



APROXIMACIONES SOSTENIBLES Y APLICADAS PARA EL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS EN LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE MANGO (*MANGIFERA INDICA* L.)

INTRODUCCIÓN

La antracnosis es una de las enfermedades más significativas y extendidas que afecta al mango en todo el mundo, particularmente en regiones caracterizadas por climas de alta humedad y altas precipitaciones. En estas situaciones, la enfermedad puede ser extremadamente destructiva tanto antes como después de la cosecha de frutos, lo que puede llevar a pérdidas de rendimiento de hasta un 100% en plantaciones que no están adecuadamente manejadas (Arauz, 2000; Dofuor et al., 2023). Aunque los frutos son el principal foco de daño por antracnosis en los mangos, la enfermedad también puede ser un problema grave en otras partes del árbol, como tallos, hojas, inflorescencias o flores, causando una serie de síntomas como la descomposición de las flores, la mancha foliar y, en casos graves, la muerte del árbol (Ploetz y Prakash, 1997).

El impacto de la antracnosis va más allá de los árboles adultos, afectando a plantas jóvenes en viveros así como a huertos recién establecidos, donde puede limitar severamente el crecimiento y establecimiento de las plantas. Además del daño visible, el hongo también puede infectar al árbol de manera sistémica, lo que hace que el manejo y control de la enfermedad sean particularmente desafiantes. El manejo efectivo de la antracnosis del mango requiere un enfoque multifacético que incluya detección temprana, el uso de cultivares tolerantes, prácticas culturales efectivas e intervenciones químicas o biológicas en los momentos críticos. El manejo adecuado de la enfermedad es crucial, ya que las infecciones no tratadas pueden propagarse rápidamente a través de la plantación, lo que lleva a pérdidas significativas tanto a corto plazo como en los años siguientes.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La antracnosis del mango está presente en la mayoría de las regiones productoras de mango en todo el mundo, incluyendo algunos de los principales productores y exportadores de mango en diferentes continentes: África (Costa de Marfil, Etiopía, Ghana, Nigeria o Sudáfrica), Oceanía (Australia), Asia (Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Taiwán, Tailandia o Vietnam), América (Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, EE.UU. (Florida, Hawai y Puerto Rico), México, Perú o República Dominicana (Dofuor et al., 2023). La presencia de la antracnosis no se limita a los climas tropicales y húmedos. También se ha reportado en regiones mediterráneas, donde generalmente hay poca o ninguna precipitación durante el período crítico, desde la etapa de floración hasta la cosecha de los frutos, condiciones que típicamente se consideran las menos favorables para el desarrollo de esta enfermedad. Un ejemplo de esto es el sur de Italia (Ismail et al., 2015). En los últimos años, la propagación de la antracnosis del mango a regiones previamente no afectadas se ha acelerado, probablemente debido al movimiento global de material vegetal, tanto para el comercio como para la propagación de material vegetal. Ejemplos incluyen Indonesia (Benatar et al., 2021), Vietnam (Li et al., 2020) y Cuba (Manzano León et al., 2018). El comercio internacional de mangos, junto con el intercambio de material de siembra, ha facilitado la rápida introducción de la enfermedad a nuevas áreas, lo que genera una creciente preocupación sobre la vulnerabilidad de la producción de mango en estas regiones. Esta propagación de la enfermedad subraya aún más la importancia de implementar medidas de cuarentena integrales y la necesidad de una cooperación global para prevenir la introducción y difusión de la antracnosis del mango en nuevas regiones.

AGENTE CAUSAL Y CICLO DE VIDA DEL PATÓGENO

Los agentes causales de la antracnosis del mango son varias especies del género *Colletotrichum* (Fungi, Ascomycota) que afectan una amplia variedad de cultivos a nivel mundial. El género-forma *Colletotrichum* Corda (orden-forma Melanconiales; clase-forma Coelomycetes; subdivisión Deuteromycotina)

incluye especies de hongos imperfectos, que existen en su forma sexual (teleomórfica o perfecta) como *Glomerella* (subdivisión Ascomycotina). Según Weir et al. (2023), el complejo *C. gloeosporioides* consta de 22 especies y una subespecie. A nivel molecular, las relaciones filogenéticas entre las especies de *Colletotrichum* se han analizado mediante la secuenciación de diferentes regiones genómicas, como la región del Espaciador Transcrito Interno (Internal Transcribed Space, ITS), una secuencia de ADN nuclear no codificante dentro del clúster de genes del ARN ribosómico (ARNr), que es el gen de código oficial para hongos (Freeman et al., 2000; Weir et al., 2012). Sin embargo, en algunos casos, se han utilizado otras regiones del genoma, como actina (ACT), β -tubulina (TUB2), quitina sintasa 1 (CHS-1) o la deshidrogenasa de gliceraldehído-3-fosfato (GAPDH) para resolver relaciones filogenéticas (Weir et al., 2012; Sharma et al., 2013; Pardo de la Hoz et al., 2016; Mo et al., 2018).

Entre las principales especies de *Colletotrichum* asociadas con la antracnosis del mango se encuentran *C. gloeosporioides*, *C. asianum*, *C. fructicola*, *C. scovillei* y *C. siamense*. La especie más común responsable de la antracnosis del mango en la mayoría de las regiones productoras de mango es *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., cuya forma sexual es *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. y Schrenk. (Cook, 1975; Snowdon, 1990; Ploetz, 2003). Sin embargo, otras especies juegan un papel secundario en regiones geográficas específicas. Por ejemplo, *Colletotrichum acutatum* Simmonds (etapa sexual o teleomorfo: *Glomerella acutata*) es prevalente en áreas como Australia, Florida (EE. UU.), India, Japón y Taiwán (Fitzell, 1979; Prakash, 1990; Weng y Chuang, 1995; Taba et al., 2004). Además, *Colletotrichum boninense* J. Moriwaki, Toy. Sato y T. Tsukiboshi ha sido reportado en Colombia (Afanador-Kafuri et al., 2003). Además, se han identificado varias especies adicionales de *Colletotrichum* asociadas con el mango en China (Li et al., 2019; Sudheeran et al., 2021; Zheng et al., 2025).

Un ciclo típico de vida de la antracnosis del mango se describe en Paudel et al. (2022). Una de las etapas clave en este ciclo es la diseminación de esporas asexuales (conidios) desde fuentes primarias de inóculo. Estas fuentes de inóculo pueden incluir suelo, restos de plantas (como frutas podridas) y partes infectadas de la planta, como hojas, ramitas, panículas y frutas que aún cuelgan

en el árbol. La producción de conidios es especialmente favorecida por condiciones húmedas o lluviosas, y la dispersión de los conidios se facilita mediante salpicaduras de lluvia, agua de riego y viento. Como resultado, la antracnosis del mango es particularmente prevalente en climas tropicales, donde la humedad y las lluvias, combinadas con temperaturas cálidas, son abundantes. Cuando las lluvias son frecuentes durante las etapas de floración y cuajado de los frutos, la antracnosis puede causar daños significativos al destruir las inflorescencias y/o resultar en la caída prematura de los jóvenes frutos en desarrollo.

Así, el ciclo de infección del patógeno comienza con la liberación de conidios, los cuales se adhieren a la superficie del tejido vegetal a través de un mucílago hemicelulósico, facilitando la germinación e infección del hongo, a menudo por medio de estructuras especializadas, como los apresorios, que ayudan en la penetración del tejido vegetal, produciendo hifas subcuticulares que permiten que el patógeno invada y establezca la infección. El desarrollo de las hifas y la colonización de los tejidos del mango están estrechamente correlacionados con la secreción de enzimas que degradan la pared celular, como las poligalacturonasas y las pectatasas, que degradan la pared celular del hospedador y promueven el desarrollo posterior del hongo (Meng et al., 2022). La enfermedad progresa a través del desarrollo de cuerpos fructíferos (acérvulos) en los tejidos infectados, donde se producen nuevos conidios, completando el ciclo. Este ciclo se caracteriza por la continua diseminación de esporas, infección de nuevos tejidos hospedadores, progresión adicional de la enfermedad, reproducción del patógeno y supervivencia del patógeno sobre material vegetal infectado (Jeffries et al., 1990; Paudel et al., 2022).

Los frutos del mango también pueden ser infectados por conidios de *Colletotrichum* que provienen de otros cultivos frutales tropicales y subtropicales como aguacate, plátano, café, guayaba, papaya o cítricos (Freeman y Shabi, 1996; Freeman et al., 1998; Moraes et al., 2013; Zakaria, 2021). Esta infección cruzada entre diferentes cultivos complica aún más el manejo de la enfermedad, ya que el amplio rango de hospedadores de las especies de *Colletotrichum* permite que el patógeno se propague a través de diversos sistemas agrícolas.

