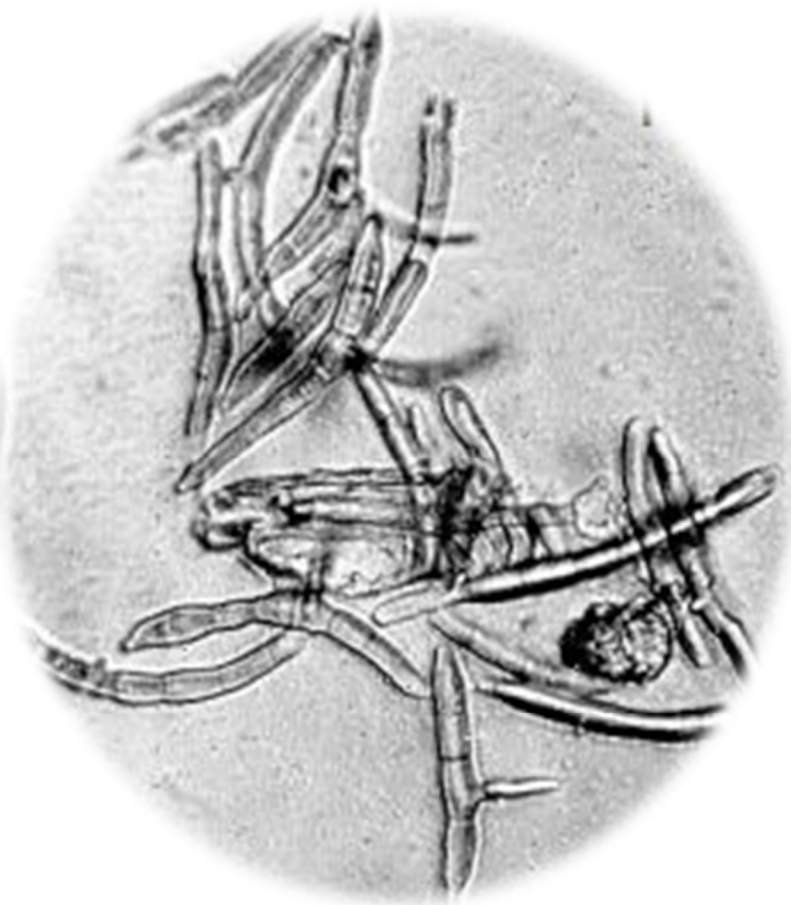


FICHA TÉCNICA

Mycosphaerella musicola (Leach)
(Capnodiales: Mycosphaerellaceae)

Sigatoka amarilla



Créditos: Ecured s/a; Pérez-Vicente, 2002.



CONTENIDO

IDENTIDAD DE LA PLAGA	1
Nombre científico	1
Sinonimias.....	1
Clasificación taxonómica.....	1
Nombre común.....	1
ESTATUS FITOSANITARIO EN MÉXICO.....	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA.....	1
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL.....	2
HOSPEDANTES.....	3
Superficie de hospedantes	4
ASPECTOS ECOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS	4
Ciclo biológico.....	4
Dinámica poblacional.....	4
Dispersión.....	5
Descripción morfológica	5
DAÑOS.....	6
MUESTREO Y MONITOREO.....	7
MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	8
Control cultural.....	8
Control químico.....	9
Control biológico	9
LITERATURA CITADA.....	10



IDENTIDAD DE LA PLAGA

Nombre científico

Mycosphaerella musicola (Leach)
(Mycobank, 2017)

Sinonimias

Pseudocercopora musae (Zimmermann).
Cercospora musae (Zimmermann).
Cercospora musicola Sawada
(EPPO, 2019)

Clasificación taxonómica

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Subfilo: Pezizomycota
Clase: Dothideomycetes
Orden: Capnodiales
Familia: Mycosphaerellaceae
Género: *Mycosphaerella*
Especie: *Mycosphaerella musicola*
(Mycobank, 2017)

Nombre común

Idioma	Nombre común
Español	Chamusco
	Sigatoka amarilla del banano
	Sigatoka común
	Sigatoka del plátano
Inglés	Leaf spot of banana
	Sigatoka disease of banana
	Yellow Sigatoka of Banana
Francés	Cercosporiose du bananier
	Sigatoka du bananier
Alemán	Blattfleckenkrankheit: Banane
	Sigatoka-Krankheit: Banane

(EPPO, 2019).

