

Manejo integrado del cultivo de mango *Mangifera indica* L.

Agronomic management of the mango crop *Mangifera indica* L.

Juliana Andrea Martínez ^{1*}, Alba Gissela Fajardo¹, Jhoan Sebastián Esquivel²,
Dubán Mateo González², Ángela Ginet Prieto², Daniela Rincón²

Cómo citar este artículo: Martínez-Cnhinguachi, J. A., Fajardo A. G., Esquivel, J. S., Gonzalez, D. M., Prieto Anegela Ginet., y Rincon D. (2019). Manejo agronómico del cultivo de mango *Mangifera indica* L. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 51-78. DOI: 10.36436/24223484.267

¹ Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Colombia).

² Grupo de Investigación Fitomejoramiento y Biotecnología de Cultivos del Sumapaz, programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá.

* Autor de correspondencia:
Julianaamartinez@ucundinamarca.edu.co

Resumen

El mango (*Mangifera indica* L.) es considerado uno de los frutales más cultivados por el hombre desde hace cuatro mil años. Este cultivo es importante económicamente en el mundo ya que se encuentra en cerca de 100 países. En Colombia este cultivo contribuye con la economía del país y se encuentra en 16 departamentos. Sin embargo, el mango presenta algunas limitantes como presencia de enfermedades, plagas y algunos desórdenes fisiológicos; principalmente estos problemas se dan por el manejo agronómico inadecuado durante el proceso de desarrollo del cultivo. El objetivo de este trabajo es describir las estrategias de manejo integrado para el control de problemas fitosanitarios y desórdenes fisiológicos del cultivo de mango. Por medio de una revisión bibliográfica se consultaron las bases de datos: Science Direct,

Palabras clave: *Mangifera indica* L., plagas, enfermedades, manejo integrado, desórdenes fisiológicos

Keywords: *Mangifera indica* L., Pests, Diseases, Integrated management, Physiological disorders

Scielo y Scholar Google, y se usó como criterios de búsqueda diferentes palabras claves asociadas con el cultivo de mango. El total de artículos y documentos obtenidos durante la búsqueda fue de 124, y fueron incluidos en la revisión un total de 97. Se encontraron diversas estrategias para el control de enfermedades como antracnosis (*Colletrotrichum gloeosporioides*), fumagina (*Capnodium* sp.), mildiu polvoso (*Oidium mangiferae*), plagas como mosca de la fruta, escamas protegidas (*Aulacaspis tubercularis*), cochinilla acanalada (*Crypticerya multicatrices*) y desórdenes fisiológicos o fisiopatías como descomposición interna de la pulpa y nariz blanda. Con este trabajo de revisión se concluye que existe información sobre el cultivo de mango, sin embargo, esta no es amplia y actualizada sobre las estrategias para el control de problemas fitosanitarios, y aún faltan investigaciones enfocadas al desarrollo de alternativas que puedan ser incluidas dentro de un manejo integrado que busquen una mejor producción del cultivo.

Abstract

The mango (Mangifera indica L.) is considered one of the most cultivated fruit trees by man for more than four thousand years. This crop is economically important worldwide since it is found in more than 100 countries. This crop is economically important worldwide since it is found in more than 100 countries. In Colombia, this crop contributes to the country's economy, being found in around 16 departments. However, this crop has some limitations such as the presence of diseases, pests and some physiological disorders, mainly these problems are due to inadequate agronomic management during the crop development process. The objective of this work is to describe the strategies of an integrated management for the control of phytosanitary problems and physiological disorders of mango cultivation. By means of a bibliographic review consulting the databases: Science Direct, Scielo and Scholar Google, using as search criteria different keywords associated with mango cultivation. The total number of articles and documents obtained during the search was 124, a total of 97 being included in this review. Various strategies were found to control diseases such as anthracnose (Colletrotrichum gloeosporioides), Capnodium sp. powdery mildew (Oidium mangiferae) and as a pest fruit fly, protected scales (Aulacaspis tubercular), grooved mealybug (Crypticerya multicatrices) and physiological disorders or physiopathies such as internal decomposition of the pulp and soft nose. With this review

work it is concluded that there is information on mango cultivation, however, this is not comprehensive and updated on the strategies for the control of phytosanitary problems in the crop, there is still a lack of research focused on the development of alternatives that may be included within an integrated management that seek better crop production.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) pertenece a la familia *Anacardiaceae*, es una de las frutas más consumidas en el mundo por su sabor, fragancia y nutrición, además presenta relativamente bajos costos de mantenimiento debido a su naturaleza resistente (1). Se estima que tiene una producción global de 50.64 millones de toneladas métricas (2). El árbol de mango es originario de Asia, en India se encuentran cerca de 100 cultivares (3). Generalmente, se desarrolla en zonas tropicales en un rango altitudinal de 0-1600 m s. n. m. Por su fácil adaptación a diferentes pisos térmicos, en Colombia hay alrededor de 200 ecotipos gracias a la capacidad de adaptación y polinización cruzada que presenta (4). La siembra de este frutal en el país se distribuye en 20 de los 32 departamentos, se cultivan aproximadamente 27 952 ha, los departamentos con mayor producción son Cundinamarca y Tolima con un promedio de 97.898 y 66.019 ton, respectivamente (5). Cabe resaltar que existen numerosas investigaciones sobre cultivos de frutales, con el fin de aumentar la producción, entre ellos el cultivo de mango, considerado uno de los más rentables, pero dicho cultivo presenta numerosos problemas durante el proceso de producción: principalmente incidencia de plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos. En enfermedades, *Colletrotrichum gloeosporoides* es el problema más limitante en el cultivo, reportando pérdidas de hasta el 50 %, este patógeno afecta en fase productiva y poscosecha, problemática que requiere un

manejo integral para mantener la productividad (6). *Oidium mangiferae*, llamada comúnmente mildew polvoso o cenicilla, interviene desde el amarre hasta la formación de frutos, ocasionando disminución en la producción; estas pérdidas pueden llegar al 90 % (7). En plagas, *Aulacaspis tubercularis* L. puede causar pérdidas superiores al 50 % por la presencia de manchas cloróticas en la epidermis de la fruta (8), trips en estados inmaduros y adultos generan daños en los frutos y en las inflorescencias como necrosis y caída de estructuras florales, en hojas más tiernas ocasionan deformación de la lámina y necrosis que llevan a la muerte de las ramas (9,10). Para controlar estos daños, por lo general los productores usan estrategias como: el control químico aplicando insecticidas, herbicidas, nematicidas y fungicidas, práctica que ha venido creciendo desde el año 1945. La evolución de la agricultura ha llevado al aumento en el uso de estos productos con la finalidad de incrementar la producción en diferentes cultivos. Pero a medida que el tiempo avanza, el uso intensivo del control químico y la elevada dosificación de sus productos, en vez de disminuir los problemas fitosanitarios, pueden causar un efecto contrario, llevando la producción a desbalances ecológicos o causar resistencia de plagas a estos productos (11,12). Control cultural son todas las prácticas agrícolas convencionales que tienen como objetivo prevenir el ataque de plagas y enfermedades. Este control se encarga de reducir ambientes favorables dentro de los cultivos por medio del uso correcto de distancias

de siembra, la eliminación de arvenses que pueden ser hospedantes de insectos plaga y de microorganismos causantes de enfermedades en los cultivos (13), evitando así la colonización y el desarrollo de plagas y enfermedades. Otra actividad que se realiza como control cultural son las podas, en las cuales se emplea el entresaque de árboles, podas de formación y renovación, que contribuyen al mantenimiento, la aireación y buena distribución de luz entre los árboles. La realización de aclareos a cada uno de los árboles permite la penetración de la luz mejorando la floración y disminuyendo el ataque de las enfermedades por el aumento de la humedad relativa (14). En general, estas actividades son realizadas por los agricultores constantemente en sus campos (15). Control biológico es un tipo de manejo que en algunos casos logra obtener mejores resultados en momentos tempranos frente a otro tipo de controles como, por ejemplo, el químico. En este control se realiza la liberación de enemigos naturales, agentes parasitoides, hongos entomopatógenos y depredadores (16) para mitigar la reproducción y el desarrollo de plagas. Algunos organismos benéficos pertenecen a las familias: *Carabidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae*, *Pentatomidae* y *Chrysopidae* (17). Una de las ventajas de este tipo de control radica en la disminución del uso de productos de síntesis química, lo que contribuye con la salud humana, reducción de la contaminación del medioambiente, evitando el desarrollo de resistencia en los organismos plaga y forjando un control de plagas de mayor viabilidad, lo cual es ecológicamente recomendado y autosostenible con los recursos en la agricultura (18). Control legal son disposiciones obligatorias emitidas por los gobiernos con la finalidad de impedir el ingreso al país de nuevas plagas o enfermedades, que pueden proliferarse en zonas productoras; estas medidas contribuyen al evitar su reproducción y disponen planes para la erradicación. También ayudan en la regulación para comercialización y uso de pesticidas; este control incluye medidas

de cuarentena, inspección, erradicación y reglamentación de cultivos (19).

