

FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES FOLIARES DE MAÍZ EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR

PHYTOPATHOGENS ASSOCIATED WITH FOLIAR DISEASES OF MAIZE IN BOLIVAR

Román A¹, Monar C¹, Silva D¹, Rodríguez E²

¹Universidad Estatal de Bolívar. Guamujo 92. Guaranda, Ecuador. aroman@ueb.edu.ec

²Servicios Agrarios, Diseño, Topográficos y Civiles (SADTYC).

RESUMEN

El cultivo de mayor importancia en la provincia de Bolívar es el maíz, en los últimos años el incremento de casos de enfermedades que atacan sobre todo al área foliar es recurrente. Muchos de los patógenos descritos a nivel mundial se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas de producción de la Provincia. La presente investigación desarrollada en las zonas de producción de los Cantones Guaranda, San Miguel y Chimbo, evidenció la presencia de fitopatógenos como: *Helminthosporium* spp., *Phyllachora* spp. *Stenocarpella* spp., *Puccinia* spp. *Cercospora* spp. y *Septoria* spp; estos patógenos forman parte del daño foliar ocasionado en el cultivo de maíz, deviniendo en la reducción de la calidad en cosecha. De acuerdo con los resultados de campo y los aislados que se obtuvieron y analizaron en laboratorio se pudo detectar la presencia de manchas relacionadas con el denominado complejo de mancha de asfalto *Phyllachora* spp., y junto a este la presencia de otros organismos patógenos, que acentúan el daño foliar en las hojas de maíz.

Palabras clave: *Stenocarpella* spp., *Exserohilum turcicum* (= *Helminthosporium* spp.), Enfermedades foliares, maíz, Mancha de asfalto.

ANSTRACT

The most important crop in Bolivar is corn, in recent years the increase of cases of diseases that attack mainly the leaf area is frequently. Many of the pathogens described worldwide are widely distributed in the production areas of the Province. This research was carried out in the production areas of the Guaranda, San Miguel and Chimbo, were detected phytopathogens such as *Helminthosporium* spp., *Phyllachora* spp. *Stenocarpella* spp., *Puccinia* spp. *Cercospora* spp. and *Septoria* spp.; these pathogens are part of the foliar damage caused in

the maize crop, as a result of the quality of the crop decrease. According to the field results and the isolates that were obtained and analyzed in the laboratory, it was possible to detect the presence of stains related to the *Phylachora* spp. the principal pathogen associated to tarspot complex. Furthermore, other pathogenic organisms were observed, increase the leaf damage on corn leaves.

Keywords: *Stenocarpella* spp., *Exserohilum turcicum* (= *Helminthosporium* spp.), foliar diseases, *Zea mays*, tarspot disease complex.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Bolívar el maíz es el principal cultivo de las zonas productoras con un total de 13.875 Has, la mayor parte de agricultores se dedican a comercializar maíz en fresco estado tierno (choclo) 70% y un 30% en maíz seco tanto para la venta como para semilla. Entre los cantones en orden de importancia del cultivo se encuentra San Miguel, Chillanes, Guaranda y Chimbo (Coloma, 2015). Las zonas de producción en Bolívar se desarrollan característicamente entre dos tipos de clima, el ecuatorial de alta montaña y el ecuatorial meso térmico semi-húmedo; en el primero la temperatura media anual varía entre los 8 a 12 °C, con un régimen de precipitación que fluctúa entre los 750 a 1250 mm; esto mientras en el segundo la temperatura media anual varía entre los 12 a 16 °C, con un régimen de precipitación que fluctúa entre los 1250 a 1500 mm. Condiciones favorables para la presencia de varias patologías asociadas a este cultivo (Coloma, 2015). Estos rangos de temperatura y humedad favorece el desarrollo de enfermedades foliares en el cultivo de maíz (Hock, Kranz and Renfro, 1995). Este cultivo a nivel mundial se ve afectado por una serie de fitopatógenos los cuales traen pérdidas importantes en cultivos tanto en fresco como en seco; entre las patologías que podemos describir se encuentran manchas de la hoja asociadas a =*Helminthosporium* spp., *Physoderma* sp., *Phylachora* spp., *Monographella* spp., *Phyllosticta* spp., *Phaeosphaeria* spp., *Hyalothyridium* spp., *Curvularia* spp., *Cercospora* spp., *Septoria* spp., *Stenocarpella* spp., Roya asociada al género *Puccinia* spp. entre otras (CIMMYT, 2004; Sharma, De Leon and Payak, 1993). En los últimos años la presencia del complejo de la mancha de asfalto en zonas productoras de maíz en Bolívar es más recurrente debido al monocultivo, varios agricultores han perdido sus cosechas por la gravedad de la enfermedad. Este complejo está asociado a tres patógenos *Phyllachora maydis* Maubl., detectado en México en 1904 (Maublanc, 1904), *Monographella maydis* E. M. tiller and Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl.