ESTATUS FITOSANITARIO EN MÉXICO

Mycosphaerella musicola no se encuentra en el listado de plagas reglamentadas para México 2018 (CPF, 2018). De acuerdo con Orozco y Ramírez (1991) (citado por EPPO, 2019), *M. musicola* está presente en México. Con base en lo dispuesto en la Norma Internacional para Medidas (NIMF) 8 Determinación de la situación de una plaga en un área (CIPF, 2017), esta plaga se encuentra presente en México. El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal instrumenta programas y campañas fitosanitarias para prevenir la introducción o dispersión de plagas que puedan afectar a los vegetales, sus productos y subproductos; así como, para mejorar o conservar los estatus fitosanitarios en la producción agrícola. Además, tiene el objetivo de determinar la presencia o ausencia de plagas en un área específica. Por lo anterior, mediante la colaboración con productores, se han establecido programas de monitoreo para la detección de *M. musicola* con la finalidad de responder rápidamente ante una detección positiva, mediante la aplicación de medidas fitosanitarias para su control.

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

La Sigatoka amarilla es una enfermedad que se presenta en todo el mundo y es una de las enfermedades más destructivas de las plantas de plátano y banano, no solo desde el punto de vista económico sino también por el aspecto social (Gomes et al., 2018), debido a los

ingresos que se pierden para las familias que dependen económicamente de la actividad de este cultivo (Gañán *et al.*, 2007); el nombre de Sigatoka proviene del Valle de las Islas del Pacífico Sur de Fiyi en donde la enfermedad fue observada por primera vez; sus daños se presentan por la pérdida y reducción de la superficie foliar de las plantas, lo cual se traduce en frutos pequeños que no maduran y pueden llegar a caer (Agrios, 2005). En América Latina y el Caribe la enfermedad se registró por primera vez a principio de los años 1930's (hace casi 86 años), desde entonces, y para colonizar a México, hasta Florida, el Caribe hasta Centro y Sudamérica, transcurrieron 30 años, posiblemente por las carencia en medidas de regulatorias entre los países (Guzmán *et al.*, 2013). Con respecto a los daños, en Colombia, la Sigatoka amarilla puede

causar pérdidas del 25 al 90 % en el rendimiento (Gañán *et al.*, 2007). La incidencia de la enfermedad es la causa principal de la baja productividad del banano en Brasil, puesto que se encuentra en todo el territorio nacional, llega a afectar hasta el 50 % del área foliar de la planta, con la consecuente pérdida del 50 % de la producción de cosecha de banano (Da Rocha-Júnior *et al.*, 2010).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

M. musicola se encuentra distribuido en 94 países de cuatro continentes (Cuadro 1, Figura 1) (EPPO, 2019); es una enfermedad que se localiza en todas las áreas de producción de banano; sin embargo, los productores han sabido convivir con ella por las medidas respectivas de control.

Cuadro 1. Distribución mundial de *Mycosphaerella musicola* (EPPO, 2019).

Continente	País
África	Angola, Camerún, Cabo Verde, República Democrática del Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gabón, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Madagascar, Malawi, Mauricio, Mozambique, Nigeria, Santo Tomás y Príncipe, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica*, Tanzania, Togo, Uganda, Zambia.
América	Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil (Minas Gerais, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo), Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Montserrat, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Santa Lucía, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Estados Unidos de América (Florida, Hawái)*, Venezuela.
Asia	Bután, Brunei Darussalam, Camboya, China [Fujian, Guangdong, Guanxi, Xianggang (Hong Kong), Yunnan], India (Assam, Karnataka, Kerala, Lakshadweep,

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

Continente	País
	Madhya Pradesh, Tamil Nadu), Indonesia (Irian Jaya, Java, Kalimantan, Nusa Tenggara), Sumatra, Laos, Malasia (Sabah, Sarawak, West), Nepal, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Vietnam, Yemen.
Oceanía	Samoa Americana, Australia (Nueva Gales del Sur, Territorio del Norte, Queensland) Islas Cook, Fiyi, Polinesia Francesa, Guam, Kiribati, Micronesia, Nueva Caledonia, Niue, Isla Norfolk, Palao, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Islas Salomón, Tonga, Tuvalu, Vanuatu, Wallis y Fortuna.