A pesar de la existencia de diferentes prácticas de manejo agronómico para el control de plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos que se dan en el cultivo de mango, en la mayoría de los casos los agricultores no adoptan las medidas adecuadas para la protección del cultivo, ni se complementan dichas prácticas haciéndolo menos rentable y más susceptible a problemas fitosanitarios. De acuerdo con lo anterior, el objetivo principal de esta revisión fue describir las estrategias de un manejo integrado para el control de problemas fitosanitarios y desórdenes fisiológicos del cultivo de mango.

Metodología

Para el desarrollo de esta revisión bibliográfica, se llevó a cabo la búsqueda de artículos y documentos con información sobre el cultivo de mango, teniendo en cuenta como objetivo principal: “describir las estrategias de un manejo integrado para el control de problemas fitosanitarios y desórdenes fisiológicos del cultivo de mango”. Para esta búsqueda se consultaron las bases de datos: Science Direct, Scielo y Google Académico, el criterio empleado para el hallazgo de información fue el empleo de palabras claves como: cultivo de mango, variedades de mango, plagas de mango, enfermedades de mango, cultivo de mango en Colombia. Artículos, documentos como tesis, libros, folletos, informes científicos y técnicos obtenidos en la búsqueda se sometieron a una revisión sistemática para elegir información de interés y coherentes con el objetivo de la revisión bibliográfica; no se tuvo sesgo en cuanto a la publicación de los documentos incluidos en esta revisión, solo se excluyeron artículos y documentos que estaban repetidos o no contenían información sobre sus autores

y año de publicación. La cantidad de artículos y documentos recopilados en diferentes fases de la realización de esta revisión bibliográfica se describe en el flujograma encontrado en el sitio web Prisma (20). Posteriormente, los artículos y documentos reportados en la revisión bibliográfica se analizaron y se relacionaron entre sí de acuerdo con problemas fitosanitarios que se presentan en el cultivo de mango, entre ellos plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos.

Resultados

El total de artículos y documentos obtenidos durante la búsqueda fue de 124, encontrados en las bases de datos Science Direct, 41; Scielo, 25; y Google Scholar, 58, de los cuales se eliminaron 5 por estar duplicados y 22 por no contener datos relevantes para incluir en la revisión o no tener el nombre de los autores o año de publicación. La revisión bibliográfica se realizó con un total de 97

artículos o documentos encontrados en las bases de datos consultadas (Figura 1). Para conocer el número de investigaciones realizadas en plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos se analizaron los artículos encontrados relacionados con los problemas que se presentan en el cultivo de mango (Figura 2), encontrando que la mayor información se concentró en plagas (26 artículos), después enfermedades (19 artículos), finalmente desórdenes fisiológicos y problemas en poscosecha, cada uno con 6 artículos. Es de resaltar que antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) es un problema limitante en campo y en poscosecha, además de estar presente en varios países, pero sus investigaciones dirigidas al control son escasas (21). *Oidium mangiferae* presenta una condición similar, a pesar de reportar un porcentaje importante de pérdidas en el cultivo. En problemas en poscosecha, la información es limitada, el único problema con dos referencias fue antracnosis.

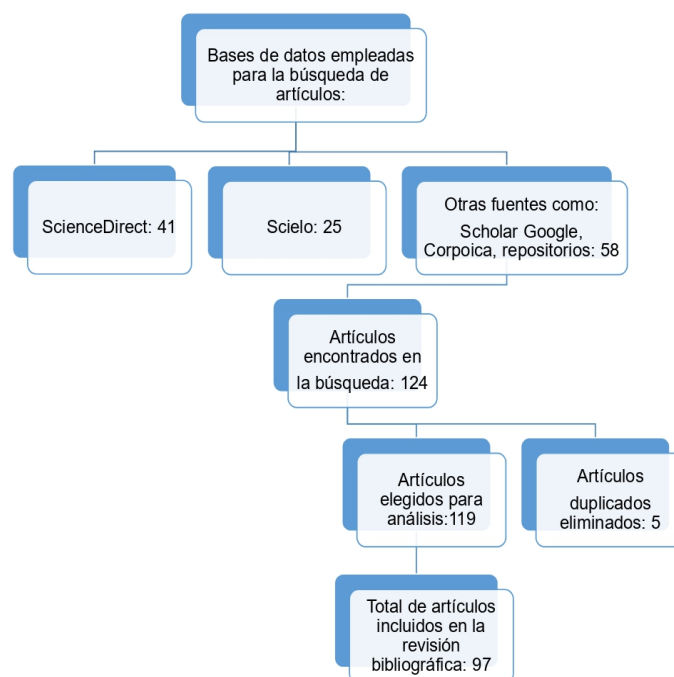


Figura 1. Flujograma: organización de artículos y documentos empleados en la revisión.

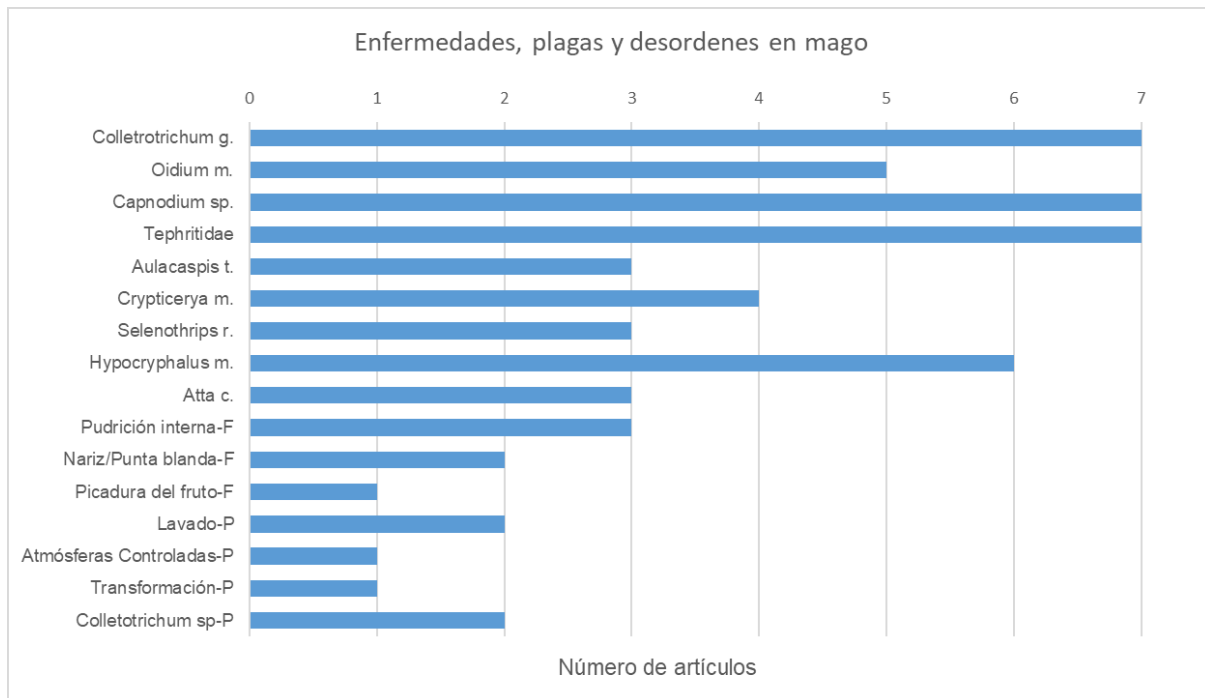


Figura 2. Artículos y documentos relacionados entre sí por problemas fitosanitarios: plagas, enfermedades, desórdenes fisiológicos (F) y controles en poscosecha (P).

Generalidades del mango

El mango es uno de los cultivos de mayor importancia mundial, e India ocupa el primer lugar con una producción de 16 196 000 toneladas, seguido de China con 4 400 000 toneladas; Colombia se encuentra en el vigésimo lugar con 243 750 toneladas y una participación mundial de 0.6, presenta un consumo per cápita de 5.27 (kg/año) (4). La producción nacional está considerada en 260 000 toneladas, con un área de siembra de 26 385 ha y un rendimiento de 12.4 ton ha⁻¹, los departamentos de la zona centro: Tolima y Cundinamarca presentan el rendimiento más alto con 12 ton ha⁻¹, en comparación de las demás zonas del país (22). Colombia exporta mango de azúcar a Francia y parte de los Emiratos Árabes Unidos en los meses de abril a julio. La variedad Keitt es

exportada principalmente a Europa y la variedad Tommy se exporta a Europa, Canadá y Asia (23).