Actualmente se encuentra detectado en Bolivia, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, Panamá, Perú, Puerto Rico, Venezuela, Ecuador, El Salvador y Haití (Hock et al., 1992).

Un grupo de investigadores en México reportó por primera vez a *Phyllachora maydis* y *Curvularia lunata* como agentes causales solo de la mancha de asfalto (Herrera et al., 2017). Por este motivo la complejidad de describir a los patógenos relacionados a las enfermedades asociadas a las hojas de maíz es de relevancia para poder manejar a esta enfermedad en campo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue observar y describir morfológicamente a los patógenos detectados en hojas de maíz en las principales zonas productoras de la provincia de Bolívar y determinar el área de prevalencia de las enfermedades foliares en la Provincia.

MATERIAL Y METODOS

Área de estudio

Los sitios de muestreo fueron Laguacoto, Santa Fe, San Miguel y Chimbo, debido a que son zonas productoras de mayor importancia de la provincia de Bolívar y también por logística. El periodo de muestreo fue octubre 2016 – junio 2017. Además, se consideró a estos sitios por la cercanía a la estación meteorológica Laguacoto (M1107); misma que brinda información en tiempo real de las condiciones climáticas dentro del área de influencia del estudio.

Identificación de las enfermedades

Los muestreos se realizaron a plantas de maíz en etapa de desarrollo, de donde se extrajeron hojas que presentaban síntomas de necrosis, clorosis, anillos cloróticos y manchas foliares. Las muestras se clasificaron de acuerdo a las manchas presentes según la sintomatología descrita por (CIMMYT, 2004) se procedió a almacenar en bolsas ziploc. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de Fitopatología de la UEB y se refrigeraron a 4°C hasta el análisis.

Posteriormente, con las muestras obtenidas se hicieron cortes de tejido y se realizaron cámaras húmedas, además algunos cortes fueron colocados en placa de Petri con PDA. De las diferentes manchas se realizó un montaje en placa de Petri con glicerol y estas fueron observadas en un microscopio óptico con los lentes objetivos de 40X hasta 400X y se procedió a hacer fotografías para su identificación.

Para la identificación de las estructuras tanto anamorfias (asexuales) como telomorfas (sexuales) de los hongos observados estas fueron comparadas con las descripciones realizadas por (Hock et al., 1992) en el caso de patógenos relacionados con la mancha de asfalto (Castaño, 1994) y para los demás se utilizaron claves actualizadas de (Quaedvlieg et al., 2013); para esto se observaron ascas, ascosporas, conidios, picnidios y peritecios y otras estructuras que nos permitieron establecer una semejanza morfológica y relacionada a estas claves.

Aplicación de polígonos de Thiessen

A partir de la georeferenciación de los campos de cultivo infectados con fitopatógenos que provocan enfermedades foliares, se buscó definir un área de influencia de esas infecciones, para lo cual se utilizó la metodología de los polígonos de Thiessen que consiste en delimitar áreas de influencia (unidades discretas) a partir de un conjunto de puntos, empujándose para ello el software Arc Map10.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las enfermedades

De las muestras analizadas en laboratorio se pudieron detectar varias patologías relacionadas a las láminas foliares entre las que se destacan patógenos asociados a la mancha de asfalto, tizones foliares y rayado foliar.

