

Actualidades en el manejo integrado de sigatoka negra en banano

Mario Orozco-Santos

Campo Experimental Tecomán. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tecomán, Colima, México.

***Autor de
Correspondencia:**
Mario Orozco-Santos
orozco.mario@inifap.gob.mx

Contribución:
Tecnológica

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 Diciembre, 2023
Aceptado:
15 Enero, 2024
Publicado:
16 Abril, 2024

Cita:
Orozco-Santos M. 2024.
Actualidades en el manejo
integrado de sigatoka negra
en banano. *Acorbat Revista
de Tecnología y Ciencia*
1(1): 81
[https://doi.org/10.62498/AR
TC.2481](https://doi.org/10.62498/AR
TC.2481)



INTRODUCCIÓN

La sigatoka negra o raya negra es la enfermedad más importante que afecta el follaje del cultivo del banano en el mundo (Guzmán *et al.*, 2018). Desde su llegada al continente americano hace un poco más de 50 años, ha sido un problema creciente en todos los países productores de musáceas, debido a las características inherentes del patógeno (ascomiceto, hemibiotrófico con reproducción sexual y asexual). Su gran capacidad evolutiva (mutaciones y/o recombinaciones sexuales) ha provocado una mayor virulencia y una mejor adaptación a las regiones con ambiente tropical (húmedo, subhúmedo y seco) y subtropical (Orozco-Santos *et al.*, 2013; Guzmán *et al.*, 2018). Tanto los anamorfos como los teleomorfos están presentes en las hojas infectadas; sin embargo, las ascosporas producidas durante la etapa sexual desempeñan un papel importante en la epidemiología de la enfermedad (Marin *et al.*, 2003). El control de sigatoka negra está basado principalmente en el control químico y en menor proporción en un control alternativo (aceites, biológicos, extractos vegetales e inductores de resistencia), siempre apoyados con el uso de prácticas culturales (Orozco-Santos *et al.*, 2008). En este trabajo se presenta información sobre manejo integrado de sigatoka negra, haciendo énfasis en control cultural, control químico y alternativas amigables. Asimismo, se hace referencia al uso de mancozeb como parte fundamental en el manejo actual de la enfermedad. No obstante, el futuro de este ingrediente activo es incierto, por posibles restricciones en algunos países importadores (mercados internacionales), por lo que es prioritario la búsqueda de alternativas para reducir su uso e en su caso substituir esta molécula.

El patosistema

El patosistema sigatoka negra está integrado por cuatro componentes principales: **1)** Los hospederos económicamente importantes son los bananos y plátanos y los daños de la enfermedad dependen del grupo genómico y los cultivares. La mayoría de las variedades de banano del subgrupo Cavendish son altamente susceptibles (Guzmán *et al.*, 2018). La severidad de sigatoka negra se magnifica en un sistema agrícola como el de las musáceas, en el cual la propagación vegetativa

(reproducción asexual) y el cultivo en grandes extensiones de tierra de una variedad/cultivar genéticamente uniforme, lo hacen altamente vulnerable a ataques epidémicos de la enfermedad. **2)** El agente causal presenta en su ciclo de vida un estado teleomorfo o sexual y un estado anamorfo o asexual. El hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet es el teleomorfo, mientras que *Pseudocercospora fijiensis* (Morelet) Deighton es el anamorfo (Mulder & Stover, 1976; Marín *et al.*, 2003). *M. fijiensis* produce ascosporas en el interior de pseudotecios sobre lesiones maduras y representan la principal fuente de inóculo de la enfermedad. En cambio, *P. fijiensis* forma conidios en lesiones jóvenes (Marín *et al.*, 2003). **3)** El clima es un factor importante para el patosistema, al ser un regulador de los procesos biológicos del hospedero y del patógeno. Las precipitaciones elevadas y constantes, así como las temperaturas alrededor de 26-28 °C poseen un marcado efecto sobre los procesos de infección, germinación, penetración del patógeno y liberación de inóculo, mientras que el viento favorece su diseminación. **4)** Finalmente, el hombre forma parte del patosistema al tomar decisiones sobre el uso de determinado cultivar, sistema de producción, manejo del hospedero y métodos de control de sigatoka negra.