Descripción botánica

El conocer las generalidades del cultivo de mango es de gran importancia para optimizar su producción y rendimiento, el árbol tiene un tamaño de hasta 25 m de altura, con copa amplia y densa, presenta una raíz pivotante bien ramificada que puede alcanzar hasta 8 m de profundidad con un buen desarrollo (24). Las hojas son elípticas y lanceoladas de color rojizo al inicio del crecimiento, luego toman un color de verde a verde oscuro en su maduración, las panículas son de aspecto piramidal, es una planta polígama al tener flores hermafroditas y unisexuales, un árbol tiene aproximadamente 2000 a 4000 panículas y estas llegan a conformar

de 200 a 10 000 flores según el tipo de cultivar, por lo tanto, el rendimiento de flor a fruto es de 1 %, su fruto es una drupa carnosa y grande que puede contener uno o más embriones, su peso varía entre 200 g a 2 kg. La fruta comprende desde 100 a 120 días de floración hasta su cosecha, también el fruto consta de una semilla de forma ovoide u oblonga de testa fina e impermeable, y existen dos tipos de semilla: una monoembrionica y otra poliembrionica (17).

Requerimientos del cultivo

Los requerimientos agroclimatológicos óptimos para el desarrollo del cultivo son temperatura entre los 22 a 33 °C, durante la noche se recomienda de 28 a 32°C para proporcionar un sabor dulce de la fruta y maduración adecuada; para obtener un color agradable y competitivo en el mercado se requiere temperaturas de 12 a 20 °C, con días calurosos y noches frescas. Las precipitaciones adecuadas desde 250 mm hasta 5000 mm, en regiones tropicales. La inducción floral se estimula por estrés hídrico, se adapta bien a humedad relativa de 40 % a 85 %, valores mayores propician enfermedades, y la sequía alta produce condiciones óptimas para diferentes plagas. El cultivo de mango se encuentra en altitudes por debajo de los 800 m s. n. m., se recomienda un tipo de suelo con textura limosa, pH de 5.5 y 7.0, capa mínima de 80 cm con una pendiente de 0.1 y 15 %, profundidad efectiva mayor a 1.2 m, textura mediana o moderadamente fina, y pedregosidad menor del 10 % y bien drenados, son parámetros importantes por considerar para garantizar beneficios de establecimiento, manejo y económicos (4,17).

Variedades de mango

El mango presenta adaptabilidad en diferentes climas debido a su rusticidad, existen 200 ecotipos

diferenciados generados por polinización cruzada. En Colombia hay 16 variedades de mango agrupados en dos colecciones: variedades criollas: común, mariquiteño, chancleto, hilacha, vallenato y de azúcar, y variedades mejoradas destacadas como mango de mesa Tommy Atkins, Keitt, Yulima, Kent y Haden (4). En el país el 39 % del área pertenece a cultivos silvestres de mango variedad hilacha, con asesoría técnica; y las variedades Tommy Atkins (20 %), Keitt (11 %) y mango de azúcar (5 %), la plantación de este cultivo se ha ampliado en los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila (25). Las variedades de mango criollo muestran que cambian en diversos ambientes, teniendo alta variabilidad fenotípica y algunas características fisicoquímicas como la forma, el tamaño y el sabor (26). De las variedades mencionadas, el mango Tommy es usado tanto para consumo interno como para exportación (27).

Características de algunas variedades

Tommy Atkins: es de porte alto, su cáscara es relativamente gruesa, de coloración roja intensa, la semilla es pequeña y con alto rendimiento. Un problema es el desprendimiento del fruto antes de llegar al estado de la madurez, debido a los bajos niveles de calcio; alta susceptibilidad a patógenos que generan una pudrición interna del fruto. Resistente al manejo en poscosecha, es considerada una variedad tolerante a antracnosis y trips (28). El tamaño del fruto puede alcanzar los 600 g y resiste daños mecánicos (27).

De azúcar: es cultivada principalmente en la región norte de Colombia, cerca de la costa Atlántica, se ha extendido a los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila, es apetecida nacionalmente (29).

Keitt o Farchild: es una variedad de tamaño mediano a grande, de forma ovalada con un

potencial productivo, de coloración amarilla verdosa con tonos rojos, contiene baja fibra y su semilla es pequeña. Exhibe problemas en la maduración, muestra una tolerancia a antracnosis y bacteriosis del tronco (4). En la actualidad las variedades Keitt y Tommy Atkins y mango de azúcar son los productos de mayor demanda en las centrales de comercialización. Las variedades de uso industrial destacadas son hilacha y algunos mangos criollos que cumplen las características como: altos niveles en los sólidos solubles totales (grados brix), rendimiento en planta (peso de pulpa y semilla) y tamaño del fruto; estos parámetros son primordiales para la agroindustria (30,26).

Enfermedades del cultivo de mango

Colletotrichum gloeosporoides: la antracnosis es la principal enfermedad que afecta de manera severa la producción de mango, las condiciones óptimas para el desarrollo de este hongo son altas precipitaciones y humedad relativa mayor al 82 %, causando lesiones en tejidos vegetales como hojas, ramas, inflorescencias, pedúnculos y frutos, reduciendo la producción entre 15 al 50 % (31). Este hongo penetra en los frutos por las lenticelas y los tejidos internervales, causando daños en frutos jóvenes como caída prematura, y en frutos maduros manchas oscuras de formas irregulares que pueden causar afectación total del fruto. Este patógeno puede permanecer latente en frutos maduros manifestándose durante el proceso de poscosecha (32). Las hojas más susceptibles son las jóvenes en las cuales se observan manchas de forma irregular y las nervaduras presentan necrosis (10,32). Cuando las condiciones ambientales son óptimas para el desarrollo del hongo, este logra esporular propagando conidias que germinan y se adhieren. Una forma de disminuir los impactos negativos de la enfermedad en el cultivo es la siembra de materiales tolerantes,

entre ellos los genotipos Tommy Atkins y Keitt. En los susceptibles se encuentran las variedades Azúcar, Yulima, Haden e ICA 1838, y la severidad en estos es fuerte (4). El hecho de seleccionar plantas tolerantes permite disminuir el número de aplicaciones y residualidad en el fruto (6). Una vez establecido el cultivo, existen labores culturales como podas de zonas enfermas, chupones de ramas improductivas y secas, aclareo de copas para disminuir la humedad relativa interna y una fertilización adecuada, que mejoran los porcentajes de eficiencia del 81 % del cultivo, debido al balance entre crecimiento vegetativo y productivo (14). Existen agentes antagónicos bacterianos como la TS3B-45 similar a *Bacillus velezensis* que mostró ser eficiente controlando antracnosis *in vitro* e *in vivo* en ensayos semicomerciales. Tuvo un comportamiento similar a los controles químicos, además no afectó las características químicas del fruto (33). Otros agentes biológicos utilizados es el *Bacillus subtilis*, evaluado en genotipos susceptibles como la variedad Kent que tiene un periodo de almacenamiento de doce días; para aumentar este período se aplicó el agente biológico, logrando aumentar tres días más de vida útil, además en combinación con levadura *Rhodotorula minuta* en aplicaciones en precosecha con concentraciones de *Bacillus subtilis* 10⁶ + *Rhodotorula minuta* 10⁴ ufc mL⁻¹ lograron reducir los efectos de la enfermedad hasta un 86.7 % sin afectar sus índices de calidad (34). Los productos químicos con el ingrediente activo Carbendazim han dado éxito para el control de antracnosis durante precosecha, etapa de prefloración y llenado de fruto, debido a sus propiedades sistémicas y Benomil logrando la obtención de 75 a 79 kg por planta (31).

Oidium mangiferae: el mildew polvoso es una enfermedad que se manifiesta en el cultivo de mango por medio de un tejido micelial de color blanco en forma polvorienta, las esporas son producidas por las hifas miceliales

y su reproducción se genera cuando las condiciones ambientales son favorables como alta temperatura y humedad relativa y su diseminación se debe a factores abióticos como el viento (32). Los primeros órganos en afectarse son las hojas jóvenes cercanas a la zona de formación de panícula extendiéndose hacia las inflorescencias y ramas (10). Las variedades Kent, Manzana y Alphonso son las usadas cuando hay problemas de *Oidium mangiferae* ya que variedades como Hilacha, Banana y Tommy Atkins son susceptibles a este patógeno (35). Una de las estrategias usadas por los agricultores para evitar el ataque de este hongo es la aplicación foliar de ácido giberélico a una concentración de 50 ppm. Esta aplicación puede reducir la caída de los frutos, mejorar la calidad y la vida útil del fruto debido a que se estimula tanto la resistencia localizada como la resistencia sistémica adquirida (36). También genera un adecuado plan de fertilización y teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo permite que las plantas toleren mejor el ataque de organismos fitopatógenos y condiciones adversas (35). En estudio realizados muestran que el mejor control de esta enfermedad se obtiene con la utilización de azufre humectable (protectante) como preventivo y Tridimefon (sistémico) (37).