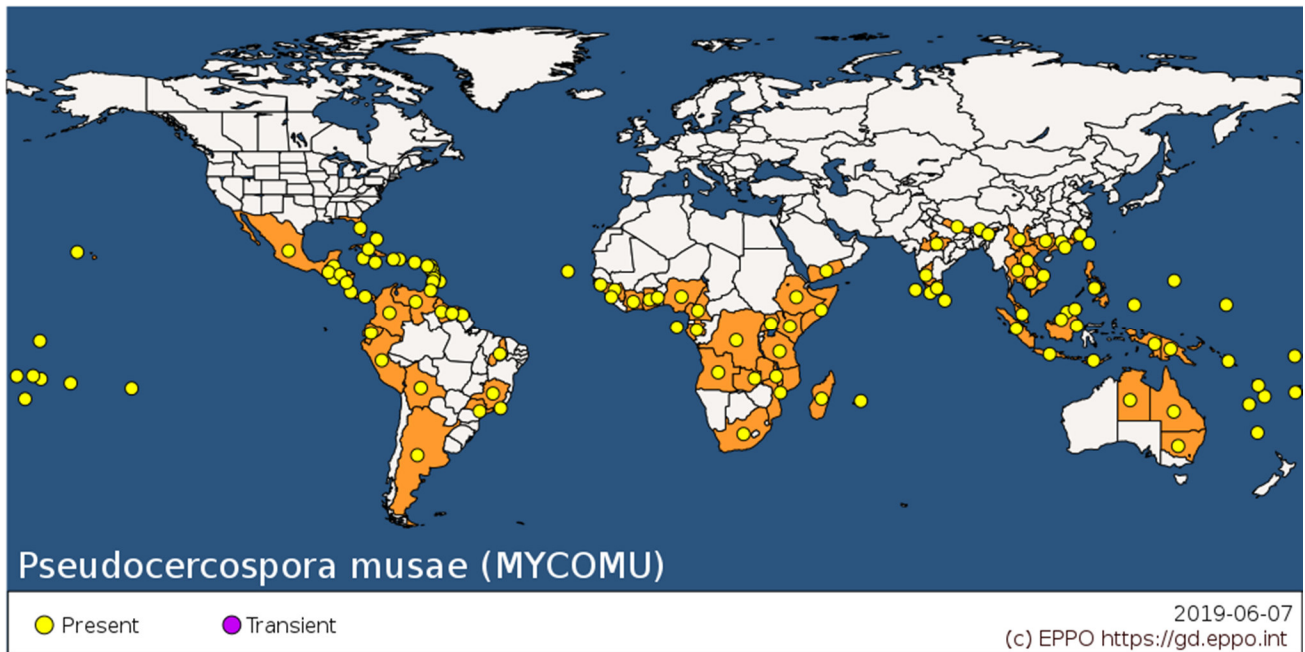


Figura 1. Distribución geográfica de *Mycosphaerella musicola* (= *Pseudocercospora musae*) (EPPO, 2019).

HOSPEDANTES

Respecto a hospedantes, incluye a plátanos y bananos (que suelen usarse como sinónimos) de su grupo genómico y sus cultivares (Fuente:

EPPO, 2019, Ecured, s/a), en su mayoría, los cultivares de banano del grupo Cavendish son susceptibles a la enfermedad (Ecured, s/a).

Cuadro 2. Superficie de plátano cultivado en México (SIAP, 2019, ciclo agrícola, 2017).

