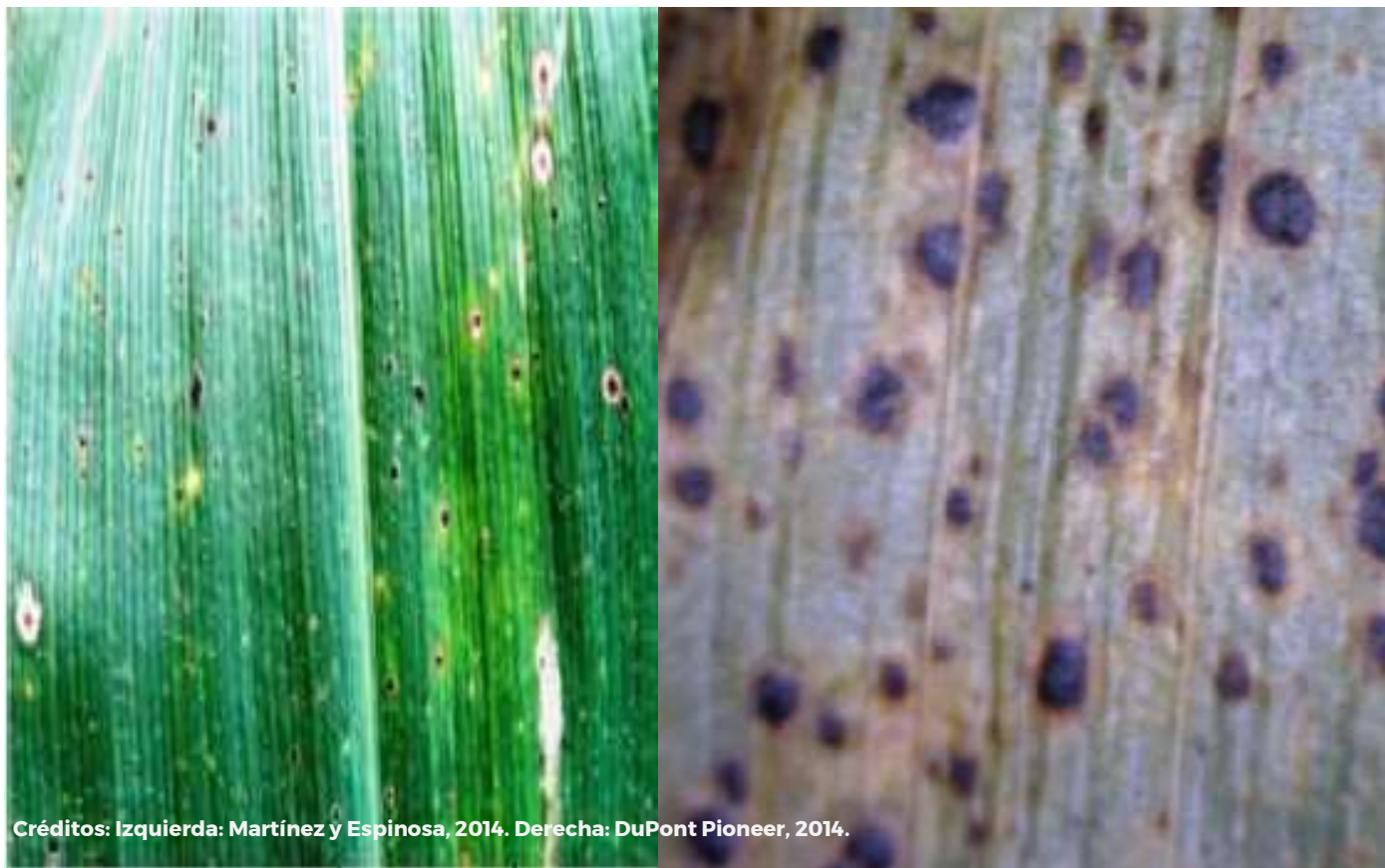


FICHA TÉCNICA

Mancha de asfalto



Phyllachora maydis



CONTENIDO

IDENTIDAD	1
Nombre científico	1
Clasificación taxonómica	1
Nombres comunes	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA	1
SITUACIÓN FITOSANITARIA EN MÉXICO	1
HOSPEDANTES	1
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	1
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	2
ASPECTOS BIOLÓGICOS	3
SÍNTOMAS	4
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS	4
MÉTODOS DE DETECCIÓN/DIAGNÓSTICO	5
Diagnóstico molecular.....	5
MUESTRO	5
MANEJO FITOSANITARIO	7
Cultural	7
Genético	8
Químico	8
Biológico.....	9
LITERATURA CITADA	9



IDENTIDAD

Nombre científico

Phyllachora maydis Maubl., 1904.

(Mycobank, 2020)

Clasificación taxonómica

Dominio o Reino: Fungi

Phyllum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Phyllachorales

Familia: Phyllachoraceae

Género: *Phyllachora*

Especie: *Phyllachora maydis*

(EPPO, 2020; NCBI, 2020).

Nombres comunes

Mancha de asfalto

Mancha negra del maíz

Pudrición acuosa del tallo

(EPPO, 2020; Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017)).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

La enfermedad puede causar una pérdida de rendimiento estimada para los agricultores de hasta un 30 % en México, con una pérdida promedio del 8 % (Hock *et al.*, 1995); el área de cultivo afectada podría ser de hasta 500,000 Ha (Hock *et al.*, 1989). Bajet y colaboradores (1994,) reportaron pérdidas de rendimiento del 46 % debido a la enfermedad en parcelas de prueba sin tratamiento, en Veracruz, México; pero una

parte del daño se debió a la pudrición del tallo por *Fusarium*. Se ha sugerido que pueden presentarse mayores pérdidas cuando las condiciones ambientales sean más favorables o los cultivos sean más susceptibles. Otro tipo de mermas pueden incluir reducciones en la calidad del grano o la calidad de hojas utilizadas para envolver alimentos (CABI, 2020).