Fumagina *Capnodium* sp.: el agente causal de esta enfermedad es *Capnodium* sp. (38), el cual obtiene sus principales recursos a partir de las excreciones de insectos como pulgones, escamas y otros productores de melaza (39). Es considerada la tercera enfermedad de importancia en el cultivo de mango (40). El hongo genera su crecimiento y desarrollo de micelios sin penetrar los tejidos de la planta, causando un efecto indirecto debido a que interfiere sobre las funciones normales de las hojas porque se alteran procesos como fotosíntesis, transpiración y respiración (41); si estas infestaciones llegan a ser severas producen dentro del cultivo

retardo de sus procesos fisiológicos afectando el desarrollo de frutos y disminuyendo hasta en un 40 % la producción (42). Normalmente los controles realizados por los agricultores son podas que permiten regular el desarrollo de las plantas por medio de cortes, los cuales tienen diversos propósitos y entre ellos el manejo fitosanitario del cultivo, que consiste en la eliminación de ramas improductivas, enfermas o secas que reducen o evitan la proliferación de enfermedades (43). Otras alternativas como el control biológico pueden ayudar en el control de esta enfermedad. Asimismo, la aplicación de biofungicidas reduce los daños hasta de la enfermedad en hojas hasta en un 5 % y en frutos se puede reducir el daño hasta en un 84 % si se realiza el embolsado treinta días después del amarre del fruto (44). Para reducir las infestaciones de esta enfermedad, se puede realizar el control de insectos como escamas, áfidos y hormigas con aspersiones de insecticidas de amplio espectro, uso de hongos parásitos de los insectos como *Aschersonia* o insecticidas en mezcla con fungicidas (45).

Plagas del cultivo de mango

El manejo de plagas en el cultivo de mango es de gran importancia para garantizar productos de calidad y productividad para suplir las necesidades del mercado nacional. En Colombia el ataque de plagas es otro de los problemas más representativos que afectan la producción, ya sea de forma directa al fruto o indirecta al follaje y las ramas. Dentro del grupo de plagas encontramos como las más importantes:

Moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae): es una de las principales plagas que afectan los cultivos frutícolas mundiales (46). Los géneros que causan daños directos a los frutos son *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Toxotrypana*, *Rhagoletis* y *Anastrepha* (47), siendo las *A. fraterculus* (Wiedemann) y *A.*

obliqua (Macquart) las más representativas (48). Los daños son causados directamente por las larvas que ingresan al fruto afectando la pulpa y causando perforaciones que posteriormente microorganismos patógenos utilizan para colonizar el fruto. Estos insectos tienen un ciclo de vida completo (holometábolo), en el cual la eclosión de los huevos varía con las condiciones ambientales, demorando de 2 días en verano hasta 30 días en invierno. Su completo desarrollo desde huevo hasta la emergencia de adulto va de 2 hasta 33 días en condiciones normales de verano, pero este período se puede extender a varios meses en invierno (49). Los frutos que han sido atacados por estas moscas presentan galerías en el fruto con algunos excrementos que son depositados por las larvas generando descomposición y daños en la calidad del fruto (46). Hay prácticas culturales como evitar que los frutos permanezcan maduros en el árbol, madure y se descomponga en el huerto, rastreo del suelo para eliminar de la superficie pupas recién enterradas, recoger oportunamente los frutos caídos y depositarlos en fosas, eliminación de arvenses hospederas para reducir focos de las moscas (49,26). El uso de enemigos naturales como hormigas, escarabajos (*Carabidae*, *Histeridae* y *Staphylinidae*), hemípteros (*Pentatomidae*), neurópteros y tijeretas (*Dermaptera*) es una estrategia que favorece la disminución de moscas de la fruta en el cultivo, enterrar los frutos dañados y cubrirlos con una malla de 16 pulgadas que no permite el paso de moscas de la fruta, pero sí el paso de avispas parasitoides que atacan los huevos, las larvas y pupas es una estrategia que minimiza la población plaga, como *Doryctobracon oophilus*, *D. Areolatus*, *D. zeteki* Muesebeck *Acaratoneuromyia indica* (26), *Aganaspis pelleranoi*, *Diachasmimorpha longicaudata* y *D. tryoni*, además la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (49), *Metarrizium anisopliae* y los nematodos *Steinernema*, *Heterorhabditis* han mostrado buenos resultados para el control

de esta plaga (26). El control más utilizado para la mosca de las frutas es la aplicación de cebos (insecticidas) con atrayente alimenticio constituido por una proteína hidrolizada de soya o maíz. Se recomienda para una bomba de 20 litros una mezcla de 80 cm³ de insecticida 57 % y 240 cm³ de proteína, este tipo de cebos también se usan en trampas de tipo McPhail para monitoreo y control dentro de los cultivos (50). La ventaja de implementar los cebos como atrayentes disminuye en un 50% la aplicación de diversos insecticidas que frecuentemente son aplicados, por lo tanto causa un menor impacto sobre enemigos naturales (49).

Escamas protegidas *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Coccoidea): esta plaga es altamente polífaga y afecta plantas como: frutales, ornamentales y también la vegetación silvestre (51). Las ninfas de esta escama se alimentan de las hojas y frutos, causando caída prematura de estas y pérdida del fruto superior hasta del 50 % (52). Prácticas como podas fitosanitarias han mostrado disminución de las poblaciones de *A. tubercularis* en árboles de mango y aumento en las poblaciones de enemigos naturales como *Ceraeochrysa* sp. y coccinélidos (53). Otros controles demostraron eficiencia con aplicación de aceite mineral (citrolina) en dosis de 50 ml L⁻¹ y 75 ml L⁻¹ causando mortalidad de 91.3 % y 97.5 %, respectivamente. Aspersiones de piriproxifeno en dosis de 0.3 ml L⁻¹ y dimetoato en dosis de 2 ml L⁻¹ lograron controlar hasta 100 % de escamas. Y la aplicación de producto a base de ajo (*Allium sativum*) no mostró resultados consistentes para el control de esta plaga (54).

Cochinilla acanalada del mango (*Crypticeria multicastrices*, hemiptera: Monophlebidae): en altas infestaciones causa síntomas de achaparramiento, se sitúa en el envés de las hojas y los tallos, este insecto no se observa fácilmente debido a su pequeño tamaño; en caso de tener presencia de este en el cultivo

se debe eliminar toda la parte de la afectación para evitar su propagación (55). Realizar podas eliminando las ramas y los frutos infectados, aplicar agua jabonosa sobre árboles puede evitar la propagación de estas plagas (56). Existe el reporte de insectos de la familia *Coccinellidae*: *Anovia punica*, *Cryptognatha auriculata* y *Zagloba beaumonti* como potenciales depredadores de esta plaga (57). Finalmente, aplicaciones de bioinsecticidas como Azadiractin al 3.2 % en los primeros estados del desarrollo del insecto y con repetición a cada 7 días puede ayudar a reducir sus poblaciones (58).

Trips (*Selenothrips rubrocinctus* - *Frankliniella occidentalis* Thysanoptera: Thripidae): el trips *S. rubrocinctus* se conoce por su banda roja principalmente en los tres primeros segmentos abdominales. Las ninfas y los adultos se ubican en el envés de las hojas succionando los fotoasimilados de las plantas, los síntomas del daño son de aspecto clorótico en la lámina foliar, arrugamiento y defoliación, los frutos presentan decoloración, cuarteamiento y arrugamiento de la corteza (daño cosmético). Las hembras en estado adulto son de color castaño oscuro o negro y de aproximadamente 1.20 mm de largo; generalmente los machos son más pequeños (59). El género *Frankliniella* es uno de los más grandes en la familia *Thripidae*, son fitófagas y tienen un aparato bucal picador-chupador (9), causan daños en frutos generando manchas necróticas, anillos blanquecinos y protuberancias en pericarpio; ya en inflorescencias causan necrosis y caída de estructuras florales y en hojas tiernas provocan deformación de la lámina (60). Los trips en el cultivo de mango en dos municipios del departamento del Tolima (Colombia) se comportan como plaga ocasional, siendo favorecidos por las altas temperaturas, presencia de arvenses como *Desmodium tortuosum* y *Melochia parvifolia* y las épocas de floración del cultivo (61). El control de este insecto en varios cultivos ha sido

promisorio con liberaciones de *Orius laevigatus* (Hemiptera: *Anthocoridae*) (62,63,64). Otra forma de control es la aplicación de productos azufrados, es recomendada principalmente al inicio de la floración hasta el amarre de fruto o cuando se tenga un umbral de acción de 10 trips por inflorescencia o brote vegetativo (65), la aplicación de aceite mineral es una estrategia implementada por causar asfixia en estos insectos (66) y mantener sus poblaciones bajas durante un mayor período en el cultivo, aunque la aplicación de insecticidas como Spinosad e Imidacloprid también reduce los daños causados por esta plaga en los frutos (67).