Esto subraya la necesidad de estrategias de manejo integrales que consideren la capacidad del patógeno para infectar múltiples cultivos y ambientes.

DETECCIÓN DE LA ANTRACNOSIS

Los métodos tradicionales para detectar la antracnosis del mango se han basado principalmente en la observación de características morfológicas específicas del patógeno, como el crecimiento micelial, el tamaño de los conidios, el color de la colonia, la textura y la presencia o ausencia de setas (Freeman et al., 1998; Ashraful et al., 2017). Aunque estos métodos siguen siendo ampliamente utilizados, presentan limitaciones notables. Son procesos largos que requieren experiencia taxonómica especializada para identificar con precisión las especies de *Colletotrichum*. Además, distinguir entre las especies de *Colletotrichum* basándose únicamente en características morfológicas puede ser un desafío, ya que muchas especies presentan características superpuestas, lo que dificulta su diferenciación a nivel de especie (Weir et al., 2012). Asimismo, estas técnicas pueden ser menos efectivas para detectar al patógeno en sus primeras etapas de infección, donde los síntomas pueden ser sutiles o aún no visibles, lo que dificulta un manejo efectivo de la enfermedad.

En los últimos años, las técnicas moleculares se han convertido cada vez más en el método preferido para detectar especies de *Colletotrichum* y diagnosticar la antracnosis del mango. Las estrategias basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (Polymerase Chain Reaction, PCR) y la secuenciación de ADN han demostrado ser más precisas y confiables, permitiendo la detección del patógeno en diversas etapas de su ciclo de vida, incluso cuando está en una fase latente o asintomática (Kamle et al., 2013; Zakaria et al., 2015). Estos enfoques moleculares se basan en la identificación de marcadores genéticos específicos dentro del genoma del patógeno, ofreciendo un alto grado de sensibilidad y precisión, lo que es especialmente beneficioso para detectar infecciones que aún no muestran signos visibles en el fruto o la planta (Weir et al., 2012; Sharma et al., 2013; Pardo de la Hoz et al., 2016; Mo et al., 2018).

Además de los métodos moleculares, también se están explorando otras herramientas innovadoras de detección para mejorar el diagnóstico temprano y

facilitar la identificación rápida a nivel de campo. Un enfoque de este tipo es el análisis de imágenes asistido por cámara (Corkidi et al., 2006). Esta técnica emplea cámaras de alta resolución para capturar imágenes detalladas de las plantas y frutos de mango, analizando los patrones visuales asociados con los síntomas de la antracnosis, como las lesiones y la decoloración. Estas imágenes pueden ser procesadas mediante software especializado para detectar y cuantificar la extensión de la infección, incluso antes de que los síntomas sean visibles a simple vista. Más recientemente, la integración de la visión por computadora, el aprendizaje profundo y las metodologías de inteligencia artificial (IA) está ganando popularidad para analizar enfermedades fúngicas. Los algoritmos de IA se pueden entrenar para reconocer infecciones fúngicas mediante el análisis de grandes conjuntos de datos de imágenes e identificar cambios sutiles en la morfología de las plantas. Estos enfoques ofrecen un gran potencial para automatizar el proceso de detección y aumentar la velocidad y precisión del diagnóstico de la antracnosis. Ejemplos de diferentes enfoques utilizando estas tecnologías para analizar la antracnosis del mango incluyen Khan et al. (2019), Singh et al. (2019), Prabu et al. (2022), Ramírez et al. (2022), Velásquez et al. (2023) o Patiño et al. (2026). Aunque estos métodos modernos de detección son promisorios, persisten desafíos en cuanto a costos, escalabilidad e integración en las prácticas de diagnóstico a nivel de campo.

DAÑOS

La antracnosis puede dañar significativamente varias partes del árbol de mango, incluyendo frutos, hojas, panículas, pedúnculos, pecíolos, tallos y ramas. La extensión del daño está estrechamente vinculada con la etapa de infección y las condiciones ambientales predominantes, como la humedad, las precipitaciones y la temperatura.

Panículas

En las panículas, la antracnosis afecta tanto a las flores como al tallo de la inflorescencia (Fitzell and Peak, 1984; Arauz, 2000). Las panículas infectadas muestran flores necróticas que finalmente se desprenden, dejando los pedúnculos. Los pedicelos y pedúnculos desarrollan pequeñas manchas redondas y oscuras que pueden agrandarse y fusionarse en grandes parches

necróticos de color marrón oscuro. La enfermedad reduce significativamente la formación de frutos y la productividad general, ya que las flores afectadas no se desarrollan en frutos. En los tallos de las inflorescencias, aparecen lesiones alargadas de color gris oscuro a negro. Las flores afectadas se secan, cambiando de color, de marrón a negro (Fitzell and Peak, 1984; Arauz, 2000). En ambientes de alta humedad, especialmente durante períodos de lluvias prolongadas, pueden aparecer cuerpos fructíferos del hongo en los tejidos infectados de las panículas. Estas estructuras fúngicas pueden presentar colores que van del color salmón al naranja, lo que contribuye a una mayor dispersión del patógeno. La infección generalizada de las panículas, junto con el desprendimiento prematuro de las flores, es una de las principales causas de las pérdidas de productividad en plantaciones de mango afectadas por la antracnosis.

Hojas

En las hojas de mango, la antracnosis se manifiesta como manchas necróticas irregulares de color marrón oscuro, generalmente rodeadas por halos amarillentos, con bordes irregulares y redondeados, que a menudo se extienden más allá de las venas de las hojas. Estas lesiones generalmente tienen entre 0,5 y 1,0 cm de diámetro en las hojas maduras, pero pueden ser más grandes en las hojas jóvenes, que son más susceptibles. La infección afecta al haz y al envés de las hojas, y las lesiones a menudo se fusionan para formar grandes áreas necróticas, típicamente a lo largo de los bordes de la hoja (Fitzell and Peak, 1984; Arauz, 2000; Dofuor et al., 2023). Las hojas severamente infectadas pueden enrollarse sobre sí mismas. La enfermedad afecta principalmente a tejidos jóvenes, con conidios visibles en las lesiones en cualquier etapa de la infección. Las hojas más viejas y maduras generalmente muestran infecciones latentes, donde el patógeno permanece en estado de reposo hasta que el tejido comienza a senescer. Con el tiempo, aparecen grandes manchas necróticas, causando que la hoja se marchite, se seque y, finalmente, caiga. En casos de pérdida masiva de hojas, el árbol puede mostrar un aspecto desgarrado y deshilachado, afectando a la fotosíntesis y la salud general del árbol.

Frutos

Aunque los efectos de la antracnosis pueden ser severos en árboles en el

campo, es la principal causa de la podredumbre poscosecha de los frutos de mango y puede afectar gravemente a la calidad de los mismos. La enfermedad puede afectar tanto a frutos inmaduros como maduros; los frutos pequeños e inmaduros pueden infectarse y detener su desarrollo, mientras que los frutos más grandes pueden momificarse. Estos frutos momificados pueden ser posteriormente invadidos saprofiticamente por el hongo, que esporula abundantemente sobre ellos, sirviendo como fuente secundaria de inóculo (Arauz, 2000; Dofuor et al., 2023). En los frutos maduros, es común la presencia de lesiones negras con bordes indefinidos, a menudo mayores de 2 cm de diámetro (Arauz, 2000; Dofuor et al., 2023). La incidencia de la antracnosis es casi del 100% en los mangos producidos en regiones con alta humedad y lluvias intensas, donde las condiciones son óptimas para el desarrollo del hongo. Las temperaturas en el rango de 20°C a 30°C favorecen la infección, aunque existe una considerable variación en los requisitos de temperatura óptima para la germinación de los conidios y la formación de apresorios entre diferentes aislados del hongo provenientes de distintas localidades (Arauz, 2000). En las etapas iniciales de la infección, las lesiones de antracnosis generalmente se limitan a la piel, pero a medida que el fruto madura, el patógeno puede invadir la pulpa, causando una mayor degradación del fruto. En la cosecha, muchos frutos contienen infecciones latentes, donde el patógeno está presente con apresorios adheridos a las células epiteliales del fruto, incluso si las hifas infectivas todavía no han penetrado en su interior. En los frutos inmaduros, el desarrollo del hongo está inhibido por metabolitos fungicidas endógenos producidos por el propio fruto. A medida que el fruto comienza a madurar, estos compuestos fungicidas desaparecen y el patógeno continúa colonizando el fruto. Las estructuras infecciosas del patógeno se encuentran sobre o muy cerca de la superficie del fruto durante la fase latente del ciclo de infección. En los frutos cosechados, las lesiones de la antracnosis aparecen como manchas redondas de color marrón a negro con bordes indefinidos en la superficie del fruto (Arauz, 2000). Estas lesiones pueden variar en tamaño y fusionarse para cubrir grandes áreas de la superficie del fruto, generalmente restringidas a la piel. Sin embargo, en casos severos, el hongo puede invadir la pulpa (Arauz, 2000), lo que lleva a una mayor descomposición del fruto. En las etapas avanzadas de la infección, el

hongo produce acérvulos, y aparecen masas abundantes de conidios de color naranja a rosa salmón en las lesiones (Arauz, 2000).