Manejo integrado

El manejo integrado de sigatoka negra en banano contempla el uso de diferentes métodos de control (cultural, químico y alternativas amigables) apoyado por el conocimiento del cultivar/variedad de banano o plátano (susceptibilidad a la enfermedad, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie del hongo, tipo de reproducción, estructura genética, diseminación, fuente de inóculo, sobrevivencia, período de incubación y ciclo de la enfermedad) y clima (cantidad y distribución de la precipitación, temperatura, rocío, radiación solar, nubosidad y humedad relativa) (Orozco-Santos *et al.*, 2013; Guzmán *et al.*, 2013).

Control cultural. Las prácticas de cultivo son una parte importante en el manejo integrado de la enfermedad. Esta herramienta está orientada a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de las plantas, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo dentro de la plantación (Orozco-Santos *et al.*, 2008). En el caso del patosistema banano-sigatoka negra, el control cultural es una parte fundamental en el manejo de la enfermedad (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos *et al.*, 2008). Se han sugerido numerosas prácticas de cultivo dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad, como es el caso de la remoción de hojas afectadas o porciones de éstas (cirugía), poda

temprana; la aplicación de urea y desecantes para acelerar su descomposición, así como la eliminación rápida de plantas cosechadas. Adicionalmente, otros componentes del manejo agronómico del cultivo ayudan a reducir las condiciones favorables (humedad) para el desarrollo de la sigatoka negra e incrementar el vigor de las plantas: manejo de la densidad de plantación, deshierbe, sistemas de drenaje, métodos de riego, control de maleza, fertilización química, fertilización biológica (micorrizas y bacterias del género *Azospirillum*), control de plagas y nemátodos (Marín y Romero, 1992; Marín *et al.*, 2003; Orozco-Santos *et al.*, 2008). Una práctica alternativa es el “minicomposteo”, que consiste en colocar la hojarasca en pequeños montones para su rápida degradación, lo cual permite reducir el inóculo e incorporar nutrientes al suelo (Orozco-Santos *et al.*, 2008). Además, es importante monitorear periódicamente la plantación para conocer el comportamiento de la enfermedad (incidencia, severidad y/o estado evolutivo) y obtener información que auxilie en la toma de decisiones (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos *et al.*, 2013).

Control químico y alternativo. El control químico es la herramienta más usada para el combate de las enfermedades de sigatoka en todos los países productores de banano. El número de aplicaciones varía de acuerdo a las condiciones climáticas de cada zona de producción. Contra sigatoka negra en México, varía desde 35 a 40 en el trópico seco hasta 45 a 52 aplicaciones por año en el trópico húmedo y subhúmedo. En Ecuador de 30 (zona sur) a 44 ciclos de aspersion (zona norte), Costa Rica de 40 a 52, Guatemala de 52 a 65 y Colombia de 30 a 35 aplicaciones en plantaciones de cultivo orgánico en la costa norte (La Guajira, Magdalena y Cesar) y 52 ciclos en promedio en el Urabá. En Brasil, en las áreas subtropicales fluctúa de 6 a 8 en el estado de Santa Catarina y de 10 a 12 en el Valle de Riviera, São Paulo. En el norte del estado de Minas Gerais, se requieren de 6 a 8 aplicaciones contra sigatoka amarilla (sigatoka negra no está presente). En plantaciones con manejo convencional, se utilizan fungicidas de contacto o protectantes (mancozeb y otras moléculas) y en menor proporción productos sistémicos. Ocasionalmente se incluyen algunos productos biológicos (*Bacillus* y extractos vegetales) y aceites minerales. El elevado número de ciclos de aspersion de fungicidas ha generado pérdida de sensibilidad del hongo a diferentes ingredientes activos de acción sistémica en algunos países (FRAC, 2023), así como problemas de contaminación ambiental y de salud humana. Los fungicidas más comúnmente usados de acuerdo a FRAC (2023) son: 1) Inhibidores de la demetilación (DMIs: difenoconazole, epoxiconazole, fenbuconazole, flutriafol, metconazole, propiconazole, tebuconazole, tetraconazole y triadimenol); 2) Amines (spiroxamine, fenpropimorph, fenpropidin y tridemorph); 3) Inhibidores QO (QoIs: azoxystrobin, pyraclostrobin y trifloxystrobin) e Inhibidores QI (QiIs: fenpicoxamid, florylpicoxamid); 4) Anilinyrimidines (Aps: Pyrimethanil); 5) Benzimidazoles (BCMs: benomyl,