Broca del mango (*Hypocryphalus mangiferae* - Coleóptera: Curculionidae): es un coleóptero pequeño de color castaño, ataca ramas jóvenes y la corteza hasta el leño, es considerada una de las plagas más destructivas de los árboles de mango, además es un vector de la enfermedad conocida como "secamiento del mango", causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*; cuando se presentan altas infestaciones de este insecto puede generar la muerte de la planta (68,10). Una de las alternativas utilizadas para el control de *H. mangiferae* es el uso de insecticidas, se ha demostrado que la aplicación de insecticidas como Clorpirifos, Emamectin, Imidacloprid y Spinosad tiene un relativo potencial para el control eficiente de la broca del mango en comparación con otros insecticidas como Bifentrina y Deltametrina (69). Sin embargo, para minimizar el riesgo y los daños causados por la plaga es necesario el desarrollo de un sistema de manejo integrado en el cultivo con prácticas como riego controlado, adecuada fertilización, remoción y eliminación de árboles y ramas infectadas para evitar el inóculo y la presencia del insecto (70). El uso de atrayentes instalando troncos sanos cerca a árboles con síntomas de daño como agujeros circulares es una herramienta que permite el monitoreo y

control de la población plaga en el cultivo de mango (71).

Ácaros: el cultivo de mango es atacado por diferentes ácaros, entre ellos los más importantes son *Eriophyes mangiferae* y *Aceria mangiferae*; estas especies de ácaros infestan principalmente la superficie de las hojas dando un aspecto de color rojizo a bronceado debido a la succión de savia celular contenida en las hojas; este tipo de alimentación conduce a problemas fisiológicos como desarrollo irregular de la planta y proporciona sitios de entrada para hongos (72). Los adultos de *E. mangiferae* son vermiformes y alcanzan las 170-250 μ de longitud, posee microtubérculos dorsales de forma alargada y los laterales de forma circular, las hembras se diferencian externamente de los machos porque son más pequeñas, tienen seis pares de ramificaciones en sus uñas plumosas, mientras que los machos solo tienen cinco (73). *A. mangiferae* se caracteriza por poseer un escudo dorsal ornamentado con líneas y elevaciones longitudinales restrictas a la región posterior, microtubérculos dorsales alongados-ovoides, tocando la margen posterior de los anillos, y los ventrales de forma circular y las hembras poseen cuerpo vermiforme y poco curvado de color amarillento; este ácaro ha sido asociado como vector de conidias de hongos del género *Fusarium* causante de malformaciones en los tejidos de las plantas de mango (72,73). Ambos ácaros eriófidios causan daños considerables en el cultivo de mango y por el pequeño tamaño que poseen es necesario realizar monitoreo constante en los árboles y determinar la presencia o ausencia de la plaga, eliminar tejido vegetal con daños por medio de podas y aplicación oportuna de acaricidas (72,74). El control biológico por parasitismo del hongo *Hirsutella* ha sido encontrado en varios ácaros eriófidios (75) y se atribuye tal patogenicidad a toxinas metabólicas complejas que se desarrollan durante la fase vegetativa del hongo. A pesar

del potencial que presenta este acaropatógeno aún no es suficiente la información para realizar un control biológico adecuado de estos ácaros (76). Estudios realizados en México demuestran que la aplicación de productos como Diazinon, Dicofol, Abamectina y azufre pueden ayudar a reducir las poblaciones de ácaros eriófidios (74). Sin embargo, aún se deben buscar alternativas eficientes para el control de esta plaga en el cultivo de mango.

Hormiga arriera (*Atta cephalotes*, Hymenoptera: Formicidae): se caracterizan por tener de 3 a 4 pares de espinas en el dorso, cabeza grande con antenas fuertes, aparato bucal masticador, abdomen unido al tórax, cuerpo color café o rojizo y tamaño entre 5 y 12 mm según la especie. Este género *Atta* es agresivo y su colonia es abundante, puede causar afectaciones a gran variedad de cultivos generando defoliación y por ende afectando el área fotosintética de las plantas (77). El control de estas hormigas no solo en el cultivo de mango se ha realizado principalmente con la aplicación de insecticidas químicos; no obstante, la baja especificidad y alta toxicidad han llevado a buscar alternativas con el uso de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* demostrando el ataque y desarrollo de hifas sobre el cuerpo de los insectos (78). Por otra parte, se ha encontrado el hongo *M. anisopliae* como un efectivo controlador de colonias de *A. Cephalotes*, siendo mejor que el producto químico Pirimifos Metil (79). Otros microorganismos con actividad entomopatógena y antagonista han sido usados para el control de este insecto *Beauveria bassiana*, *Aspergillus parasiticus*, *Bacillus subtilis*, *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp., *Lecanicillium* sp. y *Trichoderma* sp., este último con acción sobre el hongo mutualista (80). Entre los enemigos naturales se reportan los dípteros de la familia *Phoridae* que se caracterizan por parasitar las hormigas al salir del nido, dejando sus huevos para que posteriormente las larvas eclosionen

y consuman los tejidos internos, causándole la muerte (81,82). Prácticas como la instalación de barreras usando neumáticos, pegantes, fibras o algodón, uso de tiras de plásticas embebidas en grasa o vaselina obstruyen el paso de las obreras en los cultivos (80). El control químico se hace en polvos secos, cebos granulados y soluciones líquidas (82,83). La aplicación de cebos se realiza de forma manual sobre el suelo, los caminos o las bocas de los hormigueros; para nidos de tamaño pequeño a mediano se emplean insufladoras (productos en polvo) y fumigadoras (productos líquidos) para la aplicación de insecticidas (84), para hormigueros grandes se usa termonebulizadora. Los compuestos químicos que más se utilizan son organofosforados, piretroides y sulfuramidas (81,85). Sin embargo, existen diferentes tipos de control para esta hormiga, y el más efectivo es el control mecánico, el cual consiste en la excavación del nido para extraer la reina y parte del hongo, llevando a la muerte al hormiguero por la eliminación de la única reina. Este control es recomendado para nidos pequeños y medianos (80).

Desórdenes fisiológicos (fisiopatías)

Los primeros desórdenes fisiológicos o fisiopatías que afectan al *Mangifera indica* son generados en la cosecha y poscosecha como en el proceso de selección, empaque, almacenamiento y los daños causados por algún método de enfriamiento (86). Por lo tanto, es importante implementar técnicas apropiadas en el manejo de temperatura, humedad relativa y manejo en el almacenamiento del producto (87,88). No tener el control adecuado de dichos requerimientos traerá como consecuencia baja remuneración a los productores; otros problemas fisiológicos son la punta negra, las semillas de gelatina, pudrición interna y picadura del fruto, entre otros.

Pudrición interna o descomposición interna de la pulpa: se caracteriza por un ahuecamiento en la cavidad basal de la fruta interrumpiendo la unión entre los tejidos vasculares del pedúnculo con la semilla; la pula presenta una descomposición avanzada, pero esto solo se puede observar cuando la fruta es abierta, algunos estudios atribuyen la causa del desorden a la bacteria *Bacillus* sp., pero no está confirmado. Este desorden es uno de los más frecuentes en los mangos madurados dentro del árbol (26). Las infecciones se ocasionan principalmente a través de heridas en las cuales el patógeno invade la cutícula del fruto; las lesiones son blandas, profundas, y varían de color marrón a pardo oscuro (89). Algunos materiales vegetales susceptibles a esta pudrición son Haden, Tommy Atkins y Van Dyke (68).