Estado	Superficie (ha)	Producción (miles de toneladas)	Valor de la producción (millones de pesos)
Chiapas	23,454.57	688.90	1,667.39
Veracruz	15,817.72	206.88	607.20
Tabasco	11,519.06	599.50	2,152.70
Colima	6,027.54	178.49	647.27
Michoacán	5,836.00	160.38	511.10
Jalisco	3,848.00	173.50	546.56
Guerrero	3,828.21	79.58	342.72
Oaxaca	3,619.20	66.38	234.49
Nayarit	2,800.06	33.84	93.12
Puebla	2,409.00	30.44	108.26
Quintana Roo	703.00	8.36	40.91
Yucatán	262.80	1.24	5.19
Campeche	117.00	1.40	5.79
México	18.00	0.24	1.45
Hidalgo	12.00	0.07	0.26
Morelos	11.00	0.32	1.43
Total	80,283.16	2,229.52	6,965.84

Superficie de hospedantes

La superficie de plátano en México es de más de 80 mil hectáreas con una producción de 2.2 millones de toneladas con un valor de la producción de 6.9 mil millones (Cuadro 2) (SIAP, 2019).

ASPECTOS ECOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS

Ciclo biológico.

Las esporas de *M. musicola* (conidios o ascosporas) son liberadas por los cuerpos fructíferos, posteriormente, por ayuda del viento a salpicadura de la lluvia, llegan a la superficie del plátano, en donde germina y

penetra por los estomas, generan la inspección y dentro de las áreas necróticas produce los esporodocios o peritecios que generan nuevamente la infección (Figura 2) (Agrios, 2005)



Figura 2. Ciclo biológico de *Mycosphaerella musicola* en plantas de banano (Agrios, 2005).

Dinámica poblacional

La enfermedades fungosas son favorecidas por la humedad ambiental y condiciones de temperatura adecuadas para el desarrollo del patógeno, de tal manera que en la época lluviosa los hongos tienen condiciones favorables de reproducción y dispersión (Agrios, 2005); a *M. musicola* le favorece temperatura promedio de 25 °C y precipitación anual de más de 1,000 mm (Codeiro *et al.*, citados por Da Rocha-Junior *et al.*, 2010). Da Rocha *et al.* (2010) realizaron una investigación epidemiología de *M. musicola* en tres lotes de banano en Pernambuco, Brasil; encontraron un patrón de dispersión en agregados con amplio rango de dispersión del

inóculo congruente con la biología del hongo que causa la Sigatoka amarilla (Figura 3).

Dispersión

Los conidios de *Mycosphaerella musicola* son dispersados por el viento o por la salpicadura del agua de la lluvia; la liberación y germinación de los conidios dependen de una capa de humedad sobre las hojas o con la humedad relativa alta del ambiente. Los peritecios se producen durante el clima cálido y húmedo y las esporas son expulsadas violentamente como respuesta a la humedad del peritecio. Las ascosporas son diseminadas por las corrientes de aire y son el factor determinante por las distancias grandes de dispersión de la enfermedad; mientras que los conidios son el medio de dispersión más importante a nivel local. Las ascosporas y conidios se producen en el mismo tipo de lesiones (Agrios, 2005).

Descripción morfológica

Los pseudotecios de *Mycosphaerella musicola* son globosos, sin parafisos, de paredes oscuras bien diferenciadas, anfígenos, de ostiolo errupente en vista superficial; es de forma circular con células periostilolares más oscuras (Figuras 3 A y B), de diámetro entre 45-62 μm (promedio 54 μm); ascas bitunicadas con ocho ascosporas, con medidas 12.5-18 x 3-5 μm (promedio 14.7 x 3.6 μm); espermatogonio anfígeno de color oscuro, ostiolo elíptico, en vista superficial errupentes a través de los estomas de 23 a 55 μm (35.3 μm en promedio,