SITUACIÓN FITOSANITARIA EN MÉXICO

En México de acuerdo a la NIMF No. 08, "Determinación de la situación de una plaga en un área" (FAO, 2006), el estatus es presente (Hock, 1989; Pereyda-Hernández *et al.*, 2009).

HOSPEDANTES

Phyllachora maydis está restringido a maíz, *Zea mays* (Parbery, 1967) y no se ha encontrado en otros pastos, incluidas otras especies de *Zea*, en México (Hock *et al.*, 1995).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Su distribución se restringe a los siguientes países: Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Trinidad and Tobago, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (CABI, 2020) (Figura 1).





Figura 1. Distribución de *Phyllachora maydis*. Créditos. CABI, 2020.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Phyllachora maydis presenta clípeo anfibio, que se desarrolla en la epidermis, generalmente circular, 0.5 - 2.0 mm de diámetro, marrón oscuro a negro, brillante. Ascomata subglobosa peritecial, ostiolada, agregada o dispersa, subepidérmica debajo del clípeo, 170-350 μm de diámetro. Paráfisis numerosas, filiformes, más largas que las ascas, hasta 125 μm . Asca estrechamente cilíndrica, 8-10 X 80- 100 μm , pedicelo corto. Ascosporas uniseriadas en ascas, hialinas, aseptada, ampliamente elipsoide, 5.5 - 8.5 X (8-) 10-14 μm (a menudo 13-14 μm) ([Figura 2]. Conidiomas picnídicos, subepidérmicos debajo del clípeo, a menudo en lesiones mas jóvenes. Los conidióforos se ramifican en dos

o tres niveles, las ramas se estrechan, 11-16 X 1.0 - 1.5 μm . Conidias filiformes, hialinas, 10-15 X 0.5 μm , disminuyendo gradualmente hasta el ápice (Figura 3) [CABI, 2020].