Nariz blanda o punta blanda: es un desorden que causa pérdidas económicas por generar un ablandamiento de la pulpa en la parte ventral hacia el ápice de la fruta, este problema es causado por una deficiencia de calcio, afectando inicialmente la semilla hasta el mesófilo y dañando el tejido, con la característica de no alterar la cáscara sin evidenciar síntomas del daño (90). Estudios desarrollados para lograr una solución a este problema giran respecto al requerimiento nutricional y fundamentalmente de calcio; este resultado fue evidente al evaluar la composición mineral de las hojas de plantas que producen frutas afectadas por esta fisiopatía, y muestran un contenido de calcio bajo y fósforo alto. Las variedades que presentan mayor afectación son: Tommy Atkins, Kent, Van Dyke y Sensation (91).

Poscosecha

El manejo en poscosecha busca conservar la calidad del fruto, ya sea para el consumo natural o como materia prima en la industria

tanto nacional como internacional, también permite conocer las variables de conservación y distribución junto con el manejo fitosanitario, porque por este concepto las pérdidas pueden alcanzar un 40 %, de allí la importancia del buen manejo para tener éxito (92). Un proceso de conservación es la utilización de atmósferas controladas, en las cuales los valores óptimos oscilan entre 3-5 % O₂ y 5-8 % CO₂, con este manejo se conserva la calidad de los frutos, y no modifica permanentemente los sabores y aromas del producto. Posterior a este tratamiento los mangos se conservan naturalmente para restablecer la maduración a temperatura ambiente (93). Una técnica para evitar la pérdida de peso es la aplicación de cera comestible, que permite la permeabilidad cuticular de los frutos (94). Desde el punto de vista fitosanitario se emplean procesos como selección, clasificación, presentación y empaque de los frutos para garantizar un buen manejo fitosanitario y mejores beneficios de calidad físicos, químicos y económicos (95). Otra actividad es el lavado de frutos que se realiza con agua clorada a 15 ppm (43 ml de solución de hipoclorito de sodio al 3.5 %, cloro líquido comercial por cada 100 litros de agua), con el fin de reducir la carga microbiana, eliminar impurezas y suciedades (17). Para manejar a *Colletotrichum* sp., se encontró que la aplicación inicial del ingrediente activo Propinet y dos aspersiones siguientes de los ingredientes activos Carbendazim, Procloraz, Amistar y Difenconazol controlaron el patógeno durante veinte días en frutos conservados (96). Además, se encontró el reporte *in vitro* de la aplicación de quitosano que es un derivado de la quitina extraído del exoesqueleto de los crustáceos, y por esta razón se considera un tratamiento alternativo de fungicidas. Los frutos tratados con quitosano en concentraciones de 1.0 % y 1.5 % durante 3 días de incubación inhibieron la colonización del fruto de mango (97).

Conclusiones

Teniendo en cuenta la información recopilada y expresada en la revisión cabe resaltar que el cultivo de mango es afectado por diferentes organismos que causan daños relevantes a la producción. Aunque existe información sobre el cultivo de mango con alternativas ante problemas fitosanitarios, aún son limitadas y poco actualizadas las investigaciones enfocadas al desarrollo de alternativas que puedan ser incluidas dentro de un manejo integrado que busquen una mejor producción del cultivo. La presencia de plagas y enfermedades en este cultivo varían con el estado fenológico de la planta y de acuerdo con esto las estrategias de control. En particular, las prácticas culturales son empleadas por los agricultores para reducir la presencia de estos organismos, y junto con la aplicación de plaguicidas han sido usados durante un largo período por los productores. Se evidencia el progreso de estudios sobre el control biológico, pero es necesario el desarrollo de investigaciones que permitan con profundidad incorporar diferentes estrategias a un manejo integrado de plagas y enfermedades, con accesibilidad a los productores de mango. Los desórdenes fisiológicos y daños en poscosecha encontrados son pocos, a pesar de causar pérdidas considerables en la producción de mango; por lo tanto, es necesario desarrollar avances que permitan reconocer, controlar y mejorar las prácticas en esta etapa del cultivo.

Agradecimientos

A los estudiantes del núcleo temático Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (IPA 2020) por la dedicación y compromiso, y a la Universidad de Cundinamarca por permitir el acceso a las bases de datos bibliográficas.

Referencias

1. Normand F, Lauri PÉ, Legave JM. Climate change and its probable effects on mango production and cultivation. *Acta Hort.* 2015; 1075:21-31. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1075.1>
2. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Database, Rome, Italy. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
3. Mitra S, Devi H. Organic Horticulture in India. *Horticulturae*. 2016;2(4):17. <https://doi.org/10.3390/horticulturae2040017>
4. Corpoica, Asohofrucol. Modelo tecnológico para el cultivo del mango en el valle del Alto Magdalena en el departamento del Tolima. 2013. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf
5. Agronet - MinAgricultura. Estadísticas agropecuarias. Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano. Bogotá. 2018. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
6. Páez RAR. Tecnologías sostenibles para el manejo de antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc.] en papaya (*Carica papaya* L.) y mango (*Mangifera indica* L.). Corpoica, Valledupar, boletín técnico n.º 8. 2003. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/16590>
7. Guillén-Sánchez D, Téliz-Ortiz D, Mora-Aguilera G, Mora-Aguilera A. Desarrollo temporal de epidemias de Cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) en huertos de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 2003;2(2):181-188. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237037431_Desarrollo_Temporal_de_Epidemias_de_Cenicilla_Oidium_mangiferae_Berthet_en_Huertos_de_Mango_Mangifera_indica_L_en_Michoacan_Mexico/stats
8. Abo-Shanab H. Suppression of white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) on mango trees in El-Beheira Governorate, Egypt. *Egyptian Academic J. Biol. Sci.* 2012;5(3):43-50. <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2012.13870>

9. Johansen NR. Los trips (Insecta: Thysanoptera) del mango. En: Mora AA, Téliz OD, Reboucas SA (eds.). El mango: manejo y comercialización. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (México) y Universidad Estadual do Sudoeste da Bahía, Vitoria da Conquista, Bahía (Brasil). 2002;186-210.
10. Gil VLF, Arcila CAM, Achury MRA, Sanabria BMC, Arias BH, Baquero LKY. Guía de campo para la identificación y manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de mango. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321588632_Guia_de_campo_para_la_identificacion_y_manejo_de_enfermedades_y_plagas_en_el_cultivo_de_mango
11. Chirinos DT, Geraud-Pouey F. El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. Reflexiones y análisis sobre algunos casos. Interciencia. 2011;36(3):192-199. Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/192-CHIRINOS-8.pdf>
12. Nicholls C. Plagas y otros agentes nocivos. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. 2008. Disponible en: <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/?page=udea.inicio.udea.noticias.noticia&uril=wcm%3Apath%3A%2FPortalUdeA%2FasPortalUdeA%2FasHomeUdeA%2FUdeA%2BNoticias%2FContenido%2FasNoticias%2FSociedad%2Fcontrol-biologico-plagas>
13. Santamaría G, Salas C, Acosta A, Amador J. Estudio de la disposición vertical y horizontal de *Tetranychus* spp. en plantas de rosa, clavel y alstroemeria. Asocoflores. 2002;63:44-60.
14. Blanco L, Pulido L. Evaluación de dos estrategias de control cultural para el manejo de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en cultivo de mango de azúcar (*Mangifera indica* L.), en la finca Villa Clemencia, vereda El Guamito del municipio de Los Santos, Santander. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2015.
15. Senasa. Control cultural-mecánico de la mosca de la fruta. Dirección de Sanidad Vegetal. 2014. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/Control-Cultural-Mecanico.pdf>

16. Gutiérrez AR, Robles AB, Santillán CO, Ortiz MC, Cambero OO. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*. 2013;2(3):102-112. Disponible en: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/40>
17. Huete M, Arias S. Manual para la producción de mango. Usaid-Red Proy. Diversif. Econ. Rural. 2007. Disponible en: http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_Producc_Mango.pdf
18. Badii M, Abreu J. Control biológico, una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience*. 2006;1(1):82-89. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v1-n1/1\(1\)%2082-89.pdf](http://www.spentamexico.org/v1-n1/1(1)%2082-89.pdf)
19. Cisneros F. Control de plagas: manejo integrado de plagas. 2010;1-9. Disponible en: https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Control_de_Plagas_Agricolas_MIP_Ene_2010.pdf
20. Prisma. Informe Transparente de Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis. 2015. Disponible en: <http://www.prisma-statement.org>
21. Díaz MAR, Arboleda TZ, Ríos LAO. Estrategias de control biológico utilizadas para el manejo de la antracnosis causada por *colletotrichum gloeosporioides* en frutos de mango: una revisión sistemática. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*. 2019,(22):595-611.
22. Ministerio de Agricultura. Cadena del mango, indicadores e instrumentos. 2019. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mango/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
23. Portal Frutícola. Crecimiento del mango Keitt impulsa las exportaciones del fruto. 2019. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/03/06/colombia-crecimiento-del-mango-keitt-impulsa-las-exportaciones-del-fruto/>
24. Cartagena R, Vega D. El mango. *Fruticultura colombiana. Manual de Asistencia Técnica n.º 43*. ICA-Bancóldex. Editorial Produmedios.1992;124. Disponible en: <https://www.libriadelau.com>

com/fruticultura-colombiana-mango-manual-de-asistencia-tecnica-no-43-produmedios-9789589689000-agropecuario/p

