

08

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: agosto, 2021

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL MAÍZ (ZEA MAYS, L.) EN ECUADOR

MAIN DISEASES OF CORN (ZEA MAYS, L) IN ECUADOR

María Elena Estrada Martínez¹

E-mail: mestrada@umet.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7128-3958>

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Estrada Martínez, M. E. (2021). Principales enfermedades del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 53-59.

RESUMEN

En Ecuador, el maíz (*Zea mays*, L.) es un alimento básico de gran importancia económica y social. Esta gramínea es atacada por diferentes patógenos que afectan el rendimiento agrícola e industrial del cultivo. En el presente trabajo se presentan los resultados de una investigación documental fundamentada en la búsqueda de información sobre aspectos de interés científicos y académicos como los organismos causales, sintomatología, dispersión y manejo de las principales enfermedades del maíz.

Palabras clave:

Maíz, patógenos, enfermedades.

ABSTRACT

In Ecuador, corn (*Zea mays*, L.) is a staple food of great economic and social importance. This grass is attacked by different pathogens that affect the agricultural and industrial crop yield. In this paper, the results of a documentary research based on the search for information on aspects of scientific and academic interest such as causal organisms, symptoms, dispersion and management of the main maize diseases are presented.

Keywords:

Maize, pathogens, diseases.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L.) es uno de los cereales más importante del mundo no sólo porque es un alimento de consumo humano y animal sino porque es materia prima de numerosos productos industriales.

En el mundo, el cultivo de maíz es susceptible a numerosas enfermedades ocasionadas por patógenos que afectan el desarrollo de la planta y son favorecidos por las condiciones climáticas, calidad de la semilla, prácticas agronómicas, insectos vectores, etc. (Román, et al., 2018; Rivas Cano & Rodríguez Chalarca, 2020).

En Ecuador, las principales enfermedades que afectan el cultivo del maíz son: tizón foliar, mancha foliar, roya común, carbón común, mancha de asfalto, mancha gris de la hoja, pudrición del tallo, pudrición de la mazorca, necrosis vascular, pudrición bacteriana del tallo y cinta roja. Además, las especies patógenas causantes de estas enfermedades son: *Exserohillum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & Suggs sinónimo: *Helminthosporium turcicum*, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Puccinia sorghi* Schwein, *Ustilago maydis* (Persoon) Rousel, *Phyllochora maydis* (Maublanc, 1904), *Cercospora zea-maydis* Tehon & E.Y. Daniels (1925), *Fusarium moniliforme* sin. *Fusarium verticilliodes* (Sacc.) Nirenberg, *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton sinónimo: *Diploidia maydis* (Berk.) Sacc., *Gibberella zea* (Schwein.) Petch sinónimo: *Fusarium graminearum* (Schwabe, 1839) (anamorfo), *Acremonium strictum* W. Gams (1971) sinónimo *Cephalosporium acremonium*, *Erwinia* spp, *Spiroplasma kunkellii* Whitcomb et al., 1986, así como fitoplasmas y virus.

El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer una revisión sobre las principales enfermedades del maíz en Ecuador con énfasis en los organismos causales, sintomatología, dispersión y manejo.

DESARROLLO

Organismo causal: *Exserohillum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & Suggs sinónimo: *Helminthosporium turcicu*.

Nombre de la enfermedad: tizón foliar, mancha norteña del maíz.

Los primeros síntomas se manifiestan con manchas pequeñas ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas inferiores y prosiguen a las hojas superiores como lesiones foliares de forma elíptica y alargadas de color ceniza, a veces verde-grisáceas o pardas (Figura 1). En infecciones severas las lesiones en las hojas crecen y pueden provocar su muerte prematura y la de la planta (Félix-Gastélum, et al., 2017).

El hongo fructifica en las lesiones y las esporas son dispersadas por el viento y las salpicaduras de la

lluvia o del riego a plantas en crecimiento donde se producen nuevas infecciones.

Diferentes autores afirman que la enfermedad puede controlarse mediante el uso de fungicidas, sin embargo, en condiciones de invernadero se ha comprobado que la aplicación foliar de bacterias epifíticas reduce significativamente la gravedad del tizón maíz. El control de la enfermedad también se ha logrado mediante el uso de híbridos resistentes (Limongi-Andrade, et al., 2018).



Figura 1. Tizón foliar del maíz.

Organismo causal: *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn.

Nombre de la enfermedad: mancha foliar del maíz.

Los síntomas se presentan con manchas muy pequeñas de forma circular a oval y de apariencia aceitosa. En el centro de cada lesión se observa un punto pardo rodeado con halo ligeramente coloreado y márgenes de color rojizo marrón a marrón oscuro (Figura 2). Las manchas pueden coalescer y ocupar grandes áreas donde las hojas se tornan delgadas y rasgadas. En ataques severos de la enfermedad, las manchas cubren las hojas en su totalidad.