carbendazim, thiophanate, and thiophanate-methyl); 6) Toluamides (Zoxamide); 7) Inhibidores SDH (SDHIs: boscalid, fluopyram, fluxapyroxad, and isopyrazam); 8) Guanidines (dodine); 9) N-Phenylcarbamates (Diethofencarb), 9) fungicidas multisitio (mancozeb, clorotalonil, propineb, thiram, metiram, entre otros), 10) biológicos (*Bacillus amyloloquefaciens* (sinónimo de *B. subtilis* y *Melaleuca alternifolia*) y 11) inductores de defensa de las plantas (acibenzolar-S-methyl e isotianil).

Uso de mancozeb y alternativas. El mancozeb pertenece al grupo de los ditiocarbamatos y es la molécula más utilizada en los programas de control químico contra sigatoka negra en la mayoría de los países productores de banano. Las razones más importantes de su amplia aceptación y uso son: una buena efectividad contra el patógeno, tiene actividad multisitio y por lo tanto bajo riesgo de resistencia, es compatible con otros productos usados en la mezcla en tanque (fungicidas, insecticidas, aceites, fertilizantes foliares, etc.), es factible aplicarse en “cocteles” con otros fungicidas, sin límite de aplicaciones, es la base del programa de control y es una herramienta esencial en una estrategia antiresistencia. Sin embargo, en los últimos años su uso ha sido cuestionado sobre sus posibles efectos negativos en la salud humana, en el medio ambiente, los efectos adversos en la vida acuática y la persistencia en el suelo, lo que puede afectar la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica. El número de aplicaciones de mancozeb es variado en los diferentes países. En general se usa desde 20 hasta 52 ciclos. Existen casos de fincas con uso exclusivo de este producto, sumando hasta 52 aplicaciones por año (una aplicación semanal), lo que significa más de 80 kg de ingrediente activo por hectárea por año. A partir del año 2021, la Unión Europea prohibió el uso de mancozeb en la agricultura en todos los países que integran esta comunidad, independientemente del límite máximo de residuos (Comisión de la Unión Europea, 2022).

En la actualidad, existe preocupación en los países productores y exportadores de bananos y plátanos por la posible adopción de esta medida por otros países importadores de fruta. Además, que la restricción del mancozeb en el futuro sea aplicada a los cultivos tratados con este fungicida (en este caso banano) en los países productores y que la fruta no pueda ingresar a la Comunidad Europea. La búsqueda y adopción de herramientas alternativas al mancozeb, es una prioridad en el manejo de sigatoka negra. Diversos estudios han demostrado la efectividad de ciertos productos que pueden ser incorporados en un programa de manejo de la enfermedad, entre los que se pueden mencionar: biológicos, extractos vegetales, aceites, inductores de resistencia, cobres, azufres, silicio y otros ditiocarbamatos. Thiram y Clorotalonil son efectivos para el control de la enfermedad; sin embargo, al igual que el mancozeb no están autorizados por la Unión Europea.

La sigatoka negra sigue siendo la enfermedad más importante que afecta el follaje del cultivo de banano en el Continente Americano. Actualmente, se encuentra en todos los países productores (excepto Argentina, Paraguay y norte del estado de Minas Gerais, Brasil) y la estrategia de manejo ha sido la convivencia con el patógeno, utilizando medidas de control cultural y control químico. El uso de fungicidas con diferentes modos de acción y su alternancia es la estrategia más eficiente para reducir los riesgos de desarrollo de resistencia. No obstante, las recomendaciones de la FRAC, en la actualidad existen muchos casos de pérdida de efectividad de diferentes moléculas como los triazoles, benzimidazoles, estrobilurinas y SDHIs (FRAC, 2023). Una herramienta importante en el manejo de la enfermedad es el uso de sistemas de muestreo (Stover modificado, preaviso biológico u otro), lo cual ayuda a la toma de decisiones de cuándo y que aplicar, permitiendo eficientar su control al reducir el número de aplicaciones por año. El fungicida mancozeb es parte fundamental en el manejo de la enfermedad, pero su futuro es incierto por las posibles restricciones de su uso. Existen alternativas disponibles en el mercado con resultados variables de control de sigatoka negra, tomado como referencia al mancozeb.

Los biológicos a base de *B. amyloloquefaciens* y *M. alternifolia* ya están siendo utilizados en los programas de control en algunas zonas productoras. Otros extractos vegetales están en evaluación (*Mimosa tenuiflora*, *Cinnamomum zeylanicum*, entre otros). Asimismo, los aceites poseen efecto fungistático y permiten una distribución homogénea de la emulsión sobre las hojas de banano, así como una mayor resistencia de los fungicidas a ser lavado por las lluvias cuando se aplica en mezcla. El inductor de defensas en la planta acibenzolar-S-methyl ha estado disponible en el mercado desde hace mucho tiempo y más recientemente se ha sumado el isotianil, el cual presenta una buena efectividad contra la enfermedad. Otros inductores de resistencia a base de cobre, zinc y ácido cítrico están siendo evaluados con resultados promisorios. Los fungicidas a base de cobre representan una alternativa viable para el control de sigatoka negra. Existen numerosos reportes de la efectividad de diferentes compuestos cúpricos sobre la enfermedad. También, existen evidencias de reducción de la severidad de sigatoka negra con aplicaciones de azufre y silicio. Estos tres productos son alternativas promisorias para el control de la enfermedad y adicionalmente tienen efectos benéficos en las plantas como micronutriente o bien en la mejora del crecimiento y la productividad del banano. Sin embargo, es conocido que las aplicaciones frecuentes de estos elementos ocasionan su acumulación en el suelo, lo cual puede tener efectos negativos en el cultivo. Por esta razón, se requiere seguir investigando sobre el manejo óptimo de estos productos para integrarlos en un programa de manejo de sigatoka negra. Es importante conocer el número máximo de aplicaciones anuales tanto de los

diferentes compuestos cúpricos, como del azufre y el silicio que no provoquen problemas de acumulación en el suelo. En el futuro, considerando la probable restricción del mancozeb, se requiere contar con un programa alternativo y sostenible de manejo de sigatoka negra, que integre aplicaciones de fungicidas sistémicos y protectantes (otros ditiocarbamatos), biológicos (microbiales y extractos vegetales), inductores de defensa en la planta, cobre, azufre y silicio. Todo esto, apoyado con las prácticas de cultivo orientadas a la reducción de fuentes de inóculo y de condiciones favorables para *P. fijiensis*, así como tener un cultivo bien nutrido y vigoroso.

Finalmente, como lo señala De Lapeyre *et al.*, (2021) no descartar en el futuro el cambio varietal. En la actualidad, existen variedades con tolerancia o resistencia a sigatoka negra que han sido generadas por métodos convencionales. Desafortunadamente, es un desafío complicado competir con el banano más consumido en el mundo (Cavendish), considerando que todos los eslabones de la cadena en los países productores y exportadores están diseñados para producir y comercializar estas variedades. No estamos lejos de que el viejo adagio se pueda cumplir: “*en el futuro será más fácil cambiar paladares que controlar sigatoka negra*”.

Agradecimientos. Un sincero agradecimiento a las siguientes personas que proporcionaron información de sigatoka negra de sus respectivos países. Rafael Segura y Edgar Valverde Anaya de CORBANA-Costa Rica; Lucas Trevisan de ASBANCO-Brasil; Marie de León de la Asociación de Productores Independientes de Guatemala (APIB); Wilson Da Silva Moraes, SFAP, MAPA, Brasil; Ricardo Muñoz Valverde. Consultor independiente. Ecuador; Sebastián Zapata de CENIBANANO-Colombia.

REFERENCIAS

1. Brühl, C.A., Arias, A.M., Echeverría-Saenz, S., Bundschuh, M., Knäbel, A., Mena, F., Petschick, L.L., Ruepert, C. and Stehle, S. 2023. Pesticide use in banana plantations in Costa Rica – A review of environmental and human exposure, effects and potential risks. *Environmental International* 174. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.10787>.
2. Comisión de la Unión Europea, 2022. Farm to Fork: New rules to reduce the risk and use of pesticides in the EU [WWW Document]. accessed 29.9.22. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_3694.
3. De Lapeyre, L., Lescot, T. and Loeillet, D. 2021. Mancozeb as a banana treatment, the end of an icon. *Fruitrop* (274), 8-13. <https://www.fruitrop.com/en/Articles-by-subject/Economic-analyses/2021/Mancozeb-as-a-banana-treatment-the-end-of-an-icon>
4. FRAC 2023. Fungicide Resistance Action Committee. Recommendations for bananas. Banana WG meeting minutes 2022. www.frac.info.

5. Guzmán, M., Orozco-Santos, M. y Pérez Vicente, L. 2013. Las enfermedades sigatoka de las hojas del banano: dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América Latina y el Caribe. Memorias de la XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos). Fortaleza, Ceará, Brasil. p. 98-116.
6. Guzmán, M., Pérez-Vicente, L., Carlier, J., Abadie, C., de Lapeyre de Bellaire, L., Carreel, F., Marín, D.H., Romero, R.A., Gauhl, F., Pasberg-Gauhl, C., Jones, D.R. 2018. Black Leaf Streak. *In*: Jones, D.R. (Ed). Diseases of Banana, Abaca and Enset. 2nd edition, CABI, Wallingford, p. 41-115.
7. Marín, V.D. y Romero, C.R. 1992. El combate de la sigatoka negra en banano. Corporación Bananera Nacional. Costa Rica. Boletín No. 4. 22 p.
8. Marín, D.H., Romero, A.R., Guzmán, M. and Sutton, T.B. 2003. Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87: 208-222.
9. Mulder, J.L. and Stover, R.H. 1976. The *Mycosphaerella* Species Causing Banana Leaf Spots. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 67:77- 82.
10. Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O., Manzo-Sánchez, G., Farías-Larios, J. y Silva Moraes, W. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology* 33 (3):189-196.
11. Orozco-Santos, M., García-Mariscal, K., Manzo-Sánchez, G., Guzmán-González, S., Martínez-Bolaños, L., Beltrán-García, M., Garrido-Ramírez, E., Torres-Amezcuca, J.A. y Canto-Canché, B. 2013. La sigatoka negra y su manejo integrado en banano. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 152 p.
12. Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Vázquez-Jiménez, J.L., Manzo-Sánchez, G., Beltrán-García, M.J. y Farías-Larios, J. 2008. Influencia de diferentes métodos de riego sobre la severidad de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano Gran Enano. Memorias de la XVIII Reunión Internacional ACORBAT. Guayaquil, Ecuador.
13. Orozco-Santos, M., Cruz-Epigmenio, S., Manzo-Sánchez, G., Guzmán-González, S., Martínez-Bolaños, L., Canto-Canche, B. 2013. Efecto de la Urea aplicada a hojas afectadas por sigatoka negra para reducir el nivel de inóculo en banana Gran Enano. Memorias de la XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos). Fortaleza, Ceará, Brasil.