Por tanto, en los frutos inmaduros y tejidos jóvenes, las esporas del hongo germinan y penetran tanto la cutícula como la epidermis, extendiéndose a través de las capas de tejido. En cambio, en los frutos maduros, las infecciones penetran la cutícula pero permanecen inactivas, activándose cuando comienza la maduración de los frutos.

CONTROL DE LA ENFERMEDAD

El control efectivo de la antracnosis es crucial para el éxito de la producción de mango, especialmente en regiones caracterizadas por climas cálidos y húmedos. Para controlar la enfermedad, es esencial el desarrollo de un enfoque holístico integrado que combine múltiples estrategias, desde la planificación y el diseño de la plantación huerto hasta la gestión poscosecha. Siempre se deberían priorizar las medidas preventivas, ya que pueden reducir significativamente la necesidad de intervenciones curativas, que generalmente son más costosas y menos sostenibles. Estas estrategias preventivas han ganado importancia en los últimos años, con el objetivo de hacer la producción de mango más rentable y ambientalmente sostenible.

Estrategias antes de la plantación en campo

La primera línea de defensa contra la antracnosis comienza antes de la plantación en campo. Las condiciones de alta densidad de plantas y alta humedad en los viveros son particularmente problemáticas, ya que suelen llevar a un daño significativo en las hojas jóvenes. Si se realiza la plantación con plantas infectadas, plantaciones enteras pueden ser destruidas por la enfermedad. Para combatir este problema, el primer paso en un plan adecuado de lucha contra este patógeno, especialmente en áreas con alta presión de enfermedad, es seleccionar un sitio adecuado para la plantación y elegir variedades de mango menos susceptibles a la enfermedad.

Los factores clave en la selección del sitio para la plantación incluyen suelos bien drenados, abundante luz solar y buena circulación del aire. Idealmente, los

huertos deben ubicarse en áreas con una época seca bien definida, especialmente desde la floración hasta la cosecha de frutos, ya que esto reduce el riesgo de enfermedad durante las etapas cruciales del desarrollo del fruto. En regiones con alto riesgo de enfermedad, es conveniente evitar áreas que experimenten lluvias frecuentes durante la floración y la formación del fruto para ayudar a minimizar la propagación del patógeno. En algunos casos, el cultivo intercalado de mango con otros cultivos de árboles frutales que no son huéspedes de la antracnosis podría ser una opción interesante.

Aunque los cultivares comerciales de mango son susceptibles a la antracnosis, varios estudios en diversas regiones productoras han demostrado que hay diferencias entre variedades en el grado de susceptibilidad a la enfermedad (Vitale et al., 2020; Gong et al., 2013; Karunanayake et al., 2014; Supriya et al., 2020; Grice et al., 2022), aunque incluso las variedades más resistentes necesitan la aplicación de métodos de control de la enfermedad en condiciones húmedas tropicales. Algunas variedades conocidas con tolerancia o resistencia parcial incluyen Zill, Rapoza, Fairchild, Palmer, Carrie y Kensington Pride (Grice et al., 2022; Dofuor et al., 2023); sin embargo, los resultados no siempre son consistentes entre distintos países y, con frecuencia, variedades que muestran un buen comportamiento en condiciones naturales de campo desarrollan síntomas cuando son inoculadas artificialmente (Grice et al., 2022). En cualquier caso, esta variabilidad significa que la resistencia natural a la enfermedad puede usarse como una herramienta de control contra la antracnosis (Gong et al., 2013), y, por lo tanto, la selección de variedades de mango adecuadas puede facilitar la producción de mango con menos incidencias de antracnosis, lo que resulta en un aumento del rendimiento y una mejor calidad de los frutos (Dofuor et al., 2023). De hecho, la selección de progenies de mango para la resistencia a la antracnosis es un objetivo en los programas de mejoramiento genético de este cultivo (Bally et al., 2010).

El uso de marcadores moleculares ligados a la resistencia puede acelerar los programas de mejora orientados al desarrollo de variedades de mango más resistentes a la antracnosis. Un ejemplo de ello es la identificación de un marcador de polimorfismo de nucleótido simple (SNP) ligado al gen β -1,3-glucanasa 2 (β -1,3-GLU2), relacionado con la defensa frente a la enfermedad

(Felipe et al., 2022). Además, el desarrollo de estrategias ómicas proporcionará nueva información sobre los genes de resistencia que podrían utilizarse para acelerar los programas de mejoramiento genético (Gómez-Ollé, et al., 2023). Algunos resultados prometedores se han descrito utilizando tecnologías de secuenciación de próxima generación de alto rendimiento para desarrollar datos transcriptómicos tanto en frutas de mango pre-cosecha (Sudheeran et al., 2021) como post-cosecha (Hong et al., 2016) contra *C. gloeosporioides*.

Se ha demostrado que la menor susceptibilidad a la antracnosis de algunas variedades de mango se debe a la presencia de compuestos antifúngicos como resorcinoles (Hassan et al., 2007; Karunanayake et al., 2011; 2014), presentes principalmente en frutos no maduros. Por ejemplo, Supriya et al. (2020) observaron en 'Kensington Pride' una mayor concentración de 5-n-pentadecil resorcinol en los extractos de la piel del fruto en comparación con variedades más susceptibles como 'Badami' y 'Raspuri'. Otras sustancias también pueden estar involucradas en el control de la enfermedad. Ejemplos incluyen el peróxido de hidrógeno, la lignina o compuestos fenólicos que se han reportado en frutos de 'Keitt' durante el desarrollo y almacenamiento, en comparación con los de 'Zill', que es más susceptible a la enfermedad (Gong et al., 2013). Otros ejemplos son los galotaninos, β -glucanasas y las quitinasas presentes en la piel y el látex del fruto de mango (Karunanayake et al., 2011; Jiménez-Maldonado et al., 2024).

Técnicas culturales

Las prácticas de manejo cultural son fundamentales para controlar la antracnosis en mango. Dado que la humedad favorece el desarrollo de la enfermedad, las plantaciones deben establecerse preferentemente en áreas que presenten una temporada seca bien definida para que el desarrollo del fruto tenga lugar en las condiciones menos favorables para el desarrollo de la enfermedad (Arauz, 2000). Las principales estrategias clave que deben incluirse en este programa de manejo del cultivo son:

- **Espaciado de los árboles.** El espaciado adecuado de los árboles es crucial para evitar la alta densidad de plantas, lo que puede llevar a una mala circulación del aire y penetración de la luz solar. Esto ayuda a reducir

la humedad alrededor de los árboles y previene condiciones favorables para el crecimiento de hongos.

- **Poda.** La poda regular y adecuada es necesaria para mantener la salud de los árboles de mango. Los árboles mal podados pueden tener una vegetación densa que inhibe la penetración de luz, reduciendo el desarrollo de nuevas hojas y aumentando la humedad relativa, todo lo cual crea condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (Asrey et al., 2013). Idealmente, la poda debe realizarse durante la época seca, cuando es menos probable que el hongo causante de la antracnosis infecte las heridas de la poda.
- **Manejo de la floración.** En regiones tropicales estacionales, una estrategia puede incluir el manejo de la floración con el objetivo de que el desarrollo de frutos ocurra durante el período más seco (Arauz, 2000). Esto es más difícil de conseguir en las regiones subtropicales, donde el principal estímulo para la floración en el mango son las bajas temperaturas durante los meses de invierno.
- **Manejo del agua y nutrientes.** Un manejo eficiente del riego y una fertilización balanceada son esenciales para mantener los árboles sanos. El riego excesivo o las prácticas de riego inadecuadas pueden aumentar la susceptibilidad del árbol a la antracnosis, mientras que las deficiencias de nutrientes pueden debilitar las defensas naturales de la planta.
- **Medidas sanitarias en el campo.** El monitoreo regular para detectar signos tempranos de antracnosis y la eliminación temprana del material vegetal infectado (como hojas, ramas, frutos y panículas) puede ayudar a reducir la propagación de la enfermedad. En algunos casos, cuando el valor del mercado del fruto es alto, el embolsado individual de los frutos podría ser una opción viable para protegerlos de la enfermedad (Arauz, 2000; Senghor et al., 2007), aunque puede afectar al desarrollo del color rojo del fruto en algunas variedades, lo que puede afectar al interés de los consumidores en algunos mercados (Hofman et al., 1997).
- **Sistemas de pronóstico.** Se han desarrollado diferentes modelos de pronóstico de la antracnosis para programar las aplicaciones de

fungicidas con el objetivo de reducir el número de aplicaciones, permitiendo a los productores aplicar las medidas de control adecuadas en el momento correcto (Fitzell et al., 1984; Dodd et al., 1991; Estrada et al., 1996). Sin embargo, se debe tener cautela al usar un modelo en una región diferente de aquella en la que fue desarrollado (Akem, 2006).