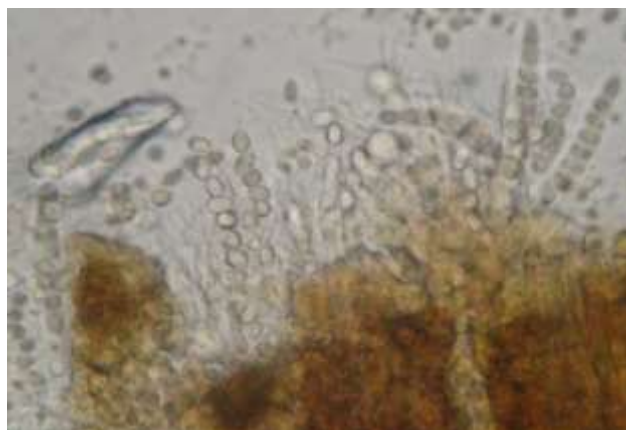


Figura 2. *Phyllachora maydis*: Peritecios embebidos en estromas oscuros, ascas en serie con ocho ascosporas unicelulares, hialinas. Créditos: Rincón-Espinosa, 2012.



Figura 3. Ascosporas de *Phyllachora maydis* 1000X. Créditos: Chalkley *et al.*, 2020.

ASPECTOS BIOLÓGICOS

Requerimientos para su desarrollo

El hongo puede propagarse hasta 75 m de las plantas infectadas. En el laboratorio, las ascosporas germinan mejor entre 10 y 20 °C, pero escasamente fuera de este rango (Dittrich *et al.*, 1991). En las tierras bajas, la mancha de asfalto comienza a aparecer aproximadamente dos semanas antes de la floración y alcanza una severidad máxima aproximadamente seis semanas después (Hock *et al.*, 1995). La infección también puede presentarse cuando la planta presenta de 8 a 10 hojas (Hock *et al.*, 1989).

La enfermedad se ve favorecida por temperaturas frías, 16-20 °C, y alta humedad relativa (Bajet *et al.*, 1994). Durante el invierno la enfermedad es más severa en las tierras bajas del este de México cuando las temperaturas presentan rangos de 17-22 °C, con humedad relativa media mayor a 75 %, típico de zonas de altitud media, y siete horas de humedad por la noche en las hojas (Hock

et al., 1995). En México la enfermedad es más severa en las elevaciones de 700 - 1600 m y en los meses más fríos de noviembre a abril a altitudes más bajas (Bajet *et al.*, 1994).

Ciclo de vida

Phyllachora maydis es un parasito obligado, sus esporas se propagan por el viento y bajo condiciones ambientales favorables, varias de estas especies actúan en sinergia (Rodríguez, 2018)

La enfermedad puede mantenerse de un ciclo a otro en residuos de cultivo sobre el campo, esto ocasiona una fuente permanente de inóculo. Sin embargo, la incidencia y severidad de la enfermedad varía según las condiciones del clima en el temporal. Otros factores que pueden favorecer el ataque son: irrigación constante, niveles altos de fertilización nitrogenada, dos ciclos de maíz por año y la agresividad de los patógenos (virulencia) en las diferentes zonas donde se cultiva el maíz (Martínez y Espinosa, 2014). El tiempo requerido por *Phyllachora* para completar su ciclo de vida está influenciado por las condiciones estacionales. En muchos casos, el ciclo completo de *Phyllachora* tardó más de 7.5 días en completarse. Asimismo, las manchas de asfalto (peritecios en el mesófilo de las hojas afectadas) se presentan solo cuando las plantas de maíz se acercan a la madurez (Liu, 1973).

SÍNTOMAS

Los síntomas de la enfermedad se presentan de forma más clara a partir de la etapa de hoja bandera hasta la floración. El primer síntoma es la presencia de pequeños puntos negros que varían de 0.5 a 20 mm de diámetro provocados por el hongo *Phyllachora maydis* (Figura 4) [(Martínez y Espinosa, 2014)].



Figura 4. Puntos negros (clípeos) característicos de la presencia de *Phyllachora maydis* en hojas de maíz. Créditos: Martínez y Espinosa, 2014.