Los patógenos detectados fueron tizón foliar causado por el patógeno *Exserohilum turcicum* (Pass), 1974 sinónimos (= *Helminthosporium* spp.; = *Setosphaeria turcica*), pertenece al Phylum Ascomycota, clase Dothidiomycetes (Kirk, 2017).

De acuerdo a la descripción de la sintomatología (Castaño, 1994) y la observación microscópica de este patógeno estas muestras presentaban síntomas de manchas necróticas largas de consistencia quebradiza, lesiones que comprometían parte de las láminas foliares (Fig 1A).. Sobre seste se forma un micelio oscuro presenta con conidióforos simples que tienen 2 a 4 septas, son de color café oscuro. La observación del microscopio en este caso fue la presencia de conidias elípticas, de color aceituno, con 3 a 8 septas; además, poseen extremos redondeados y en su base poseen un hilum prominente, fácilmente visible (Fig 1B).

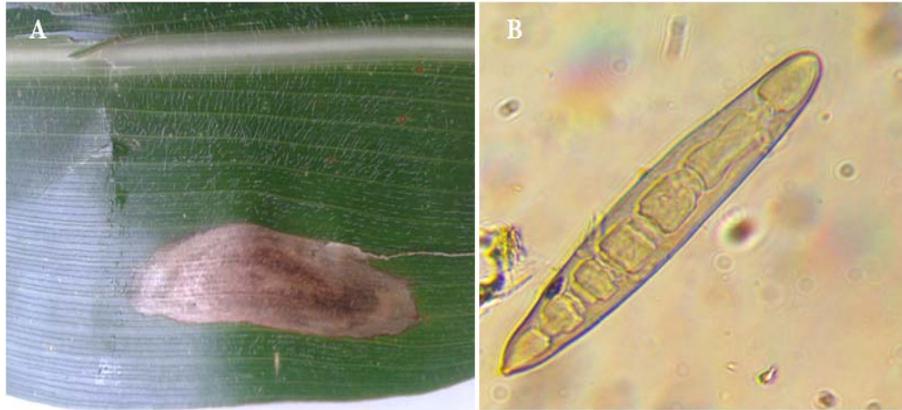


Figura 1. Mancha necrótica con micelio oscuro causado por *Helminthosporium* spp. (A); Conidio, vista objetivo 400X (B).

El tizón foliar se presentó en todas las muestras de los sitios de producción de donde se recolectó las muestras. Esta es una de las enfermedades de mayor prevalencia en zonas de producción relacionándose al hecho que ha sido detectada en zonas maiceras como en Córdoba Argentina (Arrieta et al., 2007).

De las manchas de alquitrán que son negras brillantes de aspecto liso, de forma oval a circular de acuerdo a la descripción (Hamlin, 1999) observadas sobre la hoja de maíz se pudo aislar al patógeno *Phyllachora* spp. (Figura 2B) pertenece al Phylum Ascomycota, clase Sordariomycetes (Kirk, 2017).

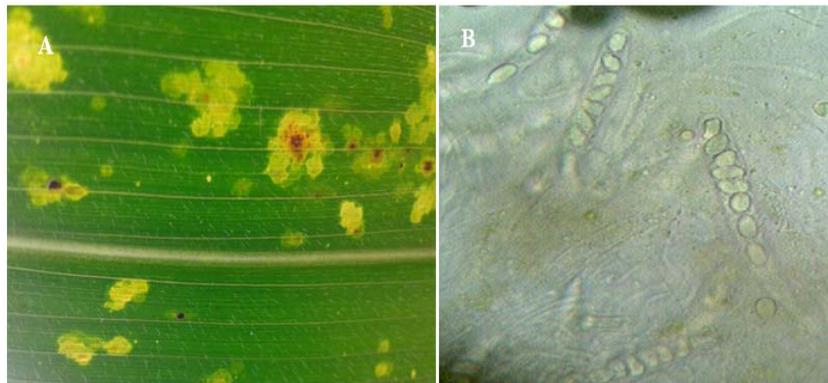


Figura 2. Mancha de alquitrán sobre lamina foliar (A); Ascas con 8 ascosporas estructura telomorfa de *Phyllachora* spp., vista objetivo 400X (B).