Control químico

El control químico ha sido tradicionalmente el método más común para gestionar la antracnosis en mango, especialmente en ambientes húmedos donde la presión de la enfermedad es alta. Aunque algunos cultivares de mango pueden exhibir resistencia parcial, los tratamientos con fungicidas son a menudo necesarios para controlar la enfermedad (Lim y Khoo, 1985; Jefferies et al., 1990). Sin embargo, el uso de fungicidas está limitado por la baja cantidad de productos efectivos disponibles y por las regulaciones presentes en los países productores e importadores. Por lo tanto, la elección de los fungicidas depende tanto de las regulaciones locales como de los destinos finales de los frutos. Los tratamientos deben tener en cuenta que los Límites Máximos de Residuos (LMR) estén por debajo de los límites establecidos por los países importadores. En el caso de los EE.UU., todos los mangos comercializados en el país deben cumplir con todas las regulaciones agrícolas aplicables, incluida la Ley de Protección de Plantas, que otorga a los Servicios de Inspección y Sanidad Animal y Vegetal del USDA (APHIS) la autoridad para inspeccionar los frutos y vegetales importados. Además, la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA) regula el uso de pesticidas, fungicidas y otros productos químicos que puedan utilizarse en la producción de mangos comercializados en el país. En consecuencia, los mangos importados cultivados fuera de los EE.UU. deben cumplir tanto con las regulaciones de sus países de producción como con las de los EE.UU. Además, el uso prolongado de tratamientos químicos puede resultar en el desarrollo de genotipos resistentes del patógeno, que pueden persistir durante varios años después de que se suspenda el uso de los productos (Sanders et al., 2000).

Los fungicidas no sistémicos como los ditiocarbamatos (mancozeb, maneb, zineb), captán o compuestos a base de cobre se usan ampliamente para controlar la antracnosis. En general, los fungicidas a base de cobre son los más utilizados, aunque a menudo presentan baja eficacia (Arauz, 2000), y

generalmente se aplican en conjunto o alternados con otros fungicidas, especialmente si la presión de la enfermedad es alta (Thind y Hollomon, 2018). Los ditiocarbamatos también son muy populares y muestran un buen control de la enfermedad, pero en presencia de agua se transforman fácilmente en etilenditiourea (Downing, 2000), un carcinógeno relacionado con diversos problemas de salud humana (Mutic et al., 2017; van Wendel de Joode et al., 2016; Mora et al., 2018). Otros fungicidas de contacto que muestran alta eficacia contra esta enfermedad, como el clorotalonil, también pueden causar efectos fitotóxicos. En este tipo de programas preventivos, la frecuencia de aplicación, clave para la efectividad de las intervenciones, puede variar según la etapa fenológica del cultivo (Sardrood y Goltapeh, 2018), la presión de la enfermedad (Thind y Hollomon, 2018) o las condiciones climáticas (Akem, 2006).

Aunque el número de fungicidas sistémicos disponibles es escaso, también se pueden incluir en los programas de aplicación programada contra la antracnosis en mango; de hecho, la mayoría de ellos se describen como fungicidas con efectos tanto preventivos como curativos. Los benzimidazoles, imidazoles y estrobilurinas son los principales grupos disponibles. Los benzimidazoles (como benomil y carbendazim) se han utilizado ampliamente debido a su excelente control de la antracnosis hasta que aparecieron indicaciones de que el patógeno desarrollaba resistencia (Akem, 2006). Los imidazoles, como el prochloraz y el imazalil, son moderadamente efectivos contra esta enfermedad con tratamientos antes y después de la recolección, respectivamente. Las estrobilurinas también son efectivas contra la antracnosis y otras enfermedades postcosecha, pero deberían limitarse a no más de tres aplicaciones por temporada para evitar la aparición de resistencias, preferiblemente alternándolas o combinándolas con fungicidas con un modo de acción diferente (Brent y Hollomon, 2007).

El uso excesivo de fungicidas químicos ha dado lugar al desarrollo de cepas resistentes del patógeno, que pueden persistir incluso después de que los fungicidas ya no se utilicen (Torres-Calzada et al., 2015). Por lo tanto, es esencial rotar los fungicidas con diferentes modos de acción y utilizarlos en combinación con otros métodos de control para minimizar el riesgo de resistencia.

Control biológico

Los métodos de control biológico se están estableciendo como una alternativa sostenible o complemento de los fungicidas químicos para controlar la antracnosis del mango (Choudhary et al., 2025). El uso de consorcios microbianos basados en bacterias, hongos y levaduras que protegen a los árboles de mango de patógenos es un enfoque emergente que se centra en mejorar la salud y la resistencia de las plantas sin depender de productos químicos (Peralta Ruiz et al., 2023). Ejemplos incluyen algunas especies de levaduras, como *Debaryomyces nepalensis* (Luo et al., 2015), *Metschnikowia pulcherrima* (Tian et al., 2018; Shao et al., 2019), *Meyerozyma caribbica* (Bautista-Rosales et al., 2013; Aguirre-Güitrón et al., 2022) o *Meyerozyma guilliermondii* (López-Cruz et al., 2024).

Los hongos como *Cryptococcus laurentii* (Bautista-Rosales et al., 2014), *Papiliotrema aspenensis* (Konsue et al., 2020), *Rhodotorula minuta* (Patiño-Vera et al., 2005) o varias especies de *Trichoderma* (de los Santos-Villalobos et al., 2013; Alvinida, 2018) también han mostrado resultados prometedores. Todos estos hongos muestran diferentes mecanismos antagonistas de acción contra los agentes causales de la antracnosis del mango, tales como competencia por espacio y nutrientes, producción de enzimas hidrolíticas, parasitismo o formación de biopelículas.

Además de los hongos, varios trabajos también han demostrado que los tratamientos poscosecha con bacterias antagonistas, particularmente especies del género *Bacillus*, muestran buenos resultados. Ejemplos incluyen *Bacillus subtilis* (Senghor et al., 2007), *Bacillus licheniformis* (Silimela y Korsten, 2007), *Bacillus pumilus* (Zheng et al., 2013), *Bacillus amyloliquefaciens* (Alvinda y Acda, 2014; Liang et al., 2022), *Bacillus velezensis* (Reyes-Estebanez et al., 2020), *Bacillus siamensis* (Jiang et al., 2022) o *Bacillus thuringiensis* (Zheng et al., 2013). Otras bacterias que han mostrado resultados prometedores en el control de la antracnosis en los frutos de mango pertenecen a los géneros *Streptomyces*, conocidos por secretar un diverso repertorio de metabolitos secundarios y enzimas extracelulares (Evangelista-Martínez et al., 2022; Cheng et al., 2023), *Pseudomonas*, como *Pseudomonas putida* (Archana et al., 2021;

Janamatti et al., 2022) o *Stenotrophomonas*, como la bacteria marina *Stenotrophomonas rhizophila* (Reyes-Pérez et al., 2019).

Control poscosecha

Además del control convencional poscosecha de la antracnosis mediante fungicidas sintéticos típicamente aplicados a través de tratamientos de inmersión, el tratamiento con agua caliente es una práctica ampliamente utilizada en los protocolos de cuarentena para mangos, para prevenir la dispersión de plagas y enfermedades, incluido el patógeno que causa la antracnosis. Las temperaturas óptimas para la infección oscilan entre 20°C y 30°C (68°F a 86°F), aunque varían según la cepa específica del patógeno (Aruaz, 2000). Sin embargo, el desarrollo del patógeno se inhibe o previene a temperaturas fuera de este rango. Así, el desarrollo de los agentes causales de la antracnosis del mango es sensible a las altas temperaturas (>30°C/86°F). Sin embargo, mientras que las altas temperaturas pueden ser letales para el patógeno, también pueden causar daños en la superficie del fruto de mango, como lenticelas hundidas, escaldado superficial, capas de almidón en la pulpa, hombros hundidos y formación de cavidades internas.