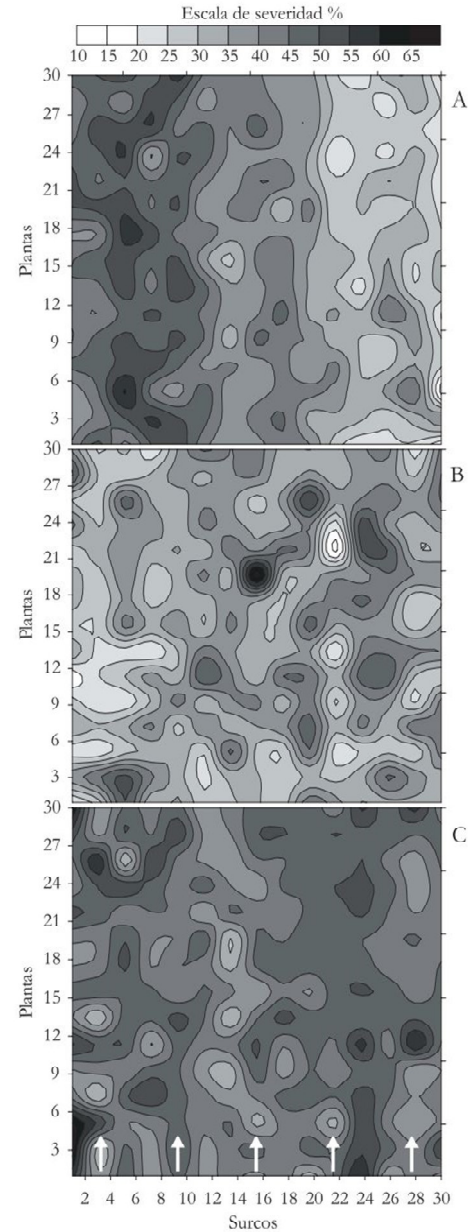


Figura 3. Mapas geostadísticos interpolativos de la severidad de la Sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola* en banano. Las flechas indican la dirección de los surcos (Da Rocha junior et al., 2010).

que forman cadenas de espermacios hialinos truncados de 3.02 a 1.07 μm (Figuras 3 B y C): los conidióforos se forman sobre estromas que comienzan a diferenciarse durante la fase 3 de

la evolución de los síntomas; son botuliformes, no ramificados agrupados en esporodoquios de hasta 120 conidióforos que emergen de los estomas de 12.5-50 μm (promedio 32.4 μm) los cuales producen terminalmente hasta 10 emisiones de conidios ; cilíndricos, a

obclavados cilíndricos, con 3 a 6 septos (más frecuentemente 6) de 4-72 x 2.5-6.25 μm (59.9 x4 μm en promedio) de ápices obtusos sin un hilum marcado (Pérez-Vicente, 2002).

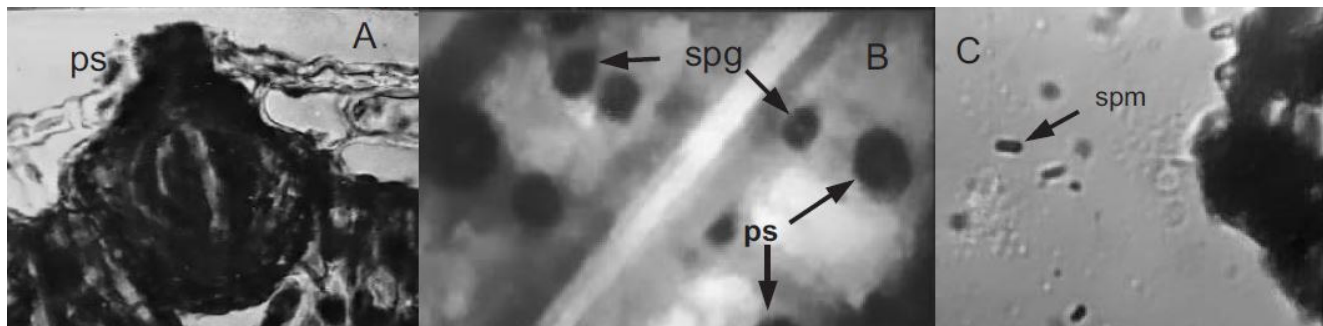


Figura 4. A) Pseudoteci de *Mycosphaerella musicola* en corte longitudinal; B) pseudoteci (ps) y espermatogonios (spg) en vista superior y C) espermatogonios y espermatocitos (spm) (Pérez-Valente, 2002).

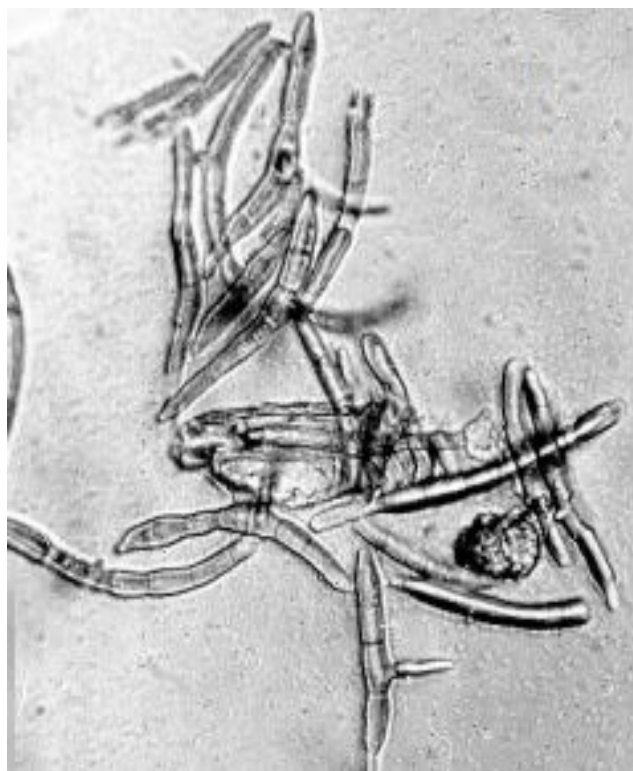


Figura 5. Conidios de *Mycosphaerella musicola* (*Pseudocercospora musae*) (Pérez-Vicente, 2002).

DAÑOS

La enfermedad inicia como manchas pequeñas amarillas o líneas paralelas en las venas laterales de la hoja, a los pocos días la mancha llega a presentar 1 o 2 cm de longitud y se torna marrón con un centro gris claro (Figura 5). Tales manchas tan pronto como se hacen más grandes el tejido alrededor se torna amarillo y muere y las manchas adyacentes se unen para hacerse más grandes y esas áreas mueren en la hoja; en infecciones severas las hojas completas mueren en pocas semanas. La destrucción de la hojas maduras por las manchas de la enfermedad puede dejar solo unas pocas hojas sanas; de manera que los racimos con frutos inmaduros en las plantas enfermas no llenan, se maduran y caen (Agrios, 2005). Además puede causar maduración prematura en el campo o en

transporte. Otro daño es que la plantación pierde vigor por las afectaciones al cormo y pseudotallo (Guzmán *et al.*, 2013).



Figura 6. Síntomas de la Sigatoka amarilla en hojas de plátano causada por *Mycosphaerella musicola*. (Agrios, 2005).



Figura 7. Hoja de plátano con manchas de Sigatoka amarilla cuyo halo amarillo se unió mostrando una hoja completamente amarilla (Ecured, s/a).



Figura 8. Hoja de plátano con áreas grandes necróticas con un centro claro y un halo clorótico alrededor (Simbiotik, s/a).



Figura 9. Manchas marrón que se han unido para formar área grandes necrosadas en hojas de plátano, alrededor de la mancha se presenta un halo clorótico y un centro claro (EPPO, 2019)

MUESTREO Y MONITOREO

La presencia de Sigatoka amarilla en la plantación de banano debe tener un nivel tolerancia fundamentado en investigaciones antes de realizar una medida química de control (Ramsey *et al.*, 2012).



Figura 10. Daño avanzado en hoja de plátano por *Mycosphaerella musicola* en el que se observa más de la mitad de la lámina foliar afectada (EPPO, 2019).



Figura 11. Hoja de plátano extendida que muestra el síntoma característico de la Sigatoka amarilla: manchas marrón, centro claro y halo clorótico (Ecured, s/a).



Figura 12. Hoja de plátano con Sigatoka amarilla en la que se muestra las manchas color marrón, con un halo clórico en línea con las nervaduras de la hoja (Ecured, s/a).