Afectaciones severas en etapas tempranas impiden el llenado del grano; cuando el hongo afecta las hojas, en la etapa de llenado del grano (lechoso) o una etapa anterior, se cosechan mazorcas con granos deshidratados y de poco peso, además se aprecian granos germinados por la acción de los patógenos (Figura 5); lo cual reduce el rendimiento de grano (Martínez y Espinosa, 2014).



Figura 5. Efecto de la mancha de asfalto en mazorcas de maíz. Créditos: Martínez, y Espinosa, 2014.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Dispersión

Las ascosporas se dispersan naturalmente por el viento, las cuales quedan atrapadas durante los periodos de alta humedad con un máximo en las horas de la tarde (Hock *et al.*, 1995). La salpicadura de lluvia es otro agente dispersante de *Phyllachora*, sin embargo, en México no es un factor importante en la gravedad de la enfermedad en las tierras bajas del este de México (Hocke *et al.*, 1995).

El transporte de mazorcas con hojas o de artículos hechos con hojas son posibles medios de dispersión del hongo (Martínez y Espinosa, 2014).

Ninguna de las especie de *Phyllachora* se ha reportado que sea transmitida por semilla (Richardson, 1990). Hock *et al.* (1995) consideraron que la infestación de semillas de maíz por *P. maydis* es poco probable ya

que el hongo no penetrarían a través de las hojas hasta la mazorca.

Sobrevivencia

En tierras bajas del este de México, la enfermedad se observa en el maíz durante todo el año (Bajet *et al.*, 1994). Los patrones de cultivo de maíz tropical y subtropical pueden permitir que el patógeno persista y se multiplique (Martínez y Espinosa, 2014). Las ascosporas de *Phyllachora maydis* sobrevivieron en los restos del cultivo durante 3 meses o más (Hock *et al.*, 1995)

MÉTODOS DE DETECCIÓN/DIAGNÓSTICO

Para la detección de este patógeno es necesario revisar las hojas inferiores para detectar manchas pequeñas, elevadas, brillantes, oscuras, circulares u ovals a irregulares, o lesiones marrones, a menudo con un borde oscuro, que presenta un ascomata oscuro en los centros (CABI, 2020).

Diagnóstico molecular

Para el diagnóstico se sugiere utilizar los oligonucleótidos KIO Fw (5'-TAGAGGAAGTAAAAGTCGTAA-3') y KIO Rv (5'-TCCTCCGCTTWTGWTGTC-3'). Siguiendo el protocolo descrito por Rios-Herrera *et al.*, 2016.

MUESTRO

Para el muestreo primeramente, se deben ubicar los sitios de muestreo, estableciendolos sobre la base de la

experiencia, en terminos de portunidad en cuanto a la ocurrencia de fenómeno, considerando ser eficientes en el uso del tiempo y guardando precisión en la toma de datos. Todas las plantas a evaluar deben estar en competencia completa, evitando las plantas de orillas y tratar de que sean homogéneas en su desarrollo fenológico (Quiroga-Madrial *et al.*, 2017).

En terminos prácticos en parcelas comerciales de grandes superficies, el metodo de muestreo de cinco de oros (Figura 6) y recorrido en zig-zag (Figura 7), pueden ser suficientemente represnetativos, mediante la evaluación visual de 10 a 50 plantas en cada punto del “cinco de oros” haciendo un total de 5 a 250 plantas muestreadas por parcela comercial (Figura 6) [Quiroga-Madrial *et al.*, 2017].