El tratamiento de cuarentena con agua caliente, que implica mantener una temperatura constante de 46.1°C (115°F), proporciona solo un control parcial de la antracnosis del mango, particularmente cuando los niveles de infección son bajos (McGuire, 1991). Sin embargo, este tratamiento a menudo es insuficiente para controlar completamente la enfermedad en condiciones de alta presión de infección. En consecuencia, se han explorado varios tratamientos alternativos o complementarios poscosecha para mejorar el control de la enfermedad. Algunos de ellos incluyen el uso de diversos recubrimientos. Así, se han reportado resultados prometedores con la aplicación de ácido propiónico combinado con cera de abejas-carnauba (Thinn y Kunasakdakul, 2013), metilcelulosa hidroxipropílica y cera de abejas (Sousa et al., 2021), así como con recubrimientos a base de quitosano (de Oliveira et al., 2017; Limon et al., 2021; Li et al., 2024) o nanopartículas de cobre (Nguyen et al., 2020). Además, los aceites esenciales de plantas, como los derivados de *Mentha piperita* (de Oliveira

et al., 2017) y otros extractos de plantas, han mostrado actividad antifúngica contra *Colletotrichum* spp. en frutos de mango (Imtiaj et al., 2005; Dahn et al., 2021; Khan et al., 2021; Alwindia y Mangoba, 2022; Choudhary et al., 2025; Worku et al., 2025), así como compuestos volátiles como el trisulfuro de dimetilo (DMTS) (Tang et al., 2019, 2024), óxido nítrico (NO) (Hu et al., 2014; Ren et al., 2020), 1-metilciclopropeno (1-MCP) (Xu et al., 2017) o fenilalanina (Patel et al., 2023).

Las tecnologías emergentes no químicas, como el plasma atmosférico no térmico (NTP) y el agua activada por plasma (PAW), también han mostrado un potencial significativo como tratamientos innovadores poscosecha para reducir la gravedad de la antracnosis, minimizando el daño térmico al fruto (Boonmee et al., 2026). Además, la elicitación de mecanismos de defensa en los frutos tras la aplicación de agentes biológicos, químicos y físicos exógenos se está convirtiendo en un enfoque prometedor para controlar la antracnosis del mango y otras enfermedades poscosecha. Ejemplos incluyen el aminoácido no proteico β -aminobutírico (BABA) (Zhang et al., 2013), el ácido salicílico (He et al., 2016), la putrescina (Song et al., 2023) o la melatonina (Lu et al., 2025). Algunos resultados promisorios se han obtenido utilizando irradiación de frutos para controlar la antracnosis, aunque los resultados parecen mejores cuando se combina con otros tratamientos (Sultana et al., 2021).

INVESTIGACIÓN Y DIRECCIONES FUTURAS

Los esfuerzos de investigación en curso son fundamentales para avanzar en la comprensión de la antracnosis del mango y desarrollar estrategias de manejo más efectivas y sostenibles. A medida que aumenta la demanda mundial de mangos y se intensifica el impacto del cambio climático, estas innovaciones son esenciales para garantizar la productividad a largo plazo de las plantaciones y la calidad del fruto. La investigación actual se centra en varias áreas clave:

- **Resistencia genética:** Una de las direcciones más prometedoras en el manejo de la antracnosis es el desarrollo de variedades de mango con resistencia inherente a la enfermedad. Los estudios genéticos en curso tienen como objetivo desentrañar aún más las vías moleculares

involucradas en la resistencia a la antracnosis, proporcionando una comprensión más profunda de la interacción huésped-patógeno y permitiendo a los mejoradores desarrollar variedades de mango más resilientes. Los investigadores están explorando tanto los métodos tradicionales de mejora genética como las tecnologías genéticas avanzadas para lograr este objetivo. Entre ellas, el uso de herramientas genéticas de vanguardia, como la edición génica CRISPR/Cas9, tiene un gran potencial para acelerar el desarrollo de cultivares de mango resistentes a la antracnosis. Los avances recientes en la secuenciación del genoma proporcionarán nueva información sobre los genes de resistencia que podrían usarse para acelerar los programas de mejora (Gómez-Ollé et al., 2023). Al dirigirse y modificar específicamente los genes involucrados en la respuesta inmune del mango, los investigadores pretenden mejorar las defensas naturales de la planta contra los patógenos.

- **Métodos mejorados de control biológico:** A medida que los impactos ambientales negativos de los fungicidas químicos se hacen más evidentes, los investigadores se centran cada vez más en desarrollar estrategias de control biológico más efectivas para manejar la antracnosis en los huertos de mango. Los agentes de control biológico, como hongos, bacterias y levaduras beneficiosas, que pueden suprimir naturalmente el crecimiento de los patógenos, ofrecen una alternativa ambientalmente más sostenible a los tratamientos químicos.

- **Estrategias de adaptación al clima:** Con los efectos continuos del cambio climático, los patrones de lluvia y las temperaturas se están volviendo más erráticos, lo que plantea desafíos adicionales para la producción de mango. La investigación ahora se centra en desarrollar cultivares de mango mejor adaptados a estas condiciones ambientales cambiantes.

- **Mejora del diagnóstico y detección temprana:** Los avances en las herramientas de diagnóstico son esenciales para mejorar la detección temprana de la antracnosis y permitir intervenciones más dirigidas. Si bien las técnicas moleculares como la PCR y la secuenciación de ADN han

mejorado en gran medida la precisión del diagnóstico, se necesita más investigación para desarrollar herramientas de diagnóstico rápidas, rentables y fáciles de usar para los productores de mango. Estas herramientas podrían integrarse potencialmente en kits de diagnóstico basados en el campo que permitan a los agricultores identificar y gestionar los brotes de antracnosis antes de que causen daños significativos. También se están explorando tecnologías emergentes, como visión por computadora, aprendizaje automático y análisis remoto, por su potencial en la monitorización y predicción de brotes de enfermedades. Al combinar datos de pronósticos meteorológicos, sistemas de monitoreo de cultivos y métodos de detección de patógenos, los investigadores están trabajando en plataformas integradas que puedan proporcionar predicciones en tiempo real sobre enfermedades y guiar las prácticas de manejo.

La antracnosis del mango sigue siendo uno de los desafíos más significativos para la producción de mangos, afectando gravemente tanto la calidad como la productividad del cultivo. Sin embargo, el futuro del manejo de esta enfermedad se ve prometedor con el desarrollo y la aplicación continua de estrategias de manejo integradas. Al combinar prácticas culturales, tratamientos químicos, medidas avanzadas de control biológico y aprovechar los avances en la investigación de cultivares resistentes y soluciones de control biológico, existe la esperanza de reducir el impacto de esta enfermedad en la producción mundial de mango.

A medida que la investigación sobre la antracnosis del mango siga avanzando, se volverá más factible el desarrollo de soluciones de manejo sostenible. Se espera que la integración de la resistencia genética, técnicas avanzadas de control biológico y estrategias adaptativas al clima sea la piedra angular de los enfoques futuros para el manejo de enfermedades. Estos métodos no solo minimizarán la dependencia de los fungicidas químicos, sino que también contribuirán a prácticas agrícolas más sostenibles con el medio ambiente.

La colaboración entre mejoradores, fitopatólogos, científicos del clima y biotecnólogos será crucial para impulsar estas innovaciones. Este esfuerzo colectivo garantizará que la producción de mango siga siendo viable y adaptable frente a las cambiantes condiciones climáticas globales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Güitrón, L., M. Calderón-Santoyo, J.M. Lagarón, C. Prieto, J.A. Ragazzo-Sánchez (2022) Formulation of the biological control yeast *Meyerozyma caribbica* by electrospraying process: effect on postharvest control of anthracnose in mango (*Mangifera indica* L.) and papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 102: 696-706. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11400>.
- Akem, C.N. (2006) Mango anthracnose disease: present status and future research priorities. *Plant Pathology Journal* 5: 266-273. <https://doi.org/10.3923/ppj.2006.266.273>.
- Alvinda, D.G. (2018) The antagonistic action of *Trichoderma harzianum* strain DGA01 against anthracnose-causing pathogen in mango cv. 'Carabao'. *Biocontrol Science and Technology* 28(6): 591-602. <https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1468998>.
- Alvinda, D.G., M.A. Acda (2015) The antagonistic effect and mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* DGA14 against anthracnose in mango cv. 'Carabao.' *Biocontrol Science and Technology*, 25(5): 560-572. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.996738>.
- Alvinda, D.d., M.A.A. Mangoba (2022) Fungitoxic activities of *Citrus limon* L. peel extracts in controlling anthracnose of mango. *Journal of Plant Pathology* 104: 939-945. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01080-8>.
- Arauz, L.F. (2000) Mango anthracnose: economic impact and current options for integrated management. *Plant Disease* 84:600-611. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.6.600>.
- Archana, T.J., R. Gogoi, C. Kaur, E. Varghese, R.R. Sharma, M. Srivastav, M. Tomar, M. Kumar, A. Kumar (2021) Bacterial volatile mediated suppression of postharvest anthracnose and quality enhancement in mango. *Postharvest Biology and Technology* 177: 111525. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111525>.
- Ashraful, A., K.A. Sanjoy, A. Mahtalat (2017). Morphological characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* identified from anthracnose of *Mangifera indica* L. *Asian Journal of Plant Pathology* 11: 102-117. <https://doi.org/10.3923/ajppaj.2017.102.117>.
- Asrey, R., V.B. Patel, K. Barman, R.K. Pal (2013) Pruning affects fruit yield and postharvest quality in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. *Fruits*: 68: 367-380. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013082>.
- Bautista-Rosales, P.U., M. Calderon-Santoyo, R. Servín-Villegas, N.A. Ochoa-Álvarez, J.A. Ragazzo-Sánchez (2013) Action mechanisms of the yeast *Meyerozyma caribbica* for the control of the phytopathogen *Colletotrichum gloeosporioides* in mangoes. *Biological Control* 65: 293-301. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.03.010>.
- Bautista-Rosales, P.U., M. Calderon-Santoyo, R. Servín-Villegas, N.A. Ochoa-Alvarez, R. Velazquez-Juarez, J.A. Ragazzo-Sanchez (2014) Biocontrol action mechanisms of *Cryptococcus laurentii* on *Colletotrichum gloeosporioides* of mango. *Crop Protection* 65: 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.07.019>.
- Boonmee, T., T. Disayathanoowat, L. Wongthaveethong, S. Nakpla, C. Sinpoo, K. Panngom, V. Chaimanee (2026) Antifungal activity of non-thermal atmospheric pressure plasma against postharvest mango anthracnose, *Colletotrichum siamense*. *Postharvest Biology and Technology*, 232: 113994. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2025.113994>.