Visto bajo el microscopio se pudo diferenciar la estructura telomórfica un peritecio casi esférico. En cada peritecio se producen numerosas ascas cilíndricas, que miden 80-100 x 8-10 micras y tienen un pedicelo corto. Cada asca contiene 8 ascosporas distribuidas en una sola

serie. Las ascosporas son de forma elipsoidal amplia y miden 9-12 x 5.5-7 micras (Castaño, 1994).

Otro patógeno detectado fue *Stenocarpella maydis* Berk, 1980 (= *Diplodia spp.*), pertenece al Phylum Ascomycota, clase Sordariomycetes (Kirk, 2017). Las manchas sobre las que se determinó su presencia fueron de color marrón, necróticas con un borde color amarillo a marrón (Figura 3A), sobre estas lesiones se desarrollan picnidios (Figura 3B), en donde se encuentran esporas (Figura 3C) (Bensch and Staden, 1992; Alvarez-Cervantes et al., 2016). Este patógeno fue observado en las muestras tomadas del área de San Miguel.

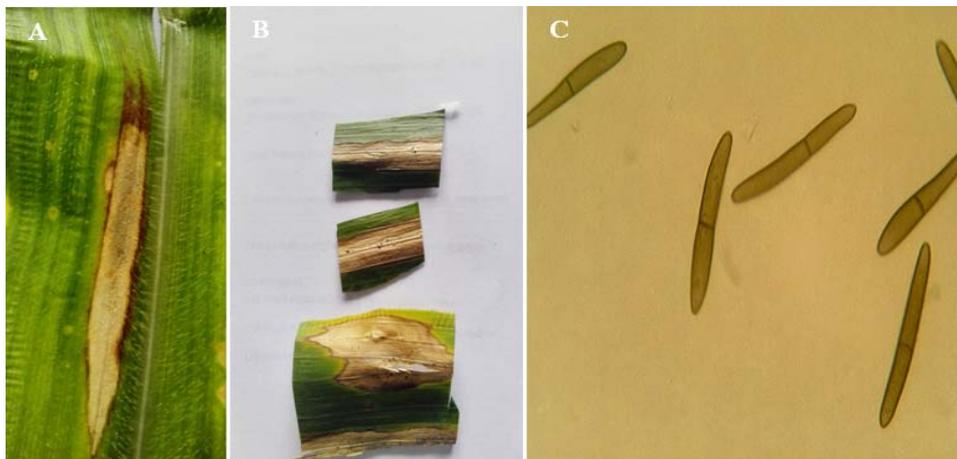


Figura 3. Mancha necrótica con bordes de amarillo a marrón (A); Picnidios sobre manchas necróticas (B); Conidios, vista objetivo 400X (C).

Además, se puede notar la presencia de roya en todas las muestras observadas (Figura 4), el patógeno que produce esta enfermedad es *Puccinia sorghi* Schwein, 1832 que pertenece al Phylum Basidiomycota, clase Pucciniomycetes (Kirk, 2017).

Este tipo de patógeno produce estructuras de sobrevivencia hacia el final del periodo vegetativo (González, 2005). Estas estructuras se encontraron en hojas que se encuentran en estado de desarrollo las cuales aún no llegan a la senescencia esta roya está formando el estado de teliospora (Figura 4B), produciendo así una interacción con otros patógenos que afectan las hojas.