Stover (1974) (citado por Ramsey *et al.*, 2012) menciona que la hoja joven sin mancha (Figura 12) en plantas sin racimo, debería estar en un rango de 10 a 12 hojas para evitar problemas en la producción; sin embargo, en un trabajo de investigación realizado por Ramsey *et al.* 2012, en Australia, que existe una relación linear negativa entre las severidad de las manchas y el número de hojas activas al momento de la cosecha; además, encontraron que 5 a 10 hojas activas produjeron maduración de frutos en campo, y que para producir una buena cosecha se debe mantener más que 10 hojas al momento de la cosecha para obtener un óptimo rendimiento de banano.

El monitoreo para Sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola* se debe realizar en guarda griega (Figura 14). Se deberá considerar una selección de 20 puntos de inspección por hectárea, en cada punto se revisarán dos plantas contiguas haciendo una inspección total de hojas (Figura 13). Durante el recorrido en cultivos de plátano, se consideró iniciar con la búsqueda a orillas del predio hasta cubrir la totalidad de la superficie objetivo, de cada planta seleccionada.

MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL

Control cultural

Se recomienda la eliminación y destrucción de hojas dañadas, eliminar las malezas del cultivo, no plantar de plátano en lugares estrechos, proporcionar un drenaje adecuado y evitar

encharcamiento que favorezca la infección (Ecured, s/a). Por su parte Gañan *et al.* (2009) realizaron prácticas en plantas de plátano de despunte de hoja 4 combinados con el deshoje y el uso de fungicidas sistémicos, los cuales produjeron la severidad más baja de la enfermedad.

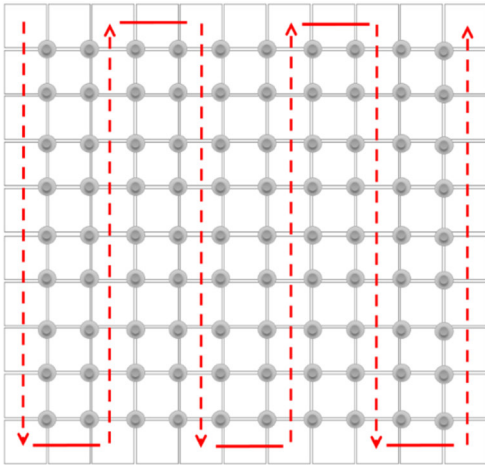


Figura 13. Esquema de muestreo en Guardia griega.

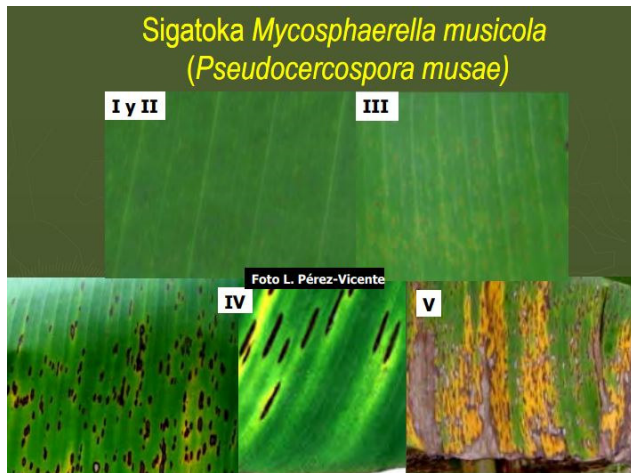


Figura 14. Escalas de medición de Sigatoka amarilla causada por *Mycosphaerella musicola* (Pérez- Vicente, 2013).

Control químico

Básicamente, el control de la Sigatoka amarilla se ha realizado mediante productos químicos; es común el uso de Caldo Bordelés (1%) + aceite mineral (2 %). Oxidocloruro de cobre o zineb con aceite mineral o aceite blanco; aplicación de carbendazim (0.1%), propiconazol (0.1%), mancozeb (0.25%), o tridemorf (0.1%) a intervalos de aplicación 10 a 15 días (Ecured, s/a); el uso frecuente y repetido de fungicidas con frecuencia conduce al desarrollo de resistencia de éstos (Agrios, 2005). Samuelian *et al.* (2016) probaron la eficacia de clorotalonil y aceite parafínico solo o en combinación con propiconazole, tebuconazole, difenoconazole, epoxiconazol y pirimetanil; el resultado fue que todos los químicos usados con aceite parafínico fueron tan efectivos o más efectivos que cuando se aplicó con clorotalonil o clorotalonil solo. Difeconazole y epoxiconazole con aceite parafínico seguido por propiconazol con aceite parafínico fueron los mejores tratamientos.

Control biológico

En la búsqueda de agentes de control biológico para la Sigatoka amarilla, Samuelian (2016) encontró que *Trichoderma harzianum* y *T. virens* fueron antagonistas de *Mycosphaerella musicola*, para que tuviera un buen efecto los aislados se aplicaron en mezcla con melaza al 5% y pinoleno (di 1-p-menteno) (adherente-dispersante), el cual, mejoró la supervivencia en condiciones naturales.

LITERATURA CITADA

Agrios, GN. 2015. Plant Pathology. Elsevier Academic Press. Fifth Edition. Unites States of America. 922 pp.

CIPF. 2017. NINF 8 Determinación de la situación de una plaga en un área. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/06/ISPM_08_1998_Es_2017-04-22_PostCPM12_InkAm.pdf. Fecha de consulta: junio de 2019.

CIPF. 2018. Lista de Plagas Reglamentadas de México. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2018/05/09/LISTA_DE_PLAGAS_REGLAMENTADAS_DE_MEXICO_2018.pdf. Fecha de consultado: mayo de 2019.

Da Rocha-Júnior, OM, Saraiva-Câmara MP, Michereff MJ, de-Oliveira MJ, Mora-Aguilera GRuiz-García N. 2010. Caracterización especial de la Sigatoka amarilla del banano e implicaciones en el muestreo. *Agrociencia* 44: 351-361.

EPPO. 2019. *Pseudocercospora musae*/EPPO GLOBAL DATABASE. En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/MYCOMU>. Fecha de consulta: junio de 2019.

Gañán LB, J León G, M Aristizábal L Castaño Z. 2007. Prácticas de manejo de las Sigatokas amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plátano dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). *Agronomía* 15: 39-48.

Gomes LIS, Douhan GW, Lehner MS, Bibiano LBJ, Mizubuti ESG. 2018. Yellow Sigatoka

epidemic caused by a panmictic population of *Mycosphaerella musicola* in Brazil. *Phytopathology* 67: 295-302. Doi: 10.1111/ppa.12752.

Mycobank. 2017. *Mycosphaerella musicola*. En línea: <http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Rec=4175&Fields=All>. Fecha de consulta: junio de 2019.

Pérez-Vicente, L. 2002. Morfología de las especies de *Mycosphaerella* asociadas a manchas de la hojas de *Musa* spp. *Fitosanidad* 6:3-9.

Perez-Vicente L. 2013. Enfermedades de las musáceas: aspectos generales con énfasis en patógenos cuarentenarios. En línea: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/D1-01%20ENFERMEDADES%20DE%20BANANOS%20ENFASIS%20EN%20CUARENTENARIOS%20L%20PEREZ.pdf>. Fecha de consulta: junio de 2019.

Samuelian S. 2016. Potential of *Trichoderma harzianum* for control of banana leaf fungal pathogen when applied with a food source and an organic adjuvant. *Biotech* 6: 1-12.

SENASA. s/a. *Mycosphaerella musicola*. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. En línea: <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/mycosphaerella-musicola>. Fecha de consulta: junio de 2019

SIAP. 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola (ciclo agrícola 2017). En



línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Fecha de consulta: junio de 2019.

Simbiotik, 2016. La Sigatoka amarilla del banano. En línea: <http://www.simbiotik.com/la-sigatoka-amarilla-del-banano/>.

Fecha de consulta: junio de 2019.

Forma recomendada de citar:

DGSV-DCNRF. 2019. Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach) (Capnodiales: Mycosphaerellaceae). SADER-

SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 11 pp.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuáles han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.



DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga

Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

Dr. José Abel López Buenfil