C. lunata se transmite a la planta de maíz a través de la semilla infectada lo que significa que el patógeno utiliza los granos de maíz para su sobrevivencia y dispersión (Garcés Fiallos, et al., 2012).

La enfermedad se ha controlado mediante el uso de híbridos resistentes y más recientemente, mediante la aplicación foliar de fosfito y fungicidas (Ribeiro Chagas, et al., 2020).



Figura 2. Mancha foliar del maíz.

Organismo causal: *Puccinia sorghi* Schwein.

Nombre de la enfermedad: Roya común del maíz.

Los primeros síntomas aparecen como puntos cloróticos en la superficie de las hojas. En variedades susceptibles, se desarrollan pústulas urediniosóricas en ambas superficies de las hojas que presentan forma de circular a alargada, son de apariencia pulverulenta, con el interior de color pardo-canela (Figura 3). Las uredosporas son sustituidas por las teliosporas que se tornan de color negro, continúan su erupción y rompen la epidermis de las hojas a medida que la planta madura. En ataques severos, las pústulas formadas pueden provocar la necrosis del tejido foliar y dan un aspecto de mancha foliar. Las hojas infectadas severamente pueden morir.

Las uredosporas del hongo se dispersan por el viento e infectan nuevas hojas, plantas o campos.

Se ha demostrado que la aplicación edáfica y foliar de *Bacillus subtilis* y de dosis altas de diferentes agroquímicos, reduce la severidad de la enfermedad mediante la inducción de resistencia en el maíz contra la roya común (Díaz-Morales, et al., 2018).



Figura 3. Roya común del maíz.

Organismo causal: *Ustilago maydis* (Persoon) Rousel.

Nombre de la enfermedad: carbón común del maíz, carbón de la espiga del maíz.

La infección ocurre durante la germinación y primeras etapas de desarrollo de la planta. El síntoma característico son las agallas que se forman en las espigas femeninas y masculinas, tallos, nudos y hojas producto de las infecciones del hongo en los tejidos meristemáticos de la planta (Figura 4). Las agallas son tejido fúngico cuyo interior es una masa oscura formada por teliosporas que se liberan por ruptura de la agalla. El número y la localización de las agallas dependen de la edad de la planta y del momento de la infección. Otros síntomas tempranos de la enfermedad son

manchas cloróticas en las hojas de plantas infectadas, acumulación de antocianinas en el tallo, deformación de espiga y mazorca y enanismo en la planta.

Las teliosporas del hongo se dispersan por el viento, la lluvia, las maquinarias agrícolas y las semillas infectadas. Para el manejo de la enfermedad, se ha comprobado que la aplicación de fungicidas en híbridos de maíz disminuye la incidencia del patógeno en la planta (Pereira, et al., 2018).



Figura 4. Agallas en las espigas de la planta producidas por *U. maydis*.

Organismo causal: *Phyllochora maydis* (Maublanc, 1904).

Nombre de la enfermedad: Mancha de asfalto, mancha negra del maíz, mancha de alquitrán en el maíz.

Es una enfermedad producida por la acción sinérgica de tres hongos *Phyllochora maydis* (Maub.), *Monographella maydis* E. Mull & Samuels. Y *Coniothyrium phyllachorae* (Maub.) Cuando la enfermedad se presenta en etapas tempranas del cultivo, los síntomas visibles son puntos negros ligeramente abultados en las hojas rodeados de un halo de color amarillo (Figura 5). El desarrollo de la infección se evidencia con la unión de todos los puntos que llegan a cubrir la hoja hasta secarla. Si la enfermedad aparece durante la floración, las mazorcas pierden peso y los granos se presentan flácidos, pero si la enfermedad emerge cuando los granos están maduros, no se afecta el rendimiento del cultivo. En general, la infección avanza rápidamente de las hojas inferiores hasta las hojas superiores. El follaje completo puede tener la apariencia de quemado debido a la rapidez del ascenso de la infección y de la unión de las lesiones de las hojas.

El patógeno se dispersa por el viento y la lluvia y para el manejo de la enfermedad, la medida más eficiente es el uso de variedades resistentes (De León-García de Alba, 2020).



Figura 5. Mancha de asfalto en el maíz.

Organismo causal: *Cercospora zeaе-maydis* Tehon & E.Y. Daniels (1925).

Nombre de la enfermedad: Mancha gris de la hoja, cercosporiosis, mancha rectangular del maíz.