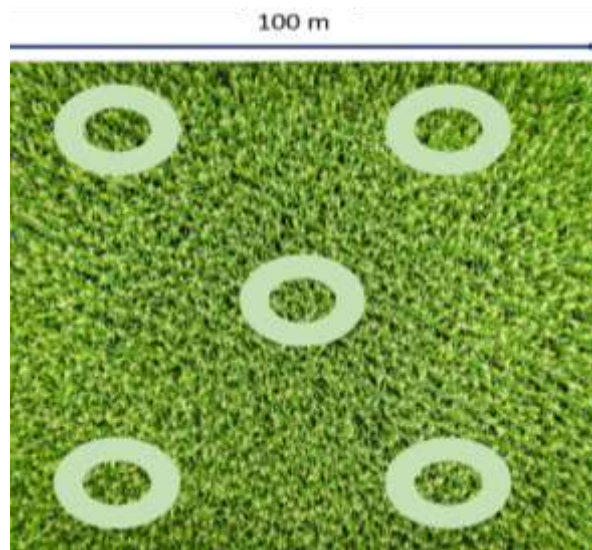


figura 6. Esquema de muestreo en cinco de oros para la detección de síntomas ocasionados por *Phyllachora maydis* en maíz.

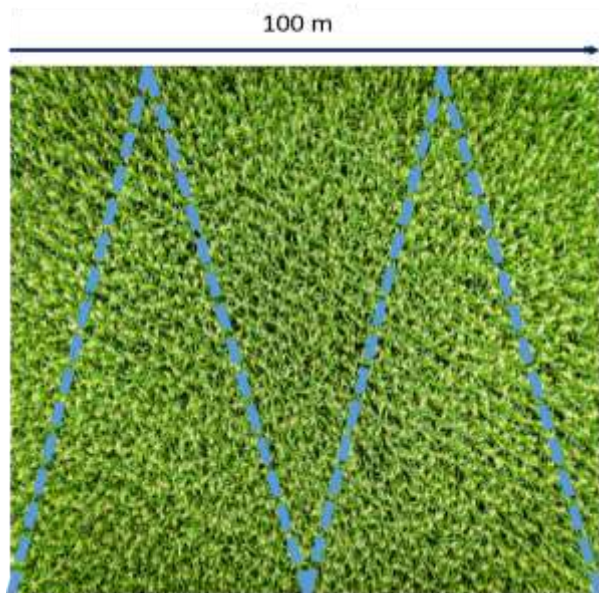


Figura 7. Esquema de muestreo en zigzag para la detección de síntomas ocasionados por *Phyllachora maydis* en maíz.

Las hojas inferiores se deben examinar para detectar manchas pequeñas, elevadas, oscuras circulares u ovals a irregulares, manchas, o para lesiones marrones a menudo con borde oscuro, que tiene un ascomata oscuro en el centro (Programa de Maíz del CIMMYT, 2004).

En cada planta ubicada y marcada con un listón de plástico de color para todo el ciclo y aproximadamente entre los 25 y 40 días (Etapas de crecimiento V3 a V4), se realizan las primeras evaluaciones de severidad en forma visual, expresando el porcentaje de severidad en la 3ª y 4ª hoja bajera fisiológicamente activa (de abajo hacia arriba, con alguna proporción de tejido verde). Las evaluaciones, además de hacerlas en hojas o plantas individuales, también se pueden

hacer a grupos de plantas o parcelas completas. Continuar así el muestreo de forma semanal hasta la etapa VT y reproductiva (Figura 8). Posteriormente a la floración, se continua la cuantificación en la hoja de inserción de mazorca y en planta completa en etapas de crecimiento desde R0 (Antesis o floración masculina), hasta R4 (Etapa masosa) [Quiroga-Madriral, 2017].

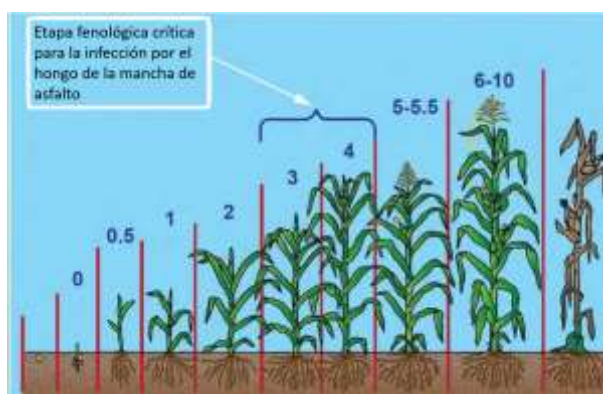


Figura 8. Etapas del crecimiento del maíz y su relación con la mancha de asfalto. Créditos: Bonilla, 2017.

