

## Enfermedades

Alejandro Jaramillo Laverde

En Colombia, el cultivo de guayaba se desarrolla principalmente en los departamentos de Santander, Boyacá, Meta, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda, Atlántico y Tolima. Los principales canales de comercialización de la fruta son la venta para consumo en fresco y la producción de bocadillo. Por tal razón, las enfermedades que afectan directamente el rendimiento y la calidad de la fruta, como la roya, la antracnosis y el clavo o roña de la guayaba, son consideradas limitantes dentro del sistema productivo. Estas son más o menos frecuentes de acuerdo con el estado de desarrollo del cultivo (Carabalí Muñoz et al., 2013).

### Roya

La roya es una de las principales enfermedades que afectan a la familia de las mirtáceas a nivel mundial. Representa un riesgo para cultivos comerciales como eucalipto, guayaba, jaboticaba, pomarrosa, pimienta y té (Alfenas et al., 2003; Machado, Glen et al., 2015; Martins et al., 2011). En Colombia se encuentra reportada en cultivos de guayaba (Carabalí Muñoz et al., 2013; Lozano et al., 2002), árboles ornamentales como *Callistemon citrinus* o escobillón rojo (Salazar & Buriticá, 2012) y plantaciones forestales de eucalipto (Rodas et al., 2015).

La enfermedad es causada por el hongo *Puccinia psidii* Winter, caracterizado por su amplio rango de hospederos, una producción masiva de uredosporas y alta facilidad para dispersarse a través de largas distancias (Machado, Glen et al., 2015; Martins et al., 2012).

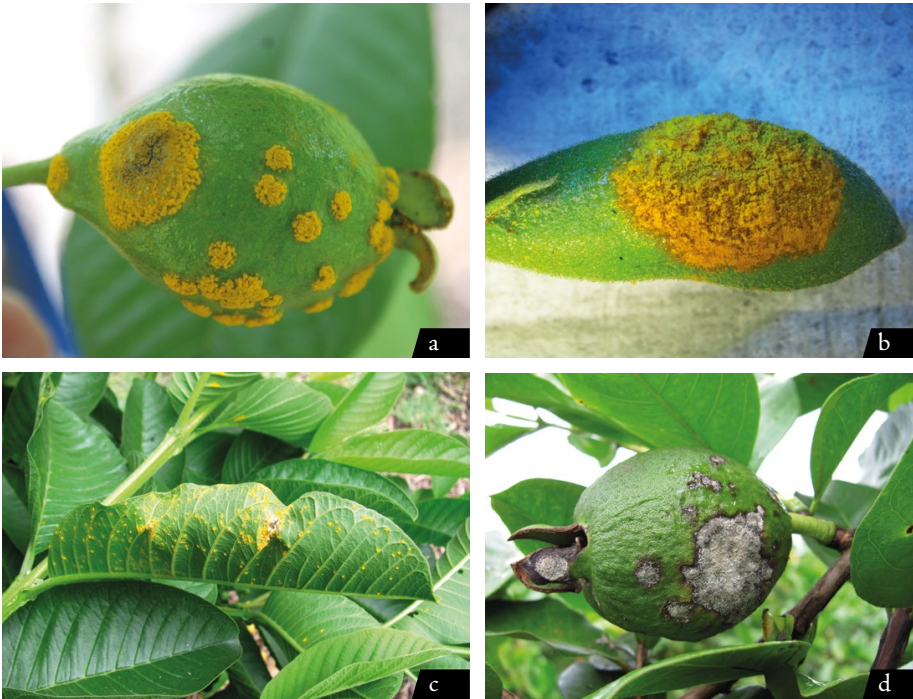
### Distribución geográfica

*P. psidii* fue descrita por primera vez en San Francisco del Sur, Brasil, en 1884. Afecta actualmente cerca de 56 géneros y 244 especies de mirtáceas en Suramérica, Centroamérica y el Caribe, en estados como Florida, California y Hawái (Estados Unidos de Norte América), y otros países como Japón, Australia, China, Suráfrica, Indonesia y Nueva Caledonia (Baskarathevan et al., 2016; Giblin, 2013; Machado, Alfenas et al., 2015; Pegg et al., 2014; Uchida et al., 2006).

## Sintomatología

*P. psidii* es un patógeno biotrófico obligado, el cual puede ser fácilmente propagado por el viento o por el contacto con material vegetal infectado (Alfenas et al., 2003; Lana et al., 2012). Los síntomas ocurren en hojas jóvenes, rebrotes vegetativos, flores y frutos jóvenes, iniciando con la aparición de las típicas esporas amarillas (uredosporas)

en patrones circulares sobre la superficie (figura 7.1). Estas lesiones se expanden y provocan necrosis en el tejido, deformación, momificación y caída de hojas y frutos (Martins et al., 2011; Martins et al., 2014). En muchos casos, la ruptura de los tejidos a causa de las uredosporas permite la entrada de otros hongos que degradan el tejido y generan la pérdida de frutos (Carabalí Muñoz et al., 2013; Lozano et al., 2002).



Fotos: Alejandro Jaramillo Laverde

**Figura 7.1.** Síntomas causados por *P. psidii* Winter. a y b. Síntomas de roya en frutos de guayaba en desarrollo; c. Deformación en hojas; d. Estado avanzado de la enfermedad en frutos.

## Agente causal

*P. psidii* es el estado sexual del hongo causante de la roya, mientras que el estado asexual incluye diversas especies como *Uredo psidii*, *U. rangelii* y *U. seclusa*. Sin embargo, la literatura científica las considera parte del complejo de *P. psidii* (Carnegie et al., 2010; Glen et al., 2007; Simpson et al., 2006).

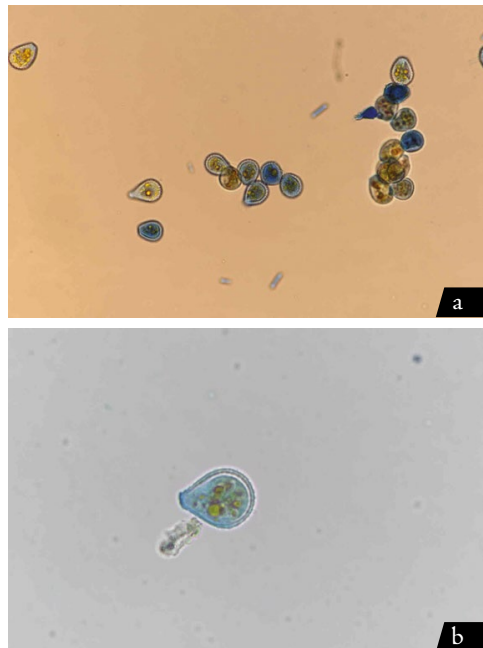
## Clasificación taxonómica

Nombre común: Roya de la guayaba  
 Nombre científico: *Puccinia psidii* Winter  
 Reino: Fungi  
 Phylum: Basidiomycota  
 Subphylum: Pucciniomycotina  
 Clase: Pucciniomycetes  
 Orden: Pucciniales  
 Familia: Pucciniaceae  
 Género: Puccinia

## Descripción morfológica

Las uredosporas se observan generalmente en las pústulas en tejidos jóvenes, mientras que en las pústulas de los tejidos viejos se observan teliosporas (figura 7.2). Las uredosporas son equinuladas (cubiertas de espinas) de forma piriforme, globosa u ovoide, con paredes exteriores angulares de pared hialina de color amarillo claro. Las teliosporas presentan un tabique medio, de color amarillo oscuro a marrón, de forma elipsoidal a ovoide, son bicelulares y con papila achatada en la pared distal (Pegg et al., 2014).

129



Fotos: Luz Natalia Martínez Caballero y Alejandro Jaramillo Laverde

Figura 7.2. Uredosporas de *P. psidii*. a. vista a 40x; b. vista a 100x.

## Epidemiología

Como todos los hongos causantes de royas, *P. psidii* depende obligatoriamente del huésped para completar su ciclo de vida, obteniendo sus nutrientes de los tejidos vivos (Pegg et al., 2014). La germinación de las uredosporas y la infección están fuertemente afectadas por la temperatura (15-25 °C), la humedad relativa, la presencia de agua sobre los tejidos, intensidad de luz y el fotoperiodo. El progreso y la severidad de la enfermedad varía de año a año, de acuerdo con las condiciones ambientales (Bora et al., 2016; Coutinho et al., 1998; Glen et al., 2007; Martins et al., 2011; Ruiz et al., 1989). En condiciones del Valle del Cauca, la enfermedad es más frecuente en estado de floración (2-3 meses después de poda) y llenado de fruto (3-4 meses después de poda). En condiciones de alta humedad en el suelo y baja aireación del cultivo, se pueden presentar ataques severos de la enfermedad (Jaramillo et al., 2013).

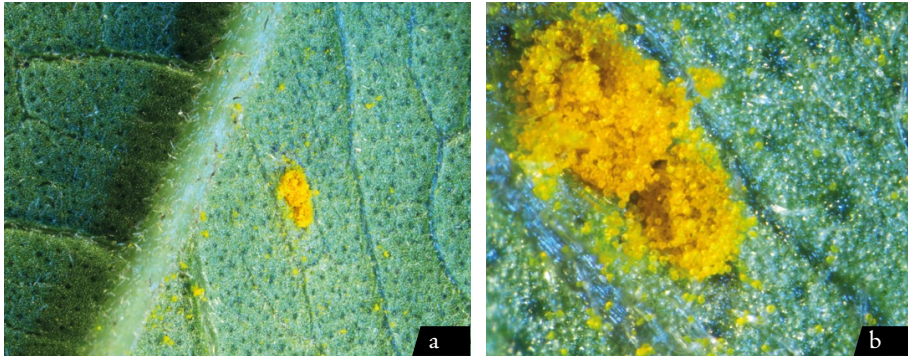
## Ciclo de vida

*P. psidii* se dispersa rápidamente por el viento, lluvia o insectos a través de las uredosporas, y en menor medida por las teliosporas. Las pústulas se producen en ciclos de cerca de

10 a 14 días en condiciones de verano, y la infección repetida puede provocar la muerte de los tejidos (Carnegie et al., 2010; Clark, 2011).

Como otros tipos de roya, *P. psidii* tiene varias etapas caracterizadas por los diferentes tipos de esporas producidas. Las formas infecciosas de esporas son las aeciosporas, las cuales no son reconocidas debido a su similitud con las uredosporas, que son el tipo más común de esporas, y las basidiosporas, que son observadas raramente. La reproducción se da por generaciones repetidas de uredosporas, aunque ocasionalmente se producen teliosporas (Clark, 2011; Glen et al., 2007).

El proceso de infección implica, en primer lugar, la germinación de la uredospora (la cual se da entre 15 y 21 °C), la formación de un apresorio (estructura especializada de infección) y la posterior penetración directa de las células vegetales. Dentro del hospedero, el hongo se extiende y ramifica intracelularmente, y los síntomas se pueden observar a simple vista, 3 a 5 días después de inoculado (Glen et al., 2007). Cerca de 12 días después, las pústulas de las uredosporas amarillas se hacen visibles (figura 7.3). Después de que aparecen estas pústulas, pueden surgir infecciones secundarias en el tejido (Coutinho et al., 1998; Glen et al., 2007).



Fotos: Alejandro Jaramillo Laverde

**Figura 7.3.** Pústulas de *P. psidii* en hojas de guayaba. a. Pústulas en el envés observables a simple vista; b. Pústulas observadas al estereoscopio.

Los síntomas de roya no se deben confundir con la mancha algácea, la cual es causada por el alga *Cephaleuros virescens*. Esta enfermedad se presenta en las hojas viejas, sobre todo en los sectores del árbol con mayor sombrío y poca aireación. Los síntomas se caracterizan por presentar lesiones circulares de color amarillo, de entre 0,5 y 1 mm de diámetro, con un crecimiento superficial denso, conformado por las estructuras del alga (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2012) (figura 7.4). Estas lesiones se pueden observar en el haz y el envés de las hojas, lo que puede causar daños en la epidermis (Quesada-Gutiérrez et al., 2009).

*C. virescens* es favorecida por la presencia de humedades relativas altas, pues al ser una especie aerofítica obtiene agua directamente del aire, aunque requiere de una película de agua para completar su ciclo de vida (Quesada-Gutiérrez et al., 2009; Nelson, 2008).

Esta alga parasita plantas cultivadas como mango (*Mangifera indica*), palma de aceite (*Elaeis guineensis* L.), aguacate (*Persea americana* L), mora (*Rubus* spp.), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn), cítricos (*Citrus* spp.) y litchi (*Litchi chinensis* Sonn), entre otras (Pardo-Cardona, 2004).



Foto: Alejandro Jaramillo Laverde

**Figura 7.4.** Síntomas de mancha algácea en hojas viejas de guayaba.

## Antracnosis

La antracnosis es una de las enfermedades más importantes para la agricultura a nivel mundial. Esta enfermedad afecta frutos, flores, tallos y hojas en un amplio rango de cultivos que van desde plantas leñosas a herbáceas, especialmente en regiones tropicales y subtropicales (Bragança et al., 2016; Gutiérrez et al., 2002; Jeffries et al., 1990). En Colombia se reporta en cultivos de guayaba (Carabalí Muñoz et al., 2013), guanábana (Álvarez et al., 2004), mora (Botero et al., 2002; Marulanda et al., 2007; Saldarriaga-Cardona et al., 2008), manzano (Saldarriaga-Cardona et al., 2008), banano (Gañán et al., 2015), aguacate (Tamayo, 2007), lima Tahití, mango y tomate de árbol (Martínez et al., 2009; Saldarriaga-Cardona et al., 2008), entre otros.

132

La antracnosis está asociada a los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Colletotrichum acutatum* Simmonds, los cuales se han aislado en una gran diversidad de ambientes y afectan principalmente frutos en poscosecha (Gutiérrez-Alonso et al., 2002; Soares-Colletti & Lourenço, 2014).

## Distribución geográfica

La antracnosis se ha reportado en cultivos de guayaba en países productores como Colombia (Carabalí Muñoz et al., 2013), Brasil (Moraes et al., 2013; Moraes et al., 2015), México (Gutiérrez-Alonso et al., 2002), Nigeria (Amusa et al., 2005), Pakistán (Ansari et al., 2000; Haq et al., 2013), Egipto (Abdul-Wahid, 2001) e India (Pandey et al., 1997).

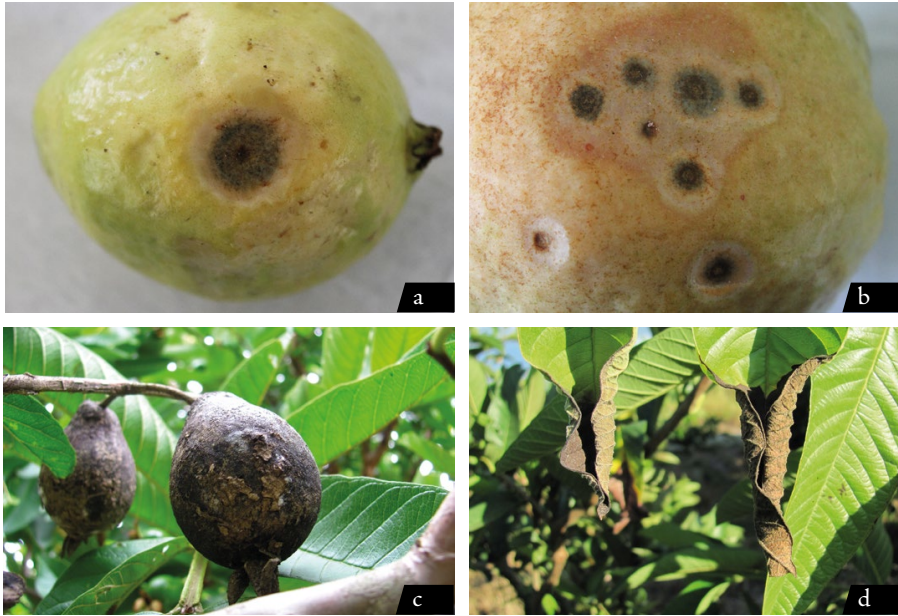
## Sintomatología

La antracnosis puede afectar distintas estructuras de la planta, como ramas, hojas o flores. Sin embargo, es más frecuente que afecte frutos maduros o cercanos a madurez fisiológica. Los síntomas en fruto inician con pequeñas lesiones circulares con cierto hundimiento, las cuales se tornan de color café. A medida que avanza la enfermedad, la lesión toma un color marrón oscuro y se empiezan a observar acérvulos en círculos concéntricos sobre el sitio de infección. En la lesión se producen grandes cantidades de esporas, las cuales van a ser fuente de inóculo para nuevas infecciones (figura 7.5). Cuando la severidad es alta, se pueden encontrar frutos momificados (Carabalí Muñoz et al., 2013; Soares-Colletti & Lourenço, 2014).

## Agente causal

*Glomerella cingulata* es el estado sexual del hongo causante de antracnosis, mientras que el estado asexual incluye especies como *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* (Correa et al., 2007; Martínez et al., 2009).

La discriminación entre especies de *Colletotrichum* se ha basado en sus características morfológicas y culturales, tales como el tamaño y la forma de las conidias, crecimiento del micelio, formación de estructuras como apresorios, además de la patogenicidad de los aislamientos. Sin embargo, este género es parcialmente difícil de identificar por métodos taxonómicos tradicionales, por lo cual se recurre a técnicas moleculares (Correa-Londoño et al., 2007; Martínez et al., 2009; Weir et al., 2012).



Fotos: Carol Liliana Puentes y Alejandro Jaramillo Laverde

Figura 7.5. Síntomas causados por *C. gloeosporioides*. a y b. Síntomas de antracnosis en frutos maduros de guayaba; c. Frutos momificados; d. Síntomas en hojas.

## Clasificación taxonómica

Nombre común: Antracnosis de la guayaba

Nombre científico: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *C. acutatum* Simmonds

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Orden: Phyllachorales

Familia: Glomerellaceae

Género: *Glomerella*

Género anamorfo: *Colletotrichum*

## Descripción morfológica

*Colletotrichum* se encuentra en la naturaleza en su estado asexual. El micelio del hongo es hialino, septado y ramificado, produce acérvulos que son portadores de las conidias, las cuales son hialinas, unicelulares y de forma ovoide (figura 7.6). Las masas de las conidias son de color rosa o salmón. En medio de cultivo, el hongo produce esclerocios de color marrón oscuro, ocasionalmente setosos (Agrios, 2005; Revelo, 2014).

## Epidemiología

Algunos estudios han descrito que el género *Colletotrichum* puede encontrarse como saprófito, parásito o endófito en la naturaleza (Cannon et al., 2012). La enfermedad es más severa durante temporadas prolongadas de lluvia; sin embargo, otras variables climáticas como la temperatura y la humedad relativa influyen en el desarrollo de la enfermedad. La tasa de infección, medida en la velocidad de germinación y formación del apresorio, está en un rango entre 15 y 30°C., siendo *C. acutatum* más sensible a una variación de temperatura y al periodo de humedad del tejido que *C. gloeosporioides* (Soares-Colletti & Lourenço, 2014).

*Colletotrichum* puede sobrevivir en el suelo creciendo como saprófito en tejido vegetal muerto, y tiene la capacidad de dispersar las conidias y las ascosporas a través de salpicadura de agua y el viento (Cannon et al., 2012). En la fruta infectada en campo, el hongo puede permanecer inactivo hasta que comienza el proceso de maduración, momento en el cual las lesiones comienzan a desarrollarse (Agrios, 2005).

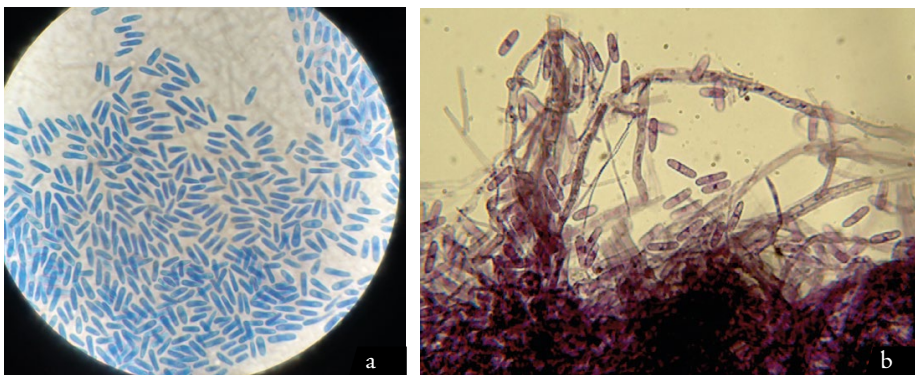
## Ciclo de vida

El hongo sobrevive en tallos, hojas y frutos enfermos como micelio o espora. Las ascosporas o conidias son las causantes de las infecciones primarias. Estas ocurren por la formación de un apresorio que se desarrolla a partir de la espora que germina en la superficie del tejido, únicamente en presencia de agua, y penetra directamente los tejidos del huésped, como la cutícula o las células epidérmicas. El micelio crece inter e intracelularmente produciendo acérvulos y conidios justo debajo de la cutícula, la cual puede romperse y liberar conidias que causan nuevas infecciones. El micelio puede permanecer latente por algún tiempo, antes de que las células colapsen y se degraden (Agrios, 2005; Cannon et al., 2012).

## Clavo o roña de la guayaba

El clavo o roña de la guayaba es una de las enfermedades más limitantes para la producción de guayaba en distintas zonas del país, pues afecta principalmente los frutos en distintos estados de desarrollo, reduciendo su valor económico (Farfán et al., 2006; Lozano et al., 2002).

134



Fotos: Alejandro Jaramillo Laverde

Figura 7.6. Conidias de *C. gloeosporioides*. a. agrupamiento de conidias observadas a 10X; b. Conidias sobre tejido observadas a 10X.

Esta enfermedad está asociada con los hongos *Pestalotia versicolor* y *Pestalotiopsis* spp. (Carabalí Muñoz et al., 2013; Insuasty et al., 2006; Solarte, 2014), los cuales se encuentran comúnmente en zonas tropicales como patógenos, endófitos o saprofitos (Maharachchikumbura et al., 2011; Tejesvi et al., 2007).

## Distribución geográfica

Esta enfermedad ha sido reportada en cultivos de guayaba en países como México (Morera-Montoya & Blanco-Metzler, 2009), Australia, Malasia, India, Mozambique, Zambia, Nigeria, Venezuela, Ecuador y Puerto Rico (Solano, 1999, citado por Farfán et al., 2006), Estados Unidos (Keith et al., 2006) y Colombia (Carabalí Muñoz et al., 2013; Farfán et al., 2006; Solarte, 2014).

## Sintomatología

Los principales síntomas de la enfermedad se observan en la epidermis de los frutos en cualquier estado de desarrollo. Las lesiones inician con puntos de color negro, de forma globosa lenticular, las cuales se levantan posteriormente y rompen la cutícula debido a la presencia de acérulos, bajo la epidermis, que adquieren una apariencia de corcho (figura 7.7). Finalmente, las lesiones coalescen, necrosan el tejido y forman una costra redondeada con el perímetro marcado por una depresión (Carabalí Muñoz et al., 2013; Insuasty et al., 2006; Keith et al., 2006; Solarte, 2014).



Fotos: Alejandro Jaramillo Laverde

**Figura 7.7.** Síntomas de *P. versicolor* en frutos de guayaba. a. Síntomas iniciales; b. Síntomas avanzados.

## Agente causal

*P. versicolor* Speg y *Pestalotiopsis* spp. se encuentran generalmente en su estado anamorfo (asexual). Solo a 20 especies, de las 235 descritas hasta el momento, se les conoce su estado teleomorfo, conocido como *Pestalosphaeria* (Solarte, 2014).

La identificación y clasificación dentro del género se ha basado principalmente en la morfología de las conidias, carácter considerado importante en la diferenciación de especies relacionadas como *Pestalotia* y *Pestalotiopsis* (Maharachchikumbura et al., 2011).

## Clasificación taxonómica

Nombre común: Clavo o roña de la guayaba

Nombre científico: *Pestalotia versicolor* Speg y *Pestalotiopsis* spp.

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Orden: Xylariales

Familia: Amphisphaeriaceae

Género: *Pestalosphaeria*

Género anamorfo: *Pestalotiopsis*

136

## Descripción morfológica

Los hongos del género *Pestalotia* y *Pestalotiopsis* se caracterizan por tener conidias divididas en cuatro, cinco y seis septos, las células apicales y basales son generalmente hialinas con terminación en punta, de las cuales se desprenden uno o varios apéndices (figura 7.8), dependiendo de la especie (Solarte, 2014).

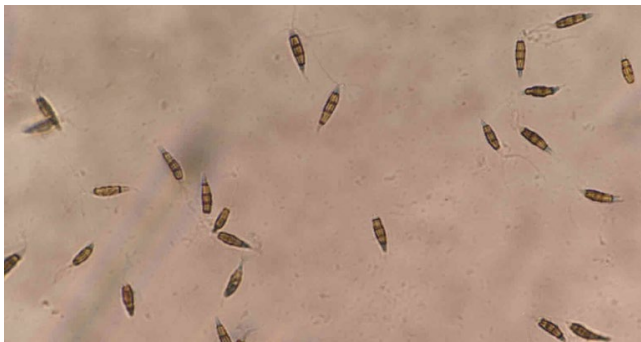


Foto: Germán Ceballos Aguirre

Figura 7.8. Conidias de *P. versicolor*.

## Epidemiología

La enfermedad se presenta con mayor severidad en condiciones de alta humedad relativa y altas temperaturas, sobre frutos en todos los estados de desarrollo. Las lesiones con características de costras se forman en un rango de temperatura entre 25 y 35 °C, y humedad relativa entre 80 y 100% (Jaramillo et al., 2013; Keith et al., 2006; Solarte, 2014).

En los periodos de transición entre invierno/verano y verano/invierno se presentan altos valores de incidencia de la enfermedad. La severidad es mayor en cultivos con densidades superiores a 490 árboles por hectárea (Farfán et al., 2006).

## Ciclo de vida

Las especies patógenas de *Pestalotia* y *Pestalotiopsis* establecen contacto con el hospedero a través de las conidias o esporas fragmentadas, las cuales pueden sobrevivir en condiciones adversas y causar infecciones primarias. Estas

conidias germinan a través de aberturas naturales o heridas, formando picnidios que rompen la cutícula y liberan nuevas conidias. El inóculo secundario, producido en el tejido enfermo, puede causar nuevas infecciones y aumentar la severidad de la enfermedad. El ciclo del hongo se desarrolla completamente en el hospedero, hasta que las esporas son dispersadas por el agua o por el viento (Maharachchikumbura et al., 2011; Solarte, 2014).

## Manejo

Diversas estrategias de manejo se han planteado a nivel mundial para el control de enfermedades que afectan la productividad y la calidad de la guayaba; estas incluyen prácticas culturales, controles químicos y biológicos, y uso de materiales tolerantes. El esquema general de manejo de las enfermedades en el cultivo de guayaba reúne una serie de actividades mínimas que se deben seguir para asegurar un menor impacto de estas en el cultivo (figura 7.9).

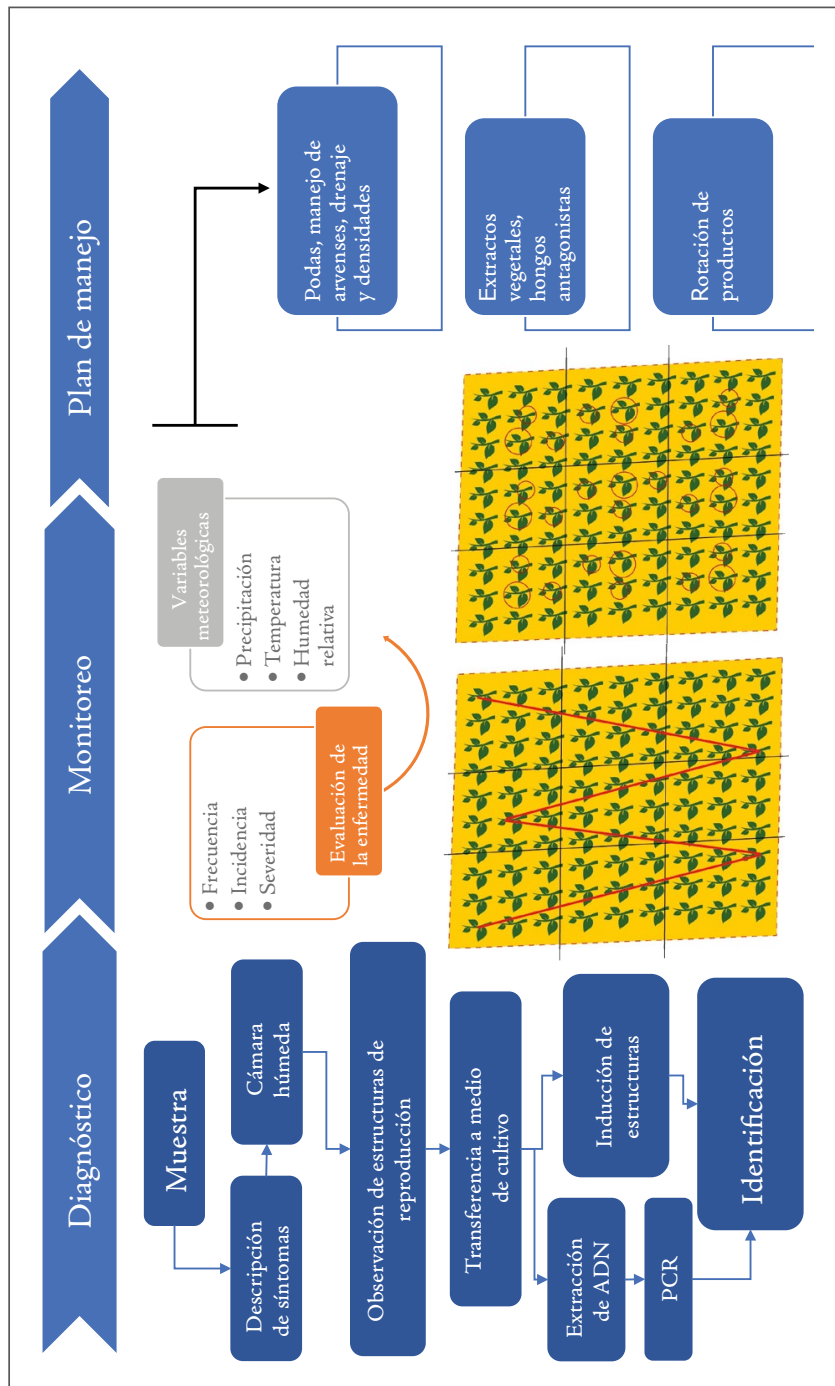


Figura 7.9. Esquema general para el manejo de enfermedades de guayaba.

Fuente: Elaboración propia

## Diagnóstico

Las medidas de manejo que se implementen en el cultivo dependen de la identificación apropiada de los agentes causales de las enfermedades. Por lo tanto, identificar de manera errónea el agente causal puede derivar en una mala práctica de manejo, la cual puede llevar a aumentar o acelerar la presencia y el desarrollo de la enfermedad en los lotes.

Para realizar un correcto diagnóstico se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ♦ Identificación del estado fenológico en el cual se presentan los síntomas.
- ♦ Identificación de síntomas: falta de desarrollo de los tejidos, necrosis o muerte de tejidos, pudriciones y apariencia anormal.
- ♦ Identificación de signos: micelio, esporas, cuerpos fructíferos y exudados.

Cuando las observaciones de síntomas o signos no proporcionan suficiente claridad acerca de la causa de una enfermedad, es necesario llevar la muestra al laboratorio para realizar la identificación del agente causal, la cual se realiza por medio de técnicas microbiológicas o moleculares (Riley et al., 2002).

## Monitoreo

El monitoreo frecuente permite evaluar el nivel de incidencia de cada enfermedad en el huerto, con el fin de obtener la información necesaria para aplicar los manejos requeridos. El monitoreo debe hacerse semanalmente, muestreando aleatoriamente cerca del 10% de

los árboles, en un patrón ya sea en X, Z o W, en el cual se logre abarcar todo el lote sin tener en cuenta los bordes. La muestra debe ser suficiente para proporcionar una estimación que pueda informar adecuadamente lo que se requiera saber con respecto a toda la población de plantas (Castaño-Zapata, 1996).

Al considerar la planta como unidad de medida, la incidencia es la proporción de plantas con síntomas de la enfermedad evaluada. De igual manera, la incidencia también puede ser estimada evaluando ramas individuales, hojas o frutos como la unidad de la planta. Esta es con frecuencia la medida más fácil y rápida para evaluar una enfermedad (Castaño-Zapata, 2002).

Para el caso de guayaba, la incidencia de las enfermedades en etapa vegetativa se determina seleccionando aleatoriamente 10 ramas en el tercio medio de cada árbol, para cubrir los cuatro puntos cardinales. En cada una de las ramas seleccionadas se observa la presencia de síntomas asociados a antracnosis, roya y costra, en un total de 10 hojas/rama y se registra el número de hojas afectadas por cada una de las enfermedades.

La incidencia de las enfermedades en etapa productiva se determina seleccionando aleatoriamente 20 frutos en el tercio medio de cada árbol, con lo cual se cubren los cuatro puntos cardinales. En cada uno de los frutos se observa la presencia de síntomas asociados a antracnosis, roya y costra, y se registra en el formato el número de frutos afectados por cada una de las enfermedades.

El porcentaje de incidencia por árbol de cada una de las enfermedades se calcula así:

$$\text{Incidencia/árbol (\%)} = \frac{\text{Número de hojas/frutos con presencia de la enfermedad}}{\text{Número total de hojas/frutos evaluados}} \times 100$$

La severidad se refiere al área total, proporción o porcentaje de tejido de la planta que presenta síntomas típicos de la enfermedad (Castaño-Zapata, 2002). Para el caso de guayaba, la severidad de cada enfermedad en etapa productiva se registra en los niveles:

1) muy leve; 2) leve; 3) moderado; 4) severo, y 5) muy severo, teniendo en cuenta que cada nivel representa un valor de área afectada. En la tabla 7.1. se muestra un ejemplo de nivel de severidad para el caso del clavo o roña de la guayaba.

**Tabla 7.1.** Niveles de severidad reportados en frutos para roña o costra en el cultivo de guayaba

Enfermedad (Patógeno)	Severidad				
	Muy leve	Leve	Moderado	Severo	Muy severo- muerte
<b>Clavo o roña</b>	Menos del 5% del área del fruto afectada	Hasta 5,9% del área del fruto afectada	Entre 6-50% del área del fruto afectada	Entre 50,1-75,9% del área del fruto afectada	Del 76 al 100% del área del fruto afectada

140

Fuente: Farfán et al. (2006).

## Plan de manejo

El plan de manejo de las enfermedades limitantes debe incluir prácticas encaminadas a disminuir la cantidad de inóculo que pueda estar presente en el cultivo, con el fin de evitar y prevenir su dispersión. Este plan debe estar compuesto de varios métodos de control, incluyendo semilla con características genéticas, sanitarias y fisiológicas ideales proveniente de viveros registrados ante el ICA, prácticas culturales que incluyan fertilización, riego, drenajes, manejo de podas, distancias de siembra adecuadas, además de controles químicos y biológicos

## Control cultural

El control cultural debe incluir la limpieza, podas productivas y sanitarias, y el mantenimiento de los árboles, para permitir una buena aireación del huerto, con el fin de reducir la humedad relativa dentro del cultivo.

Se deben realizar cosechas oportunas sin dejar madurar en exceso los frutos. Además, se debe hacer la recolección de frutos maduros presentes en el suelo, y retirar del lote los frutos enfermos para evitar la diseminación de los patógenos. Se recomienda la instalación y uso de

sistemas de riego localizados, y la construcción de drenajes para evitar encharcamientos dentro del lote. Se recomienda la aplicación de un plan de fertilización, de acuerdo con las necesidades del cultivo y el estado fenológico en que se encuentre. Además, se debe realizar control de malezas, para evitar hospederos transitorios del patógeno dentro del cultivo.

### Control químico

El uso de fungicidas es importante para el manejo de algunas enfermedades, tanto en etapa vegetativa como productiva. Para que sean efectivos, los fungicidas deben aplicarse antes de que se haya establecido una infección exitosa, y en cantidad suficiente para lograr una cobertura adecuada de la planta; sin embargo,

la protección es temporal, debido a que están sujetos a efectos del medio ambiente. No obstante, el escaso control que en ocasiones ofrecen se puede deber a la baja efectividad del producto, el método de aplicación, el tiempo inadecuado de aplicación, las condiciones ambientales y la resistencia del patógeno al fungicida (Gutiérrez & Gutiérrez, 2003).

En la tabla 7.2 se muestran los ingredientes activos más usados en el control de las principales enfermedades de origen fúngico en el cultivo de guayaba.

El uso de productos de síntesis química debe responder a los niveles de la enfermedad presentes en el huerto, y deben usarse en la dosis recomendada.

**Tabla 7.2.** Productos químicos usados en el control de las principales enfermedades del cultivo de guayaba

Enfermedad	Ingrediente activo	Fuente
Roya	Mancozeb Oxicloruro de cobre Tebuconazol + trifloxystrobin Triadimenol Azoxistrobina + difenoconazol	Martins et al. (2011, 2012, 2014)
Antracnosis	Metalaxil-M + mancozeb Azoxistrobina	Haq et al. (2013) Fischer et al. (2012)
Clavo o roña	Kasugamicina Hexaconazol	Insuasty et al. (2006)

Fuente: Elaboración propia

### Control biológico

El control biológico es una alternativa de mucha importancia en el manejo de enfermedades de las plantas, pues los organismos usados frecuentemente para este fin (sean nativos o introducidos) estimulan la resistencia de la

planta o suprimen la actividad de las poblaciones fitopatógenas que se pueden encontrar en el patosistema (Hoyos-Carvajal, 2011; Pal & McSpadden, 2006). Los efectos sobre las poblaciones pueden ser directos, implicando contacto físico con el hospedante (depredación, parasitismo); e indirecto, modificando las

condiciones ambientales que interfieran en el desarrollo de los patógenos (inhibición, competencia, favorecimiento de la planta) (Hoyos-Carvajal, 2011).

El control biológico de las enfermedades de la guayaba se basa en la aplicación frecuente al suelo de productos a base de *Trichoderma*

*harzianum*, *T. koningii*, *Metarhizium anisopliae*, *Purpureocillium lilacinum* y cepas comerciales de *Bacillus* sp., durante todo el ciclo del cultivo, principalmente para evitar problemas asociados a nematodos. Esta práctica se debe acompañar de la aplicación de micorrizas y materia orgánica, al menos una vez al año, con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo.

## Referencias

- Abdul-Wahid, O. A. (2001). Occurrence of *Colletotrichum* anthracnose disease of guava fruit in Egypt. *International journal of pest management*, 47(2), 147-152. <https://doi.org/10.1080/09670870151130679>
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5.ª ed.). Elsevier Academic Press.
- Alfenas, A. C., Zauza, E. A. V., & Assis, T. F. (2003). First record of *Puccinia psidii* on *Eucalyptus globulus* and *E. viminalis* in Brazil. *Australasian Plant Pathology*, 32(2), 325-326. <https://doi.org/10.1071/AP03021>
- Álvarez, E., Ospina, C. A., Mejía, J. F., & Llano, G. A. (2004). Caracterización morfológica, patogénica y genética del agente causal de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en guanábana (*Annona muricata*) en el Valle del Cauca. *Fitopatología Colombiana*, 28(1), 1-8.
- Amusa, N. A., Ashaye, O. A., Oladapo, M. O., & Oni, M. O. (2005). Guava fruit anthracnose and the effects on its nutritional and market values in Ibadan, Nigeria. *World Journal Agricultural Sciences*, 1(2), 169-172.
- Ansari, T. H., Yoshida, T., & Meah, M. B. (2000). An Integrated Approach to Control Anthracnose of Guava (*Psidium guajava*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(5), 791-794. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2000.791.794>
- Baskarathevan, J., Taylor, R. K., Ho, W., McDougal, R. L., Shivas, R. G., & Alexander, B. J. R. (2016). Real-time PCR assays for the detection of *Puccinia psidii*. *Plant Disease*, 100(3), 617-624. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-15-0851-RE>
- Bora, K. C., Scheinpflug, G., García, C., Figueredo, Á., & Silveira, M. (2016). Climatic favorability for eucalyptus rust in Paraná State, Brazil. *Summa Phytopathologica*, 42(1), 24-42. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2015>
- Botero, M. J., Ríos, G., Franco, G., Romero, M., Pérez, J. C., Morales, J. E., Gallego, J., & Echeverry, D. I. (2002). Identificación y espacialización de enfermedades asociadas a los cultivos de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en el Eje Cafetero. En *Memorias IV Seminario Frutales de Clima Frío Moderado*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

- Bragança, C. A., Damm, U., Baroncelli, R., Massola, N. S., & Crous, P. W. (2016). Species of the *Colletotrichum acutatum* complex associated with anthracnose diseases of fruit in Brazil. *Fungal biology*, 120(4), 547-561. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.011>
- Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R., & Weir, B. S. (2012). *Colletotrichum* - current status and future directions. *Studies in mycology*, 73(1), 181-213. <https://doi.org/10.3114/sim0014>
- Carabalí Muñoz, A., Murcia, N., Ramos, Y., Orozco, F., Canacuan Nasamuez, D., Jaramillo, A., & Marín, G. (2013). *Manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de guayaba Psidium guajava L. (Myrtaceae) en el norte del Valle del Cauca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Carnegie, A. J., Lidbetter, J. R., Walker, J., Horwood, M. A., Tesoriero, L., Glen, M., & Priest, M. J. (2010). *Uredo rangelii*, a taxon in the guava rust complex, newly recorded on Myrtaceae in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 39(5), 463-466. <https://doi.org/10.1071/AP10102>
- Castaña-Zapata, J. (1996). Estimación de enfermedades en plantas y sistemas de muestreo. *Fitopatología colombiana*, 20(2), 59-68.
- Castaña-Zapata, J. (2002). *Principios básicos de fitoepidemiología*. Universidad de Caldas.
- Clark, S. (2011). *Risk analysis of the Puccinia psidii/Guava Rust fungal complex (including Uredo rangelii/Myrtle Rust) on nursery stock*. Ministry of Agriculture and Forestry. <https://www.nzffa.org.nz/assets/452/puccinia-psidii-on-nursery-stock-ra.pdf>
- Correa, G., Lavalett, L. L., Galindo, M. P., & Afanador, L. (2007). Use of multivariate methods for grouping strains of *Colletotrichum* spp. based on cultural and morphological characters. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(1), 3671-3690.
- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., & Crous, P. W. (1998). Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant disease*, 82(7), 819-825.
- Farfán, P. D., Insuasty, O., & Casierra, F. (2006). Distribución espacio temporal y daño ocasionado por *Pestalotia* spp. en frutos de guayaba. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 89-98. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol7\\_num2\\_art:75](https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num2_art:75)
- Fischer, I. H., Silva, B. L., Soares, A. R., Arruda, M. C., Parisi, M. C. M., & Amorim, L. (2012). Efeito de fungicidas e produtos alternativos no controle da antracnose e da pinta preta da goiaba. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 2753-2766. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2753>
- Gañán, L., Álvarez, E., & Zapata, J. C. (2015). Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum* spp. causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(152), 339-347. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.192>
- Giblin, F. (2013). *Myrtle rust report: New Caledonia. Assessment of myrtle rust situation in New Caledonia*. University of the Sunshine Coast Maroochydore. [https://davar.gouv.nc/sites/default/files/atoms/files/rapport\\_de\\_mission\\_de\\_fiona\\_giblin\\_universite\\_de\\_la\\_sunshine\\_coast\\_-\\_australie.pdf](https://davar.gouv.nc/sites/default/files/atoms/files/rapport_de_mission_de_fiona_giblin_universite_de_la_sunshine_coast_-_australie.pdf)

- Glen, M., Alfenas, A. C., Zauza, E. A. V., Wingfield, M. J., & Mohammed, C. (2007). *Puccinia psidii*: a threat to the Australian environment and economy — a review. *Australasian Plant Pathology*, 36(1), 1-16. <https://doi.org/10.1071/AP06088>
- Gutiérrez, O., & Gutiérrez, J. G. (2003). Evaluación de resistencia a benomil, thiabendazol y azoxystrobin para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en postcosecha. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(2), 228-232.
- Gutiérrez, O., Nieto, D., Gutiérrez, J. G., Delgadillo, F., & Domínguez, J. L. (2002). Características morfológicas, culturales y patogenicidad de aislamientos de *Colletotrichum* spp. obtenidos de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20(1), 24-30.
- Haq, I., Sajjad, M., Khan, S. A., Jaskani, M. J., & Ullah, Z. (2013). Occurrence of guava anthracnose in Punjab (Pakistan) and its integrated management. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50(4), 707-710.
- Hoyos-Carvajal, L. (2011). Conceptos generales en manejo biológico de fitopatógenos. En L. Hoyos-Carvajal (Ed.). *Enfermedades de plantas: Control biológico* (pp. 1-10). Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de guayaba (Psidium guajava L.). Medidas para la temporada invernal*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/00295b79-bcb0-4ab2-80f9-b6e3ab7218b8/-nbs;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-guayaba.aspx>
- Insuasty, O., Monroy, R., Díaz, A., & Bautista, J. (2006). *Manejo fitosanitario del cultivo de la guayaba (Psidium guajava L.) en Santander* [Boletín Técnico]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Instituto Colombiano Agropecuario.
- Jaramillo, A., Marín, G., & Murcia, N. (2013). Diagnóstico y seguimiento epidemiológico a cultivos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en zonas afectadas por la ola invernal en cuatro municipios del Valle del Cauca. En *Memorias del XXI Congreso de Fitopatología*. Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi).
- Jeffries, P., Dodd, J. C., Jeger, M. J., & Plumbley, R. A. (1990). The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. *Plant pathology*, 39(3), 343-366. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1990.tb02512.x>
- Keith, L. M., Velasquez, M. E., & Zee, F. T. (2006). Identification and characterization of *Pestalotiopsis* spp. causing scab disease of guava, *Psidium guajava*, in Hawaii. *Plant Disease*, 90(1), 16-23. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0016>
- Lana, V. M., Mafia, R. G., Ferreira, M. A., Sartório, R. C., Zauza, E. A. V., Munteer, A. H., & Alfenas, A. C. (2012). Survival and dispersal of *Puccinia psidii* spores in eucalypt wood products. *Australasian Plant Pathology*, 41(3), 229-238. <https://doi.org/10.1007/s13313-011-0112-4>
- Lozano, J. C., Toro, J. C., García, R., & Tafur, R. (2002). *Manual sobre el cultivo del guayabo en Colombia*. Lavalle.

- Machado, P. D., Alfenas, A. C., Alfenas, R. F., Mohammed, C. L., & Glen, M. (2015). Microsatellite analysis indicates that *Puccinia psidii* in Australia is mutating but not recombining. *Australasian Plant Pathology*, 44(4), 455-462. <https://doi.org/10.1007/s13313-015-0364-5>
- Machado, P. D., Glen, M., Pereira, O. L., Silva, A. A., & Alfenas, A. C. (2015). Epitypification of *Puccinia psidii*, causal agent of guava rust. *Tropical Plant Pathology*, 40(1), 5-12. <https://doi.org/10.1007/s40858-014-0002-8>
- Maharachchikumbura, S. S., Guo, L. D., Chukeatirote, E., Bahkali, A. H., & Hyde, K. D. (2011). Pestalotiopsis-morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. *Fungal Diversity*, 50(1), 167-187. <https://doi.org/10.1007/s13225-011-0125-x>
- Martínez, E. P., Hío, J. C., Osorio, J. A., & Torres, M. F. (2009). Identification of *Colletotrichum* species causing anthracnose on Tahiti lime, tree tomato and mango. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 211-218.
- Martins, M., Serrano, L., Lima, I., & Oliveira, E. B. (2012). Incidência e controle químico da ferrugem da goiabeira em diferentes épocas de poda na região norte do Espírito Santo. *Revista Ceres*, 59(2), 178-184. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200005>
- Martins, M., Silveira, S., & Maffia, L. A. (2014). Guava fruit loss caused by rust. *Summa Phytopathologica*, 40(2), 107-113. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/1904>
- Martins, M., Silveira, S., Maffia, L., Rocabado, J., & Mussi-Dias, V. (2011). Chemical control of guava rust (*Puccinia psidii*) in the Northern Region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Australasian Plant Pathology*, 40(1), 48-54. <https://doi.org/10.1007/s13313-010-0012-z>
- Marulanda, M. L., Isaza, L., & Ramírez, A. M. (2007). Identificación de la especie de *Colletotrichum* responsable de la antracnosis en la mora de castilla en la región cafetera. *Scientia Et Technica*, 13(37), 585-590.
- Moraes, S. R., Escanferla, M. E., & Massola, N. (2015). Prepenetration and penetration of *Colletotrichum gloeosporioides* into guava fruit (*Psidium guajava* L.): effects of temperature, wetness period and fruit age. *Journal of Phytopathology*, 163(3), 149-159. <https://doi.org/10.1111/jph.12294>
- Moraes, S. R., Tanaka, F. A., & Massola, N. (2013). Histopathology of *Colletotrichum gloeosporioides* on guava fruits (*Psidium guajava* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(2), 657-664. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200039>
- Morera-Montoya, R., & Blanco-Metzler, H. (2009). Microorganismos asociados a frutos embolsados de guayaba Taiwanesa variedad Tai Kuo. *Agronomía mesoamericana*, 20(2), 339-349.
- Nelson, C. S. (2008). Cephaleuros species, the plant parasitic green algae. *Plant Disease*, 43, 1-6. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-43.pdf>
- Pal, K., & McSpadden, B. (2006). Biological control of plant pathogens. *The plant health instructor*. <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>

- Pandey, R. R., Arora, D. K., & Dubey, R. C. (1997). Effect of environmental conditions and inoculum density on infection of guava fruits by *Colletotrichum glososporioides*. *Mycopathologia*, 137(3), 165-172. <https://doi.org/10.1023/A:1006842801828>
- Pardo-Cardona, V. M. (2004). Directorio de hospedantes de *Cephaleuros virescens* Kunze en Colombia y primer registro de *Tectona grandis* L. (Verbenaceae) como hospedante. *Ascolfi Informa*, 30 (2), 10-12.
- Pegg, G. S., Giblin, F. R., McTaggart, A. R., Guymer, G. P., Taylor, H., Ireland, K. B., Shivas, R. G., & Perry, S. (2014). *Puccinia psidii* in Queensland, Australia: disease symptoms, distribution and impact. *Plant Pathology*, 63(5), 1005-1021. <https://doi.org/10.1111/ppa.12173>
- Quesada-Gutiérrez, M. D. C., Diaz-Celaya, M., Gregorio-Cipriano, M. R., Rodríguez-Alvarado, G., & Fernández-Pavia, S. P. (2009). Mancha algal en guayabo (*Psidium guajava* L.) y mango (*Mangifera indica* L.) ocasionada por *Cephaleuros virescens* en Michoacán, México. *Biológicas*, 11(1), 87-92.
- Revelo, E. (2014). *Caracterización genética de Colletotrichum spp. agente causal de antracnosis en tomate de árbol (Solanum betaceum) en el Valle de Sibundoy, Putumayo* [Tesis de grado, Universidad de Nariño, Colombia].
- Riley, M. B., Williamson, M. R., & Maloy, O. (2002). Plant disease diagnosis. The Plant Health Instructor. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2002-1021-01>
- Rodas, C. A., Roux, J., Maier, W., Granados, G. M., Bolaños, M. D., McTaggart, A. R., & Wingfield, M. J. (2015). First report of *Puccinia psidii* on *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus* in Colombia. *Forest Pathology*, 45(6), 534-536. <https://doi.org/10.1111/efp.12223>
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., & Ferreira, F. A. (1989). Influência da temperatura, luz e origem do inóculo sobre a produção de uredosporos e teliosporos de *Puccinia Psidii*. *Fitopatologia Brasileira*, 14(2), 70-73.
- Salazar, M., & Buritica, P. (2012). Nuevos registros de royas (*Pucciniales*) en plantas de interés agronómico y ornamental en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6691-6696.
- Saldarriaga-Cardona, A., Castaño-Zapata, J., & Arango-Isaza, R. (2008). Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32(123), 145-156.
- Simpson, J. A., Thomas, K., & Grgurinovic, C. A. (2006). Uredinales species pathogenic on species of *Myrtaceae*. *Australasian Plant Pathology*, 35(5), 549-562. <https://doi.org/10.1071/AP06057>
- Soares-Colletti, A. R., & Lourenço, S. (2014). Effect of temperature, wetness duration and cultivar on the development of anthracnose in guava fruits. *Summa Phytopathologica*, 40(4), 307-312. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/1988>
- Solarte, A. F. (2014). *Caracterización morfológica, molecular y patogénica de Pestalotiopsis sp. agente causante de la enfermedad del clavo en la guayaba (Psidium guajava) y evaluación in-vitro de biofungicidas* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.

- Tamayo, P. J. (2007). Enfermedades del aguacate. *Revista Politécnica*, 3(4), 51-70.
- Tejesvi, M. V., Kini, K. R., Prakash, H. S., Subbiah, V., & Shetty, H. S. (2007). Genetic diversity and antifungal activity of species of *Pestalotiopsis* isolated as endophytes from medicinal plants. *Fungal Divers*, 24(3), 37-54.
- Uchida, J., Zhong, S., & Killgore, E. (2006). First report of a rust disease on Ohia caused by *Puccinia psidii* in Hawaii. *Plant Disease*, 90(4), 524-524. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0524C>
- Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in mycology*, 73(1), 115-180. <https://doi.org/10.3114/sim0011>