nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L) H. B. K.). *Rev. Bras Frutic.* 39(3): 1-9
- Mohammed, M. (2011). *Acerola (Malpighia emarginata D.C.)*. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Woodhead Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.1533/9780857092762.27>. (Consultada el 10 de abril de 2020).
- Moratinos, P.; Flores, E.; Gómez, Á. y Ramírez-Villalobos, M. (2008). Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L. y *M. emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.). *Revista de la Facultad de Agronomía* 25(3): 405-420.
- Moura, C.F.; Oliveira, L.D.S.; Souza de, K.O.; Franca da, L.G.; Ribeiro, L.B., Souza de, P.A. y Miranda de, M.R. (2018). *Acerola—Malpighia emarginata*. (Ed.) Rodrigues, S.; Silva E. de O. y Brito de, E. S. In: *Exotic Fruits, Reference Guide*. USA. Academic Press. 2018. Pp. 7-14.
- Murata, I.M.; Stenzel, N.M.C.; Paulino, A.F.; Krawulski, C.C.; Neves, C.S.V.J.; de Conti Medina, C.; Sumiya, M. y Yano, M.Y. (2002). Distribuição do sistema radicular de aceroleiras. *Semina: Ciências Agrárias*, 23(2): 191-196
- Nascimento, E.M.; Rodrigues, F.F.; Costa, W.D.; Teixeira, R.N.; Boligon, A.A.; Sousa, E.O. y Costa da, J.G. (2018). HPLC and *in vitro* evaluation of antioxidant properties of fruit from *Malpighia glabra* (Malpighiaceae) at different stages of maturation. *Food Chem. Toxicol.* 119(1): 457-463.
- Nasser, M.D. (2013). Propagação por garfagem da aceroleira cv. Okinawa sobre diferentes porta-enxertos. Tesis de maestría. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, São Paulo. Brasil
- Pinheiro, E.M.; Nobre, C.P.; Costa, T.V.; Tavares, O.C.H. y Araujo, J.R.G. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi in seedling formation of Barbados cherry (*Malpighia emarginata* D.C.). *Rev. Caatinga*. 32(2): 370-380.
- Quoc, L.P.; Hoa, D.P.; Ngoc, H.T. y Phi, T.T. (2015). Effect of Xanthan gum Solution on the Preservation of Acerola (*Malpighia glabra* L.). *Cercetari Agronomice in Moldova*. 48(3): 89-97.
- Ritzinger, R. y Ritzinger, C.H.S.P. (2011). *Acerola*. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54086/1/Acerola-RITZINGER-Rogério.pdf>. (Consultada el 27 de abril de 2020).
- Ritzinger, R.; Ritzinger, C.H.S.P.; Fonseca, N. y Machado, C.F. (2018). *Advances in the propagation of acerola*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018928>. (Consultada el 29 de abril de 2020).
- Rivera, C.; Cardozo, P.L. y Méndez, U.H.E. (2015). *Arboles emblemáticos del Zulia*. Disponible en: <https://vdocuments.mx/arboles-emblematicos-del-zulia-579405fd03bc6.html>. (Consultada el 2 de abril de 2020).
- Santos, O.R. (2016). *Avaliação físico-química de acerola cv. Junço cultivada em Petrolina – PE*. Tesis de licenciatura en agronomía. Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural. Petrolina, Pernambuco. Brasil
- Santos, J.L.F. (2017). *Levantamento de nematoides-das-galhas e identificação de fontes de resistência a Meloidogyne enterolobii em aceroleira no submédio do Vale do São Francisco*. Tesis de maestría. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina, Pernambuco. Brasil.

- Silva, C.F.B. y Michereff, S.J. (2013). Biology of *Colletotrichum* spp. and epidemiology of the anthracnose in tropical fruit trees. *Rev. Caatinga*. 26(4): 130-138.
- Silva, J.J.L.; Leite, M.E.; Rodrigues, L. do C. y Gouveia, L. de F.P. (2018). Physiological Quality of *Malpighia emarginata* D.C. Seeds Submitted to Salt Stress. *J. Exp. Agric. Int.* 28(3): 1-10.
- Souza, F.F.; Deon, M.D.; Castro, J.M.C.; Lima, M.A. C.; Rybka, A.C.P. y Freitas, S.T. (2013). *Principais Variedades de Aceroleiras Cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco*. Disponible en: <https://www.embrapa.br/semiario/busca-de-publicacoes/-/publicacao/982090/principais-variedades-de-aceroleiras-cultivadas-no-submedio-do-vale-do-sao-francisco>. (Consultada el 6 de abril de 2020).

Recepción: 31 de mayo 2020

Arbitraje: 1 de junio 2020

Dictamen: 4 de junio 2020

Aceptado: 8 de junio 2020