Brent K.J., D.W. Hollomon (2007): Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can it be Managed? FRAC Monograph 1. 2nd Ed. Brussels, CropLife International, Brussels: 55.

Cheng, Y.J., F.W. Lee, Y.S. Tsai, Y.C. Kuan (2023) Tanespimycin and rapamycin exhibit antifungal activity against *Colletotrichum gloeosporioides* and enhance mango resistance to anthracnose via differentially modulating heat shock response. *Postharvest Biology and Technology* 204: 112474. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112474>.

Choudhary, H., V. Dhar, P. Dave, S. Pareek (2025) Postharvest anthracnose disease in mango (*Mangifera indica* L.) fruit: Sustainable alternatives for the control. *Crop Science* 65: e70064. <https://doi.org/10.1002/csc2.70064>.

Corkidi, G., K.A. Balderas-Ruíz, B. Taboada, L. Serrano-Carreón, E. Galindo (2006) Assessing mango anthracnose using a new three-dimensional image-analysis technique to quantify lesions on fruit. *Plant Pathology* 55: 250-257. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01321.x>.

Danh, L.T., B.T. Giao, C.T. Duong, N.T.T. Nga, D.T.K. Tien, N.T. Tuan, B.T.C. Huong, T.C. Nhan, D.T.X. Trang (2021) Use of essential oils for the control of anthracnose disease caused by *Colletotrichum acutatum* on post-harvest mangoes of Cat Hoa Loc variety. *Membranes* 11: 719. <https://doi.org/10.3390/membranes11090719>.

Dodd, J.C., A.B. Estrada, J. Matcham, P. Jeffries, M.J. Jeger (1991) The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. *Plant Pathology* 40: 568-575. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1991.tb02421.x>.

Dofuor, A.K., N.K. Quartey, A.F. Osabutey, A.K. Antwi-Agyakwa, K. Asante, B.O. Boateng, F.K. Ablormeti, H. Lutuf, J. Osei-Owusu, J.H.N. Osei, W. Ekloh, S.K. Loh, J.O. Honger, O.F. Aidoo, K.D. Ninsin (2023) Mango anthracnose disease: the current situation and direction for future research. *Frontiers in Microbiology* 24;14:1168203. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1168203>.

Estrada, A.B., P. Jeffries, J.C. Dodd (1996) Field evaluation of a predictive model to control anthracnose disease of mango in the Philippines. *Plant Pathology* 45: 294-301. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1996.d01-110.x>.

Evangelista-Martínez, Z., A. Ek-Cen, C. Torres-Calzada, A. Uc-Vázquez (2022). Potential of *Streptomyces* sp. strain AGS-58 in controlling anthracnose-causing *Colletotrichum siamense* from post-harvest mango fruits. *Journal of Plant Pathology* 104: 553-563. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01104-3>.

Felipe, J.E.L., J.A.P. Lachica, F.M. Dela Cueva, N.R. Laurel, C.E. Alcasid, M.L.J. Sison L.D.C. Valencia, E.T.M. Ocampo (2022) Validation and molecular analysis of β -1,3-GLU2 SNP marker associated with resistance to *Colletotrichum gloeosporioides* in mango (*Mangifera indica* L.). *Physiological and Molecular Plant Pathology* 118: 101804. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101804>

Fitzell, R.D., C.M. Peak (1984) The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. *Annals of Applied Biology* 104, 53-59. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1984.tb05586.x>.

- Fitzell, R.D., C.M. Peak, R.E. Darnell (1984) A model for estimating infection levels of anthracnose disease of mango. *Annals of Applied Biology* 104: 451-458. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1984.tb03027.x>.
- Freeman, S., E. Shabi (1996) Cross-infection of subtropical and temperate fruits by *Colletotrichum* species from various hosts. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 49:395-404. <https://doi.org/10.1006/pmpp.1996.0062>.
- Freeman, S., T. Katan, E. Shabi (1998) Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. *Plant Disease* 82: 596-605 <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.6.596>.
- Freeman, S., D. Minz, E. Jurkevitch, M. Maymon, E. Shabi (2000) Molecular analyses of *Colletotrichum* species from almond and other fruits. *Phytopathology* 90: 608-614. <https://doi.org/10.1094/PHTO.2000.90.6.608>.
- Gómez-Ollé, A., A., Bullones, J.I. Hormaza, L.A. Mueller, N. Fernandez-Pozo (2023) MangoBase: A genomics portal and gene expression atlas for *Mangifera indica*. *Plants* 12(6): 1273. <https://doi.org/10.3390/plants12061273>.
- Gong, D.Q., S.J. Zhu, H. Gu, L.B. Zhang, K.Q. Hong, J.H. Xie (2013). Disease resistance of 'Zill' and 'Keitt' mango fruit to anthracnose in relation to defence enzyme activities and the content of anti-fungal substances. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 88: 243-250. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512962>.
- Grice K.R.E., I.S.E. Bally, C.L. Wright, C. Maddox, A. Ali, N.L. Dillon (2022). Mango germplasm screening for the identification of sources of tolerance to anthracnose. *Australasian Plant Pathology* 52: 27-41. <https://doi.org/10.1007/s13313-022-00899-0>
- Hassan, M.K., E.K. Dann, D.E. Irving, L.M. Coates (2007) Concentrations of constitutive alk(en)ylresorcinols in peel of commercial mango varieties and resistance to postharvest anthracnose. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 71: 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2007.12.005>.
- He, J., Y. Ren, C. Chen, J. Liu, H. Liu, Y. Pei (2016) Defense responses of salicylic acid in mango fruit against postharvest anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and its possible mechanism. *Journal of Food Safety* 37: e12294. <https://doi.org/10.1111/jfs.12294>.
- Hofman, P.J., L.G. Smith, D.C: Joyce, G.I. Johnson, G.F. Meiburg (1997) Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biology and Technology* 12: 83-91. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00039-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00039-2).
- Hong, K., D. Gong, L. Zhang, H. Hu, Z. Jia, H. Gu, K. Song (2016) Transcriptome characterization and expression profiles of the related defense genes in postharvest mango fruit against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Gene* 576: 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.10.041>.
- Hu, M., D. Yang, D.J. Huber, Y. Jiang, M. Li, Z. Gao, Z. Zhang (2014) Reduction of postharvest anthracnose and enhancement of disease resistance in ripening mango fruit by nitric oxide treatment. *Postharvest Biology and Technology* 97: 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.013>.
- Imtiaj, A., S.A. Rahman, S. Alam, R. Parvin, K.M. Farhana, S-B. Kim, T-S. Lee (2005) Effect of fungicides and plant extracts on the conidial germination of *Colletotrichum*

gloeosporioides causing mango anthracnose. *Mycobiology* 33(4): 200-205. <https://doi.org/10.4489/MYCO.2005.33.4.200>.

Ismail, A.M., G. Cirvilleri, T. Yaseen, F. Epifani, G. Perrone, G. Polizzi (2015) Characterisation of *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of mango in Italy. *Journal of Plant Pathology* 97: 161-171.

Janamatti, A.T., A. Kumar, C. Kaur, R. Gogoi, E. Varghese, S. Kumar (2022). Fumigation by bacterial volatile 2, 5-dimethylpyrazine enhances anthracnose resistance and shelf life of mango. *European Journal of Plant Pathology* 164: 209–227. <https://doi.org/10.1007/s10658-022-02551-5>.

Jeffries, P., J.C. Dodd, M.J. Jeger, R.A. Plumbey (1990) The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. *Plant Pathology* 39: 343-366. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1990.tb02512.x>.

Jiang, Z., R. Li, Y. Tang, Z. Cheng, M. Qian, W. Li, Y. Shao (2022) Transcriptome analysis reveals the inducing effect of *Bacillus siamensis* on disease resistance in postharvest mango fruit. *Foods* 11: 107. <https://doi.org/10.3390/foods11010107>.

Jiménez-Maldonado, M.I., M.A. Islas-Osuna, J. León-Félix, J.M. Tovar-Pedraza, M.D. Muy-Rangel (2024) Glucanases and chitinases in *Mangifera indica*: Identification, classification, phylogeny, and expression analysis of defense genes against *Colletotrichum* spp. *Molecules* 29: 3556. <https://doi.org/10.3390/molecules29153556>.

Kamle, M., B.K. Pandey, P. Kumar, M. Kumar (2013). A species-specific PCR based assay for rapid detection of mango anthracnose pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. And Sacc. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* 4:184. <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000184>.

Karunanayake C.L., N.K.B. Adikaram, B.M.M. Kumarihamy, B.M. Ratnayake Bandara, C. Abayasekara (2011) Role of antifungal gallotannins, resorcinols and chitinases in the constitutive defence of immature mango (*Mangifera indica* L.) against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Journal of Phytopathology* 159: 657-664. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2011.01818.x>.

Karunanayake, L.C., G.D. Sinniah, N.K.B. Adikaram, C.L. Abayasekara (2014) Cultivar differences in antifungal activity and the resistance to postharvest anthracnose and stem-end rot in mango (*Mangifera indica* L.). *Australasian Plant Pathology* 43: 151-159. <https://doi.org/10.1007/s13313-013-0257-4>.

Khan, M.S., S.B. Uandai, H. Srinivasan (2019) Anthracnose disease diagnosis by image processing, support vector machine and correlation with pigments. *Journal of Plant Pathology* 101: 749–751. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00268-9>.

Khan, M.R., V. Chonhenchob, C. Huang, P. Suwanamornlert (2021) Antifungal activity of Propyl Disulfide from neem (*Azadirachta indica*) in vapor and agar diffusion assays against anthracnose pathogens (*Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum acutatum*) in mango fruit. *Microorganisms* 14;9(4):839. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040839>.

Konsue, W., T. Dethoup, S. Limtong, (2020) Biological control of fruit rot and anthracnose of postharvest mango by antagonistic yeasts from economic crops leaves. *Microorganisms* 8: 317. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030317>.

- Li, Z., X. Bi, Y. Dai, R. Ren (2024) Enhancing mango anthracnose control and quality maintenance through chitosan and iturin A coating. *LWT* 198: 115955. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115955>.
- Liang, Y.S., J.Y. Fu, S.H. Chao, Y. Tzean, C.Y. Hsiao, Y.Y. Yang, Y.K. Chen, Y.H. Lin (2022). Postharvest application of *Bacillus amyloliquefaciens* PMB04 fermentation broth reduces anthracnose occurrence in mango fruit. *Agriculture* 12: 1646. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101646>.
- Limon, T., A. Birke, J.L. Monribot-Villanueva, J.A. Guerrero-Analco, A. Altúzar-Molina, G. Carrión, M Aluja (2021) Chitosan coatings reduce fruit fly (*Anastrepha obliqua*) infestation and development of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* in Manila mangoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101: 2756–2766. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10903>.
- López-Cruz, R., J.A. Ragazzo-Sánchez, M. Calderón-Santoyo (2024) Field testing of a newly formulated product based on *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 to manage anthracnose in mango fruit. *Journal of Plant Diseases and Protection* 131: 1627-1638. <https://doi.org/10.1007/s41348-024-00955-5>.
- Lu, D., Y. Ren, T. Yan, X. Jia, H. Xu, B. Yang, X. Zhang, J. He (2025) Melatonin improves the postharvest anthracnose resistance of mango fruit by regulating antioxidant activity, the phenylpropane pathway and cell wall metabolism. *European Journal of Plant Pathology* 171: 17–36. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02930-0>.
- Luo, S., B. Wan, S. Feng, Y. Shao (2015) Biocontrol of postharvest anthracnose of mango fruit with *Debaryomyces nepalensis* and effects on storage quality and postharvest physiology. *Journal of Food Science* 80: 2555–2563. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13087>.
- McGuire, R.G. (1991) Concomitant decay reductions when mangoes are treated with heat to control infestations of caribbean fruit flies. *Plant Disease* 75: 946-949.
- Meng, L., J. Wang, S. Li, X. Xu, Z. Zhang, X. Shi, H. Song (2023) DNA methylation is involved in the regulation of the pectin depolymerase gene of *Colletotrichum gloeosporioides* and accelerates the infection of mango fruit. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology* 32: 253–264. <https://doi.org/10.1007/s13562-022-00801-5>.
- Mo, J., G. Zhao, Q. Li, G.S. Solangi, L. Tang, T. Guo, S. Huang, T. Hsiang (2018) Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with mango anthracnose in Guangxi, China. *Plant Disease* 102(7). <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-17-1516-RE>.
- Moraes, S.R.G., F.A.O. Tanaka, N.S. Massola Júnior (2013). Histopathology of *Colletotrichum gloeosporioides* on guava fruits (*Psidium guajava* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 35, 657–664. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200039>.
- Nguyen, V.T., M.S. Dang-Thi, K.S. Trinh (2020) Antifungal activity of gelatin-tapioca starch film and coating containing copper nanoparticles against *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose. *Journal of Chemistry* 2020: 6667450. <https://doi.org/10.1155/2020/6667450>.
- de Oliveira, K.Á.R., L.R.R. Berger, S.A. de Araújo, M.P.S. Câmara, E.L. de Souza (2017) Synergistic mixtures of chitosan and *Mentha piperita* L. essential oil to inhibit

Colletotrichum species and anthracnose development in mango cultivar Tommy Atkins. Food Microbiology 66: 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.012>.

Pardo-De la Hoz, C.J., C. Calderón, A.M. Rincón, M. Cárdenas, G. Danies, L. López-Kleine, S. Restrepo, P. Jiménez (2016). Species from the *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum boninense* and *Colletotrichum gloeosporioides* species complexes associated with tree tomato and mango crops in Colombia. Plant Pathology 65: 227-237. <https://doi.org/10.1111/ppa.12410>.

Patel, M.K., D. Maurer, O. Feyngenberg, D. Duanis-Assaf, N. Sela, R. Ovidia, M. Oren-Shamir, N. Alkan (2023). Revealing the mode of action of phenylalanine application in inducing fruit resistance to fungal pathogens. Postharvest Biology and Technology 199: 112298. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112298>.

Patiño-Vera, M., B. Jimenez, K. Balderas, M. Ortiz, R. Allende, A. Carrillo, E. Galindo (2005) Pilot-scale production and liquid formulation of *Rhodotorula minuta*, a potential biocontrol agent of mango anthracnose. Journal of Applied Microbiology 99: 540-550. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02646.x>.

Patiño Ortiz, J. , R. Carreño Aguilera, S. Juárez Vázquez, M. Patiño Ortiz, M.A. Chávez Benítez (2026) Early detection of fungal diseases in mango leaves: fusion of glcm features and vision transformers with deep neural network classification. Fractals 34: 2650004. <https://doi.org/10.1142/S0218348X26500040>.

Peralta-Ruiz, Y., C. Rossi, C.D. Grande-Tovar, C. Chaves-López (2023) Green management of postharvest anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Journal of Fungi:9(6), 623. <https://doi.org/10.3390/jof9060623>.

Ploetz, R.C., O. Prakash (1997) Foliar, floral and soilborne diseases of mango. In: Litz, R.E. (ed.) The Mango: Botany, Production and Uses. CAB International, Wallingford, UK, pp. 281–325.

Prabu, M., B.J. Chelliah (2022) Mango leaf disease identification and classification using a CNN architecture optimized by crossover-based levy flight distribution algorithm. Neural Computing and Applications 34: 7311-7324. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06726-9>.

Ramírez, L.R., C.E. Cabrera, F.A. Prieto (2022). A computer vision system for early detection of anthracnose in sugar mango (*Mangifera indica*) based on UV-A illumination. Information Processing in Agriculture 10: 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.02.001>.

Ren, Y., Y. Xue, D. Tian, L. Zhang, G. Xiao, J. He (2020) Improvement of postharvest anthracnose resistance in mango fruit by nitric oxide and the possible mechanisms involved. Journal of Agricultural and Food Chemistry 68(52): 15460-15467. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04270>.