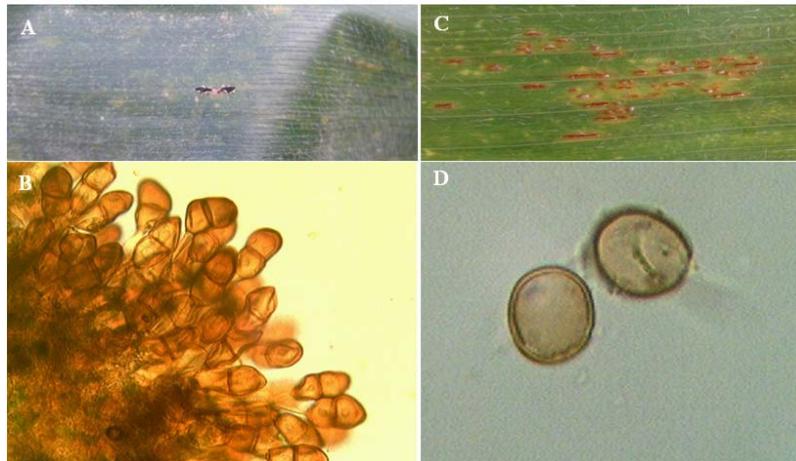


Figura 4. Pústulas de coloración negras *Puccinia sorghi* Schwein (A); Teliosporas, vista objetivo 400X (B); Pústulas anaranjadas (C); Uredios, vista objetivo 400X (B).

Otros patógenos identificados en las muestras fueron *Cercospora* spp. y *Septoria* spp. en este caso fueron varias especies por su morfología de acuerdo a las claves de (Crous et al., 2006) y que de igual forma estas manchas se asocian al daño foliar relacionado con la mancha de asfalto. También se detectó a *Alternaria* spp. como saprofito el cual aprovecha el daño realizado por otros patógenos para intervenir sin causar más efecto del patógeno principal.

De las observaciones realizadas en las muestras de hojas de maíz se puede determinar que las manchas foliares causadas por los patógenos descritos pueden confluir y producir un daño foliar que se traduce en la reducción de la fotosíntesis lo que hace que la producción de maíz disminuya porque el cuajado del grano se ve afectado por el daño de los patógenos.

Las condiciones ambientales influyen en el desarrollo de las enfermedades foliares como se demuestra en estudios epidemiológicos relacionados con la mancha de asfalto donde la alta humedad relativa, incluso exceso de nitrógeno, ciclos continuos de cultivo, susceptibilidad del hospedero favorece el desarrollo de la patología (Hock, Kranz and Renfro, 1989). Asociado a esto los daños foliares no se encuentra un grupo de patógenos específicos debido a que de las muestras observadas en estado de desarrollo presentan varias estructuras microscópicas de varios patógenos los cuales causan el daño a las hojas de maíz como son manchas necróticas y foliares.

En el caso de la mancha de asfalto en la zona de Bolívar existe la presencia de *Phyllachora* spp. el cual es mencionado en varias investigaciones como el principal agente causal de la mancha de asfalto (Hock et al., 1992; Pereyda-Hernández et al., 2009). Hasta el momento del

estudio realizado y comparando con otros no se puede determinar a un conjunto de agentes causales específico en este complejo ya que la presencia de la interacción de varios de estos en las muestras indica que finalmente el síntoma común es la necrosis y por ende la disminución de las hojas que son fotosintéticamente activas.

Aplicación de polígonos de Thiessen

El monitoreo de puntos de infección de enfermedades foliares en el cultivo de maíz permitió generar una zonificación del área de influencia de patógenos como: *Hemiteosporium* spp., *Puccinia* spp. y otros asociados a la mancha de asfalto, pudiendo evidenciar que la afectación durante la campaña de siembras del 2016-2017, se ha extendido a diferentes localidades de las parroquias de Julio Moreno, Santa Fe, San Simón, Asunción, La Magdalena, San Sebastián y Santiago, según se puede ver en la Fig 5.

En la Figura 5 se pudo observar que las enfermedades foliares se han manifestado en la parroquia rural de Julio Moreno, en localidades como: Bramadero Chico, Gualaceo, Quilloloma, Tranca pungo, Rodeo pamba; en la parroquia rural de Santa Fe, en localidades como: Chivo Pamba, Pianda, Chagcha, Verde pamba, Machay, Ingaloma, San Vicente; en la parroquia rural de Asunción, en localidades como: Tillopungu, Sinibamba, Llaca; en la parroquia rural de La Magdalena, en localidades como: Achachi grande, Achachi Chico, Chapi Urco, Panchigua, El Rodeo, Tillirungu; en la Parroquia Rural de San Lorenzo, en localidades como: Amapola, El Censo, Piripamba y Marcopamba; en la parroquia rural de San Simón, en localidades como: Pachagrin, Canalpamba y Undushi; en la parroquia rural de Santiago, en localidades como: Tumbiguan Chico y Tumbiguan Grande; en la parroquia rural de San Sebastián, en localidades como: Puchali, Rosas Loma y Lambaza bajo. Además de otras localidades pertenecientes al cantón Guaranda como: Capipungu, Quila, Candiushi, Bramadero Grande, Machagan, Tomavela, Joyacoto, Puchucalle, La Florida, Chalata, Patococha, Cuatro esquinas, Sinche Grande y Sinche Chico.

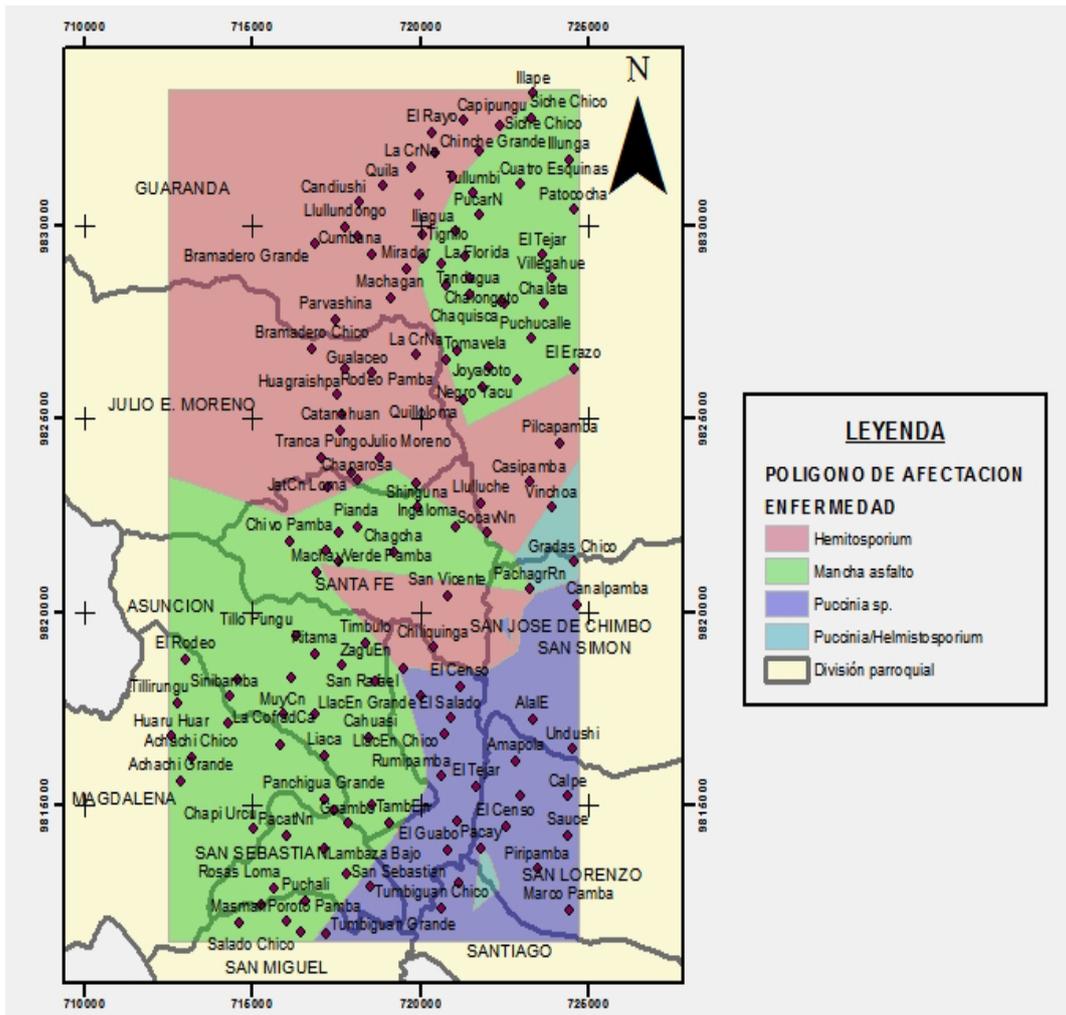


Figura 5. Mapa de zonas de afectación de enfermedades foliares en zonas de producción de Maíz en la Provincia de Bolívar.

CONCLUSIONES

Los patógenos detectados en el presente estudio son *Helminthosporium* spp., *Phyllachora* spp., *Stenocarpella* spp., *Cercospora* spp., *Septoria* spp. y *Puccinia* spp. en este caso sin especificar su especie porque debe someterse a estudios moleculares de confirmación, pero la presencia de los géneros amplía la visión de todas las posibles patologías que finalmente están causando una interacción produciendo daños en las hojas del maíz que repercute sobre la calidad del producto a la cosecha.

En la provincia de Bolívar la mancha de asfalto está presente ya que se observó al principal agente causal *Phyllachora* spp., pero su efecto está asociado a daños producidos por otros patógenos lo que indica de una interacción entre géneros del phylum Ascomycota.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-Cervantes, J., Hernandez-Dominguez, E., Tellez-Tellez, M., Mandujano-Gonzalez, V., Mercado-Flores, Y. and Diaz-Godinez, G., 2016. *Stenocarpella maydis* and *Sporisorium reilianum*: Two Pathogenic Fungi of Maize. In: *Fungal Pathogenicity*. InTech.
- Arrieta, K., Salazar, C., Campo, R.O. and Villarreal, N., 2007. Enfermedades patogénicas en los híbridos de maíz (*Zea mays*) en el medio y bajo sinú del Departamento de Córdoba. *Temas Agrários*, 12(1).
- Bensch, M.J. and Staden, J. V., 1992. Ultrastructural histopathology of infection and colonization of maize by *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis*). *Journal of Phytopathology*, 136(4), pp.312–318.
- Castaño, J., 1994. *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.
- CIMMYT, 2004. *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. 4th ed. D.F., México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).
- Coloma, V., 2015. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar*. Guaranda.
- Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Groenewald, M., Caldwell, P., Braun, U. and Harrington, T.C., 2006. Species of *Cercospora* associated with grey leaf spot of maize. *Studies in Mycology*, 55, pp.189–197.
- González, M., 2005. Roya del maíz en Argentina. In: *Últimos Avances. Conferencias. VIII Congreso Nacional de Maíz*. p.451.
- Hamlin, R.T., 1999. *Combined Keys to Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol. I y II*.
- Herrera, E.N.R., Fuentes, Y.M.O., Chávez, E.C., Flores, J.L., Siller, M.C. and Guerra, R.R., 2017. Hongos asociados a la mancha de asfalto en el cultivo de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), pp.457–462.
- Hock, J., Dittrich, U., Renfro, B.L. and Kranz, J., 1992. Sequential development of pathogens in the maize tar spot disease complex. *Mycopathologia*, 117(3), pp.157–161.
- Hock, J., Kranz, J. and Renfro, B.L., 1989. *El complejo mancha de asfalto de maíz, su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México*.
- Hock, J., Kranz, J. and Renfro, B.L., 1995. Studies on the epidemiology of the tar spot disease complex of maize in Mexico. *Plant Pathology*, 44(3), pp.490–502.
- Kirk, P., 2017. *Species Fungorum* (version Jan 2016). In: P.L. Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., ed., *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*. [online] Leiden, the Netherlands. Available at: <www.catalogueoflife.org/col>.
- Maublanc, A., 1904. Espèces nouvelles de champignons inferieurs. *Bull Soc Myc Fr*, 20, p.72.
- Pereyda-Hernández, J., Hernández-Morales, J., Sandoval-Islas, J.S., Aranda-Ocampo, S., de León, C. and Gómez-Montiel, N., 2009. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. *Agrociencia*, 43(5), pp.511–519.
- Quaedvlieg, W., Verkley, G.J.M., Shin, H.-D., Barreto, R.W., Alfenas, A.C., Swart, W.J., Groenewald, J.Z. and Crous, P.W., 2013. Sizing up septoria. *Studies in Mycology*, 75, pp.307–390.
- Sharma, R.C., De Leon, C. and Payak, M.M., 1993. Diseases of maize in South and South-East Asia: problems and progress. *Crop Protection*, 12(6), pp.414–422.