Para el monitoreo se recomienda utilizar escalas pictóricas de referencia. La escala aplicada a hoja individual es útil en hojas bandera al inicio de la epidemia (Figura 9) y la escala aplicada a planta es útil en parcelas comerciales y grupos de plantas (Figura 10). Como se mencionó anteriormente es recomendable marcar cada planta muestreada a fin de ubicar aquellas que resulten positivas a la enfermedad para posteriormente muestrear las plantas aledañas y/o aplicar las medidas de control (Quiroga-Madriral *et al.*, 2017).

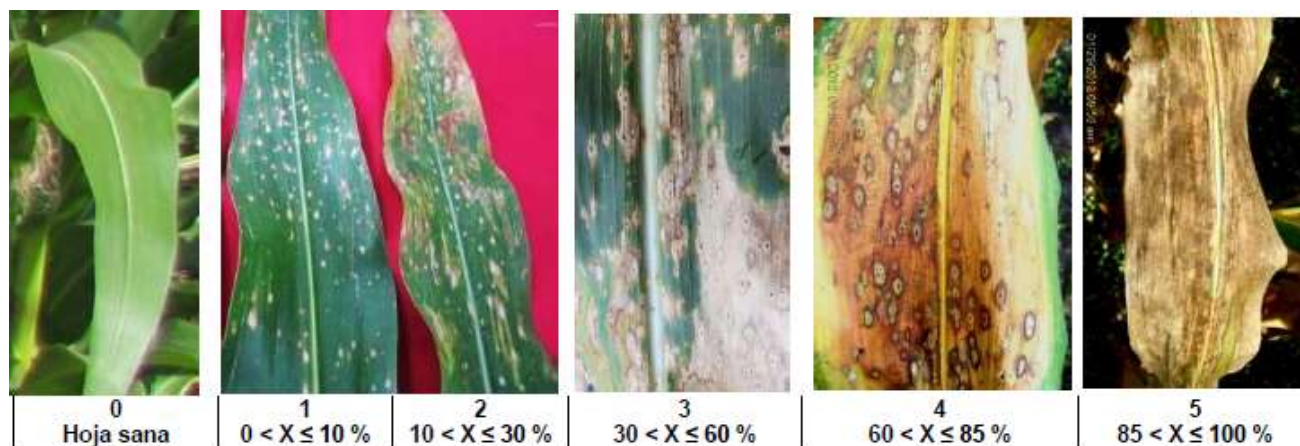


Figura 9. Severidad de daño a nivel de hoja individual con valores en escala ordinal y rango porcentual (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017).



Figura 10. Escala pictórica de referencia de severidad de daño a nivel de planta individual con clasificación de 1 a 5 y rangos de valores en porcentaje (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017).

MANEJO FITOSANITARIO

Cultural

Las medidas para reducir el inóculo inicial para un nuevo cultivo dependerían de la fuente de ese inóculo y de las prácticas culturales. Cuando el maíz se cultiva continuamente en las proximidades, no es

probable que los esfuerzos de saneamiento sean efectivos (Chalkley *et al.*, 2020).

Un principio general para retardar el inicio de las epidemias es disminuir el inóculo inicial (Vanderplank, 1963), mediante la incorporación al suelo o la quema de manera

controlada de los residuos de cosecha. También, el pastoreo restringido de los residuos de maíz, práctica usual en la región tropical, también puede contribuir a reducir el inóculo inicial, especialmente si se mantienen un mínimo del 30 % de cobertura del suelo para sustentar un sistema de labranza de conservación (CTIC, 2004).

Es fundamental para evitar excesos y/o carencia de elementos que promuevan el desarrollo de enfermedades foliares, como el exceso de nitrógeno o un desbalance N/K (Nonanomi *et al.*, 2007).