Los síntomas se observan inicialmente en las hojas inferiores como lesiones angostas, rectangulares de color café grisáceo que crecen paralelas a la nervadura de las hojas (Figura 6). A medida que la lesión avanza las lesiones coalescen y forman grandes áreas necróticas que cubren prácticamente toda la hoja. La enfermedad puede causar senescencia foliar de importancia o llenado deficiente de los granos.

La enfermedad sobrevive en los residuos vegetativos del maíz infectados sobre el suelo y las esporas del hongo se dispersan por el viento a otras plantas de maíz en desarrollo y por la lluvia a otras hojas de la misma planta.

Diferentes autores han demostrado que la aplicación de fungicidas foliares en híbridos de maíz reduce significativamente la severidad de la enfermedad sólo cuando se presenta en bajos niveles, por lo que para su manejo se recomiendan prácticas culturales como el monitoreo y la rotación de cultivos (Mallowa, et al., 2015).



Figura 6. Mancha gris de la hoja del maíz.

Organismo causal: *Fusarium moniliforme* sin. *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg.

Nombre de la enfermedad: Pudrición del tallo.

Cuando las condiciones ambientales son favorables, el patógeno infecta los tejidos de la planta y es capaz de provocar pudrición en la raíz, el tallo y la mazorca.

La infección sistémica de las plántulas ocurre durante y desde la germinación de la semilla. Como el hongo sobrevive en la semilla o en el suelo, penetra de forma directa a la epidermis de las raíces de la planta, se trasloca por el tallo donde los síntomas visibles son puntos negros en la superficie del tallo (peritecios del hongo) así como micelio blanco en la corteza del tallo a la altura del nudo (Figura 7) (De la Torre Hernández, et al., 2014).

Las conidiosporas del hongo pueden ser diseminadas por la lluvia y depositarse en el estigma donde las hifas acceden al grano de la mazorca.

Los insectos pueden dispersar el hongo a lo largo de la superficie de la planta hacia los granos o pueden transportar en su cuerpo grandes distancias las conidiosporas del patógeno.

Recientemente se demostró que la inoculación de la semilla y la aspersión foliar de *Trichoderma* spp. reduce la frecuencia de *F. verticillioides* en las plantas de maíz (Castro del Ángel, et al., 2020).



Figura 7. Pudrición del tallo.

Organismo causal: *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton sinónimo: *Diploidia maydis* (Berk.) Sacc.

Nombre de la enfermedad: Pudrición de la mazorca.

La infección de la mazorca ocurre dos semanas posteriores a la floración femenina, todas las hojas que cubren la mazorca se tornan de color gris-marrón y se secan mientras que la planta conserva su color verde. Cuando se abre la mazorca presenta una apariencia pajiza, blanquecina, con las hojas adheridas firmemente al micelio blanco algodonoso blanco crecido entre los granos (Figura 8). Las mazorcas infectadas pesan notablemente menos que las mazorcas sanas (Hernández Juárez, et al., 2016).

Los cuerpos fructíferos del hongo se encuentran en las hojas y granos de las mazorcas y pueden ser dispersados por el viento, por insectos y pájaros.

El manejo de la enfermedad se logra con la selección de híbridos resistentes que determinan la incidencia y severidad de la misma (Mário, et al., 2017).



Figura 8. Pudrición de la mazorca ocasionada por *S. maydis*.

Organismo causal: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch
sinónimo: *Fusarium graminearum* (Schwabe, 1839)
(anamorfo).

Nombre de la enfermedad: Pudrición de la mazorca.

La infección de la mazorca ocurre posterior a la floración femenina y se inicia de la punta de la mazorca hacia abajo. Los granos infectados presentan una coloración de rosado a rojo (Figura 9). La enfermedad produce una infección generalizada en las mazorcas, donde a menudo, los granos infectados comienzan a germinar (Incremona, et al., 2015).

La dispersión del patógeno ocurre por el viento y las salpicaduras de la lluvia.

Gilbert & Fernando (2004), demostraron que las prácticas culturales como la rotación de los cultivos y la eliminación de los residuos de cosecha, pueden disminuir la densidad del inóculo del patógeno.



Figura 9. Pudrición de la mazorca de maíz provocada por *G. zeae*.

Organismo causal: *Acremonium strictum* W. Gams
(1971) sinónimo *Cephalosporium acremonium*.

Nombre de la enfermedad: necrosis vascular.

La infección se puede originar a partir del inóculo en el suelo o mediante la semilla infectada, también la

infección puede ocurrir a través de lesiones en la corteza y en los tejidos del tallo. Las plantas enfermas no muestran síntomas hasta el comienzo de la floración. Las hojas superiores son las primeras en marchitarse y las plantas producen mazorcas pequeñas, con granos pocos desarrollados u arrugados. Un corte transversal del tallo muestra los haces vasculares negros (Figura 10) y esta coloración se extiende a través de varios entrenudos.

El hongo es dispersado por la semilla y por el suelo.

Investigaciones realizadas por Corio da Luz & Pereira (1998), sobre la aplicación de fungicidas en las semillas de maíz en condiciones de laboratorio y campo, demostraron que los tratamientos aumentaron la germinación de la semilla y el rendimiento del cultivo.



Figura 10. Necrosis vascular.

Enfermedades producidas por bacterias:

Organismo causal: *Erwinia chrysanthemi* Burkholder, Mc Fadden y Dimock.

Nombre de la enfermedad: volcamiento del maíz.

En plantas jóvenes el síntoma característico es la presencia de cogollos de color amarillo los cuales pueden ser fácilmente desprendidos del tallo. El tejido de la base del cogollo es blando, de color crema, de apariencia acuosa y presenta olor fétido. Los tallos enfermos presentan manchas de color marrón (Figura 11) son blandos, delgados y se rompen fácilmente.

La enfermedad se dispersa por la semilla y para su manejo se recomienda entre otras medidas, el uso de semillas sanas (Pérez y Terrón, et al., 2012).



Figura 11. Pudrición bacteriana del tallo.

Enfermedades transmitidas por insectos vectores:

Organismos causales: *Spiroplasma kundellii* (Whitcomb *et al.*, 1986), virus y fitoplasmas.

Nombre de la enfermedad: Cinta roja.

La enfermedad se caracteriza por presentar dos síntomas muy bien definidos. El síntoma más común observado en la zona central del litoral ecuatoriano se caracteriza porque las hojas de los tercios medio superior de la planta adquieren un tono rojo violáceo y amarillento en los bordes. Otro tipo de síntoma es un enanismo general de la planta por la presencia de un severo acortamiento de los entrenudos y ocasionalmente se nota una proliferación de mazorcas pequeñas (Figura 12).

La enfermedad es transmitida por el insecto *Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) que tiene la habilidad de transmitir simultáneamente el complejo de organismos causales mediante secreciones salivales producidas durante su alimentación (Meneses, *et al.*, 2016).

El control del vector ha estado basado fundamentalmente en la aplicación de insecticidas químicos. Investigaciones recientes sobre el empleo de la lucha biológica para el control de las poblaciones de *D. maidis* que el comportamiento de la oviposición del hemíptero en la planta de maíz, limita la efectividad de los parasitoides de huevos del hemíptero (Albarracín, *et al.*, 2021).



Figura 12. Cinta roja.

CONCLUSIONES

La revisión realizada confirma que, en Ecuador, el maíz es afectado por hongos, bacterias, espiroplasmas, virus y fitoplasmas, capaces de provocar enfermedades de importancia agronómica en diferentes partes de la planta. Además, la descripción de la sintomatología, dispersión y manejo de las principales enfermedades, resulta una información valiosa y actualizada para desarrollar propuestas de programas de manejo desde una perspectiva agroecológica que contribuyan a la protección fitosanitaria del cultivo.

La tendencia actual de la agricultura moderna, es el manejo agroecológico para el control de las poblaciones de las plagas agrícolas con el propósito de mitigar la contaminación ambiental causada por los agroquímicos. A pesar de esa tendencia, los resultados de la revisión, demuestran que en Ecuador son muy escasos los resultados científicos publicados sobre el manejo agroecológico de las enfermedades del maíz.

En la actualidad, existe una demanda mundial creciente de consumir productos vegetales libres de agroquímicos, en este sentido, en Ecuador es necesario profundizar en el estudio ecológico de los fitopatógenos plagas del maíz, para entender su comportamiento y desarrollar prácticas agroecológicas sostenibles que permitan el manejo de las enfermedades.

Dada la aplicación indiscriminada de agroquímicos en el cultivo del maíz en Ecuador, se impone la necesidad de desarrollar proyectos de investigaciones sobre el manejo agroecológico de las enfermedades del maíz cuyos resultados permitan adoptar estrategias que contribuyan a aumentar la producción nacional de la gramínea sin riesgos medioambientales (contaminación del aire, el suelo y el agua), sin graves impactos en la biodiversidad y sin costo social (envenenamiento de los trabajadores y de los animales).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, E. L., Virla, E. G., & Ordano, M. (2021). Influence of the site of oviposition on the level of egg parasitism in the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(1).
- Castro del Ángel, E., Sánchez Arizpe, A., Galindo Cepeda, M. E., & Vázquez Badillo, M. E. (2020). EN PRENSA Control biológico de la pudrición de mazorca en genotipos de maíz con especies de *Trichoderma* en prensa. *Revista Bio Ciencias*, 7.
- Corio da Luz, W., & