

# Manejo integrado de enfermedades

Álvaro León Gaitán Bustamante; Carlos Alberto Rivillas Osorio;  
Bertha Lucía Castro Caicedo; Marco Aurelio Cristancho Ardila

El óptimo estado de sanidad de una plantación es un factor determinante para alcanzar su máximo potencial productivo. Las enfermedades reducen la producción del cafetal interfiriendo en el aprovechamiento de la luz en las hojas, afectando la absorción de nutrientes y agua en las raíces, bloqueando el movimiento de sustancias dentro de la planta, reduciendo la eficiencia en el llenado de granos y consumiendo los componentes del fruto, alterando así la calidad del grano de café.

Para reducir el efecto de las enfermedades en la cosecha es necesario iniciar con plantas completamente sanas, en suelos libres de problemas fitosanitarios, y a lo largo de la vida de la plantación procurar mantener una excelente condición saludable de las plantas, mediante la ejecución de prácticas agronómicas oportunas, que propendan por un manejo integrado de las enfermedades.

En este capítulo se revisarán las enfermedades más conocidas del café, sus agentes causales, las condiciones para su aparición y las recomendaciones para su manejo, siguiendo prácticas que también preserven el medio ambiente y la diversidad biológica presente en la finca, que protejan la salud de los trabajadores y habitantes del lugar, y que reduzcan los costos asociados al control de las enfermedades.



## Cómo Citar:

Gaitán, Á., Rivillas, C. A., Castro Caicedo, B. L., & Cristancho Ardila, M. A. (2013). Manejo integrado de enfermedades. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 143–178). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_22](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_22)

## Conceptos generales

Una enfermedad se define como una alteración persistente y progresiva que resulta en daño de la planta y que tiene síntomas característicos.

Las enfermedades pueden ser bióticas o abióticas. Las enfermedades bióticas se presentan cuando la planta interactúa con un patógeno que la ocasiona, bajo condiciones ambientales particulares, por ejemplo la mancha de hierro ocasionada por el hongo *Cercospora coffeicola*. Un patógeno es un organismo en el que una parte significativa de su ciclo de vida transcurre habitando un hospedero y obteniendo nutrientes de él. Por su parte, en las enfermedades abióticas, no hay interacción con otro ser vivo, como es el caso de los daños ocasionados en las plantas por el granizo y los rayos, entre otros.

## Factores que permiten el desarrollo de una enfermedad biótica

Para que se produzca una enfermedad biótica, se requiere: Una planta hospedante, un patógeno y los factores ambientales.

### El factor humano

Un deficiente manejo agronómico o la inadecuada ejecución de las labores en el campo pueden completar los requisitos necesarios para dar como resultado la aparición y desarrollo de una enfermedad. En la medida que sean entendidos esos factores y cómo ocurren esas interacciones en los sistemas de cultivo de café, se pueden diseñar estrategias para hacer un manejo eficiente de las mismas.

### El patógeno

Para la planta de café se han reconocido alrededor de 25 enfermedades bióticas, de las cuales la mayoría son causadas por hongos (17), y las demás por bacterias (3), nematodos (3), fitoplasmas (1) y virus (1). En Colombia, los patógenos reportados en el cultivo del café son hongos (11), nematodos y fitoplasmas (Gaitán, 2003).

**Los nematodos** son un tipo de gusanos de cuerpo cilíndrico no segmentado, la mayoría con tamaños entre 0,5 y 4,0 mm, que están presentes en hábitats variados, desde agua salada hasta el suelo. Las hembras pueden



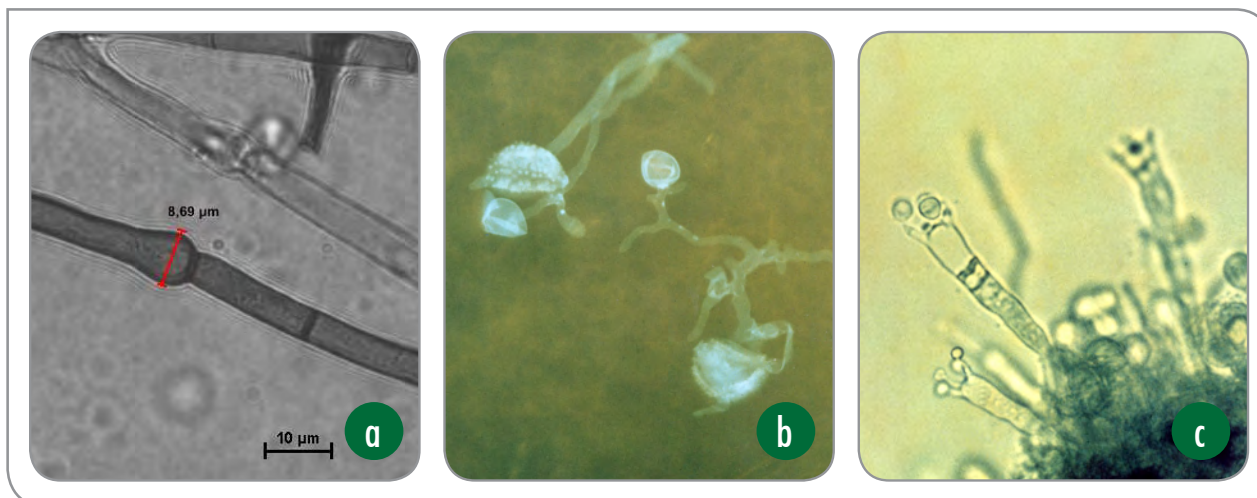
Figura 1.

*Meloidogyne* sp., principal nematodo asociado con el cultivo del café en Colombia.

tener tamaños mayores, color blanquecino y forma de pera. Muchos nematodos parásitos de plantas poseen un **estilete** o aguja rígida hueca, con la que penetran los tejidos de la planta y se alimentan mediante la extracción de contenidos celulares. Entre los nematodos asociados con el cultivo del café en Colombia, se encuentran los géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Criconemoides* sp. y principalmente *Meloidogyne* (Figura 1)(Lordello, 1972).

**Los hongos** son organismos microscópicos que se caracterizan por tener estructuras tubulares que se denominan **micelio**, y reproducirse asexualmente por medio de **conidias**, y sexualmente por medio de **esporas** (Figura 2). Cualquiera de estas dos estructuras reproductivas requiere agua para su dispersión y germinación, y si encuentra condiciones favorables formará nuevo micelio, con el cual el hongo crecerá y podrá parasitar a la planta, causándole una enfermedad, como en el caso de la roya del cafeto ocasionada por el hongo *Hemileia vastatrix*.

**Las bacterias** son organismos unicelulares microscópicos, con tamaños cercanos a una micra (o la millonésima parte de un metro). Al igual que los hongos, las bacterias no pueden sintetizar su propio alimento, son muy importantes en la degradación de la materia orgánica, y en algunos casos son patógenos de plantas. Las bacterias presentan paredes celulares que les confieren forma, la cual varía entre cocos (Esféricas) y bacilos (Alargadas). Aunque algunas pueden formar estructuras de resistencia llamadas **esporas**, éstas no se presentan en las bacterias causantes de enfermedades de plantas. Entre las especies identificadas como patógenos de café están *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas chichorii* y *Xylella fastidiosa*, las cuales no se han reportado en Colombia.



**Figura 2.**

Imágenes microscópicas de estructuras características de los hongos. **a.** Micelio de *Rosellinia* spp. (Llagas radicales); **b.** Uredospora de reproducción asexual de *Hemileia vastatrix* (Roya del cafeto), con tubos germinativos; **c.** Basidiosporas de reproducción sexual de *Corticium salmonicolor* (Mal rosado).

**Los fitoplasmas** pueden considerarse como versiones simplificadas de las bacterias. Son organismos unicelulares, de tamaño inferior a una micra, pero no son de vida libre, ya que requieren constantemente de una célula hospedante para su supervivencia. No tienen pared celular y, por lo tanto, presentan formas diversas (Pleomórficos). Carecen de flagelos y no producen esporas. Adicionalmente, poseen diez veces menos información genética que una bacteria. Para su transmisión en la naturaleza requieren estar asociados con insectos vectores. En Colombia son los responsables de la enfermedad conocida como crespesa (Figura 3).

Finalmente, **los virus** son organismos muy diferentes a los otros agentes causantes de enfermedades, en el



**Figura 3.**

Planta de café afectada por crespesa.

sentido que sólo están constituidos por una cápside de proteína que protege la información genética. Las cápsides pueden tener formas muy variadas, incluyendo cilindros y poliedros. Al igual que los fitoplasmas, son parásitos obligados que requieren permanentemente de una célula hospedante. En Colombia se han presentado brotes esporádicos de ataques virales en café, pero ninguno de manera persistente, al contrario de Brasil donde son causantes de la mancha anular del café.

## Influencia de factores ambientales

Además de un patógeno y una planta hospedante, para que ocurra una enfermedad se requiere de condiciones ambientales apropiadas, que incluyen **disponibilidad de agua, un rango de temperatura adecuado, así como protección de la luz ultravioleta del sol.** Finalmente, la presencia o ausencia de otros microorganismos en la superficie de la planta o en el suelo, alrededor de las raíces, puede determinar el éxito en los procesos de dispersión, crecimiento y reproducción de un patógeno.

Dentro de los factores ambientales que más determinan la aparición de una enfermedad se encuentran **la temperatura, la precipitación y el brillo solar.**

**La temperatura.** A gran escala, la temperatura de una zona tiene una estrecha relación con la latitud y la altitud. A mediana escala, aparece la influencia de los vientos dominantes y las barreras montañosas, y a menor escala, la temperatura también está determinada por la presencia de sombrío y la densidad del cultivo. En

Colombia, por su ubicación geográfica en el “Ecuador Climático”, no se presenta un efecto marcado de la latitud, donde además, las temperaturas medias mensuales a lo largo del año son muy similares. La altitud, los vientos y las barreras montañosas por su parte introducen una gran variabilidad entre zonas cafeteras, no solo porque a mayor altitud menor temperatura media, sino porque en su conjunto determinan la **amplitud térmica**, que es la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima de un lugar, y que generalmente puede estar variando entre 7 y 13 °C (Figura 4). Finalmente, está el porcentaje de sombrío y la presencia de bosques o guaduales en los linderos de los lotes de café, además de las distancias de

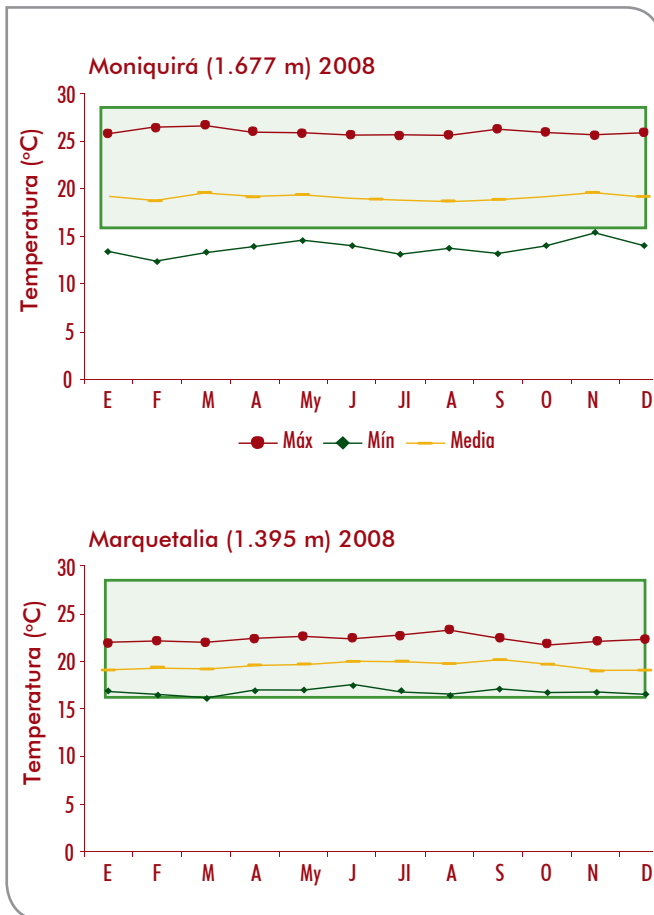


Figura 4.

Comparación entre la amplitud térmica de dos localidades cafeteras. A pesar de presentar la misma temperatura promedio en los sitios durante todo el año, la amplitud térmica en Moniquirá es 7 °C mayor que en Marquetalia. El cuadro verde indica el rango óptimo de desarrollo de la roya del cafeto (16 a 28 °C). Para Marquetalia, todo el año, este rango está dentro de la amplitud térmica. Para Moniquirá, todo el año la temperatura mínima está por fuera del rango óptimo para la roya. Esto contribuye a que la incidencia de roya en Marquetalia sea mayor.

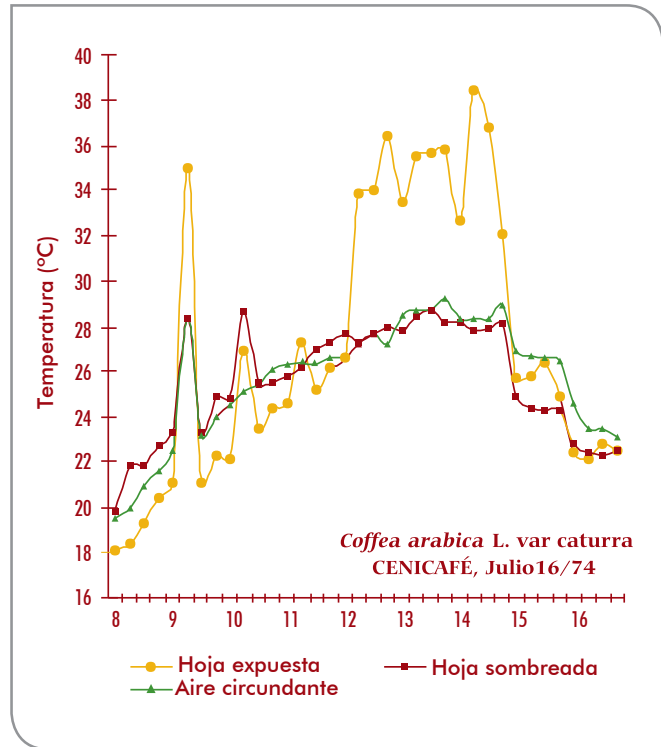


Figura 5.

Temperatura en la hoja de café Var. Caturra, a lo largo del día, expuesta a plena exposición solar o bajo sombrío. De 12:00 m a 3:00 pm se incrementa la temperatura entre 4 y 10 °C por efecto de la radiación solar directa, a niveles que pueden ser inhibitorios para muchos hongos (Gómez y Jaramillo, 1974).

siembra de los árboles de café en el lote, y la presencia de arvenses, que condicionan los denominados microclimas.

El efecto final de todas estas variables en la temperatura se concentra en la superficie de los tejidos de la planta, donde espacialmente se está dando la interacción con los patógenos. Esta temperatura puede cambiar de manera importante si el cultivo está a plena exposición o a la sombra (Figura 5), especialmente en las primeras horas de la tarde, cuando el efecto de la radiación solar es máximo.

**La precipitación.** Es quizás el factor más influyente en la dinámica de las interacciones entre el café y los patógenos, en particular por el patrón de la distribución de las lluvias en el territorio colombiano, ocasionado por el efecto de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). El movimiento de la ZCIT a lo largo del país genera una distribución de lluvias monomodal en la región norte y sur, y una bimodal en la región centro. La dependencia

de los hongos de las condiciones lluviosas, para su dispersión y germinación, hacen que su incidencia esté altamente correlacionada con el patrón de distribución de lluvias en los cafetales. La presencia de meses de baja precipitación actúa como un agente de control, disminuyendo las poblaciones de patógenos, debido a las condiciones adversas. Adicionalmente, la presencia de agua en las hojas se ve limitada a las horas de la noche y a las primeras horas de la mañana, ya que en el transcurso del día el proceso de evaporación remueve la capa líquida de los órganos de la planta.

Sin embargo, en años influenciados por el efecto de La Niña, esos períodos menos lluviosos no se dan, y las precipitaciones son aún mayores en los meses de invierno, lo cual genera que prácticamente durante todo el año se de una disponibilidad permanente de agua, y que en buena parte del día esa capa de agua permanezca sobre las hojas, de manera que continuamente aumenten las poblaciones de hongos patógenos, y se dispare la incidencia de enfermedades.



*La temperatura, la precipitación y el brillo solar son los factores ambientales que más determinan la incidencia de una enfermedad.*

La calidad y la cantidad de formaciones de nubes influyen en el brillo solar, seguidos de la existencia de árboles de sombrío, y de la misma sombra que se da al interior de los árboles de café, según su edad y densidad de siembra. Además de afectar la temperatura y promover la pérdida de agua, la radiación solar es una fuente de luz ultravioleta (UV), que en general es nociva para los

organismos, por su capacidad de causar mutaciones en la información genética. Por otra parte, la luz UV también puede actuar como un catalizador para activar moléculas, resultando en la formación de compuestos dañinos para la planta, como es el caso de la cercosporina, una toxina producida por el hongo *Cercospora coffeicola*, agente causal de la mancha de hierro.

## Desarrollo de la enfermedad

Una vez coinciden en el tiempo y el espacio, el hospedante susceptible, el patógeno, las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas favorables, ocurre el proceso de infección, donde el patógeno penetra e invade los tejidos de la planta hasta causar **síntomas** (Figura 6), que corresponden a los efectos físicos generados por el aprovechamiento de los nutrientes allí presentes, que cambian la apariencia de la planta infectada y que pueden ser comunes para muchas enfermedades. Como ejemplos de síntomas están la **clorosis**, que son amarillamientos en las hojas, debidos a la alteración de los cloroplastos, encargados del proceso de fotosíntesis; la **necrosis** es igualmente frecuente como resultado de la muerte de las células vegetales, así como los **marchitamientos**, que son pérdidas de agua en los tejidos, con la consecuente pérdida de rigidez en ramas y hojas. El tiempo transcurrido entre la infección y la aparición de síntomas se conoce como **período de incubación**, y puede durar desde unos pocos días, como en el caso de la roya del cafeto, a meses o años, como ocurre con la crespada del cafeto.

Posteriormente, el patógeno culmina su ciclo de vida en la planta y prepara estructuras reproductivas que servirán de inóculo para iniciar otro proceso infeccioso. Estas estructuras se denominan **signos** (Figura 6), y al contrario de los síntomas, son muy específicos de cada enfermedad. Los signos marcan el momento en que la enfermedad puede transmitirse a otras plantas o a vectores. El tiempo entre la infección y la aparición de signos se denomina **período de latencia**.



Figura 6.

**a.** Síntomas y **b.** signos de mal rosado en el café, ocasionado por el agente causal *Corticium salmonicolor*.

Cuando la enfermedad se presenta de manera repetitiva en una misma zona se dice que es **endémica**. Se conoce como **epidemia** a aquella aparición de una enfermedad que se esparce rápidamente y con alta frecuencia entre los individuos de una población o área al mismo tiempo (Agrios, 1997). Una epidemia avanza progresivamente, tanto en el tiempo como en el espacio, generalmente con tres fases claramente reconocibles: Una **fase lenta o lineal**, que transcurre desde el inicio de la infección hasta que se completan los primeros períodos de latencia, con la observación de los primeros brotes de la enfermedad; una **fase rápida o exponencial**, donde hay abundancia de inóculo que se dispersa desde focos hacia el material vegetal potencialmente susceptible; y una **fase terminal o máxima**, donde ocurre agotamiento de plantas sanas.



La medición del desarrollo de una enfermedad se realiza mediante la determinación de la **incidencia**, que es la proporción de plantas afectadas, y de la **severidad**, que es la proporción del órgano o del tejido de la planta que presenta la enfermedad. Estas mediciones son importantes para valorar la gravedad de un ataque, tomar decisiones sobre las estrategias de control y evaluar la efectividad de las mismas.

## Manejo integrado de enfermedades (MIE)

Una vez diagnosticado un problema y cuantificadas sus dimensiones deben tomarse medidas para evitar mayores daños económicos. Estas medidas deben corresponder a ganancias en producción y en preservación de la sostenibilidad, que en caso de ser exitosas, compensen las inversiones en tiempo, recursos y labores realizadas. Dado que generalmente el manejo de una enfermedad no recae exclusivamente en una sola práctica, sino en la aplicación coordinada y armoniosa de varias medidas de control, se le denomina **manejo integrado de enfermedades** o **MIE**. El MIE busca debilitar o eliminar alguno de los cuatro factores necesarios para la ocurrencia de una enfermedad, como son el hospedante susceptible, el patógeno, el ambiente o las prácticas agronómicas deficientes.

Para esto se hace uso del **control genético**, utilizando variedades de café resistentes a la enfermedad, la **reducción de inóculo** y el **control químico**, atacando directamente la multiplicación del patógeno, el **control biológico**, manteniendo o aumentando la acción de los enemigos naturales del patógeno, y el **control cultural**, realizando un manejo acertado del cultivo (Gaitán, 2008).

A continuación se conocerán algunas de las principales enfermedades bióticas y recomendaciones para su manejo integrado.

### Volcamiento

Es una enfermedad asociada a los procesos del germinador.



El volcamiento pre-emergente tiene lugar en el tejido radical inmaduro, resultando en la pudrición de la semilla, o una vez la raíz y el tallo joven inician su crecimiento, sin haber salido a la superficie. Una vez el fósforo rompe la capa de suelo, el volcamiento post-emergente ocurre en la base del hipocótilo, exhibiendo lesiones de color café oscuro que debilitan el tejido y provocan la caída de la plántula. El volcamiento se aprecia como parches en el germinador que son evidentes 15 días después de la siembra (Gaitán, 2003a).

El agente causal es el hongo basidiomicete *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk. (Fase asexual *Rhizoctonia solani* Kühn), habitante natural del suelo, en estructuras de resistencia llamadas esclerocios, o invadiendo residuos de plantas o compost orgánico. Bajo condiciones favorables, el micelio del hongo se dispersa rápidamente por el suelo, alcanzando semillas o hipocótilos sanos, infectándolos en 5 días (Gaitán y Leguizamón, 1992).

No se conocen fuentes de resistencia a la enfermedad en las fases de pre- y post- emergencia, pero una vez el tallo madura y las primeras hojas verdaderas aparecen, la planta deja de ser susceptible a los ataques del hongo, iniciando procesos de suberización que bloquean el avance del patógeno.

## Consideraciones prácticas

En los germinadores es necesario reducir el inóculo presente en el suelo, cerniéndolo a través de una malla fina, o mejor aún, reemplazando el suelo por arena lavada de río. Para evitar contaminación por salpique, el germinador debe montarse sobre camas construidas a 50 cm de altura. El sustrato debe tratarse con un producto biológico basado en *Trichoderma harzianum* (Castro y Rivillas, 2005), o uno químico, con ingrediente activo tiabendazol, pencycuron, tolclofos-methyl o flutalonil. Una vez se detecte un foco con la enfermedad debe removerse el material afectado con su sustrato, así como las plántulas sanas que lo rodean. Se puede aplicar control químico en el foco (Castro y Rivillas, 2008).

### Mancha de hierro



Esta enfermedad es característica de las hojas del café, tanto en estado de almácigo como en plantas adultas, pero es más importante cuando ataca los frutos de café, especialmente en estado inmaduro, ya que resulta en pérdidas significativas de calidad y cantidad de cosecha.

El ataque en granos verdes puede causar el secamiento de los frutos en el árbol, provocando su caída temprana, reducir el peso del grano o secar la pulpa sobre los granos, lo que resulta en manchado del café pergamino y el aumento en la proporción de café pasilla o "guayaba". La venta de café con defectos afecta directamente el ingreso del caficultor, por las penalidades que recibe en los puntos de compra. Los factores de trilla también se ven afectados pasando de 1,3 kg de café pergamino para obtener 1 kg de café verde, a 1,6 ó más (Ángel, 2003).

La enfermedad se observa inicialmente como pequeñas manchas amarillas (Cloróticas) que se tornan cafés y luego negras, alcanzando de 1,0 a 3,0 mm de diámetro, ya sea por la haz o el envés de las hojas. Las lesiones se tornan grises en el centro, rodeadas de un anillo uniforme café. El sitio afectado finalmente toma un color rojo o café oscuro, que puede eventualmente volverse negro, con un círculo externo difuso de color amarillo. Pueden aparecer anillos concéntricos, sin un borde delimitado, y cuando crecen las manchas y se fusionan con otras, generan formas irregulares. Todos los estados de desarrollo de la hoja son igualmente susceptibles (Castaño, 1956a).

En los frutos verdes y maduros las lesiones comienzan con manchas pequeñas y aisladas, que crecen y se profundizan en la medida que el fruto se desarrolla, especialmente si éstos están protegidos de la luz directa del sol. La infección de frutos verdes causa un maduramiento local prematuro, con caída en ocasiones de la cereza. Los síntomas pueden abarcar todo el fruto, haciéndolo lucir seco y de color café oscuro (Castaño, 1956a).

El agente causal de la enfermedad es el hongo *Cercospora coffeicola* Berk y Cooke, el cual produce conidias a una temperatura entre 24 y 30 °C, con humedades relativas mayores al 98%. Estas conidias se dispersan por la lluvia y el viento. La producción sostenida de inóculo garantiza la infección de hojas y frutos en diferentes estados de desarrollo. De 24 a 72 horas después de la infección, el hongo penetra sea a través de los estomas o directamente por la cutícula, preferiblemente durante el día. Después de 14 días, si la planta está expuesta a luz solar, ó 17 días, si está bajo un 50% de sombrero, el tejido infectado comienza a mostrar síntomas debido a la invasión de los tejidos. El hongo produce la toxina cercosporina, que es activada por la luz y causa la muerte de las células (López y Fernández, 1969). Las hojas enfermas caen prematuramente y la defoliación puede alcanzar valores hasta del 90% (Guzmán y Rivillas, 2005).

En frutos, los primeros síntomas aparecen 90 días después de la floración, momento más crítico para ocasionar pérdidas significativas. La severidad de la enfermedad se incrementa en frutos de 4 meses de edad, que maduran de manera prematura. Infecciones posteriores (Frutos mayores a 6 meses) son menos serias, porque el proceso de maduración natural ya se ha completado, y el daño causado al mesocarpo se remueve fácilmente en el despulpado.

La mancha de hierro es una enfermedad influenciada por el estado nutricional de la planta, y es favorecida por los factores que afecten la normal asimilación de nutrientes (Fernández *et al.*, 1966). Factores bióticos como el ataque de nematodos y palomillas que impiden la absorción de agua y nutrientes por la raíz, y factores abióticos como el sobrecrecimiento de raíces o la desnutrición en el almácigo, los suelos arcillosos o arenosos con bajos contenidos de materia orgánica, el déficit o exceso de agua en el suelo, así como la inadecuada fertilización de cultivos al sol y con deficiencia de nutrimentos, son condiciones que propician la aparición de la enfermedad.

### Mal rosado



Esta enfermedad se presenta en varias regiones cafeteras del mundo, ubicadas en latitudes tropicales, ocasionando serios perjuicios en la producción, especialmente en siembras con altas densidades. Comúnmente la enfermedad ocurre en cafetales con poca aireación, incrementándose en época de mayor precipitación cuando predomina un ambiente frío y húmedo, lo que favorece el desarrollo del patógeno sobre tallos secos y hojarasca que se acumulan en la parte superior de los árboles; allí, el hongo inicia sus actividades parasitarias en todo los tejidos vivos de la planta.

### Consideraciones prácticas

- Para prevenir la mancha de hierro es necesario levantar las plantas de almácigo en condiciones óptimas de sanidad vegetal.
- Si la materia orgánica es baja, es necesario complementar la nutrición mediante dos aplicaciones de 2 g/ bolsa de fosfato diamónico (DAP), a los 2 y 4 meses (Gaitán *et al.*, 2012). Adicionalmente es necesario realizar el manejo preventivo de nematodos y cochinillas.
- En almácigos que requieran medidas más estrictas para el control, se recomienda aplicar 4 g.L<sup>-1</sup> de dithiocarbamatos (Dithane o Mancozeb) o 1 mL.L<sup>-1</sup> de un triazol (Bayleton CE 250, Punch 40CE o Alto 100SL), con intervalos de 30 a 45 días, dependiendo de la intensidad de la enfermedad.
- En plantaciones productivas, una fertilización adecuada, oportuna y balanceada basada en el análisis de suelos, es suficiente para mantenerse baja la incidencia de la mancha de hierro.
- En sitios donde la enfermedad es endémica, por efecto de suelos poco aptos para café o por microclimas causados por el exceso de brillo solar, es posible realizar labores de control químico con una mezcla de oxiclورو de cobre (3 kg.ha<sup>-1</sup>) más un triazol (Bayleton, 1 L de polvo mojable 50%) y un surfactante (Carrier, 0,4 L.ha<sup>-1</sup>), aplicado entre 90 y 120 días después de la floración principal.
- Todas las especies y variedades de café han mostrado susceptibilidad a la enfermedad (Ángel, 2003).

Las epidemias de mal rosado se manifiestan principalmente durante las épocas de lluvia y en años con períodos lluviosos muy prolongados (Fenómeno de La Niña), donde la severidad del ataque del patógeno es mayor. La rentabilidad del cultivo de café es afectada por el daño a las ramas de la zona productiva y en los frutos. Se ha determinado que la incidencia de la enfermedad en parcelas comerciales de café en Colombia llega a ser del 30% al 40% de las ramas productivas (Ortiz, 1991).



Los cafetos afectados por mal rosado son evidentes incluso a distancia, porque las partes terminales de las ramas aparecen con el follaje amarillento, marchito o seco. Las ramas afectadas dan la apariencia de haber sido quemadas, de ahí el nombre común de brasa o quema (Rodríguez, 1964). La evidencia más característica de ataque de mal rosado ocurre cuando los árboles muestran marchitez, rápida defoliación acompañada del ennegrecimiento de los granos en formación, los cuales se cubren de un crecimiento fungoso de color rosado salmón. En ataques avanzados, el tejido leñoso del tallo principal muestra áreas necrosadas en forma de heridas alargadas y profundas, o constricciones irregulares en la corteza, lo cual forma una especie de anillo o callo alrededor de los tallos afectados (ISIC, 1970), ocasionando la muerte de la planta. Los síntomas de la enfermedad se presentan por igual en todas las variedades de café.

El mal rosado es ocasionado por el hongo basidiomicete *Erythricium salmonicolor* Berk. y Br., que requiere de condiciones propicias para suscitar el proceso infectivo que se ha identificado en tres etapas.

Inicialmente se presenta el estado micelial, caracterizado por un tenue crecimiento de micelio en forma de finos hilos blanco plateados que avanza sobre ramas, hojas y frutos, formando una especie de telaraña (Cadena, 1982). Seguidamente, se observa el estado de pústula estéril, con presencia de esclerocios, que son agregados miceliales en forma de motas de algodón, que van del blanco al rosado salmón (Rodríguez, 1964).

El tercer estado, es el más avanzado del ataque del hongo, con abundante crecimiento micelial, a partir del cual ocurre la formación de basidios y basidiosporas, dando apariencia de una costra rosada. Pueden encontrarse hasta 150.000 basidiosporas en 1,0 cm<sup>2</sup> de costra rosada, con un 90% de germinación (Cadena, 1982). El efecto del hongo se debe a la destrucción de los tejidos conductores de agua y nutrimentos, de las ramas, y eventualmente en el tallo principal, lo que resulta en el secamiento de los tejidos infectados con su posterior necrosis o muerte, comprometiendo en ataques severos la totalidad de la cosecha de una rama.

## Consideraciones prácticas

- *En relación con el manejo preventivo del mal rosado, deben mejorarse las condiciones de luminosidad y aireación en los cafetales; para tal fin se sugiere retirar las ramas secas y hojarasca acumulada en la parte superior del arbusto, especialmente después de la cosecha (Castaño y Bernal, 1953). El éxito en el manejo del mal rosado depende inicialmente de un adecuado diagnóstico, mediante revisiones periódicas de los lotes, especialmente en época lluviosa. Una vez identificado el problema, es importante conocer el estado infectivo en el cual se encuentra, mediante la observación de signos del patógeno, ya que de ello dependerá el tipo de control a establecer.*
- *En época de invierno deben hacerse revisiones periódicas y realizar la poda de ramas enfermas, preferiblemente en estado de costra rosada. Las ramas podadas en estado de costra rosada se deben retirar del lote en un costal o bolsa plástica para reducir el inóculo residual y la dispersión de las basidiosporas. Si las ramas están secas y no tienen estructuras del hongo se pueden dejar sobre el suelo sin el riesgo de que ocurran nuevas infecciones en la parte inferior del árbol, ya que se descomponen, deteriorándose y desapareciendo el micelio rosado al no encontrar soporte y sustratos adecuados (Galvis, 2002).*
- *En el control químico, los fungicidas recomendados son óxido cuproso de 50% de cobre aplicado a razón de 4 g.L<sup>-1</sup> de agua. Las aplicaciones crecientes de potasio (120 kg y 200 kg.ha-año<sup>-1</sup>) en cafetales sembrados a distancias de 2,5 x 2,5 m, ayudan al mejoramiento de las plantaciones de café y disminuyen la incidencia de esta enfermedad (Mestre y López, 1976).*
- *Las aplicaciones del fungicida AmistarZTRA 28 SC (cyproconazole+azoxystrobin) en dosis de 750 cc.L<sup>-1</sup> (1,8 cc.L<sup>-1</sup>), realizando tres aplicaciones al año, con intervalo de 45 días a partir de 60 días después de la floración principal en el café, son eficientes. El sistema de monitoreo de esta enfermedad y de alertas tempranas, debe considerar los momentos del aumento de las lluvias o de un fenómeno como el de “La Niña”, para aplicar con 30 días de anticipación este producto.*

### Llaga macana



La enfermedad conocida como llaga macana o cáncer del tronco es ocasionada por el hongo habitante del suelo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. sensu lato. Se han identificado dos especies del patógeno en suelo colombiano, *Ceratocystis papillata* y *C. colombiana* (Wan Wyk et al., 2010). Cualquiera de estas dos especies ocasiona la muerte de plantas en todos los estados de desarrollo, disminuyendo la población de plantas y, por ende, la producción, especialmente cuando ocurre la pérdida de más del 10% de plantas (Castro et al., 2003). Todas las variedades de café actualmente cultivadas en Colombia son susceptibles a esta enfermedad. De otra parte, este patógeno tiene hospedantes alternos como caucho, cítricos y cacao, entre otros (Marín et al., 2003; Van Wyk et al., 2010).

Las plantas de café infectadas por *Ceratocystis* se distribuyen generalmente en forma aleatoria en los lotes. Los primeros síntomas se evidencian en el follaje, como clorosis, marchitamiento general y muerte de la planta. Estos pueden ser confundidos por ataque de llagas radicales (*Rosellinia* spp.), por mal rosado (*Erythricium salmonicolor*), por ataque de palomilla de las raíces o por encharcamientos. Sin embargo, para dilucidar el ataque de este patógeno, con la ayuda de una navaja, se puede remover la corteza para observar las lesiones negras y endurecidas en el cuello o en cualquier parte del tallo (Fernández, 1964; Castro, 1999). Estas lesiones avanzan longitudinal y transversalmente en el tallo y pueden extenderse hasta las raíces, o anillar el tronco, que es cuando se evidencian los síntomas externos en el follaje

El patógeno es habitante natural de todos los suelos de la zona cafetera, desde los 800 a 2.000 m de altitud. Penetra a las plantas únicamente por heridas frescas en raíz y tallo, las cuales en café pueden ser ocasionadas durante las labores de descope, poda de ramas bajas, zoqueo, limpieza de arvenses, entre otras (Castro y Montoya, 1997a y 1997b; Castro, 1998). El desarrollo del hongo, tanto en el suelo como en tejidos infectados, es favorecido por la humedad y puede ser diseminado en las herramientas de corte como serruchos, machetes, tijeras o navajas, al ponerlas en contacto con lesiones en plantas enfermas y luego en plantas sanas (Fernández, 1964). Al parecer no se disemina con la motosierra o con la guadaña. Las heridas en la base de las plantas, realizadas por el pisoteo al apoyarse en terrenos pendientes es uno de los factores que mayormente propician el ataque de llaga macana en la zona cafetera de Colombia, causando hasta un 50% de plantas perdidas por esta enfermedad (Castro et al., 2003).

## Consideraciones prácticas

- La estrategia más importante para prevenir el ataque de llaga macana es evitar heridas en las plantas. En el caso de ser necesarias labores de poda o zoqueo, deben utilizarse productos que protejan las heridas, aplicando fungicidas como benomyl, tiabendazol o carbendazim, en dosis de 4,0 g ó 4 cc.L<sup>-1</sup> de agua (Castro, 1991). Estas aplicaciones en zocas pueden realizarse utilizando el aplicador de contacto (Gómez y Castro, 2004) o la aspersora convencional (Castro, 1991). Se sugiere que la labor de zoqueo se realice en época seca y en caso de realizarse en período lluvioso, los fungicidas antes mencionados se pueden mezclar con pintura anticorrosiva, para evitar que sean lavados por la lluvia. También se sugiere aplicación del hongo *Trichoderma harzianum* (Tricho- D®) (Castro y Rivillas, 2003).
- Afortunadamente existe resistencia genética para este patógeno. Se ha comprobado que las accesiones de las especies *Coffea canephora* y *C. liberica* son inmunes (Izquierdo, 1988), mientras que solo una línea de *C. arabica* var. Borbón ha mostrado resistencia a *C. fimbriata*. A partir de estos materiales se han desarrollado genotipos comerciales de *C. arabica* con resistencia tanto a roya como a llaga macana (Castillo, 1982; Castro y Cortina, 2007).

## Llagas radicales



Llaga estrellada



Llaga negra

El hongo *Rosellinia* spp. causa pudrición de raíces en un gran número de especies de plantas en países tropicales y subtropicales, incluyendo plantas herbáceas como la papa, hasta plantas leñosas perennes como forestales y frutales. Las especies *Rosellinia bunodes* y *R. pepo* son predominantes en la región cafetera colombiana, causando serios problemas económicos por la disminución de la población de plantas tanto de café como de cultivos asociados a éste, así como por las dificultades en su manejo y control (Fernández y López, 1964; Castro y Serna, 1999). Todas las variedades de café cultivadas en Colombia son susceptibles a las dos especies, además de cultivos asociados a éste como yuca plátano, cítricos, cacao, macadamia, árboles de sombrío, entre otros, que son mayormente afectados por llaga estrellada (Castro y Serna 2009; Realpe et al., 2006).

Los síntomas externos pueden confundirse con aquellos ocasionados por otros patógenos como llaga macana

(*Ceratocystis fimbriata*) y mal rosado (*Erythricium salmonicolor*); o por ataque de cochinillas en las raíces, así como problemas de encharcamiento en suelos pesados y con mal drenaje. Las plantas afectadas por *Rosellinia* spp. se localizan en focos o parches de tamaño variable y forma irregular. Los primeros síntomas, denominados secundarios, se observan como una clorosis o amarillamiento general de las plantas, seguido de defoliación y muerte. En estas plantas, los síntomas primarios se observan en la raíz o en el cuello, donde se evidencian la pudrición blanda de la corteza y debajo de ésta los signos del patógeno, ya sean puntos o rayas negras incrustadas entre los tejidos, para el caso de llaga negra (*R. bunodes*). Mientras que en el caso de llaga estrellada (*R. pepo*), estos signos pueden ser hilos o micelio blanco, formando abanicos o estrellas sobre los tejidos debajo de la corteza de las raíces (Fernández y López, 1964; Ibarra et al., 1999).

*Rosellinia bunodes* y *R. pepo* son microorganismos que viven en forma saprófita en el suelo, interviniendo en la descomposición de residuos de raíces y, eventualmente, pueden convertirse en patógenos, invadiendo progresivamente las raíces de plantas vivas, diseminándose por contacto de raíces a partir de un foco inicial (Aranzazu, 1996). El patógeno forma inicialmente micelio blanco brillante, que coloniza la superficie de las raíces, cambiando luego a un micelio de color gris, con apariencia de “pelo de rata”. Posteriormente, el patógeno penetra a los tejidos formando masas de micelio negro o abanicos como los anteriormente mencionados, destruyendo completamente las raíces hasta llegar al cuello o base de la planta, momento en el cual se observan los síntomas externos. Dependiendo de la edad de la planta, el inicio de la infección hasta la muerte de la planta puede ser de meses o años (Fernández y López, 1964; Ibarra y Castro, 1999).

En café como en otros cultivos perennes, se ha observado que los focos de infección iniciales, tanto de *R. bunodes* como de *R. pepo*, están relacionados con residuos o raíces de plantas leñosas que se han eliminado, siendo este sustrato propicio para el desarrollo del patógeno (Castro y Serna, 2009). No obstante, no significa que todos los residuos de tocones o residuos de plantas perennes que se dejen en el suelo sean portadores del patógeno. Eventualmente, se ha notado que residuos de yuca dejados en el suelo pueden incrementar el inóculo del patógeno. De otra parte, el hongo forma estructuras de resistencia que pueden permanecer latentes en el suelo por varios años (Bermúdez y Carranza, 1992; Ibarra y Castro, 1999). Bajo condiciones naturales las dos especies de *Rosellinia* se desarrollan satisfactoriamente en suelos ricos en materia orgánica, temperatura entre 19 y 28 °C, humedad del suelo entre 70%-80% y pH 4,0 a 7,0; mientras que los rayos solares y suelos encharcados inhiben el desarrollo de los patógenos (López y Fernández, 1966).

## Consideraciones prácticas

No existe un manejo único de las llagas radicales. El éxito en el manejo y recuperación de sitios infestados para garantizar la supervivencia de plantas a resembrar depende del manejo integrado, el cual se resumen en los siguientes pasos:

- Las plantas con los síntomas deben ser eliminadas al igual que las vecinas a éstas, aunque no muestren síntomas, puesto que es probable que estén infectadas. Estas plantas se deben erradicar, extrayendo rigurosamente las raíces y trozos de éstas.
- Los hoyos o sitios se deben dejar expuestos a los rayos solares, al menos durante 2 a 3 meses antes de resembrar, dando volteos al suelo, de manera que se expongan al sol posibles estructuras del patógeno.
- Después de la solarización, se puede aplicar en forma de drench en cada sitio el fungicida tiofanato de metilo o carbendazim, en dosis de 4,0 g.L<sup>-1</sup>.
- Un mes después de la aplicación del fungicida puede aplicar el hongo *Trichoderma* spp.
- Resembrar plantas inoculadas con micorrizas, como *Glomus manihotis* o *Entrophospora colombiana* (Castro y Rivillas, 2002; Gutiérrez et al., 2004; Ten Hoopen y Krauss, 2006).

Los cinco pasos mencionados pueden garantizar el control del patógeno. Sin embargo, las dos primeras actividades son claves para asegurar su control. No se han encontrado fuentes de resistencia en café para combatir las llagas radicales.

### Phoma o muerte descendente



Esta enfermedad es causada en café por un complejo de especies del género *Phoma* spp., y su nombre común es muerte descendente. Este hongo tiene un rango de hospedantes bastante amplio y dentro de las plantas que ataca están los cítricos (*Citrus* sp.), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), manzana (*Malus domestica* Borkh), uva (*Vitis vinifera* L.), pimiento (*Piper nigrum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), ají (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.) (Villegas et al., 2009).

El hongo se registró por primera vez en Colombia en 1951, y ha sido reportado en los departamentos del Cauca, Antioquia, Cundinamarca, Caldas, Quindío, Risaralda,

Valle del Cauca, Huila, Norte de Santander y Nariño (Castaño, 1956; Villegas et al., 2009). Es una enfermedad que ataca a todas las variedades de café (Gómez, 1975) y aquellos cafetales fertilizados deficientemente pueden verse más afectados por el patógeno (Quintero y Buriticá, 1976). La muerte descendente es una enfermedad típica de zonas altas (Gil y Leguizamón, 2003), en la que los mayores niveles de infección se presentan en épocas lluviosas y con temperaturas bajas, las cuales se relacionan con días con poca luminosidad (Gómez y Bustamante, 1977).

En las etapas iniciales de la enfermedad se observa la aparición de manchas negras, opacas y pequeñas, en el ápice de las hojas recién formadas. Si las condiciones son favorables, la lesión cubre toda el área foliar y las hojas se caen. En los bordes de las hojas maduras, inicialmente se aprecian una o dos manchas cloróticas, y después de 5 días, las manchas se necrosan y las lesiones se unen hasta alcanzar de 2,0 a 3,0 cm de diámetro. En algunas ocasiones se puede observar un encrespamiento producido por el crecimiento del tejido sano alrededor del área afectada (Castaño, 1956b; Gil y Leguizamón, 2003).

Una vez la enfermedad se establece, los tejidos del tallo mueren desde el brote en forma descendente, y de allí su nombre. Como respuesta a la muerte del brote principal del tallo y de las ramificaciones laterales, se presenta un desarrollo anormal de la planta, caracterizado por la proliferación de nuevos brotes y de ramas laterales

pequeñas, que en conjunto dan la apariencia de roseta. El hongo penetra por los estomas y aberturas naturales (heridas), aunque hay evidencias de que los insectos pueden estar involucrados en la penetración del hongo. El ciclo del hongo dura entre 60 y 70 días, dependiendo de las condiciones ambientales (López y Fernández, 1969).

## Consideraciones prácticas

El manejo de la muerte descendente debe iniciarse en el momento de la aparición de los primeros síntomas, tanto en el almácigo como en las plantaciones establecidas. Entre las prácticas que se tienen para su manejo está el control cultural por medio de la instalación de barreras rompe vientos y el control químico, por medio de la aplicación de fungicidas como captan (Captan 80WG; Orthocide 50% PM), en dosis de 4 g.L<sup>-1</sup> de agua (Villegas et al., 2009).

## Ojo de gallo o gotera



Fue la primera enfermedad descrita en café en el continente americano. La enfermedad fue observada y estudiada por primera vez en Colombia, en el año 1876, y posteriormente, se encontró en todas las áreas cafeteras del continente americano, y de ahí su nombre de mancha americana (Wang y Avelino, 1999). El hongo causante de la enfermedad se caracteriza por presentar dos tipos de cuerpos fructíferos: Las gemas o cabecitas que corresponden a la fase de reproducción asexual del basidiomicete *Mycena citricolor* (Berk y Curt.) Sacc., cuyas estructuras son pequeñas, mucilaginosas, de color amarillo azufroso, en forma de alfiler, que le permiten al patógeno diseminarse y adherirse a la hoja, y el basidiocarpio, que se desarrolla en material vegetal en descomposición.

El síntoma típico de la enfermedad es la formación de lesiones circulares u ovaladas de unos 50 mm de diámetro en las hojas, que tienen color rojizo y se tornan gris claro a medida que envejecen. Eventualmente terminan desprendiéndose de la hoja, dejando un agujero en medio del tejido aún verde. El principal efecto de estas lesiones es causar la caída completa de la hoja, que puede llevar a defoliaciones que comprometen el llenado de los granos.

Para iniciar la infección sobre las hojas o los frutos, el hongo requiere altas precipitaciones, humedades permanentes, bajas temperaturas y bajo brillo solar (Tewari et al., 1986). Estas condiciones se encuentran usualmente en cafetales bajo sombrero abundante, propias de los cultivos tradicionales. Aunque generalmente los cafetales tecnificados no presentan ataques de gotera, zonas o períodos de alta nubosidad, pueden llevar a reducidas horas de luminosidad acompañadas de menor amplitud térmica, que permitan la expresión de la enfermedad, aun en cafetales a plena exposición. En los tallos y ramas tiernas, inicialmente las lesiones son grisáceas, pero con el tiempo se oscurecen y se alargan, y llegan a cubrir todo el entrenudo, comprimiendo la superficie de la corteza (Castaño, 1951).

El efecto de la enfermedad sobre el rendimiento de la planta se debe principalmente a la defoliación, dado que una lesión en la vena central, cerca de la base de la hoja, causa epinastia o crecimiento hacia abajo de las hojas jóvenes y caída prematura de las hojas adultas. Se considera que esta enfermedad es importante en plantaciones de café que no son podadas adecuadamente y que están establecidas bajo sombra excesiva, en regiones húmedas, permitiendo que las ramas entren en contacto con arvenses afectadas por el hongo o que éste se encuentre en condición de saprófito en el material orgánico que está sobre el suelo en descomposición (Rivillas y Castro, 2011).

Esta enfermedad es capaz de causar serias pérdidas. Cuando la enfermedad es severa, las disminuciones en rendimiento ocurren desde el primer año de la epidemia, lo cual se puede considerar como pérdida primaria. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que la enfermedad afecta también los frutos, provocando su caída. Por otra parte, la defoliación causada por la enfermedad induce una pérdida secundaria, en la cual los efectos se observan sobre la producción del siguiente año.

Otros aspectos relacionados con la intensidad de la enfermedad y sus efectos en las plantas de café son la distancia de siembra entre plantas, el porcentaje y tipo de sombra expuesta sobre la planta, la altura de la planta y el sistema de poda del cultivo. Árboles forestales y frutales intercalados con café, propician las condiciones

para la aparición del hongo. Aparentemente el nivel de fertilización no está asociado con la presencia de la enfermedad.

Conviene tener en cuenta que a causa del inóculo residual, parece más recomendable empezar el control de la enfermedad a inicios de la época lluviosa con un fungicida sistémico, como el cyproconazol, para luego continuar con fungicidas protectores (Waller et al., 2007).

## Consideraciones prácticas

Debido a la alta dependencia del ciclo de vida del hongo causante de la gotera de las condiciones de humedad, temperatura y brillo solar, es importante adelantar labores de prevención como:

Conducir acciones preventivas ante un eventual fenómeno de La Niña, especialmente al inicio de los meses de lluvias de cada región en particular. La presencia constante de nubes, sea por efectos locales o por condiciones regionales, es una señal de alerta para realizar evaluaciones de incidencia de la enfermedad, especialmente con sombríos o altas densidades de siembra.

Realizar adecuadas prácticas agronómicas, como el manejo de arvenses, que es un requisito para mantener bajos los niveles de inóculo en fuentes cercanas a la planta de café. Adicionalmente, las podas o desbajeres en los cafetos evitan que las ramas inferiores entren en contacto con material afectado por gotera en el suelo, y permite la aireación de los cafetales y la disminución de la humedad. El uso racional de sombrío y de densidades de siembra hasta 8.000 plantas/ha, mejora la luminosidad en los lotes, favorece la evaporación del agua y crea condiciones desfavorables para el patógeno (Campos, 2010).

Sustituir gradualmente en las fincas la sombra nativa, densa e irregular, por árboles cultivados, adecuados y sembrados de manera regular.

Realizar una adecuada nutrición de las plantas, ya que la planta con esta buena condición es fuerte y tolera la enfermedad a través del incremento del follaje, condición fisiológica que en ocasiones puede ser más rápida que la misma epidemia.

Evitar los encharcamientos y profundizar los drenajes donde el exceso de humedad lo requiera.

Es recomendable empezar el control de la enfermedad a inicios de la época lluviosa con un fungicida sistémico, para luego continuar con fungicidas protectores. Los fungicidas del grupo de los triazoles son efectivos en el control de la enfermedad y dentro de éstos, el cyproconazol ha mostrado una alta efectividad. Para el control químico de la enfermedad se recomiendan aplicaciones de cyproconazol (Alto 100 SL) a una dosis de 440 cc.ha<sup>-1</sup> de producto comercial, realizando cuatro aplicaciones, con intervalos de 20 días en las primeras aplicaciones y de 45 días en las últimas.

### Crespera



Es una enfermedad endémica de los cafetales que afecta el desarrollo normal de las partes aéreas de la planta, especialmente las hojas y los botones florales. Se caracteriza por la presencia inusual de hojas curvadas y delgadas, que crecen de manera masiva, reemplazando los meristemos florales por foliares (Filodia), y con ocasional clorosis en los bordes. Las florescencias son pocas o nulas, y se puede incrementar la frecuencia de frutos monospermiados (Caracol). Normalmente, se considera como una afección poco severa, que no afecta la producción o la calidad, ya que ocurre principalmente en las ramas más viejas de la planta, o se revierten los síntomas en ramas más jóvenes, pero en casos muy graves puede llevar la planta a un estado de enanismo, por la reducción de las distancias entre ramas y entre nudos, además de reducir dramáticamente la producción por la incapacidad de producir flores (Galvis, 2006a).

El agente causal es un fitoplasma de la familia 16SrIII (Galvis, 2007). Se ha demostrado que los cicadélidos *Clinonella decivata* y *Graphocephala* sp. actúan como vectores del fitoplasma, por su actividad chupadora en las hojas (Galvis, 2006b). El período de incubación de la enfermedad puede tomar años.

## Consideraciones prácticas

Para el manejo de la crespada se recomienda no realizar una eliminación excesiva de arvenses, ya que esto obliga a los cicadelidos a alimentarse solamente de café. Esta situación se agrava con la ocurrencia de períodos secos como aquellos asociados al fenómeno de El Niño. Podas y zoqueos son contraproducentes, pues incrementan la expresión de los síntomas, por lo que plantaciones muy afectadas deben ser renovadas con siembras de material nuevo y sano. No se requieren fertilizaciones o acondicionamientos del suelo adicionales a los recomendados bajo condiciones normales (Galvis, 2006a).

### Mancha mantecosa



Es una enfermedad poco frecuente, condicionada a la transmisión genética de la susceptibilidad. Se caracteriza por la aparición de manchas circulares amarillentas de 2,0 a 4,0 mm de diámetro y de apariencia aceitosa, tanto en las hojas como en los frutos. Las lesiones pueden fusionar y generar manchas rugosas y hundidas. Los frutos pueden ser atacados en todos los estados de su desarrollo, pero en infecciones tempranas causa su caída y en etapas posteriores la pérdida de la calidad.

El hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc. ha sido asociado a la enfermedad. No hay transmisión por semilla. Como la mancha mantecosa no causa pérdidas económicas importantes y su distribución es muy limitada, no se recomiendan medidas de control, excepto la erradicación de plantas afectadas y su reemplazo con plantas sanas. Las semillas de plantas susceptibles no deben ser usadas para propósitos de propagación (Gil, 2003).

### Antracnosis

La antracnosis es una enfermedad caracterizada por la presencia de lesiones necróticas en hojas, botones florales, frutos y ramas, causada por las especies *Colletotrichum acutatum* y *C. gloeosporioides*. Estos hongos son habitantes normales en la superficie de los órganos de la planta, pero ocasionalmente pueden estar constituidos de manera predominante por aislamientos patogénicos que ocasionan daño a la planta, bajo condiciones de alta humedad y altas temperaturas.

El hongo penetra directamente los tejidos de glomérulos, flores y frutos en formación, invadiendo posteriormente otros tejidos. El hongo puede permanecer allí sin causar síntomas por períodos largos (Fase quiescente), al activarse puede ocasionar manchas de color café oscuro, que se inician en la base de la estructura floral, extendiéndose hasta cubrirla por completo. Las manchas se tornan necróticas y se pueden presentar en todo el nudo afectado. Los daños en el estado floral de camino se presentan en la parte media e interna de la rama, pero en casos extremos puede implicar todos los nudos presentes (Gil, 2001).

Los frutos verdes son afectados por las infecciones quiescentes previas, pero no por nuevas infecciones desde la parte externa, ya que el hongo es incapaz de penetrar y causar síntomas en estos estados aun en presencia de heridas. Una vez el fruto madura se torna susceptible al ataque externo del hongo, sin requerir heridas para su penetración.

Además de condiciones climáticas favorables, otros factores que pueden influir en la presencia de antracnosis de manera endémica en un lote son los suelos pesados, las densidades de siembra altas, la presencia de plantas en el cafetal con porte medio y follaje denso, como cacao y guayaba.

## Consideraciones prácticas

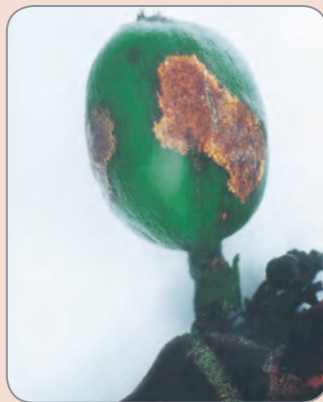
Para disminuir la incidencia de antracnosis se deben tomar medidas que reduzcan la humedad en el microclima, como es el manejo adecuado de arvenses, la ampliación de distancias de siembra o la reducción de número de tallos por hectárea, disminuir la intensidad del sombrero y seleccionar plantas para sombrero con baja densidad de follaje.

### Fumagina



Corresponde a la formación de una capa felposa delgada sobre la haz de la hoja o en la superficie de los frutos, que interfiere con la fotosíntesis. Es muy abundante en condiciones de sombra y alta humedad. La fumagina es causada por hongos del género *Capnodium* y *Fumago*, y normalmente se asocia con insectos como *Planococcus citri* (Risso), cuyas secreciones dulces promueven el crecimiento de los hongos. Aunque es muy frecuente, no se considera un problema económico importante, y por lo tanto, no amerita medidas de control excepto por la remoción de sombra e incremento de las distancias de siembra si el problema es crónico.

### Enfermedad de las cerezas del cafeto (CBD)



Es una enfermedad que todavía no está presente en el continente americano, pero se reconoce como la más limitante para las plantaciones de *Coffea arabica*, después de la roya del cafeto, con la particularidad que es más amenazante en las altitudes de 1.200 a 2.000 m.

El CBD, que corresponde a las siglas en inglés para *Coffee Berry Disease*, se detectó inicialmente en Kenia en 1922, y desde entonces se ha dispersado por el continente africano, donde causa de un 20% a un 30% de pérdidas en producción, pero que en años de altas precipitaciones puede llegar al 80% (Gil et al., 2000).

El CBD es causado por el hongo ascomicete *Colletotrichum kahawae* J. M. Waller & Bridge, el cual puede atacar botones florales, flores, hojas, pero especialmente los frutos entre 4 y 14 semanas de desarrollo. El síntoma distintivo del CBD en frutos verdes se aprecia como una lesión café oscura, ligeramente hundida, que puede aparecer en cualquier parte de la superficie y extenderse hasta cubrirla por completo. Si las condiciones de humedad son adecuadas, una masa rosada de esporas se puede producir en la lesión.

Otro síntoma posible es la lesión en costra, que tiene un color pálido con apariencia ligeramente hundida, con una frecuente formación de anillos concéntricos por parte de los acérvulos, que son las estructuras de reproducción del hongo. Este tipo de lesiones se tornan corchosas, poco desarrolladas y permanecen latentes durante el desarrollo del fruto, convirtiéndose en activas solamente cuando el fruto madura, y causando poco efecto en la producción (Gil et al., 2002).

### Consideraciones prácticas

Para Colombia es muy importante evitar la llegada del CBD, controlando la introducción de semillas de países productores que ya tengan el CBD. En caso de detectar plantaciones con sintomatología sospechosa es necesario reportar de inmediato a las autoridades sanitarias para realizar confirmación en el sitio. Mientras tanto no debe permitirse la entrada de personal al lote o mover material enfermo, para evitar dispersión adicional. Por pruebas realizadas en Portugal, se sabe que algunos de los componentes de la Variedad Castillo® presentan resistencia al CBD.



## Nematodos



Las plantas afectadas por nematodos presentan menor tamaño, clorosis, defoliación, deficiencias de elementos menores, escasa respuesta a la fertilización, mayor daño por efecto de sequías prolongadas, alta incidencia de mancha de hierro, disminución en su producción, y se compromete seriamente el éxito de su renovación por zoca, todo como consecuencia del daño en la raíz. Las nudosidades en la raíz son los síntomas secundarios característicos del ataque de los nematodos del género *Meloidogyne* en café (Gaitán et al., 2008).

En la caficultura colombiana, los nematodos se mencionan desde 1929, y hasta el momento se han identificado las especies del género *Meloidogyne*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. arenaria* y *M. exigua* como aquellas que afectan la producción y limitan el área renovable (Quintana et al., 2002). En Colombia, el nematodo *M. exigua* ataca fundamentalmente la cofia de raíces tiernas durante la etapa de germinador, mientras que el complejo *M. incognita* y *M. javanica* ataca las raíces de absorción de nutrimentos de plantas de almácigo o en el campo, formando masas de huevos en éstas. Las poblaciones de las diferentes especies de *Meloidogyne*, subsisten en condiciones de campo en las raíces de las plantas de café y en la casi totalidad de arvenses presentes en los cafetales, lo cual ha sido confirmado con la identificación de estas plantas hospedantes de *Meloidogyne* spp., en zonas cafeteras del país.

Los nudos ocasionados por *M. exigua* tienden a ser enteros, sin rupturas, del mismo color de la raíz y localizados generalmente en las raíces laterales. *M. incognita* y *M. javanica*, en forma individual o en complejo, se establecen sobre el cuello, la raíz pivotante y las raíces laterales, donde ocasionan nudosidades que al romperse longitudinalmente permiten la degradación de los tejidos afectados por otros habitantes del suelo. Las nudosidades ocasionadas por estas últimas especies

son de menor tamaño que las producidas por *M. exigua* y presentan necrosis parcial o total (Baeza et al., 1977). La corteza del cuello y de la parte superior de la raíz se engrosa, toma consistencia corchosa y se agrieta, además ocurre proliferación de raíces secundarias que salen casi paralelas a la raíz principal y presentan numerosas ramificaciones.

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne* spp., comienza con un huevo en estado de una célula, depositado por una hembra, en una masa que tiene entre 500 y 3.000 huevos, la cual está parcial (*M. incognita* y *M. javanica*) o completamente (*M. exigua*) embebida dentro de la raíz de una planta hospedante. El desarrollo del huevo comienza pocas horas después de su deposición hasta llegar a la formación de una larva completamente desarrollada con su estilete visible, que corresponde al primer estado larval. La primera muda tiene lugar en el huevo para pasar a su segundo estado larval, en el cual el nematodo emerge del huevo y penetra las raíces del hospedante para iniciar su proceso parasítico. Los siguientes estados y el de hembra adulta ocurren dentro del tejido del hospedante. El ciclo total de *M. exigua* en *Coffea arabica*, var. Caturra es de 70 días, mientras que para *M. incognita* es de 48 a 52 días (Villalba et al., 1983).

Las larvas de *M. exigua* y *M. incognita* se introducen en los tejidos de la zona comprendida entre la cofia y la zona de iniciación de los haces vasculares, el tejido restante de la raíz parece ser no apto para el parasitismo, debido posiblemente a su lignificación; en investigaciones realizadas inoculando nematodos en plántulas de café de diferentes estados de desarrollo, se demostró que en la medida que las plantas se acercaron al trasplante (6 meses) se redujo drásticamente la cantidad de daño en la raíz pivotante y en el cuello. De ello se deduce que el período crítico de establecimiento de las poblaciones de *Meloidogyne* spp. son los primeros estados de desarrollo en las plantas en el almácigo y que la severidad de los daños tiende a ser menor, aun con *M. incognita* y *M. javanica*, en la medida que el contacto parásito - hospedante sea más tardío (Arango, 1977).

La dinámica poblacional de *M. exigua* es restringida, ya que la localización de las masas de huevos dentro del tejido del parénquima hace que la colonización de nuevas raíces, por las larvas que eclosionan, esté sujeta a la degradación de las nudosidades, mientras que para *M. incognita* y *M. javanica* dicha dinámica es favorecida por presentar masas de huevos externas a la raíz, lo cual incrementa las posibilidades de que nuevas raíces sean infectadas por las nuevas generaciones de estas especies (Leguizamón, 1976; Arango, 1977; Cano et al., 1980).

## Consideraciones prácticas

Para el manejo de problemas causados por nematodos debe considerarse primero la obtención del suelo para la preparación de almácigos, preferiblemente de la misma finca, ya que se corre el riesgo de traer suelo de sitios que alberguen una o varias de las especies de *Meloidogyne*, introduciendo nematodos en áreas de baja población. No obstante, y como una medida preventiva, el control debe iniciarse en los primeros estados de desarrollo de la planta, en estado de almácigo.

La revisión para detectar problemas de nematodos debe efectuarse máximo dos meses después de la siembra de las plántulas en el campo, teniendo como criterio el mal desarrollo de la parte aérea. El manejo de los nematodos a través del control químico cada vez está más restringido, por las dificultades de encontrar nematicidas selectivos a café, de baja toxicidad y de alta efectividad. Se debe tener en cuenta que una vez el nematodo logra establecerse en los tejidos radicales, alterando los vasos del xilema en forma, tamaño y ordenación en forma irreversible, el nematicida actuará efectivamente sobre la población activa parasítica en las raíces, pero no recuperará el leño alterado, ni mejorará el intercambio entre la raíz y la parte aérea (Baeza y Leguizamón, 1977). En el campo, los tratamientos nematicidas no son rentables, ya que se han obtenido producciones similares entre testigos y tratamientos.

Los trabajos realizados sobre resistencia genética demuestran que las especies: *Coffea dewevrei*, *C. canephora* y *C. congensis* son las más resistentes al ataque de *Meloidogyne* spp.; el nematodo penetra en las raíces pero se afecta su reproducción (Arango, 1977; Baeza, 1977). En Centro América, se desarrolló la variedad de café "Nemayá" (*C. canephora*), utilizada exitosamente como portainjertos de especies de *C. arabica*, siendo esta práctica de injertación una de las más promisorias en el manejo de los nematodos *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, los cuales causan graves pérdidas en producción, especialmente en Guatemala y El Salvador (Anzueto et al., 1995).

Existen algunos microorganismos como los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium* sp. cepa 9501, identificado como un Hyphomycetes y *Verticillium chlamydosporium* sub especie *chlamydosporium*, que son efectivos parasitando estadios (huevos) de *Meloidogyne* spp. (Giraldo y Leguizamón, 1998; Hincapié y Leguizamón, 1999). La bacteria *Pasteuria penetrans* ha mostrado resultados importantes parasitando J2 (Larvas) (Cardona y Leguizamón, 1997). Mediante acción enzimática, los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* formulados en arroz, y sus formulaciones comerciales Conidia® y Destruxin® respectivamente, ocasionan pérdida de turgencia de los huevos y lisis de estadios J2 de *Meloidogyne* spp. (Leguizamón y Padilla, 2001; Padilla et al., 2001).

En el manejo de nematodos del complejo *Meloidogyne javanica* y *M. incognita*, las micorrizas arbusculares (Inóculo comercial) han contribuido a reducir el impacto de éstos cuando son inoculadas 30 días antes que el nematodo. El efecto de las micorrizas en la protección de las raíces se logra haciendo que el hongo se establezca primero que el nematodo, con lo cual se producen plantas con abundantes raíces y asociadas con el hongo, beneficiándose la planta en su crecimiento y desarrollo (Leguizamón, 1994).

## La roya del cafeto

En Colombia, tradicionalmente se han sembrado las variedades de café Típica, Borbón y Caturra, pertenecientes a la especie *Coffea arabica*, de excelente comportamiento agronómico pero susceptibles al hongo causante de la roya del cafeto, *Hemileia vastatrix*.

Ante la aparición de esta enfermedad en Brasil, en 1970, y aprovechando el recurso genético de la resistencia presente en el Híbrido de Timor, Cenicafé inició el desarrollo de la variedad Colombia, la cual le entregó a los caficultores en 1982, y la mejoró continuamente hasta el año 2005. A partir de entonces, con la incorporación de nuevos derivados del cruzamiento del Híbrido de Timor, Cenicafé liberó la Variedad Castillo® General, en la que se incorporaron atributos genéticos de resistencia a la roya, tamaño de grano, calidad y productividad en relación con la variedad Caturra. También se desarrollaron las Variedades Castillo® Regionales, selecciones de materiales con mejor desempeño en ambientes específicos.

La roya del cafeto continúa siendo el principal problema patológico en el cultivo del café. Esta enfermedad está íntimamente ligada al desarrollo fisiológico del cultivo, al nivel de producción de la planta y a la distribución



*Pese a disponer de materiales resistentes a la enfermedad, en Colombia todavía el 45% del área sembrada en café tiene variedades susceptibles, que están expuestas a ataques de roya, dependiendo de las condiciones ambientales y de la agronomía del cultivo, donde epidemias severas pueden afectar de manera importante la producción.*

y cantidad de lluvia. A pesar de la información técnica generada y divulgada por Cenicafé (Rivillas et al., 2011) y al diagnóstico continuado implementado por la Federación de Cafeteros desde el año 2010, para monitorear la presencia de la roya del cafeto en Colombia, todavía se observa que los caficultores no son constantes ni oportunos en el control adecuado de la enfermedad. Cuando el control se realiza sólo en presencia de altos niveles de infección, se limita drásticamente la acción protectora o curativa de los fungicidas y, por lo tanto, las medidas tomadas resultan ineficientes. Un control inoportuno e inadecuado de la enfermedad compromete seriamente la cantidad y calidad de la cosecha en la finca y en su conjunto afecta la producción del país (Figura 7).



**Figura 7.**

Cafeto de la variedad Caturra con abundante e intensa defoliación por efecto de la roya. El crecimiento del fruto se detiene, no llega a la maduración, se secan las ramas y ocurre el denominado paloteo.

## Condiciones para la aparición y desarrollo de la roya

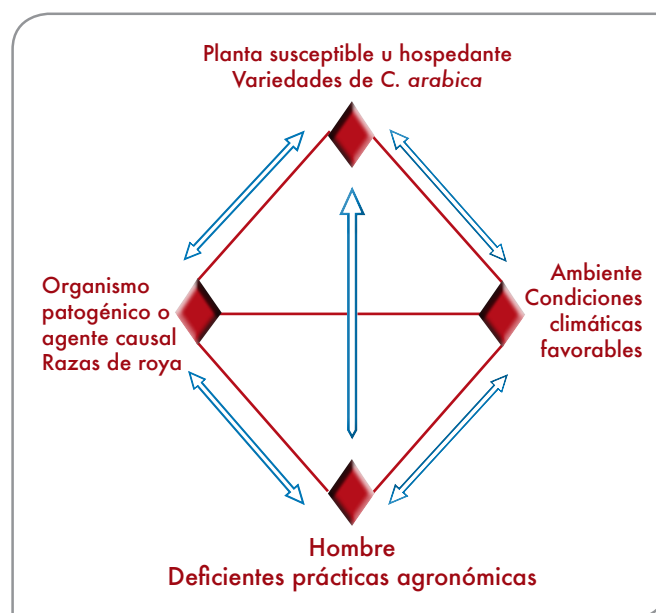
El brote de un ataque de roya y el posterior progreso de la enfermedad dependen de la ocurrencia simultánea de cuatro factores:

1. Una planta susceptible u hospedante
2. Un organismo patogénico o agente causal
3. Unas condiciones climáticas favorables
4. Unas deficientes prácticas agronómicas (Figura 8)

### El hospedante

En Colombia se cultiva la especie *Coffea arabica*, que produce los llamados cafés suaves. Dentro de la especie existe una gran cantidad de variedades, entre las que se cuentan las tradicionales como Típica, Borbón y Caturra, todas ellas carentes de resistencia genética ante la roya, y en cuyas plantaciones se pueden presentar ataques fuertes de la enfermedad. La especie *C. canephora*, que produce el denominado café Robusta, y que se utiliza principalmente en plantaciones por debajo de los 1.200 m en Brasil y en países de África y Asia, se destaca por su elevada resistencia a la enfermedad, aunque algunas de sus variedades pueden ser susceptibles.

Además de la ausencia de resistencia genética en estas variedades de *C. arabica*, el estado fisiológico de la



**Figura 8.**

Interrelación de factores necesarios para que se presente una epidemia de roya en café.

planta puede reducir o incrementar la susceptibilidad a la enfermedad. Es así como plantas con pobre desarrollo de raíces, por efecto de suelos arcillosos, ataque de nematodos o cochinillas, o malformaciones desde el almácigo, con estrés en el sistema radical por exceso de agua en el suelo, o con deficiencias nutricionales por escasa o ninguna fertilización, son más propensas a tener fuertes ataques de roya.

Dentro del mismo estado fisiológico debe considerarse la cantidad de frutos que presenta el árbol, debido a que altas producciones exigen mucho a las hojas en el proceso de llenado de los granos (Costa *et al.*, 2006), y bajo estas condiciones los ataques de roya pueden ser mayores si no se fertilizan adecuadamente las plantas. Esta relación entre la roya del café y la producción es la razón por la cual luego de un año de alta producción, que coincide con una epidemia severa, sigue un año de producción disminuida, donde la presencia de la enfermedad es reducida (Kushalappa y Eskes, 1989).

Por su parte, tanto las plantaciones de variedad Colombia como de Variedad Castillo® (Alvarado *et al.*, 2008) y sus derivadas regionales siguen mostrando en el campo una alta resistencia a la roya del café, y aunque se pueden encontrar árboles afectados por roya, la severidad de la enfermedad es muy baja y no amerita que se incluya un plan de control químico dentro de su manejo.

## El patógeno

El agente causal de la roya del café es el hongo *Hemileia vastatrix*, de la familia de los uredinales, que se especializa en parasitar células vegetales vivas, lo que implica unos requerimientos nutricionales muy especiales, que hacen de este hongo un parásito obligado, que no puede sobrevivir en suelo o en material vegetal inerte, y que hasta ahora ha sido imposible de cultivar en condiciones de laboratorio.

El hongo tiene un ciclo de vida que consta de las etapas diseminación, germinación, colonización y reproducción (Kushalappa y Eskes, 1989), como se presenta en la Figura 9.

- **a. Diseminación:** Se realiza a través de esporas de tamaño microscópico, denominadas urediniosporas, que son producidas en grandes cantidades y que corresponden al polvillo amarillo o naranja en el envés de las hojas de café, que es característico de esta enfermedad.
- **b. Germinación:** Es el proceso donde la espora una vez ha sido depositada en el envés de la hoja emite de uno a cuatro tubos germinativos, en un período de 6 a 12 horas. Para esta etapa el hongo requiere de una capa de agua, condiciones de poca o ninguna

luminosidad, y temperaturas inferiores a 28°C y superiores a 16°C.

- **c. Colonización:** En el interior de la hoja, el hongo desarrolla unas estructuras denominadas haustorios, que entran en contacto con las células de la planta, y son las estructuras que extraen los nutrientes para el crecimiento del hongo. Las células de café parasitadas pierden su coloración verde y en este momento se aprecian zonas cloróticas o amarillentas en la hoja, que corresponden a la aparición de los síntomas de la enfermedad.
- **d. Reproducción:** Transcurridos otros 30 días, el hongo está lo suficientemente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros, las cuales son encargadas de producir nuevas urediniosporas, a razón de 1.600 urediniosporas/mm<sup>2</sup> de hoja, por un período de 4 a 5 meses, que serán dispersadas para iniciar nuevamente el ciclo.

**Diversidad genética y razas de roya.** Al igual que existen variedades de café susceptibles y resistentes a la roya, en el hongo *Hemileia vastatrix* ocurren variantes genéticas que pueden atacar a unas variedades de café, pero a otras no. Estas variantes se denominan razas fisiológicas y en Colombia, desde la llegada de la roya en 1983, la raza II ha sido la predominante, a pesar de existir más

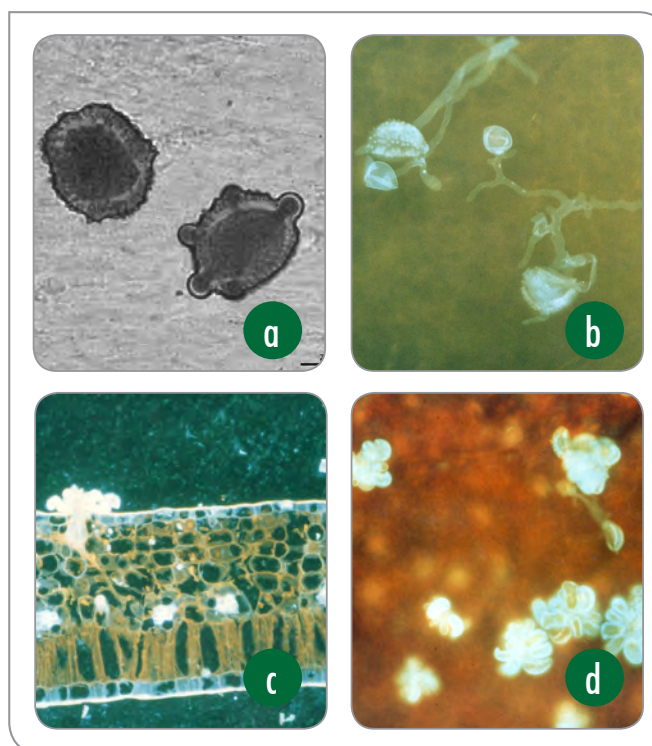


Figura 9.

Ciclo de vida del hongo *Hemileia vastatrix*. a. Diseminación; b. Germinación; c. Colonización; d. Reproducción.

de diez razas del patógeno en el país. La raza II también es la más frecuente en la mayoría de países cafeteros del mundo. La mayoría de razas que han aparecido en Colombia, distintas a la raza II, han sido relativamente débiles y no se han logrado establecer.

Cenicafé ha realizado un seguimiento de las razas de roya presentes en el país, estudiando la diversidad de los aislamientos inoculados de epidemias anteriores y posteriores al año 2008, encontrando que han aparecido nuevas razas, pero no a partir de introducciones diferentes a la raza II, como tampoco se han desarrollado razas supervirulentas del patógeno. Se concluye que una de las razones más importantes para las epidemias 2008-2011 fue el cambio en las condiciones climáticas por efecto del fenómeno de La Niña, que facilitó algunos procesos patogénicos de *Hemileia vastatrix* y que estimuló la presencia de otras enfermedades como el mal rosado (Roza et al., 2012).

Además, el hongo *H. vastatrix* se caracteriza por su baja diversidad genética, debido a la carencia de un huésped alternativo donde se desarrolle su estado sexual, dado que solo se conocen estructuras asexuales como urediniosporas y teliosporas. Adicionalmente, la presencia frecuente de áreas sembradas con variedades susceptibles en los diferentes estratos altitudinales diluye cualquier efecto de presión selectiva sobre la roya del café, que favorezca la aparición y proliferación de una raza supervirulenta.

## Condiciones ambientales que permiten el desarrollo de la enfermedad

El hongo *Hemileia vastatrix* requiere de la salpicadura de la lluvia para poder iniciar su proceso de dispersión entre hojas y entre plantas, así como de la presencia de una capa de agua en el envés de las hojas para germinar, todo esto acompañado de unas temperaturas entre 16 y 28 °C y de condiciones de bajo brillo solar (Kushalappa y Eskes, 1989).

En consecuencia, ambientes con precipitaciones constantes, especialmente en horas de la tarde o en la noche, con ocurrencia de cielos nublados, que impidan temperaturas muy altas después de mediodía o de temperaturas muy bajas en las horas de la madrugada, son propicios para el desarrollo de epidemias fuertes de roya (Gómez, 1984). Si los períodos lluviosos coinciden con las etapas de formación del fruto y de abundante follaje, momentos de mayor susceptibilidad del follaje a la infección, se hace indispensable aplicar las medidas de control químico. Este control debe iniciarse cuando la enfermedad se encuentra en su fase inicial de desarrollo, en la cual se presentan hojas afectadas en bajos porcentajes.



*La zona óptima de producción de café en Colombia está ubicada en el rango óptimo de desarrollo de la enfermedad, con una temperatura promedio de 22 °C. Hasta el año 2007 no se recomendaba en Colombia el control de la enfermedad en plantaciones de café establecidas por encima de 1.600 m de altitud. Sin embargo, como consecuencia de las variaciones climáticas ocurridas desde el año 2008, que han generado en varios sitios del país ambientes con temperaturas y precipitaciones favorables para el desarrollo de la roya, esta recomendación ya no está vigente y en la actualidad se debe vigilar la presencia e impacto de la enfermedad, en cualquier condición altitudinal donde se cultive café, y si es del caso controlarla (Rivillas et al., 2011).*

## El manejo agronómico que favorece el desarrollo de la enfermedad

El hombre juega también un papel importante en la aparición y desarrollo de la enfermedad, cuando ejecuta de manera inapropiada o inoportuna actividades propias del manejo del cultivo, entre las que resaltan:

- Permitir el crecimiento descontrolado de arvenses, que además de competir con el café por los nutrientes del suelo, pueden generar condiciones de sombra y alta humedad en plantaciones de café menores de 24 meses.
- Fertilización escasa o nula, que afecta principalmente a los cafetales a plena exposición solar.
- Sombra excesiva, que mantiene rangos de temperatura máxima y mínima muy estrechos, y la cual favorece una constante humedad relativa alta y estimula el incremento del área foliar y la vida media de las hojas (Avelino et al., 2004; Arcila et al., 2007).
- Densidades de siembra superiores a 10.000 tallos/sitio, resultado de la proliferación de múltiples tallos luego de labores de renovación por zoqueo, que crean autosombreamiento, con las consecuencias ya descritas, aumenta la competencia entre plantas

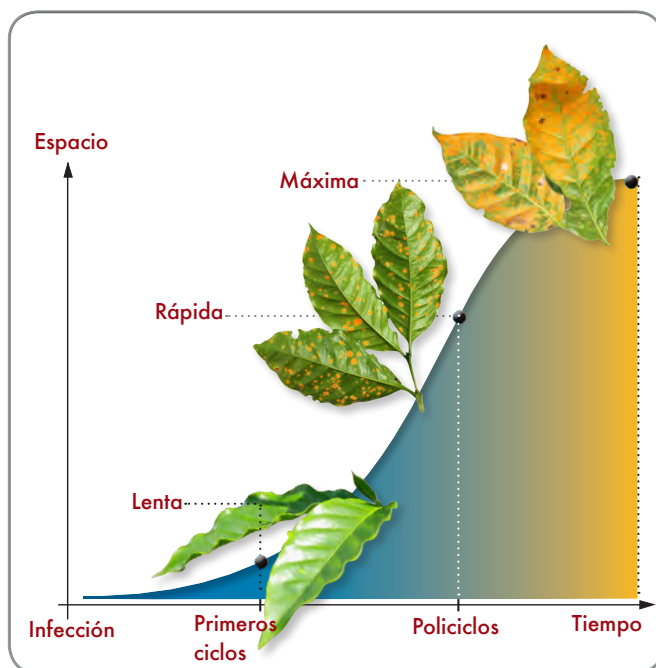
por nutrientes y ofrece una mayor interceptación de esporas. Adicionalmente, las altas densidades dificultan la aplicación y el cubrimiento de los fungicidas sobre el follaje.

- Aplicaciones de fungicidas de manera tardía, por fuera de la epidemia, subdosificadas o sobredosificadas, con equipos inadecuados o sin calibrar, con boquillas de alta descarga o desgastadas, con la utilización de aguas contaminadas o duras y con recorridos en los lotes que no permiten un cubrimiento completo del follaje de las plantas o usando mezclas con otros productos que reducen la efectividad biológica de los fungicidas.

## Desarrollo de la epidemia de roya

Se conoce como epidemia a aquella aparición de una enfermedad que se esparce de manera rápida y con alta frecuencia entre los individuos, en un área o de una población al mismo tiempo (Agrios, 1997). Una epidemia avanza progresivamente, tanto en el tiempo como en el espacio, con tres fases claramente reconocibles en procesos policíclicos como el de la roya del café, que se representan en una curva de progreso en las dos dimensiones (Figura 10):

- **Fase lenta:** La epidemia se inicia con la infección de unas pocas hojas, en las que no se observan



**Figura 10.**

Curva de progreso de la epidemia de la roya del café.

síntomas sino hasta después de haber transcurrido el período de incubación, donde la producción de los primeros soros, que liberan nuevas esporas, confirmará la presencia de la roya. Durante esta fase las infecciones sólo se aprecian en menos de 10 de cada 100 hojas en el árbol.

- **Fase rápida o explosiva:** Si las condiciones lo permiten, como resultado de la primera fase existirá una gran cantidad de inóculo dispersándose dentro del árbol y entre los árboles del lote, de manera que ocurren muchas más infecciones por unidad de tiempo. Durante un período de 2 a 3 semanas, la enfermedad puede llegar a estar presente en 30 ó más de cada 100 hojas del árbol.
- **Fase terminal o máxima:** Finalmente, las hojas atacadas severamente van cayendo del árbol, y el número de hojas sanas es muy reducido como para continuar con la alta tasa de infección y reproducción, por lo que la enfermedad llega a su máximo por agotamiento del hospedante y la epidemia termina.

La medición del desarrollo de la epidemia se puede hacer determinando la proporción de hojas con roya en un árbol, y eventualmente en todo el lote, valor conocido como la **incidencia**, y también calculando el porcentaje de área enferma en la hoja, valor que se denomina la **severidad**. En el campo, las evaluaciones de roya en variedades susceptibles han evidenciado una alta asociación entre incidencia y severidad (Figura 11).

La cantidad de inóculo residual (hojas con roya) presente en las épocas de mayor formación de follaje y de frutos, determina la tasa de crecimiento de la epidemia y la severidad de ésta. Los estudios de Cenicafé han indicado



**Figura 11.**

Asociación entre la incidencia y la severidad. A mayor número de hojas enfermas, mayor área foliar afectada.

que en ausencia de control de la enfermedad y con unas condiciones climáticas propicias para el desarrollo de la epidemia, la enfermedad se desarrolla a una tasa diaria de 0,19%. En los últimos años (2008-2011) esta tasa de desarrollo se ha incrementado, con valores de 0,38%, afectando el comportamiento vegetativo, reproductivo y productivo de las plantas de café, los cuales de mantenerse generarán efectos negativos sobre la producción del mismo año y del siguiente. Esto indica que existe una asociación entre los niveles de enfermedad (porcentaje de infección) y el efecto sobre la producción (daño económico) durante el desarrollo de la curva de la enfermedad. Así mismo, también existe una alta predisposición de la planta de café a presentar altos niveles de roya cuando el pronóstico de producción es alto por efecto de una floración alta y concentrada.

## Efecto de la roya sobre la cantidad y calidad de la cosecha

Los estudios realizados por Cenicafé han permitido caracterizar y cuantificar los factores que determinan el progreso de la enfermedad y su efecto en la producción como son la altitud, las condiciones del cultivo (sol o sombra), la fertilización y el balance de nutrientes, la densidad de siembra, el tipo de suelo y el manejo de arvenses (Leguizamón *et al.*, 1999). En un año considerado de epidemia severa, con una tasa diaria de infección > 0,19%, existe una relación directa entre la infección ocurrida durante el período de llenado de frutos, a partir de dos o tres meses de ocurrida la floración principal, y la disminución de la producción. De igual manera, esta epidemia también compromete la cosecha del año siguiente.

En diferentes experimentos llevados a cabo en la zona cafetera colombiana, entre los años 1987 y 1995, las pérdidas ocasionadas por la enfermedad alcanzaron hasta el 23% de la producción acumulada de cuatro cosechas (Sierra *et al.*, 1995). En los experimentos más recientes (2008-2012) estas diferencias han aumentado hasta llegar a niveles de 28% y 30% de pérdidas.

La relación café cereza a café pergamino seco también se afecta como consecuencia de la epidemia. En el mismo ciclo productivo donde ocurre una epidemia severa esta relación puede llegar a valores de 5,8 por efecto de la roya del cafeto. En el segundo año, el efecto acumulado de la epidemia aumenta esta relación hasta valores de 8,1 y la proporción de árboles con una relación mayor que 6 se incrementa hasta el 67% (Sierra *et al.*, 1995).

Así mismo, al momento de la comercialización del café, son mayores la cantidad de café de menor tamaño y los defectos, lo cual hace que el porcentaje de almendra sana se disminuya, por lo cual el caficultor recibe un

precio muy inferior al del café de primera calidad, sin incentivo por calidad.

## Control químico de la roya del cafeto

En el manejo de una enfermedad se pueden realizar controles biológicos, químicos o ambos. Para el caso de la roya del cafeto, el manejo biológico ha sido ensayado desde la década de 1980 principalmente en Colombia, Brasil e India. Los experimentos, manejo biológico de la roya han incluido microorganismos de control biológico, extractos de microorganismos, plantas y agentes inductores de resistencia. Existe una gran cantidad de trabajos en la búsqueda de la implementación del manejo biológico dentro del manejo integrado de la roya del cafeto, sin que hasta la fecha se haya contado con éxito en esta implementación (Cristancho, 2003).

El control químico, por su parte, es uno de los componentes más importantes en el manejo integrado de la roya cuando se tienen plantaciones de café susceptibles a la enfermedad. El éxito de las aspersiones de fungicidas dependerá del adecuado manejo agronómico del cultivo y de la correcta tecnología de aplicación (Calibración, volumen y preparación de las aplicaciones), para lograr de este modo una alta efectividad biológica del fungicida y poder así mantener al mínimo los niveles de roya sobre el follaje.



*En el caso del café, las aplicaciones de fungicidas contra un parásito obligado de hojas como es *Hemileia vastratrix* no deben ser vistas como una labor más dentro de las responsabilidades de manejo del cultivo, sino que deben ser realizadas con la creencia de que las plantaciones de café se van a beneficiar con un resultado similar o incluso mayor del que se obtiene de la ejecución de cualquier otra labor en el cultivo. Reducir el número de aplicaciones para el control de la roya, sin un asesoramiento técnico o realizarlas a destiempo, le puede significar al productor de café un muy limitado beneficio de esa actividad.*

Para lograr esta efectividad biológica se necesita cumplir con tres requisitos: El primero, consiste en utilizar el tipo de fungicida más adecuado; el segundo, determinar el momento oportuno de la aplicación con base en la fenología del cultivo; y el tercero, realizar la aspersión con una adecuada tecnología de aplicación.

### Tipo de fungicida

**Fungicidas basados en cobre.** No se han encontrado diferencias biológicas en la prevención de la roya entre los fungicidas oxiclورو de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre y sulfato de cobre, formulado como caldo bordelés, por lo cual, pueden utilizarse estos fungicidas de contacto protectores o preventivos en el manejo de la roya del café. Éstos ejercen un efecto solamente inhibiendo la germinación del patógeno y en ocasiones la penetración, por lo tanto, el programa de control debe iniciarse antes que el patógeno se establezca en los tejidos foliares, ya que estas moléculas no son capaces de traspasar la cutícula foliar.

Para incrementar la persistencia de los fungicidas cúpricos y sistémicos en el control de la roya del café con tecnología de alto y medio volumen (Mayor de 100 L.ha<sup>-1</sup>) no se necesita el uso de adherentes ni de aceites.

**Fungicidas sistémicos triazoles.** A diferencia de los productos protectores basados en cobre, los fungicidas sistémicos penetran en la planta y tienen la posibilidad de moverse de manera traslaminar, es decir, de la parte de arriba de la hoja (Haz) a la parte de abajo (Envés). En la hoja, estos fungicidas tienen diferente movilidad, la cual le confiere al producto la capacidad de desplazarse por el mesófilo, el parénquima y llegar hasta cerca de la endodermis. También estos fungicidas tienen un movimiento acropétalo, es decir, se mueven del sitio donde llegó el producto hacia arriba. Son muy pocos los fungicidas que tienen la capacidad de desplazarse del sitio donde el producto entró en contacto con la planta hacia abajo (Basipétalo). Estos fungicidas tienen como ventaja sobre aquellos de contacto, que en ciertas circunstancias como nivel inicial de la enfermedad, los productos sistémicos pueden requerir de un menor cubrimiento sobre el follaje, ya que después de su aplicación se movilizan hacia sitios donde incluso no llegó el producto y que en un corto tiempo, después de la aplicación, no son removidos por las lluvias.

Los fungicidas sistémicos del grupo de los triazoles (cyproconazol, triadimefon, hexaconazol y propyconazol, entre otros) han mostrado un importante efecto sobre la roya y consecuentemente sobre la producción, cuando se aplican sobre el follaje, con acción preventiva y curativa. Tienen como desventajas sobre los protectores el costo del producto y la opción de seleccionar y de crear

resistencia en el patógeno, especialmente cuando se subdosifica el producto.

En la actualidad son el grupo de fungicidas más utilizados para el control de la roya del café en Colombia y en el mundo, aunque continuamente se están lanzando al mercado nuevas formulaciones. En los calendarios de aplicaciones contra la roya se presentan los fungicidas sistémicos de este grupo recomendados actualmente.

**Estrobilurinas.** Son otro tipo de fungicidas, se trata de sustancias relativamente nuevas en el mercado, encontradas originalmente en el hongo *Strobilurus tenacellus*.

Entre los fungicidas de este grupo se tienen el azoxystrobin y el pyraclostrobin que han sido evaluados por Cenicafé y que son recomendados para el control de la roya. No son propiamente sistémicos, pero son capaces de penetrar en la hoja y de extenderse desde el punto de entrada, presentando un efecto traslaminar. Estos fungicidas tienen la posibilidad de actuar sobre el proceso de esporulación de la roya, razón por la cual, se consideran como erradicativos.

**Productos fungicidas con otros beneficios para las plantas.** En los últimos años, especialmente en los países de mayor adopción tecnológica en el cultivo de café como Brasil, se han estudiado y se utilizan productos aplicados al suelo que vienen formulados originalmente en mezcla con dos moléculas, una con un ingrediente activo con efecto fungistático, es decir, capaz de controlar enfermedades como la roya del café (cyproconazole) y la otra molécula con un producto bioactivador (neonicotinoide), que beneficia al cultivo por tener atributos sobre el vigor y la productividad de las plantas. Este producto se conoce comercialmente como Verdadero 600 WG, y es también recomendado por Cenicafé para el manejo preventivo de la roya. Al igual que el pyraclostrobin (Comet), los bioactivadores continúan evaluándose para determinar beneficios complementarios sobre el vigor y el incremento de producción en plantas de café.

### Oportunidad de la aplicación

Conviene que el caficultor esté muy claro en relación del por qué se deben aplicar fungicidas en un árbol de café, para evitar la presencia e impacto de la roya. Los fungicidas se aplican con el fin de proteger la mayor cantidad de hojas que tiene la planta de café durante el período de llenado de granos (3-6 meses después de la floración). Si se presenta una caída temprana de las hojas la planta no dispone de los nutrimentos necesarios para acabar de formar y madurar la cosecha, produciéndose granos vacíos, mayores porcentajes de pasilla y el secamiento de



ramas y granos, con la consecuente pérdida en cantidad y calidad de la cosecha. Por ello, se recalca nuevamente que las aplicaciones de los fungicidas dependen de la distribución de la cosecha y deben realizarse siguiendo los calendarios establecidos por Cenicafe y ajustados con la asesoría del Servicio de Extensión de la Federación.

El momento de iniciar el control químico de la roya del cafeto puede determinarse con base en tres criterios (Rivillas et al., 2011):

- Sistema de calendario fijo de aspersiones de fungicidas. Al aplicar el criterio de manejo de la enfermedad con calendario fijo, el número de aspersiones siempre será el mismo, efectuando unas aplicaciones fijas y, eventualmente otras opcionales, estas últimas realizadas por los caficultores con la asesoría del personal técnico del Servicio de Extensión de la Federación.
- Período de floración principal. El conocimiento del período de floración principal permite iniciar más temprano las aplicaciones y ajustar ese inicio con las variaciones que se puedan presentar en la fenología del cultivo, en cada zona productora de café.
- Niveles de infección. El manejo de la enfermedad empleando niveles de infección, permite que el número de aspersiones pueda variar en función de la evolución de la enfermedad.

**Sistema de calendarios fijos.** El programa de control de la roya del cafeto empleando el sistema de calendarios fijos se estableció con base en el desarrollo fenológico del cultivo, la evaluación de la enfermedad en diferentes zonas productoras de café y la distribución de la cosecha. En este sentido se tienen previstos tres calendarios de control de la roya, con fungicidas protectores y sistémicos (Figuras 12, 13 y 14).

**Sistema con base en el período de floración principal.** Este sistema parte de la posibilidad que tiene el caficultor de conocer los períodos de floraciones principales en su cultivo. A partir de ese momento, se puede determinar cómo será la producción potencial de café, teniendo en cuenta esas floraciones en cantidad y en concentración. Ese potencial productivo da un indicio de cómo será la epidemia de la roya. Por ello, cuando una floración ha sido abundante en relación con el histórico y muy concentrada se recomienda que 60 días después de ocurrida esa floración se inicie el manejo de la roya, realizando las aplicaciones con las frecuencias y los fungicidas recomendados (Figuras 12, 13 y 14). Si por

el contrario, las floraciones son muy dispersas y en baja cantidad, el caficultor debe ceñirse al calendario de aplicación de fungicidas, de acuerdo con la distribución de su cosecha de café.

**Sistema con base en niveles de infección.** Para definir el momento de control existe otra opción de manejo de la roya del cafeto, con fungicidas protectores, sistémicos solos o en mezcla con protectores, usando el criterio de niveles de infección encontrados en el lote afectado (Rivillas et al., 2011). Este método está basado en el conocimiento del efecto sobre la producción de determinados niveles de hojas afectadas en la planta y permite utilizar racionalmente los fungicidas sistémicos, sin crear condiciones que favorezcan la presencia de nuevas razas del hongo, e igualmente, disminuir el número de aspersiones. Con ello se logra la reducción de los costos de control de la enfermedad y de producción en el cultivo. En este sistema es necesario considerar que los fungicidas sistémicos, a excepción del triadimefon, no deben utilizarse en mezcla con fungicidas protectores.

## Evaluación de la enfermedad

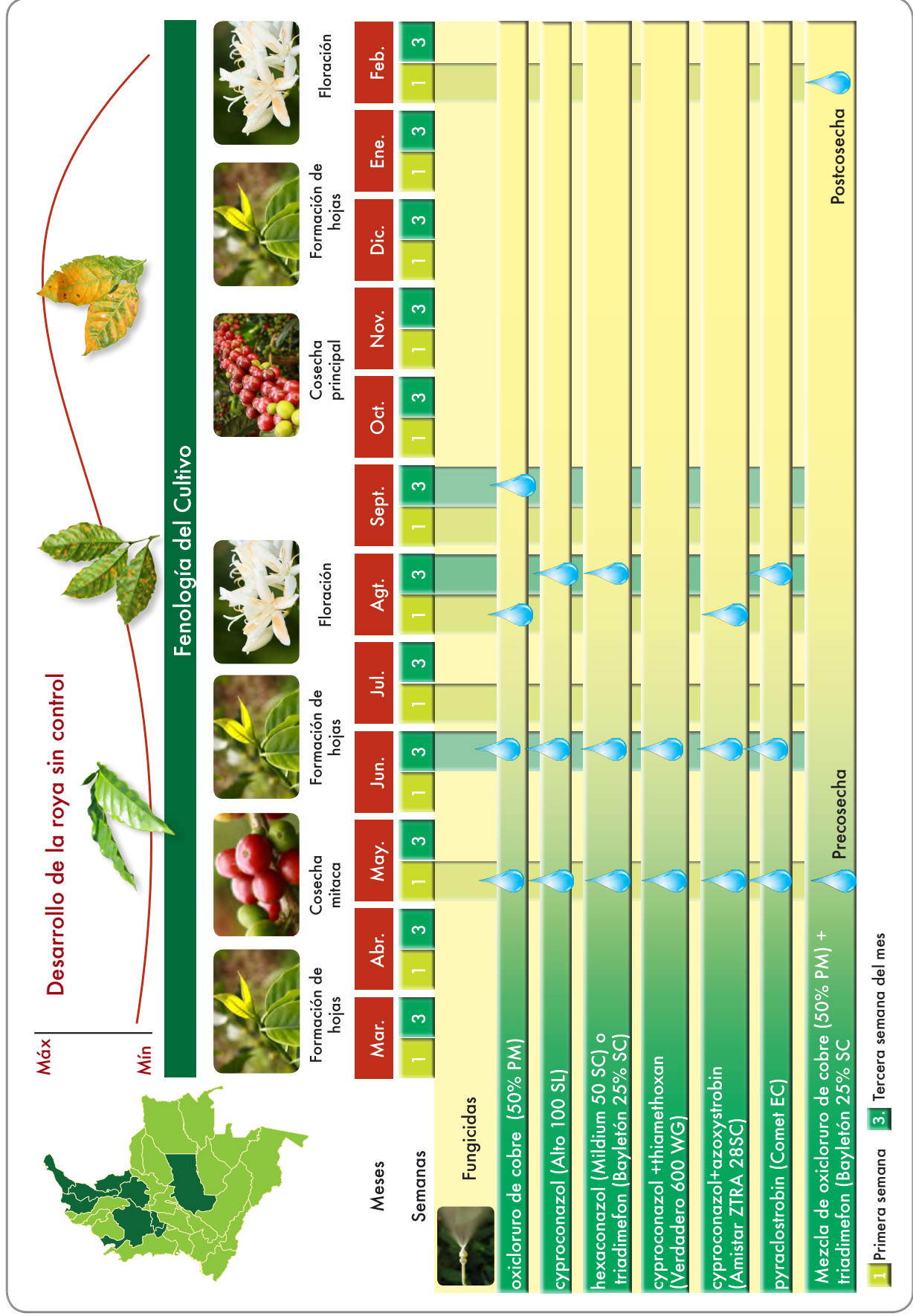


*Se debe cuantificar la incidencia de la roya en 60 árboles por lote, en un área igual o menor de una hectárea, tratando que queden representados árboles de todos los surcos que conforman el lote. En cada árbol se escoge la rama con mayor follaje del tercio bajo, medio y alto; en cada una de ellas se cuenta el número de hojas y el número de éstas afectadas por la roya. Al finalizar el recorrido, se suman el total de hojas y el número de hojas afectadas por roya, y se obtiene el cociente entre el número de hojas afectadas y el total de hojas, valor que multiplicado por 100 indica el porcentaje de hojas afectadas por roya en el lote.*

$$\text{Promedio de la infección por lote (\%)} = \frac{\text{Total de hojas con roya en los 60 árboles}}{\text{Total de hojas presentes en los 60 árboles}} \times 100$$

Figura 12.

Calendario de aspersiones con diferentes fungicidas, para el control de la roya del café (Zonas con cosecha principal en el 2° semestre del año).



**Figura 13.**

Calendario de aspersiones con diferentes fungicidas para el control de la roya del café (Zonas con cosecha principal en el primer semestre del año).

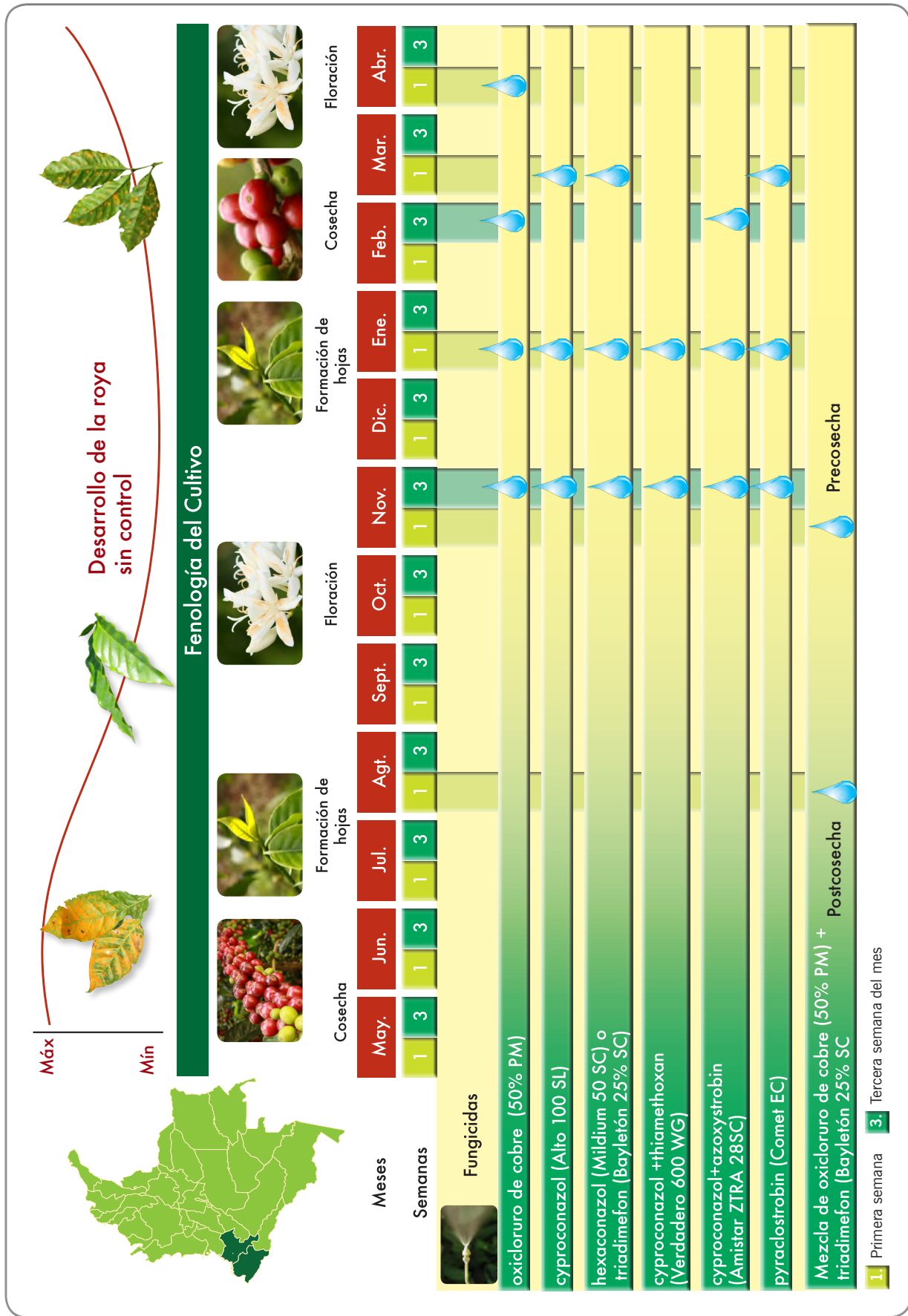
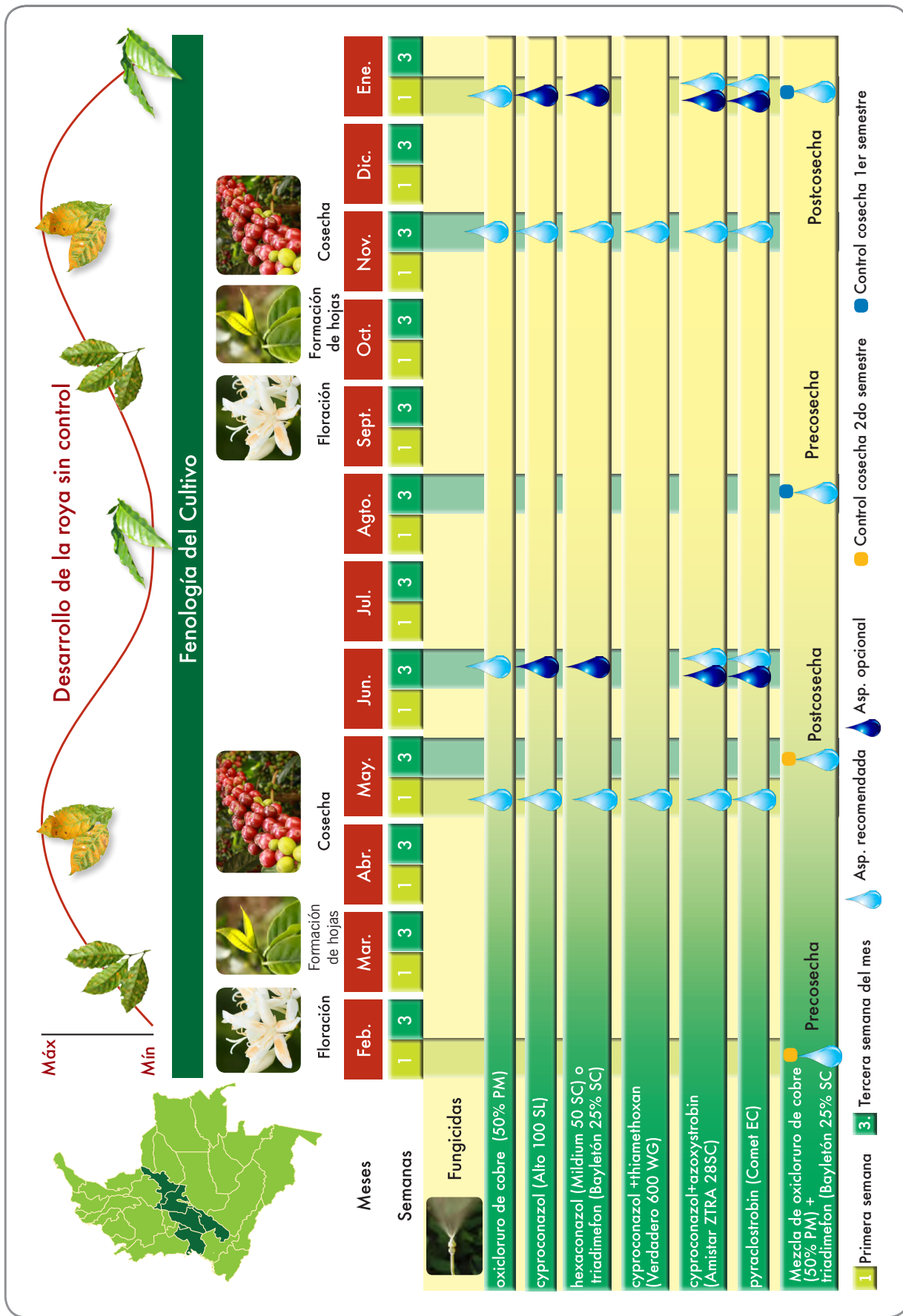


Figura 14.

Calendario de aspersiones con diferentes fungicidas para el control de la roya del café (Zonas con cosecha importante en los 2 semestres del año).



Este valor del promedio del porcentaje de infección por lote se ubica en la Tabla 1, y de acuerdo con el tiempo transcurrido desde la floración y el promedio de la infección por lote, se determina el tipo de fungicida para efectuar el control de la enfermedad (Rivillas *et al.*, 2011).

## Calibración de una aspersión

La calibración es el proceso por medio del cual se determinan y relacionan los factores para la ejecución correcta de una aplicación.

**Determinación del volumen de aspersión por café y por hectárea.** El fungicida debe aplicarse en el volumen adecuado de agua, dependiendo del equipo de aspersión que se utilice y de la edad del cultivo, y debe quedar distribuido por igual en todo el follaje de la planta. De esta manera se garantiza una mejor penetración, permanencia del fungicida sobre la hoja y, por lo tanto, una eficacia biológica mayor.

Para diferentes edades de las plantaciones de café tecnificadas, utilizando boquillas de baja descarga (Hasta 200 cc.min<sup>-1</sup>), se recomienda aplicar tres volúmenes de mezcla fungicida, así:

- Plantaciones menores de un año: 15 cc/planta.
- Plantaciones de uno a dos años: 25 cc/planta.
- Plantaciones mayores de dos años: 50 cc/planta
- Plantaciones mayores de dos años y en cafetales tradicionales: 75 cc/planta

Con estos volúmenes de aspersión se garantiza una adecuada distribución y penetración del fungicida en la planta y se logra un cubrimiento mínimo de 50 gotas/cm<sup>2</sup>. Conocida la edad del cultivo (En años), y por lo tanto, el volumen de aspersión por café, se multiplica este valor por el número de árboles por hectárea, para obtener el volumen total de la mezcla requerida por hectárea.

## Dosis del fungicida

**Fungicidas a base de cobre.** Con base en las investigaciones adelantadas en Colombia, se recomienda como máximo un depósito de 30 mg de cobre metálico por metro cuadrado de área foliar. Dependiendo de la edad de la plantación se establecieron para la variedad Caturra los siguientes valores de área foliar por planta:

- De 1 a 2 años: 4,2 m<sup>2</sup>
- Mayor de 2 años (Tecnificado): 10 m<sup>2</sup>
- Mayor de 2 años (Tradicional): 15 m<sup>2</sup>

Si una plantación de café tiene 10 m<sup>2</sup> de área foliar, es necesario aplicar 0,6 g/planta de fungicida cúprico del 50%. Con una densidad de siembra de 5.000 plantas/ha se requieren 3 kg/ha de fungicida protector en cada aspersión. Si el número de plantas por hectárea es mayor de 5.000, la cantidad del fungicida protector no debe exceder la dosis de 3 kg/ha, que corresponde a una concentración de 10 g.L<sup>-1</sup>. En este caso se debe disminuir la concentración del fungicida, aumentando el volumen de agua por hectárea.

**Fungicidas sistémicos.** En general, los más estudiados son los fungicidas aplicados al follaje que inhiben la biosíntesis del ergosterol, como son los triazoles. Actualmente, se recomienda usar el fungicida cyproconazol (Alto 100 SL), aplicado al follaje en dosis de 250 cc de producto comercial por hectárea y por aspersión, a una concentración de 1 cc.L<sup>-1</sup>. El fungicida triadimefon (Bayleton 25% SC) es también efectivo sobre las hojas en dosis de 1,0 L.ha<sup>-1</sup> de producto comercial por aspersión, aplicado a una concentración de 3,3 cc.L<sup>-1</sup>.

El fungicida hexaconazol (Mildium 50 SC) actúa de manera preventiva y curativa contra *Hemileia vastatrix*, empleando una dosis comercial de 1,0 L.ha<sup>-1</sup> por aspersión, en la concentración de 3,5 cc.L<sup>-1</sup>.

Los fungicidas cyproconazol + azoxystrobin (Amistar ZTRA 28 SC) ofrecen eficiencia en el control de la roya, cuando se

Días después de floración	Promedio de infección por lote (%)				
	<5,0% - 10,0%	10,1% - 15,0%	15,1% - 20,0%	20,1%-30,0%	> 30,0%
60	P/S	S	S	S	-----
90	P/S	S	S	S	S
120	P/S	S	S	S	S
180	-	P/S	S	S	S

Tabla 1.

Recomendaciones para el control de la roya del café con base en niveles de infección y el período de desarrollo de los frutos.

:-No requiere aspersión; P: Fungicida protector; S: Fungicida sistémico; ----: Inicio de aplicaciones con niveles de roya que podrían tener escaso efecto biológico de los fungicidas sobre la enfermedad.

aplican sobre las hojas a una dosis de 750 cc de producto comercial por hectárea y aplicación. La concentración de aplicación de este producto es 1,8 cc.L<sup>-1</sup>.

El fungicida pyraclostrobin (Comet EC) permite un adecuado control de la roya aplicado sobre las hojas a una dosis de 600 cc de producto comercial por hectárea y por aspersión. Este producto se debe aplicar a una concentración de 0,6 cc.L<sup>-1</sup>.

El producto compuesto por cyproconazole + thiamethoxam (Verdadero 600 WG) ofrece alta protección contra la roya cuando se aplica al suelo (drench), empleando una dosis de 1,0 kg.ha<sup>-1</sup> de producto comercial, por aplicación. Se debe aplicar utilizando un volumen por planta de 50 cc y la concentración de 2 g.L<sup>-1</sup>.

**Mezcla de fungicidas sistémicos y protectores.** Un tratamiento efectivo lo constituye la aspersión de la mezcla del fungicida sistémico triadimefon (Bayleton 25% SC) con un fungicida cúprico, en dosis de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de producto comercial del fungicida sistémico más 3 kg.ha<sup>-1</sup> del fungicida cúprico (Precosecha), y de 1,0 L.ha<sup>-1</sup> de producto comercial del fungicida sistémico más 3 kg.ha<sup>-1</sup> del fungicida cúprico (Postcosecha). La concentración de los productos es 10 g.L<sup>-1</sup> y 5 cc.L<sup>-1</sup>.

**Selección del equipo de aspersión.** Se recomienda la utilización, preferiblemente, de las aspersoras de presión previa retenida de 10 L de capacidad, dotadas con boquillas de baja descarga (menos de 200 cc.min<sup>-1</sup>) y reguladores de presión. Con este equipo se trabaja a una presión constante de 40 libras por pulgada cuadrada (PSI), desde que se inicia la aspersión hasta que se desocupa el tanque de agroquímico. Es importante revisar que las aspersoras de espalda que posean los caficultores (Presión hidráulica y presión neumática), no presenten fallas técnicas que las hagan menos eficientes.

Con los equipos semi-estacionarios se debe trabajar preferiblemente empleando una presión de 200 PSI y un caudal no mayor de 2,2 L.min<sup>-1</sup>.

**Sistemas de aspersión.** Con el propósito de obtener un máximo rendimiento por jornal, los sistemas de aspersión buscan aumentar la eficiencia sin afectar el cubrimiento, distribución y persistencia del producto en el follaje.

En plantaciones de café sembradas en surcos y con cualquier distancia de siembra, pueden utilizarse equipos de espalda, cubriendo medias caras de las plantas a través del surco que se está asperjando. En cafetales sembrados irregularmente, con amplias distancias de siembra y con sombrero, sólo es posible asperjar con

equipos convencionales (Árbol por árbol), según las dosis y volúmenes de aspersión recomendados.

En cafetales mayores de 16 meses, en cualquier pendiente de terreno, se sugiere el aguilón vertical para asperjar simultáneamente dos medios surcos. Igualmente, se recomienda usar el sistema de aspersión a bajo volumen con el equipo MOTAX®.

Con los equipos semi-estacionarios se recomienda aplicar el fungicida por encima de la copa de los árboles, cubriendo simultáneamente dos surcos en el desplazamiento del operario.

**Velocidad de aspersión.** Una vez definido el equipo que se utilizará, el tipo de boquilla, el flujo por minuto a una presión recomendada, las características del cultivo y el sistema de aspersión, se debe determinar en el lote, el tiempo de aspersión por cafeto.

Luego de realizado el cálculo del tiempo de aspersión por planta, se debe explicar al operario en el lote que se va a asperjar y con el equipo de aspersión seleccionado, la velocidad de aspersión (m.s<sup>-1</sup>) a lo largo del surco.

También se debe definir la concentración del producto (g.L<sup>-1</sup>), la cual depende del volumen de aspersión por planta y la capacidad del tanque de agroquímico de la aspersora que se va a emplear.

## Disturbios

**Mal de rayo.** Los disturbios en plantas de café, ocasionados por descargas eléctricas o rayos, pueden causar la muerte de plantas en cualquier estado de su desarrollo. Los síntomas pueden ser confundidos con ataques de llagas radicales, llaga macana o disturbios en raíz. Las plantas afectadas pueden notarse en un lote en forma de focos o también en forma aleatoria en una determinada área. Las plantas muestran amarillamiento y secamiento generalizado o de la parte superior del follaje, con ramas y hojas quemadas (Figura 15). Sin embargo el síntoma inequívoco se observa en el tallo de las plantas, con lesiones café rojizas o negras que descienden en algunos casos hasta el cuello y raíces, o hasta la parte media del tallo principal. Estas lesiones pueden avanzar en el tallo, aun días después de ocurrida la descarga.

La única medida para disminuir la muerte de plantas que han sido afectadas por los rayos, es la poda o zoqueo

del tallo, en las plantas que muestren daño en el tercio superior o medio. Esta poda puede hacerse unos 2,0 a 3,0 cm debajo de la lesión necrótica en el tallo, evitando así el avance descendente de la lesión y la muerte de las plantas. Si esto no es posible se sugiere hacer la resiembra de plantas, para sustituir sitios perdidos (Leguizamón y Arcila, 1992).

**Daño por granizo.** Después de que se presenta una fuerte granizada, en los cafetales se aprecian daños en ramas, hojas y frutos de las plantas afectadas. El daño más frecuente es la magulladura y descortezamiento de las ramas, y en algunos casos ocurre ruptura de la parte terminal de la rama, debido al impacto recibido. También ocurre desprendimiento y desgarramientos de hojas y los

frutos sufren magulladuras en la cáscara y en ocasiones también desgarramientos (Figura 16). Adicional a estos daños puede presentarse caída de frutos de cualquier edad y también de yemas florales en estado de “comino”. En las almendras de frutos afectados por granizo se observan lesiones, de aspecto corrugado, color pardo oscuro o negruzco, debido a la oxidación de los tejidos (Arcila y Leguizamón, 1988). El daño ocasionado por el impacto del granizo en las almendras de café es irreversible y daña la calidad del grano para su venta. Los daños por granizo son mayores en plantas más jóvenes. Luego de ocurrido el daño, salvo plantas de almácigo muy afectadas, debe tratarse de recuperar el follaje mediante una fertilización adecuada, y reducir el riesgo de incremento de la broca, recogiendo los frutos caídos al suelo (Arcila y Jaramillo, 2010).



**Figura 15.**

Plantas de café afectadas por descargas eléctricas.



**Figura 16.**

Plantas de café afectadas por el granizo.

## Recomendaciones prácticas

- Al examinar un brote de una enfermedad debe recordarse que éstas son el producto de la ocurrencia simultánea de cuatro factores: **Una planta susceptible, un patógeno, unas prácticas agronómicas desfavorables y unas condiciones ambientales permisivas**. El diagnóstico de un problema fitosanitario debe hacerse de manera global, incluyendo estos cuatro factores.
- **En lo posible, hay que cuantificar el nivel de daño de una enfermedad**, ya sea solo con incidencia o incluyendo la severidad. Debe prestarse especial atención a la distribución del problema en el lote, si ocurre en los bordes, en focos, por filas o sin ningún patrón particular.
- El manejo integrado de una enfermedad consiste en el bloqueo de uno o varios de esos cuatro factores para minimizar así la posibilidad de ocurrencia y reducir la tasa de desarrollo de la enfermedad, en el tiempo y en el espacio. Ese manejo integrado utiliza herramientas como: **Control genético**, mediante plantas resistentes, **reducción de inóculo** del patógeno, **control cultural**, con prácticas agronómicas adecuadas, **control biológico**, usando antagonistas y preservando al biodiversidad, y **control químico**, haciendo uso racional de fungicidas o nematocidas.
- Con los efectos de la variabilidad climática que experimenta la caficultura de Colombia, es cada vez más importante atender la información de los pronósticos del tiempo para las regiones, así como las alertas tempranas emitidas por la Federación de Cafeteros o por las entidades gubernamentales, para mitigar los efectos de condiciones desfavorables en el cultivo del café.
- El manejo integrado de enfermedades debe realizarse de manera **preventiva** y no esperar a que los problemas fitosanitarios alcancen niveles altos, donde las medidas de control son poco efectivas, se requieren de mayores inversiones en tiempo y dinero para recuperar plantas y sitios de siembra y se afectan de manera importante la producción y la calidad del café.
- Dentro del manejo preventivo de las enfermedades es fundamental llevar al campo plantas completamente sanas, en especial en su sistema radical, que es aquel que menos se puede trabajar para su recuperación a lo largo del tiempo.
- Es importante llevar un registro completo de las actividades realizadas en el cultivo, en particular las fechas, productos y dosis usadas en aspersiones, ya sea de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas y otros, así como la razón y la forma de aplicación de los mismos (como el uso de mezclas).
- El manejo de enfermedades debe seguir las recomendaciones de Cenicafé, que están basadas en trabajos científicos que demuestran la efectividad de las medidas bajo diferentes condiciones del cultivo, con productos seguros para los seres humanos y para el ambiente, y que cumplen con las regulaciones nacionales para su aplicación en café.
- Las epidemias de roya siguen siendo causadas por las poblaciones de roya que tradicionalmente han permanecido en Colombia, desde la llegada del hongo en 1983, y por lo tanto, las medidas recomendadas para el manejo de la enfermedad continúan siendo efectivas. Si todavía tiene lotes sembrados con variedades susceptibles, preventivamente adelante el manejo integrado de la roya, que incluye un correcto manejo agronómico y una oportuna y correcta aplicación del control químico. Aspersiones en cantidades y frecuencias diferentes a las recomendadas por Cenicafé, aparte de no ser efectivas, pueden llevar a la generación de poblaciones del hongo *Hemileia vastatrix* resistentes a los productos químicos, además de crear problemas de toxicidad en el café. Manténgase informado sobre los pronósticos de condiciones climáticas en su región, ya que la llegada de un fenómeno como La Niña obliga a extremar las medidas de control en los lotes, en cuanto al manejo agronómico y la evaluación de la enfermedad, de manera que pueda minimizar el efecto negativo de la roya. La mejor estrategia para afrontar a la roya es la adopción de las Variedades Castillo® o Castillo® Regionales, con semilla certificada.
- Ante la aparición de un problema fitosanitario, especialmente de sintomatología desconocida, se debe recurrir a la mayor brevedad al Servicio de Extensión del Comité de Cafeteros más cercano, para obtener asesoría para su manejo.



## Literatura citada

- AGRIOS, G.N. *Plant pathology*. 4ta. ed. London : Academic press, 1997. 635 p.
- ALVARADO G.; POSADA H.E.; CORTINA H.A. *Las variedades Castillo regionales: Variedades de café Coffea arabica L. con alta productividad elevada resistencia a enfermedades y adaptación específica*. *Fitotecnia colombiana* 8(1):22-38. 2008.
- ÁNGEL, C. *Mancha de hierro*. p. 137-144. En: GIL V., L.F.; CASTRO. B.; CADENA, G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003.224p.
- ANZUETO R., F.; BERTRAND B.; DUFOUR M. *Nemayá, desarrollo de una variedad portainjertos resistente a los principales nematodos en America Central*. San José de Costa Rica : Promecafé, 1995. 13-15 p. (Boletín No. 66/67).
- ARANGO B., L.G. *Estudio del proceso infectivo y la histopatología de Meloidogyne incognita y M. javanica, sobre plantas de café*. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1977. 37 p. Tesis: Maestro en fitopatología.
- ARANZAZU H. F. *Comportamiento de la llaga estrellada Rosellinia pepo Pat. sobre raíces vivas y muertas*. *Agrocambio* 2(6 ):10-15. 1996
- ARCILA, J.; JARAMILLO, A.. *Recuperación de cafetales afectados por granizo*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2010.. (Avances Técnicos No. 397) 4p. .
- ARCILA, J.; LEGUIZAMÓN, J. *Daños por granizo en almendras de café*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1988. (Avances Técnicos No. 137). 2p.
- ARCILA P., J.; FARFÁN V., F.; MORENO B., A.M.; SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 309 p.
- AVELINO J.; WILLOCQUET L.; SAVARY S. *Effects of crop management patterns on coffee rust*. *Plant pathology* 53(5):541-547. 2004.
- BAEZA A., C.A. *Ciclo de vida de Meloidogyne exigua en Coffea arabica var. Baturra: Informe anual de labores 1976-1977*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1977.
- BAEZA A., C.A. *Metodología en la identificación de la resistencia en Coffea spp. a Meloidogyne spp*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1977.
- BAEZA A., C.A.; BENAVIDES M.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Plantas de zona cafetera hospedantes de especies de Meloidogyne*. Chinchiná : Cenicafe 29(2): 35-45, 1978.
- BAEZA A., C.A.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Evaluación de nematocidas para el control de Meloidogyne exigua Goeldi, en plántulas de Coffea arabica var. Caturra*. *Cenicafe* 28(3):108-116. 1977.
- BERMUDEZ M.; CARRANZA M., J. *Estado anamórfico de Rosellinia bunodes (Berk & Br.) Sacc. y Rosellinia pepo (Ascomytina: Xilariaceae)*. *Revista de biología tropical* 40(1):43- 46. 1992.
- CADENA G., G. *Estructuras reproductivas de Corticium salmonicolor Berk. y Br. agente causal del mal rosado del café*. *Cenicafe* 33(1):35-37. 1982.
- CADENA G., G.; GAITÁN, A. *Las enfermedades del café: Logros y desafíos para la caficultura colombiana del siglo XXI. Manejo integrado de plagas y agroecología* 77:89-93. 2006.
- CAMPOS, A.O. *Manejo integrado del Ojo de Gallo Mycena citricolor*. *El cafetal: La revista del caficultor* 4-5. 2010.
- CANO J., A.; GIL V., L.F. *Dinámica de la población de Meloidogyne incognita raza 5 a diferentes densidades en Coffea arabica var. Caturra, en condiciones de vivero*. *Manizales : Universidad de Caldas. Facultad de agronomía*, 1980. 111 p. Tesis: Ingeniero agrónomo.
- CARDONA B., N.L.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Aislamiento y patogenicidad de hongos y bacterias al nematodo del nudo radical del café Meloidogyne spp. Goeldi*. *Fitopatología colombiana* 21(1):39-52. 1997.
- CASTAÑO A., J.J. *Principales causas predisponentes para la enfermedad de la "Gotera" en nuestros cafetales*. *Revista cafetera de Colombia* 10(122):3750-3756. 1951.
- CASTAÑO J., J. *Muerte descendente (Die-Back) en cafetos de toda edad en varias regiones del departamento del Cauca*. *Revista cafetera de Colombia* 12(128):4245-4253. 1956.
- CASTAÑO A., J.J.; BERNAL, E.G. *Un método práctico para combatir el Mal Rosado del cafeto*. *Revista cafetera de Colombia* 11(125):4010-4012. 1953.

- CASTILLO Z., J. Producción de una selección resistente a llaga macana (*Ceratocystis fimbriata* Ell Halst. Hunt.) con relación a las variedades Típica y Borbón. *Cenicafé* 33(2):53-66. 1982.
- CASTRO C., B. L. Las llagas del cafeto. Chinchiná : CENICAFÉ, 1999. 8 p. (Avances Técnicos No. 268).
- CASTRO C., B.L. ; MONTOYA R., E.C. Susceptibilidad de zocas de café a la llaga macana *Ceratocystis fimbriata*. *Ascolfi informa* 23(1):1-4. 1997.
- CASTRO C., B.L. Incidencia de llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*, Ell. Halst. Hunt.) en la práctica de poda de ramas bajas del café. Chinchiná : CENICAFÉ, 1998. 8 p. (Avances Técnicos No. 252).
- CASTRO C., B.L. Nuevas recomendaciones para el control de la llaga macana del cafeto. Chinchiná : CENICAFÉ, 1991. 4 p. (Avances Técnicos No. 160).
- CASTRO C., B.L.; CORTINA G., H.A. Selección de progenies de café resistentes a Llagas macana (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst.). *Fitotecnia colombiana* 7(1):51-62. 2007.
- CASTRO C., B.L.; DUQUE O., H.; MONTOYA R., E.C. Pérdidas económicas ocasionadas por la llaga macana del cafeto. *Cenicafé* 54(1):63-76. 2003.
- CASTRO C., B.L.; MONTOYA R., E.C. El zoqueo de los cafetales y su relación con la infección por la llaga macana. *Cenicafé*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1997. 8 p. (Avances Técnicos No. 240).
- CASTRO C., B.L.; SERNA, C.A. Incidencia de llagas radicales (*Rosellinia* spp.) en el sistema café-yuca en el departamento del Quindío. *Fitopatología colombiana* 33(2):43-48. 2009.
- CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. *Entrophospora colombiana*, *Glomus manihotis* y *Burkholderia cepacia* en el control de *Rosellinia bunodes* agente causante de la Llagas negra del cafeto. *Cenicafé* 53(3):193-218. 2002.
- CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. Manejo sostenible de cafetales renovados por zoca. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 8 p. (Avances Técnicos No. 312).
- CASTRO, A.; RIVILLAS, C. Biorregulación de *Rhizoctonia solani* en germinadores de café. Chinchiná : CENICAFÉ, 2005. 8 p. (Avances Técnicos No. 336).
- CASTRO, A.; RIVILLAS, C. Germinadores de café: Construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costos. Chinchiná: CENICAFÉ, 2008. 12p. (Avances Técnicos No. 368).
- COSTA, M; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. Efeito de níveis de desbaste de frutos do cafeeiro na incidência da ferrugem, no teor de nutrientes, carboidratos e açúcares redutores. *Fitopatología Brasileira* 31(6):564-571. 2006.
- CRISTANCHO A., M.A. Control biológico de enfermedades. p. 55-63. En: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 224 p.
- FERNÁNDEZ B., O.; LÓPEZ S. Llagas radiculares negras (*Rosellinia bunodes*) y estrellada (*Rosellinia pepo*) del cafeto: Patogenicidad e influencia de la clase de inóculo en la infección. *Cenicafé* 15(3):126-144. 1964.
- FERNÁNDEZ B., O.; MESTRE, M.A.; LÓPEZ, S. Efecto de la fertilización en la incidencia de la Mancha de hierro *Cercospora coffeicola* Berck y Cook en frutos de café. *Cenicafé* 17(1):5-19. 1966.
- FERNÁNDEZ, B. O. Patogenicidad de *Ceratocystis fimbriata* y posible resistencia en café var. Borbón. *Cenicafé* 15(1):3-17. 1964.
- GAITÁN B., A.L.; VILLEGAS G., C.; RIVILLAS O., C.A.; HINCAPIÉ G., E.; ARCILA P., J. Almácigos de café: Calidad fitosanitaria manejo y siembra en el campo. Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 8 p. (Avances Técnicos No. 40).
- GAITÁN, A. Las enfermedades de las plantas y su diagnóstico. En: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 224 p.
- GAITÁN, A. Manejo genético y biológico en patosistemas limitantes del cultivo del café en América. *Fitotecnia colombiana* 8(2):1-8. 2008.
- GAITÁN, A. Volcamiento o mal del tallito *Rhizoctonia solani* Kuhn. 21-31 En: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 224 p.
- GAITÁN, A.; LEGUIZAMÓN, J. Biología y patogénesis de *Rhizoctonia solani* en café. *Fitopatología colombiana* 16(1-2):165-171. 1992.
- GAITÁN, A.; RIVILLAS C.; CORTINA, H. World reports: Colombia. p. 249-260. En: PLANT-Parasitic nematodes of coffee. New York : Springer, 2008.

- GALVIS G., C.A. *El Mal rosado del cafeto*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2002. 8 p. (Avances Técnicos No. 299).
- GALVIS, C. *Identificación de insectos vectores del fitoplasma causante de la crespera del cafeto*. Manizales : Sociedad colombiana de entomología, 2006. SOCOLEN 135p.
- GALVIS, C. *La crespera del cafeto*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2006. 8 p. (Avances Técnicos No. 347).
- GALVIS, C.; LEGUIZAMÓN, J.; GAITÁN, A.; MEJÍA, J.; ÁLVAREZ, E.; ARROYAVE, J. *Detection and identification of a group 16SrIII related phytoplasma associated with coffee crispiness sidease in Colombia*. *Plant disease* 91(3):248-252. 2007.
- GIL V., L.F. *Descripción de daños ocasionados por Colletotrichum sp. en flores y frutos de café en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2001. 4 p. (Avances Técnicos No. 288).
- GIL V., L.F. *Mancha mantecosa Colletotrichum sp.* p. 145-148. En: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 224 p.
- GIL V., L.F.; CÁRDENAS L., J.; GÓMEZ Q., R. *La enfermedad de las cerezas del café (CBD), ocasionada por el hongo Colletotrichum kahawae*. Bogotá : CENICAFÉ : ICA, 2000. 39 p.
- GIL V., L.F.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Muerte descendente Phoma spp.* p. 115-120. En: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. *Enfermedades del cafeto en Colombia*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2003. 224 p.
- GIL V., L.F.; VARZEA, V.M.P.; SILVA, M.C. *La enfermedad de las cerezas del café -CBD- causada por Colletotrichum kahawae*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2002. 8 p. (Avances Técnicos No. 298).
- GIRALDO F., M.A.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Control de Meloidogyne spp en almácigos de café con el hongo Paecilomyces lilacinus*. *Cenicafé* 49(2):85-101. 1998.
- GÓMEZ, L. *Película de agua sobre las hojas de los cafetos*. *Cenicafé* 35(4):94-101. 1984.
- GÓMEZ Q., R. ; BUSTAMANTE A., E. *Influencia de la luz y la temperatura en el desarrollo de la muerte descendente del cafeto, causada por Phoma sp*. *Fitopatología colombiana* 6(1):73-80. 1977.
- GÓMEZ Q., R. *Influencia de algunos factores ambientales sobre el agente causal de la muerte descendente del cafeto y sobre la interacción patógeno: Susceptivo*. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1975. 68 p. Tesis: Maestro en fitopatología.
- GÓMEZ, D. S.; CASTRO C., B.L. *El aplicador de contacto: Herramienta eficaz para el manejo de la llaga macana del cafeto*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2004. 8 p. (Avances Técnicos No. 319).
- GUTIÉRREZ G., R.A.; CASTRO C., B.L.; RIVILLAS O., C.A. *Manejo de focos de llagas radicales en cafetales*. Chinchiná: CENICAFÉ, 2004. 8 p. (Avances Técnicos No. 327).
- HINCAPIÉ R., D.; LEGUIZAMÓN C., J.E. *Efecto de Verticillium chlamydosporium en el control de Meloidogyne spp. en almácigos de Café, variedad Caturra*. *Cenicafé* 50(4):286-298. 1999.
- IBARRA G., N.L. ; CASTRO C., B.L. ; PONCE, C. A. *Estudio del proceso infectivo de Rosellinia bunodes Berk y Sac. en café*. *Fitopatología colombiana* 23(1/2):59-64. 1999.
- ISIC. *Mal rosado o enfermedad rosada del café Corticium salmonicolor. Berk. y Br.* ISIC El Salvador, 1970. 5 p. (Boletín Informativo No. 96).
- IZQUIERDO B., J.E. *Comportamiento de genotipos de cafetos ante Ceratocystis fimbriata*. *Café y cacao* 10(1):53-59. 1988.
- KUSHALAPPA, A.C.; ESKES, A.B. *Coffee rust: Epidemiology, resistance, and management*. Boca Raton : CRC press, 1989. 345 p.
- LEGUIZAMÓN C., J.E. *Interacción entre una mezcla de M.V.A. y el complejo Meloidogyne incognita y M. javanica en almácigos de café*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1994. 14 p.
- LEGUIZAMÓN C., J.E.; ARCILA P., J. *Daños en cafetales por descargas eléctricas*. Chinchiná : CENICAFÉ, 1992. 2 p. (Avances Técnicos No. 180).
- LEGUIZAMÓN C., J.E.; PADILLA H., B.H. *Efecto de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en el control del nematodo del nudo radical del café*. *Cenicafé* 52(1):29-41. 2001.
- LEGUIZAMÓN C., J. *Relación entre poblaciones de Meloidogyne spp. en el suelo y daño causado en cafetales establecidos*. *Cenicafé* 27(4):174- 184. 1976.

- LEGUIZAMÓN, J.; OROZCO, L.; GÓMEZ, L. Períodos de incubación (PI) y de latencia (PL) de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en Colombia. *Cenicafé* 49(4): 325-339. 1998.
- LÓPEZ D., S.; FERNÁNDEZ B., O. Laga radical negra (*Rosellinia bunodes*) y estrellada (*Rosellinia pepo*) del cafeto: Efecto de la humedad y pH del suelo en el desarrollo micelial e infección. *Cenicafé* 17(2):61-69. 1966.
- LÓPEZ, S., FERNÁNDEZ, O. Epidemiología de la mancha de hierro del cafeto *Cercospora coffeicola* Berk y Cook. *Cenicafé* 20(1 No.?):3-19. 1969.
- LORDELLO E., L.G. Nematode pest of coffee. p. 258-284. En: *Economic nematology*. London : Academic press, 1972.
- MARÍN, M.; CASTRO, B.; GAITÁN, A.; PREISIG, O.; WINGFIELD, B.D.; WINGFIELD, M. J. Relationships of *Ceratocystis fimbriata* isolates from colombian coffee-growing regions based on molecular data and pathogenicity. *Journal of phytopathology* 151(7/8):395-405. 2003.
- MESTRE, M.A.; LÓPEZ, D.S. Fertilización del cafeto y su relación con el mal rosado *Corticium salmonicolor*. Berk. y Br. *Noticias fitopatológicas* 5(1):53. 1976.
- ORTÍZ B., L.M. Control químico y cultural del mal rosado (*Corticium salmonicolor* Berk. y Br.). Santafé de Bogotá: Ascolfi, 1991. 68p.
- PADILLA H., B.E.; LEGUIZAMÓN C., J.E.; VELÁSQUEZ S., E.T. Evaluación de formulaciones de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Meloidogyne* spp. *Cenicafé* 52(4):249-269. 2001.
- QUINTANA R., J.C.; GAITÁN B., A.L.; CRISTANCHO A., M.A.; LEGUIZAMÓN C., J.E. Caracterización molecular de líneas puras del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp. provenientes de café. *Ascolfi informa* 28(3):24-28. 2002.
- QUINTERO G., H.; BURITICÁ, P. Efectos de la nutrición en la presencia de muerte descendente causada por *Phoma* sp. en plántulas de cafeto. *Noticias fitopatológicas* 5(2):101. 1976.
- REALPE, C.E.; VILLEGAS, C.; RIAÑO, N.M. Aislamiento y caracterización morfológica de *Rosellinia pepo* Pat. en plantas de macadamia. *Revista facultad de agronomía Medellín* 59(2):3509-3526. 2006.
- RIVILLAS, C.; CASTRO, A.M. Ojo de Gallo o Gotera del cafeto *Omphalia flavida*. *Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 25p. (Boletín Técnico No. 37).*
- RIVILLAS, O., C.A.; SERNA G., C.A.; CRISTANCHO A., M.A.; GAITÁN B., A.L. La roya del cafeto en Colombia: Impacto manejo y costos del control. *Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 53 p. (Boletín Técnico No. 36).*
- RODRÍGUEZ, R. A. Estudios sobre la enfermedad rosada del café. San José de Costa Rica : Ministerio de agricultura y ganadería, 1964. 35 p. (Boletín Técnico No. 46).
- ROZO, Y.; ESCOBAR, C.; GAITÁN, A.; CRISTANCHO, M. Aggressiveness and genetic diversity of *Hemileia vastatrix* during an epidemic in Colombia. *Journal of phytopathology* 160:732-740. 2012.
- SIERRA S., C.A.; MONTOYA R., E.C. VÉLEZ, C. Nivel de daño y umbral económico para la roya del cafeto. *Fitopatología colombiana* 19(2):43-48. 1995.
- TEN H., G.M.; KRAUSS, U. Biology and control of *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix* and *Rosellinia pepo*. *Crop protection* 25:89-107. 2006.
- TEWARI, J.P.; RAO, D.V.; VARGAS E. Estudio preliminar sobre el modo de penetración de *Mycena citricolor* en la hoja de cafeto. *Agronomía costarricense* 10(1/2):199-202. 1986.
- VAN WYK M.; WINGFIELD B.D.; MARÍN M.; WINGFIELD M.J. New *ceratocystis* species infecting coffee, cacao, citrus and native trees in Colombia. *Fungal diversity* 40(1):103-117. 2010.
- VILLALBA G., D.A.; FERNÁNDEZ, B.O.; BAEZA A., C.A. Ciclo de vida de *Meloidogyne incognita* raza 5 "Kafoid y White 1919" "Chitwood" 1949 en *Coffea arabica* var. Caturra. *Cenicafé* 34(1):16-33. 1983.
- VILLEGAS, C.; GIRALDO, M.; BENAVIDES, P.; GIL, Z. Aprenda a diferenciar la muerte descendente y la chamusquina en árboles de café. *Chinchiná : CENICAFE, 2009. p. 8 (Avances Técnicos No. 385).*
- WALLER, J.M.; BIGGER, M.; HILLOCKS, R.J. American leaf spot. p. 192-194. En: WALLER, J.M.; BIGGER, M.; HILLOCKS, R.J. *Coffee pest, diseases and their management*. Wallingford : CAB Internacional, 2007. 434 p.
- WANG, A.; AVELINO, J. El Ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*). p. 243-260. En: BERTRAND, B.; REPIDEL, B. *Desafíos de la caficultura en Centroamérica*. San José : IICA : PROMECAFE : CIRAD, 1999. 496 p.