En algunas localidades, las siembras tempranas dificultan el desarrollo de epidemias y se promueve el escape de las plantas a la infección. En el Valle del Polochic, Guatemala, cuando se adelantan las siembras por lo menos 15 días se logra escapar a los efectos más dañinos de la infección de la mancha de asfalto en un alto porcentaje (Monterroso, 2013; Monterroso, 2014).

En Chiapas se ha reportado que la severidad de la mancha de asfalto, presenta diferencias significativas en el rendimiento del grano al sembrar el maíz en fechas tempranas en comparación con las tardías (Quiroga *et al.*, 2015).

Mahuku y colaboradores (2013) recomendaron utilizar una densidad de

siembra menor a 75,000 plantas por hectárea pues una densidad más elevada favorece el desarrollo de la enfermedad. El efecto puede ser por el aumento de la humedad relativa en el microclima por la alta densidad de plantación.

Genético

Se ha encontrado resistencia monogénica a esta enfermedad y se han obtenido variedades resistentes (Paliwal, 2001). El CIMMYT ha desarrollado poblaciones de maíz con resistencia a la mancha de asfalto, de donde se han derivado líneas, de las cuales, dos mostraron la presencia de un gen simple y dominante que confiere niveles de resistencia vertical cercanos a la inmunidad, sin embargo, también se observaron niveles de resistencia horizontal con efectos aditivos a partir de cruzamientos dialélicos entre ocho líneas parentales (Ceballos y Deutsch, 1992)

Químico

El control químico con aspersiones preventivas o curativas han sido efectivas. La aplicación de los fungicidas Captan (1.25 Kg i.a./ha), fempropimorfo (1.2 kg i.a./ha), carbendazim (0.2 kg i.a./ha), mancozeb (0.25 kg i.a./ha), propiconazole (0.12 kg i.a./ha) y la mezcla de azoxistrobin + cyproconazol, suspensión al 18.2 % + 7.27 %, en dosis de 240 – 300 mL/ha, redujeron significativamente el área bajo la curva de progreso de la

enfermedad de la mancha de asfalto, lo que a su vez aumento significativamente los rendimientos del grano (Bajet *et al.*, 1994, Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017). Siempre es necesario considerar y verificar que los productos a aplicar tengan la autorización por parte de la Cofepris.

En el maíz se pueden presentar uno de dos escenarios posibles: que el material genético sea susceptible, entonces las aplicaciones deben iniciar con un fungicida sistémico o mezclado con un fungicida de contacto de diferente grupo. Si el material genético tiene alguna resistencia, entonces la aplicaciones de fungicida pueden omitirse (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017).

Biológico

La reducción en el tamaño de las lesiones de *Phyllachora maydisk* debido al hiperparasitismo poco después de la infección sugiere que *Coniothyrium phyllachorae* puede ser adecuado para su uso como control (Hock *et al.*, 1995)

LITERATURA CITADA

Bajet NB, Renfro BL, Valdez CJM. 1994. Control of tar spot of maize and its effect on yield. International Journal of Pest Management, 40(2):121-125.

Bonanomi G, Antignani V, Pane C, Scala F. 2007. Suppression of soilborne fungal

diseases with organic amendments. J. Plant Pathology 89(3): 11-324.

Bonilla MN. 2017. Mancha de asfalto en maíz. Encuentro de los sectores frijol y maíz. INTA. 46p. En línea: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/pitta-frijol-Nevio-Bonilla-Mancha-Asfalto.pdf. Fecha de consulta 24 de julio de 2020.

CABI. 2020. Datasheet *Phyllachora maydis* (black spot of maize). Invasive species compendium. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40876#B159945A-08DD-4E22-B440-A5FC9432AE0E>. Fecha de consulta 23 de julio de 2020.

Ceballos H, Deutsch J.A. 1992. Inheritance of resistance to tar spot complex in maize. Phytopathology, 82: 505-512.

Chalkley D. 2020. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. . Invasive Fungi. Tar spot of corn-*Phyllachora maydis*. En línea: <https://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/factsheets/pdfPrintFile.cfm?thisApp=Phyllachoramaydis>. Fecha de consulta 23 de julio de 2020.

CTIC (Conservation Tillage Information Center). 2004. National crop residue management survey. Conservation Technology Information Center. West Lafayette, Indiana, U.S.A. En línea: <http://www.ctic.org/CRM/>. Fecha de consulta 24 de julio de 2020.

Dittrich U, Hock J, Kranz J, Renfro BL, 1991. Germination of *Phyllachora maydis*

ascospores and conidia of *Monographella maydis*. *Cryptogamic Botany*, 2:214- 218.

EPPO. 2020. *Phyllachora maydis* (PHYRMA). EPPO Global Database. En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/PHYRMA>. Fecha de consulta 23 de julio de 2020.

FAO. 1996. NIMF 8 Determinación de la situación de una plaga en un área. CIPF. Roma. 16p. 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 23 de julio de 2020

Hock J, Kranz J, Renfro BL. 1989. El "complejo mancha de asfalto" de maíz, su distribución geográfica, requisition ambientales e importancia económica en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 7:129-135.

Hock J, Kranz J, Renfro BL. 1995. Studies on the epidemiology of the tar spot disease complex of maize in Mexico. *Plant Pathology*, 44(3): 490-502.

Liu LJ. 1973. Incidence of tar spot of corn in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 57:211-216.

Martínez SJM, Espinosa PN. 2014. Sugerencias para el control del "Complejo Mancha de Asfalto" del maíz en La Frailesca, Chiapas. Folleto para productores No. 13. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Centro de Chiapas. México. 15p.

Monterroso SD. 2013. Manual técnico para el manejo del complejo mancha de asfalto del maíz. Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) e Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Guatemala, Guatemala. 28 p.

Monterroso SD. 2014. Manejo integrado de la mancha de asfalto del maíz: Manual para la capacitación de capacitadores. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) y Consultoría Técnica Internacional S.A. (COTINSA). Guatemala, Guatemala. 24p.

NCBI. 2020. *Phyllachora maydis*. Taxonomy browser. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=1825666&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>. Fecha de consulta 23 de julio de 2020.

Paliwal RL. 2001. Enfermedades del maíz. En: Paliwal R.L., Granados G., Lafitte H.R., Violic A.D. y Marathée J.P. (Eds.). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. En línea: <http://www.fao.org/3/x7650s00.htm>. Fecha de consulta 24 de julio de 2020.

Parbery DG. 1971. Studies on graminicolous species of *Phyllachora* Nke. in Fckl. VI. Additions and corrections to part V. *Australian Journal of Botany*, 19(2):207-235.

Pereyda-Hernández, Hernandez-Morales J, Sandoval-Islas JS, Aranda-Ocampo S, de León C, Gómez-Montiel N. 2009. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) del maíz en Guerrero, México. *Agrociencia* 43: 511-519.

Programa de Maíz del CIMMYT. 2004.

Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT.

Quiroga-Madrigal RR, Garrido-Ramírez ER, Rosales-Esquinca MA, Salazar-Pinacho WM.2015.

Informe de proyecto de investigación año 2014: "Identificar/Optimizar estrategias para el manejo sustentable del Complejo Mancha de Asfalto (CMA) del Maíz en América Central y Colombia". Universidad Autónoma de Chiapas-Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 46p.

Quiroga-Madrigal RR, Garrido-Ramírez ER, Rosales Esquinca MA, Salazar-Pinacho WM.

2017. Manual técnico: Manejo integrado del complejo mancha de asfalto del maíz en México. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 39 p.

Richardson MJ, 1990. An Annotated List of Seed-borne Diseases. Fourth Edition. Zurich, Switzerland: International Seed Testing Association, 387 p.

Vanderplank JE. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press. New York. 349 p.

Forma recomendada de citar: *Phyllachora maydis*. Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 11 p.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuales 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

M.C. Guillermo Santiago Martínez