25. Corrales-Bernal A, Maldonado C, Urango LA, Franco EC, Rojano BA. Sugar mango (*Mangifera indica*), variety from Colombia: antioxidant, nutritional and sensorial characteristics. *Rev. Chil. Nutr.* 2014;41(3):312-318. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
26. Asohofrucol - ICA. Manejo integrado de mosca de la fruta en Colombia [Diapositiva de PowerPoint]. Asohofrucol. 2013. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_260_MIP-%20MF.pdf
27. Espinal CFG, Martínez HJC, Peña YM. La cadena de los frutales de exportación en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de trabajo n.º 67. Bogotá, Colombia. 2005;68. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/5733>
28. Mora MJ, Gamboa PJ, Murillo RE. Guía para el cultivo de mango. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema Unificado de Información Institucional (SUNII), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica. 2002.
29. Carvajal M. Frutas tropicales en producción, transformación y comercialización de frutas tropicales. Universidad de Antioquia, 2000. Disponible en: <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/transformacion.html>
30. García LJ, Sandoval AP, Forero F, Floriano JA, Salamanca G, Bernal EJA, et al. Atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria. Colombia. Corpoica. 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236343213_Atributos_de_Calidad_del_mango_criollo_para_la_agroindustria
31. Arias B, Carrizales L. Control químico de la antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y poscosecha en el municipio Cedeño, estado Monagas. *Bioagro.* 2007;19(1):19-25. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85719103>

32. Cartagena R, Vega D. Manejo fitosanitario de enfermedades y plagas del mango. Boletín de Sanidad Vegetal n.º 05. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia. 1992;1-18.
33. Reyes ME, Sanmartín P, Camacho JCC, De la Rosa SCG, Chan MJ, Águila RNR, et al. Characterization of a native *Bacillus velezensis*-like strain for the potential biocontrol of tropical fruit pathogens. *Bio. Control.* 2020;141:104-127. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104127>
34. Carrillo F, García R, Rangel M, Sañudo A, Zegueral. Control biológico de antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.] y su efecto en la calidad poscosecha del mango (*Mangifera indica* L.) en Sinaloa México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 2005;23(1):24-32. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/612/61223104.pdf>
35. Campos B, Calderón E. El oídio del mango (*Oidium mangiferae* Berthet). Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. *Servifapa.* 2016;11.
36. Osuna TE, Chavarín ZMN, Carrillo JAF, Valdez JBT. Effect of preharvest sprayings of bioregulators on growth and ripening of Keitt mango. *Rev. Fitotec. Mex.* 2019;42(3):259-268. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.259-268>
37. Arias SJF, Espinosa AJ, Rico PHR, Miranda SMA, Chávez CX. La cenicilla *Oidium mangiferae* Berthet del mango en Michoacán. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Folleto Técnico núm. 1. Apatzingán, Michoacán, México. 2004. Disponible en: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1288/cenicilla_1288.pdf?sequence=1
38. Almeida FA, Araújo E, Goncalves J, Hermes GJ, Barreto AF, Carvalho RAG. Diagnóstico e quantificação de doenças fúngicas da acerola no Estado da Paraíba. *Fitopatol. Bras.* 2003;28(2):176-179. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000200010>
39. Rikkinen J, Dörfelt H, Schmidt A, Wunderlich J. Sooty moulds from European Tertiary amber, with notes on the systematic position of *Rosaria* ('Cyanobacteria'). *Mycol. Res.* 2003;107(2):251-256. <https://doi.org/10.1017/s0953756203007330>

40. Sánchez X, Vega A, Tapia L, Miranda M. Mango, su manejo y producción en el trópico seco de México. Libro técnico. Campo Experimental Valle de Apatzingán, Michoacán, México. 2001;1:23-33. Disponible en: <http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/articulos/12.pdf>
41. Morales de EB, Souza de JBM, Ribeiro DB, Ferreira da S, Mello S, Maia de WJ. Impactos das mudanças climáticas na ecoclimatologia de *Aleurocanthus woglumi*, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) no Estado do Pará. Rev. Bras. de Meteorol. 2014;77-84.
42. Duque A, Gómez L. Análisis y aplicación de normas internacionales para mejorar la competitividad en la producción y exportación de mango hacia Alemania. 2010. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3102/1/UPS-GT000080.pdf>
43. Bernal EA, Díaz DC. Podas en mango hilacha. Boletín Divulgativo, Corpoica. Centro de Investigación La Selva. 2007;1-4.
44. Rebolledo A, Pérez A, Peralta N, Díaz G. Control de fumagina (*Capnodium Mangiferae* Cooke & Brown) con biofungicidas en hojas y frutos de mango "Manila." Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2013;16(3):1-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93929595007>
45. Prieto MJJ, Covarrubias AJE, Cadena AR, Viera JF. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el estado de Colima. Gobierno del estado de Colima, México, Secretaría de Desarrollo, n.º 003. 2005;56 pp.
46. Aluja M, Gutiérrez RJM, Santiago MG, Villaseñor CA, Enkerlin WRH, Hernández LF. Los programas de las moscas de la fruta en México. SAGARPA y SENASICA, México D. F.: Edit. Trillas. 1994. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4064e/B4064e.pdf>
47. Hernández OV, Guillén AJ, López L. Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. En: moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo (pp.49-80). México, D.F. 2010;49-80. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/269576679_Taxonomia_e_identificacion_de_moscas_de_la_fruta_de_importancia_economica_en_America

48. Takumasa KD. Tecnología para el cultivo del mango con énfasis en mangos criollos. Cap. 3 Insectos. Corpoica CI Palmira. Rionegro. 2010;105-36. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13523>
49. Gómez HM. Las moscas de las frutas. Boletín de Sanidad Vegetal. ICA 44. 2005;67. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/f2cd7a85-e934-418a-b294-ef04f1bbacb0/Publicacion-4.aspx>
50. ICA - Instituto Colombiano Agropecuario. Manual técnico de trampeo de moscas de las frutas, Plan nacional de detección, control y erradicación de moscas de la fruta. 2017. Disponible en: https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/documentos/manual_pnmf_2017.aspx
51. Amún C, Claps LE, Saracho BMA. Primer registro de *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) en la Argentina. Nota científica. Rev. Soc. Entomol. Argent. 2012;71(3-4):289-291.
52. Urías LMA. Principales plagas del mango en Nayarit. En: V Vázquez y MH Pérez (eds.). El cultivo del mango: principios y tecnología de producción. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 2006. p. 211-234.
53. López-Guillén G, Urías-López MA, Noriega-Cantú DH. Efecto de podas fitosanitarias en poblaciones de *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) y sus enemigos naturales. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2018;9(8):1817-1822. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6772374>
54. Urías M, Hernández L, Osuna J, Pérez M, García N, González J. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). Rev. Fitotec. Mex. 2013;36(2):1-8. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n2/v36n2a10.pdf>
55. Kondo T, Clever GB, Quintero EM, Manrique MB. Distribución y niveles de infestación de *Crypticeria munticatricis* Kondo y Unruh (Hemiptera: Monophlebidae) en la Isla de San Andrés.

- Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 2014;15(1): 63-72. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a06.pdf>
56. Ramos A. Lineamientos generales para el manejo integrado de la mota blanca de la guayaba *Capullina linarosae* Kondo y *Gullan* (Hemiptera: Eriococcidae). Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. 2018. Bogotá, Colombia. Editorial Promedios. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/76e49915-e053-49e2-92c6-0b0891c9d5db/Lineamientos-generales-para-el-manejo-integrado-de.aspx>
57. Silva M, Quiroz JA, Gamboa A, Hoyos LM, Carvajal L, Yepes F, et al. Coccinélidos depredadores de *Crypticerya multicatrides* (Hemiptera: Monophlebidae) en San Andrés Isla, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas. 2017;21(1):165-173. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v21n1/v21n1a13.pdf>
58. Rodríguez L, Perera S. La cochinilla de la nieve del mango. Identificación y control. Información técnica. 2010. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_352_cochinilla1.pdf
59. Chin D, Brown H. Red-banded thrips on fruit trees. Agnote. 2008;(134). Disponible en: https://dpir.nt.gov.au/_data/assets/pdf_file/0019/233614/719.pdf
60. Echeverri FF, Loaiza MCE, Cano OMP. Reconocimiento e identificación de trips fitófagos (Thysanoptera: Thripidae) y depredadores (Thysanoptera: Phlaeothripidae) asociados a cultivos comerciales de aguacate *Persea* spp., en los departamentos de Caldas y Risaralda (Colombia). Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. 2004;57(1):2178-2189. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472004000100003&script=sci_abstract&tlng=pt
61. Sierra V, Varón E, Gómez S, Jaramillo C. Fluctuación poblacional de trips (*Frankliniella* cf. *gardeniae*) en cultivos de mango en Tolima, Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 2018;2(44):1-7. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v44n2/2665-4385-rcen-44-02-00158.pdf>

62. Viglianchino L. Control integrado de *Frankliniella occidentalis* (pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con insecticidas y liberaciones de *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) sobre pimiento en invernadero. Tesis de maestría, Universidad Nacional del Litoral. 2013;8-42. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/482/Tesis.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
63. Lefebvre MG, Reguilón C, Kirschbaum DS. Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: anthocoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. RIA. 2013;39(3):283-280. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4696650>
64. Rivera M. *Orius insidiosus* en el control biológico de trips en aguacate en México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México. 2016. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65682>
65. García PE, Durán YT, Lázaro ZMD, Vargas HM, Acuña JS. Manejo de trips (*Frankliniella* spp.) en mango (*Mangifera indica* L.) a base de azufre en Veracruz, México. 2016;(3):441-444. Disponible en: <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2016/EA/Em%20441-444.pdf>
66. López BM, Varela IB, Lores MH. Eficacia de aceites vegetales, minerales y de pescado en frente a *Frankliniella occidentalis* (Pergante). Bol. Sanid. Veg. Plagas. 2004;(30):177-183. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-30-01-02-177-183.pdf
67. Durán TY, Otero-Colina G, Ortega-Arenas LD, Arriola PVJ, Mora-Aguilera JA, Damián AN, et al. Evaluación de insecticidas para control de trips y ácaros plagas del mango (*Mangifera indica* L.) en tierra caliente, Guerrero México. Trop. Subtrop. Agroecosystems. 2017;20(3):381-394. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93953814008.pdf>
68. Galvis JA y Herrera AA. El mango *Mangifera* índica, manejo poscosecha. Sena - Universidad Nacional de Colombia. Divulgación tecnológica. 1995;71. Disponible en: <https://repositorio.sena>

edu.co/bitstream/11404/5509/1/mango_mangiferia_manejo_poscosecha.PDF

69. Saeed S, Masood A, Sayyed A, Kwon Y. Comparative efficacy of different pesticides against mango bark beetle *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Coleoptera: Scolytidae). *Entomol. Res.* 2011;41(4):142-150. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1748-5967.2011.00329.x>
70. Masood A, Saeed S, Mahmood A, Malik SA, Hussain N. Role of nutrients in management of mango sudden death disease. *Pakistan Journal of Zoology.* 2012;44(3):675-683. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266173092_Role_of_Nutrients_in_Management_of_Mango_Sudden_Death_Disease_in_Punjab_Pakistan
71. Saeed S, Masood A, Sajjad A, Muhammad D. Monitoring the dispersal potential of bark beetle, *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Scolytidae: Coleoptera) in mango orchards. *Pak. J. Zool.* 2010;42(4):473-479. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263581802_Monitoring_the_Dispersal_Potential_of_Bark_Beetle_Hypocryphalus_mangiferae_Stebbing_Scolytidae_Coleoptera_in_Mango_Orchards
72. Sarwar M. Mite pests (acari) in mango (*Mangifera indica* L.) plantations and implementation of control. *J. Biosci. Bioeng.* 2015;3(1):41-47. Disponible en: <http://www.aiscience.org/journal/paperInfo/bio?paperId=1019>
73. Ayala JJO, Gutiérrez OAC, Ávila TCV, Vargas MS. Identificación del ácaro y el patógeno asociado a la malformación floral de mango en Gabriel Zamora, Michoacán. *REMEXCA.* 2019;23:345-350. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2034>
74. Espinosa AJ, Salcedo MM, Arias SJF, Rico PHR, Mercado JJ. La “escoba de bruja” o malformación floral del mango en Michoacán, México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Fundación Produce Michoacán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México). Editor SAGARPA. 2007. Disponible en: <http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/articulos/7.pdf>

75. Cabrera RI, Navia D, Beltrán A, Rodríguez J. Ácaros eriófidos (Prostigmata, Eriophyoidea) en mango (*Mangifera indica* Lin., 1753) y su parasitismo por *Hirsutella Thompsonii* Fisher, 1950 en Cuba. *Rev. Iber. Aracnol.* 2008;16(31):57-62. Disponible en: http://sea-entomologia.org/Publicaciones/RevistaIbericaAracnologia/RIA16/023_028_Reinaldoetal.pdf
76. Quesada A, Rivera W. *Hirsutella*, agente biocontrolador de ácaros e insectos de importancia agronómica. *Tecnología en Marcha.* 2015;29(7):85-93. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i7.2709>
77. Vergara J. *Biología, manejo y control de la hormiga arriera.* Gobernación de Valle del Cauca. Santiago de Cali. 2005.
78. Lemus AY, Rodríguez MG, Cuervo AR, Durán VJA, Zuluaga CL, Rodríguez G. Determinación de la factibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* para ser usado como control biológico de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*). *Revista Científica Guillermo de Ockham.* 2008;1(6):91-98. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/28251902_Determinacion_de_la_factibilidad_del_hongo_Metarhizium_anisopliae_para_ser_usado_como_control_biologico_de_la_hormiga_arriera_Atta_cephalotes
79. López AE, Orduz PS. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* control colonies of *Atta cephalotes* in field better than a chemical insecticide. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 2002;4(1):71-78. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/30093>
80. Castaño KQ, Chará J, Giraldo C, Calle Z. *Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles.* CIPAV, Cali Colombia. 2019;306. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/InsecHerb/descargar.php>
81. Della MC, Gandra LC, Carvalho NR. Managing leaf-cung ants: peculiarities, trends and challenges. *Pest Manag. Sci.* 2014;70:14-23. <https://doi.org/10.1002/ps.3660>
82. Della MC. *Formigas-cortadeiras da bioecologia ao manejo.* Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2011; 420 p.

83. Cabrera-García DF, Rodríguez DCR. Estrategias para mitigar el impacto ambiental negativo generado por la hormiga arriera *Atta cephalotes* en la comuna 19 de la ciudad de Santiago de Cali. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente. 2015;21-25. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6001/1/T04002.pdf>
84. Montoya JL, Giraldo CE, Armbrecht I, Farji AB, Calle Z. Leaf-cutting ant revisited: towards rational management and control. *J. Pest. Manag.* 2012;58(3):225-247. <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.663946>
85. Fernández F, Castro H, Serna VF. Hormigas cortadoras de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). Fauna de Colombia, monografía n.º 5, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2015;350 p. Disponible en: https://www.antwiki.org/wiki/images/0/06/Fernandez_et_al_2015_atta_and_acromyrmex_of_colombia.pdf
86. Aghdam MS, Sevillano L, Flores FB, Bodbodak S. Heat shock proteins as biochemical markers for postharvest chilling stress in fruits and vegetables. *Sci. Hortic.* 2013;160,54-64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.020>
87. Kader A. Recommendations for maintaining postharvest quality in mango (*Mangifera indica* L.). Davis, US, University of California. *J. Pest. Manag.* Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/mango.html>
88. Villalobos L. Metodologías de análisis de factores de calidad en frutas tropicales y subtropicales, implementadas por el laboratorio de poscosecha de la Universidad de California en Davis, Estados Unidos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Práctica de especialidad. 2009. 1-155. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4000/Metodolog%20de%20an%20l%20de%20factores%20de%20calidad%20en%20frutas%20tropicales%20y%20suptropicales%20implementadas%20por%20el%20laboratorio%20de%20poscosecha%20de%20la%20Universidad%20de%20California%20en%20Davis%20Estados%20Unidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

y antioxidantes de variedades de mango crecidas en la costa de Guerrero. Rev. Fitotec. Mex. 2016;39(3):207-214. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61046936004.pdf>

96. Rivas B, Carrizales L. Control químico de antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y poscosecha en el municipio Cedeño, estado Monagas, Venezuela. Rev. Bioagro. Monagas. 2007;1(19). Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612007000100003
97. Berumen G, Coronado D, Ochoa A, Chacón A, Gutiérrez P. Efecto del quitosano en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. Inv. y Cien. 2015;66:16-21. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/674446014003.pdf>