

Control químico de enfermedades

Luis Fernando Gil Vallejo

Una de las características sobresalientes de la caficultura colombiana es el bajo uso de pesticidas para el manejo de sus problemas fitosanitarios. Sólo con la llegada de la roya del café al país se generalizó el uso de fungicidas en el cultivo y las recomendaciones para su manejo y aplicación se realizaron con base en los resultados de las investigaciones realizadas en Cenicafé.

Cuando un agricultor o un asistente técnico se enfrenta a la decisión de controlar o prevenir una enfermedad determinada, surgen los interrogantes: ¿Cuál fungicida utilizar, cuándo, cómo y dónde aplicarlo?

Para contrarrestar el impacto de las enfermedades en los cultivos es posible utilizar prácticas de manejo, biocontroladores, resistencia genética y productos químicos. Por su habilidad para reducir el daño económico a niveles aceptables, el método más común para controlar enfermedades es el uso de compuestos químicos que inhiben la germinación, crecimiento y multiplicación de los patógenos, o son letales a ellos. Dependiendo de la clase de patógeno que el producto afecte se denominan fungicidas (hongos), nematocidas (nematodos), bactericidas (bacterias) y viricidas (virus).

Entre las características de estos productos que los hace atractivos para su uso se encuentran las siguientes: Son letales y de rápida acción sobre el patógeno en bajas concentraciones, son compatibles con otros agroquímicos, estables durante su almacenamiento y preparación, de fácil aplicación y con buena adherencia, tenacidad y persistencia. En cuanto a su especificidad, algunos

químicos son tóxicos a varias clases de patógenos; otros son específicos a unos o a uno en particular.

Clasificación de los fungicidas

Fungicidas sistémicos

Son compuestos móviles que penetran por la cutícula de las hojas y ramas o por la raíz y se translocan en la planta utilizando su sistema de transporte, principalmente por el xilema y en menor grado por el floema; sin embargo, estos fungicidas muestran generalmente una movilidad translaminar, es decir, su acción se ejerce en el área donde se depositó la gota de aspersión y se extiende hasta el lado opuesto de la hoja.

Los fungicidas sistémicos actúan inhibiendo específicamente uno o unos pocos sitios del metabolismo del patógeno. De acuerdo con su sitio de acción, estos fungicidas se diferencian en grupos, como se presenta a continuación:

- Metabolismo de ácidos nucleicos (compuesto Hymexazol -síntesis del ADN-, grupo Acylalaninas -síntesis del ARN-).
- Inhibición de la respiración (grupo de Carboxamidas).
- Biosíntesis de la tubulina (grupo de Benzimidazoles).
- Biosíntesis de la quitina (grupo de Polioxinas).
- Biosíntesis de melanina (compuesto Tricyclazole).

- Biosíntesis de proteínas (compuestos Blasticidin S y Kasugamycin).
- Biosíntesis de esteroides (grupos de Triazoles, Imidazoles, Morpholinas y Piperidinas).
- Biosíntesis de glicerofosfolípidos (compuestos Iprobenfós y Edifenphos).

Entre los fungicidas sistémicos del grupo de los azoles, recomendados en diferentes países cafeteros para el control de algunas enfermedades se encuentran: Bayleton (triadimefón), Alto (propiconazol) y Anvil (hexaconazol) (Rivillas *et al.*, 1999; Chávez 1994; Flood *et al.*, 2001). Debido a su acción específica existe el riesgo de inducir mutaciones en los patógenos y generar individuos resistentes dentro de una población. Con el uso continuo de estos fungicidas, las variantes resistentes se incrementan gradualmente hasta alcanzar la población total del patógeno y por tanto, ocasionar la pérdida total de efectividad por el producto. La generación de variantes resistentes a uno o varios fungicidas sistémicos se ha demostrado en numerosos hongos patógenos de cultivos. En café, esta información se restringe a los reportes en la India sobre variantes de *Colletotrichum coffeanum* con resistencia a Benzimidazoles (Okioga, 1975; Cook y Pereira, 1976) e Imidazoles (Mwang'ombe, 1992), y en Colombia, de variantes de *Cercospora coffeicola* con resistencia a Benzimidazol-carbamatos (Leguizamón, 1997).

Para evitar los efectos antes mencionados se sugiere incrementar el tiempo entre aplicaciones de fungicidas sistémicos,

alternar su aplicación con fungicidas de amplio espectro bajo diferentes esquemas de aplicación y, en muchas ocasiones, aplicarlos en mezcla con estos últimos fungicidas.

Fungicidas protectores

Son fungicidas inmóviles o de contacto que permanecen y ejercen su acción únicamente sobre la superficie donde se aplican. Su distribución en la planta depende del uso de técnicas de aspersión que permitan su penetración dentro del follaje o hasta los sitios donde son requeridos y, su movimiento, una vez aplicados, está supeditado a la redistribución ejercida por la lluvia, aunque ésta causa también pérdidas del producto.

Los fungicidas protectores actúan sobre numerosos sitios del metabolismo de los patógenos y ocasionan la pérdida total de integridad de sus células. Comprenden un amplio rango de compuestos o ingredientes activos, entre los que se encuentran:

- Metales pesados (mercuriales);
- Compuestos inorgánicos (compuestos a base de azufre y cobre)
- Complejos orgánicos (grupos de ditiocarbamatos y phthalamidas).

La característica de múltiples sitios de acción les confiere a estos fungicidas un amplio espectro de actividad y gran utilidad en el manejo de estrategias para impedir la aparición de resistencia.

Los compuestos cúpricos, oxiclورو de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre y

sulfato de cobre formulado como caldo bordelés, son los fungicidas protectores o de contacto más utilizados para el manejo de enfermedades en café.

Otro tipo de fungicidas

Existen algunos compuestos comercializados como fungicidas que actúan indirectamente sobre el patógeno. Entre éstos están los *pro-fungicidas*, compuestos que al ser aplicados sobre el cultivo son metabolizados por la planta o el hongo en productos fungicidas. Algunos ejemplos de éstos son: Fosetyl-Al, Validamicyn y Tricyclazole (Sisler y Ragsdale, 1987)

Los *activadores o inductores de resistencia de la planta*, como su nombre lo indica, son productos que operan activando el mecanismo de resistencia sistémica adquirida (SAR), mecanismo propio de la planta que opera en respuesta al ataque de patógenos. La activación de este mecanismo se traduce en la acumulación de sustancias tóxicas en los tejidos que impiden la invasión del patógeno. En este caso, el patógeno no pierde su habilidad para germinar ni para penetrar y la resistencia se asocia generalmente con la ausencia de síntomas de la enfermedad. Este tipo de resistencia inducida se utiliza con éxito en el control de hongos, bacterias y virus en algunos cultivos. Productos como acibenzolar, comercializado bajo el nombre de Bion® y Boost® en Europa y Actigard® en Estados Unidos, para su uso en trigo, tomate, tabaco, lechuga y espinaca (Csinos *et al.*, 2001); probenazol (Oryzmate®) y el ácido ciclopropano carboxílico, usados principalmente en arroz;

el ácido aminobutírico (BABA); el fosfonato de potasio (Phytogard®); quitina-quitosan, ácido araquidónico, varios fosfatos dibásicos y tribásicos de sodio y potasio, silicatos, oxalatos y extractos de plantas, entre otros (Bailey, 1995; Copping y Hewitt, 1998).

En café hasta la fecha no se dispone de información sobre el uso de estos inductores de resistencia. Actualmente, en Cenicafé se inicia la evaluación de activadores de la planta en el control de la roya del café.

Época de aplicación de los fungicidas

Para tomar la decisión de uso de control químico y definir qué tipo de fungicida aplicar, es fundamental el conocimiento del ciclo de vida del patógeno, su relación con el desarrollo fenológico del cultivo y con las condiciones climáticas (epidemiología), los síntomas de la enfermedad y el umbral de daño económico.

El ciclo de vida de un microorganismo fitopatógeno típico presenta cuatro fases:

- 1- Prepenetración
- 2- Penetración
- 3- Invasión del tejido
- 4- Reproducción

Dependiendo del momento de acción del compuesto en el ciclo de vida del patógeno, los fungicidas se clasifican como *protectores o residuales*, cuando afectan la germinación, desarrollo del tubo germinativo y crecimiento y desarrollo del apresorio; *curativos o terapéuticos*, cuando inhiben el desarrollo del hongo una vez éste ha penetrado e invadido el hospedante pero aún

no existe presencia de estructuras de reproducción (esporas, conidias, etc.), y *erradicantes o de contacto*, cuando el producto detiene o inhibe la fase de reproducción del patógeno.

Los fungicidas protectores actúan en las fases de prepenetración y los fungicidas sistémicos en las fases de penetración, invasión del tejido y reproducción.

Idealmente, el control de un patógeno debería realizarse antes de su penetración en el hospedante mediante una única aplicación de un fungicida protector. Sin embargo, el flujo continuo de unidades infectivas del hongo beneficiado por condiciones favorables de clima y del cultivo, la pérdida de los depósitos fungicidas por efecto de la lluvia; la presencia de áreas del hospedante sin proteger por la aplicación deficiente del fungicida o por el crecimiento de la planta, y la penetración rápida del patógeno en la planta hospedante, hacen que para limitar el desarrollo de una epidemia los fungicidas protectores deban aplicarse en repetidas ocasiones.

Con el fin de mantener la enfermedad en niveles bajos, la primera aplicación del fungicida debe realizarse cuando la incidencia de la enfermedad sea mínima o se inicie la ocurrencia de condiciones de clima y de cultivo adecuadas para el desarrollo del patógeno. Su frecuencia de aplicación está supeditada a la persistencia del producto aplicado y el número de aplicaciones depende del tiempo en el cual la presencia de la enfermedad ocasione daños

económicos en el cultivo. En café, los programas de control de *Hemileia vastatrix* empleando calendarios fijos de aplicación de fungicidas cúpricos tienen como fin mantener la enfermedad en niveles bajos durante el ciclo anual de desarrollo de la cosecha; las aspersiones se inician aproximadamente 90 días después de la floración principal y se recomiendan cuatro aplicaciones cada 45 días.

La importancia del momento requerido para las aplicaciones de fungicidas protectores, disminuye cuando se utilizan los fungicidas sistémicos. No obstante lo anterior, bajo el criterio de mantener la enfermedad en bajos niveles de daño económico y que los daños ocasionados por el patógeno no sean irreversibles, se recomienda igualmente la aplicación de acuerdo al ciclo de producción del cultivo y al ciclo de desarrollo de la enfermedad. Además, se cuestiona su uso en estados avanzados de desarrollo de las enfermedades.

Para el control de la roya del café con fungicidas sistémicos se recomiendan tres aplicaciones, 60 días entre aplicaciones, e inicio de aplicaciones 90 días después de la floración principal.

El efecto protector y curativo de los fungicidas sistémicos permite el control de la enfermedad en la etapa de germinación del hongo y también, cuando éste ha colonizado las hojas pero aún no ha iniciado su esporulación. Las aplicaciones de estos fungicidas como erradicantes, cuando la enfermedad se encuentra en su máxima incidencia y severidad, no ejercen ningún control de la enfermedad (Rivillas *et al.*, 1999)

Formas de aplicación de los fungicidas

Uno de los factores importantes que inciden en el éxito del control químico de las enfermedades de las plantas es la forma correcta de aplicación. En el Capítulo "Tecnología de aplicación de plaguicidas en el cultivo del café" de este libro, se presenta la información pertinente.

Sitios de aplicación de los fungicidas

La aplicación de uno de los productos seleccionados para el control de un determinado patógeno se sugiere hacerla sobre el o los órganos susceptibles al ataque de dicho patógeno.

En el cultivo del café en Colombia se presentan nematodos (*Meloidogyne exigua*, *M. incognita*, *M. javanica*) que afectan la raíz en todos los estados de desarrollo de la planta, patógenos del suelo que afectan el estado de chapola (*Rhizoctonia solani*), la raíz (*Rosellinia bunodes*, *R. pepo*) y el tallo (*Ceratocystis fimbriata*), y patógenos aéreos que ocasionan daños en tallos y ramas (*Corticium salmonicolor*, *Pellicularia koleroga*), hojas (*Cercospora coffeicola*, *Hemileia vastatrix*, *Phoma* spp., *Colletotrichum* spp., *Mycena citricolor*), flores (*Colletotrichum* spp.), y frutos (*Mycena citricolor*, *Colletotrichum* spp., *Cercospora coffeicola*).

Para el control de *R. solani*, las aplicaciones de los fungicidas se realizan sobre el sustrato del germinador al momento de la siembra de la semilla. Mientras que el daño por nematodos se previene mediante la aplicación de un nematocida al suelo contenido en la bolsa de almácigo durante

los primeros quince días del trasplante de la chapala.

Para prevenir daños a la biota del suelo, en el control preventivo de *R. bunodes* y *R. pepo* no se recomiendan aplicaciones generalizadas de fungicidas dirigidas al suelo; para evitar su ataque sobre nuevas siembras, previo al trasplante, se recomienda establecer en el sitio una combinación de prácticas de manejo, y aplicar agentes físicos (solarización), biológicos y químicos en sub-dosis.

En el caso de *C. fimbriata* se utilizan aplicaciones preventivas de fungicidas sobre las heridas ocasionadas en la planta.

Las aspersiones dirigidas a la parte aérea deben presentar adecuado cubrimiento de los órganos vegetales por proteger y excelente penetración dentro del follaje de la planta.

Medidas de precaución en el control químico

Pese a ser menos tóxicos que muchos insecticidas, los productos utilizados para controlar enfermedades son igualmente sustancias peligrosas, y algunos de ellos,

especialmente los nematocidas, son extremadamente venenosos. Para la aplicación segura de fungicidas es necesario tener en cuenta una serie de guías de seguridad antes, durante y después de su uso (Mathews, 1984). Antes de la aplicación es necesario leer la etiqueta del producto, determinar su fecha de vencimiento, revisar y calibrar el equipo de aspersión, colocarse el equipo de protección, evitar la inhalación de gases o polvos y preparar sólo el producto que va a utilizarse. El equipo de protección consta de sombrero, careta con respirador limpio, gafas de protección, guantes, overol y botas.

Durante la aplicación debe evitarse la presencia de personas en el lote, utilizar la dosis correcta del producto, evitar contaminaciones por contacto o inhalación, no dejar productos abandonados en el campo y no consumir alimentos, ni fumar.

Después de la aplicación deben destruirse los envases vacíos, no dejar residuos en el equipo ni en el campo, no permitir el ingreso de personas o animales a la zona tratada, bañarse con abundante agua y jabón, y no arrojar los residuos de los productos a las fuentes de agua.

Referencias

- BAILEY, J. A. Plant-pathogen interactions: a target for fungicide development. In: DIXON, G. K.; COPPING L. G.; HOLLOWAY, D. W. Eds. Antifungal agents, discovery and mode of action. Oxford, Bios Scientific Publishers, 1995. p. 233-243.

- CHÁVEZ, O. Control del derrite *Phoma costarricensis* en café con el fungicida Atemi 100SL. In: Simposio sobre Caficultura Latinoamericana, 14. Ciudad de Panamá, Mayo 20-24 de 1991. Tegucigalpa, IICA-PROMECAFÉ, 1994. p.127-130.
- COOK, R. T. A.; PEREIRA, J.L. Strains of *Colletotrichum coffeanum* the causal agent of Coffee Berry Disease, tolerant to benzimidazole compounds in Kenya. *Annals of Applied Biology* 83 (3):365-379. 1976.
- COPPING, L. G.; HEWITT, H. G. Chemistry and mode of action of crop protection agents. London, The Royal Society of Chemistry, 1998. 145 p.
- CSINOS, A.S.; PAPPU, H.R.; McPHERSON, R.M.; STEPHENSON, M.G. Management of tomato spotted virus in flue-cured tobacco with acibenzolar S- methyl and imidacloprid. *Plant Disease* 85: 292-296. 2001.
- FLOOD, J.; GIL V, L. F.; WALLER, J. M. Coffee diseases: a clear and present danger. In: BAKER, P.S. (Ed.) Coffee futures; a source book of some critical issues confronting the coffee industry. Chinchiná, The Commodity Press, 2001. p. 82-93.
- LEGUIZAMÓN C., J. E. La Mancha de Hierro del café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 246:1-8. 1997.
- MATHEWS, G. A. Pesticide application methods. Londres, Longman Group Limited, 1984. 336 p.
- MWANG'OMBE, A. W. Tolerance in isolates of *Colletotrichum coffeanum* Noack. to prochloraz manganese in Kenya. *Pesticide Science* 34 (4): 371-373. 1992.
- OKIOGA, D. M. Occurrence of strains of *Colletotrichum coffeanum* resistant to systemic fungicides currently used for control of coffee berry disease in Kenya. *Kenya Coffee* 40 (70):170-173. 1975.
- RIVILLAS O., C. A.; LEGUIZAMÓN C., J. E.; GIL V, L. F. Recomendaciones para el manejo de la roya del café en Colombia. *Boletín Técnico Cenicafé* No 19: 1-36. 1999.
- SISLER, H. D.; RAGSDALE, N. Disease control by nonfungitoxic compounds. In: LYR, H. Ed. Modern selective fungicides. Properties, applications and mechanisms of action. Essex. Longman Scientific and Technical, 1987. p.337-354.