Reyes-Estebanez, M.; P. Sanmartín, J.C. Camacho-Chab, S.C. De la Rosa-García, J. Chan-Bacab, R.N. Águila-Ramírez, F. Carrillo-Villanueva, E. De la Rosa-Escalante, J.L. Arteaga-Garma, M. Serrano, B.O. Ortega-Morales (2020). Characterization of a native *Bacillus velezensis*-like strain for the potential biocontrol of tropical fruit pathogens. Biological Control 141: 104127. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104127>.

Reyes-Perez, J.J., L.G. Hernandez-Montiel, S. Vero, J.C. Noa-Carrazana, E.E. Quiñones-Aguilar, G. Rincón-Enríquez (2019) Postharvest biocontrol of *Colletotrichum*

gloeosporioides on mango using the marine bacterium *Stenotrophomonas rhizophila* and its possible mechanisms of action. *Journal of Food Science and Technology* 56: 4992-4999. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03971-8>.

Sanders, G.M., L. Korsten, F.C. Wehner (2000) Survey of fungicide sensitivity in *Colletotrichum gloeosporioides* from different avocado and mango production areas in South Africa. *European Journal of Plant Pathology* 106: 745-752. <https://doi.org/10.1023/A:1026523021296>.

de los Santos-Villalobos, S., D.A. Guzmán-Ortiz, M.A. Gómez-Lim, J.P. Délano-Frier, S. de-Folter, P. Sánchez-García, J.J. Peña-Cabriales (2013) Potential use of *Trichoderma asperellum* (Samuels, Liechfeldt et Nirenberg) T8a as a biological control agent against anthracnose in mango (*Mangifera indica* L.). *Biological Control* 64: 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.10.006>.

Senghor, A.L., W.J. Liang, W.C. Ho (2007) Integrated control of *Colletotrichum gloeosporioides* on mango fruit in Taiwan by the combination of *Bacillus subtilis* and fruit bagging. *Biocontrol Science and Technology* 17: 865-870. <https://doi.org/10.1080/09583150701527409>.

Shao, Yz., Jk. Zeng, H. Tang, Y. Zhou, W. Li (2019) The chemical treatments combined with antagonistic yeast control anthracnose and maintain the quality of postharvest mango fruit. *Journal of Integrative Agriculture* 18: 1159-1169. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62128-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62128-8).

Sharma, G., N. Kumar, B.S. Weir, K.D. Hyde, B.D. Shenoy (2013). The ApMat marker can resolve *Colletotrichum* species: a case study with *Mangifera indica*. *Fungal Diversity* 61: 117–138. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0247-4>.

Silimela, M., L. Korsten (2007) Evaluation of pre-harvest *Bacillus licheniformis* sprays to control mango fruit diseases. *Crop Protection* 26: 1474–1481. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.12.011>.

Singh, U.P., S.S. Chouhan, S. Jain S. Jain (2019) Multilayer convolution neural network for the classification of mango leaves infected by anthracnose disease. *IEEE Access* 7: 43721-43729. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2907383>.

Song, Y., Y. Ren, Y. Xue, D. Lu, T. Yan, J. He (2023) Putrescine (1,4-Diaminobutane) enhances antifungal activity in postharvest mango fruit against *Colletotrichum gloeosporioides* through direct fungicidal and induced resistance mechanisms. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 195: 105581. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105581>.

Sousa, F.F., J.S. Pinsetta Jr., K.T.E.F. Oliveira, E.C.N. Rodrigues, J.P. Andrade, B.H. Mattiuz (2021) Conservation of 'Palmer' mango with an edible coating of hydroxypropyl methylcellulose and beeswax. *Food Chemistry* 346: 128925. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128925>.

Sudheeran, P.K., N. Sela, M. Carmeli-Weissberg, R. Ovadia, S. Panda, O. Feygenberg, D. Maurer, M. Oren-Shamir, A. Aharoni, N. Alkan (2021) Induced defense response in red mango fruit against *Colletotrichum gloeosporioides*, *Horticulture Research* 8: 17. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00452-4>.

Sultana, T., K.M. Maraz, A. Ahmed, S. Shultana, R.A. Khan (2021) Effect of Irradiation process on mango. *GSC Advanced Research and Reviews* 09(02), 108-118. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2021.9.2.0267>.

Supriya, A., A. Kumar, V.B. Kudachikar (2020). A comparison investigation on antioxidant activities, constitutive antifungal phenolic lipids and phenolics contents of anthracnose resistant and susceptible mango fruit cultivars. *International Journal of Fruit Science* 20: 692-704. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1668332>.

Tang, L., J. Mo, T. Guo, S. Huang, Q. Li, P. Ning, T. Hsiang (2019) Antifungal effects of dimethyl trisulfide against *Colletotrichum gloeosporioides* infection on mango. *Journal of Phytopathology* 167 (7–8): 445-450. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.106174>.

Tang, L., R. Qin, S. Huang, X. Chen, T. Guo, T. Hsiang, Q. Li (2024) Dimethyl trisulfide reduces postharvest anthracnose and enhances mango quality, and a potential molecular mechanism against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 206: 106174. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.106174>.

Thind, T.S., D.W. Hollomon (2018) Thiocarbamate fungicides: reliable tools in resistance management and future outlook. *Pest Management Science* 74(7): 1547-1551. <https://doi.org/10.1002/ps.4844>.

Thinn, D.C., K. Kunasakdakul (2013) Inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and control of postharvest anthracnose disease on mango fruit using propionic acid combined with bee-carnauba wax emulsion. *Journal of Agricultural Science* 5 (12) <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n12p110>.

Tian, Yq., W. Li, Zt. Jiang, Mm. Jing, Yz. Shao (2018) The preservation effect of *Metschnikowia pulcherrima* yeast on anthracnose of postharvest mango fruits and the possible mechanism. *Food Science and Biotechnology* 27: 95105. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0213-0>.

Torres-Calzada C, R. Tapia-Tussell, I. Higuera-Ciapara, R. Martin-Mex, A. Nexticapan-Garcez, D. Perez-Brito (2015) Sensitivity of *Colletotrichum truncatum* to four fungicides and characterization of thiabendazole-resistant isolates. *Plant Disease* 99(11): 1590-1595. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-14-1183-RE>.

Velásquez, C., F. Prieto, L. Palou, S. Cubero, J. Blasco, N. Aleixos (2023) New model for the automatic detection of anthracnose in mango fruits based on Vis/NIR hyperspectral imaging and discriminant analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization* 18: 560-570. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02173-3>.

Vitale, A., A.C. Alfenas, D.L. de Siqueira, D. Magistà, G. Perrone, G. Polizzi (2020) Cultivar resistance against *Colletotrichum asianum* in the world collection of mango germplasm in southeastern Brazil. *Plants* 9: 182. <https://doi.org/10.3390/plants9020182>.

Weir, B.S., P.R. Johnston, U. Damm (2012) The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology* 73: 115-180. <https://doi.org/10.3114/sim0011>.

Worku, S., K. Alemu, B. Tsedaley (2025) Combining plant extracts and hot water treatments for the management of postharvest mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Scientific Reports* 15: 5074 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89587-9>.

Xu X., H. Lei, X. Ma, T. Lai, H. Song, X. Shi, J. Li (2017) Antifungal activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP) against anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in

postharvest mango fruit and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology* 241: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.002>.

Zakaria, L. (2021) Diversity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in tropical fruit crops—A Review. *Agriculture*: 11, 297. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040297>.

Zakaria, L., N.Z. Juhari, S.I. Vijaya, I.S.M. Anuar (2015) Molecular characterization of *Colletotrichum* isolates associated with anthracnose of mango fruit. *Sains Malaysiana* 44: 651-656. <https://doi.org/10.17576/jsm-2015-4405-02>.

Zhang, Z.; D. Yang, Y. Bo, Z. Gao, L. Min, Y. Jiang, M. Hu (2013) β -Aminobutyric acid induces resistance of mango fruit to postharvest anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and enhances activity of fruit defense mechanisms. *Scientia Horticulturae* 160: 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.023>.

Zheng, H., Z. Han, Y. Lin, Y. Lv, J. Yan, W. Miao, C. Lin, W. Wu (2025) First report of mango anthracnose caused by *Colletotrichum plurivorum* in China. *Plant Disease* 109(12). <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-25-0711-PDN>.

Hola Dr. Iñaki,

¡Espero que te encuentres bien! He adjuntado el reporte final del proyecto de antracnosis, el cual incluye un comentario. Por favor, no dudes en avisarme si tienes alguna pregunta.

Con base en la revisión realizada, ¿hay algún proyecto que consideres podría tener un gran beneficio para la industria del mango?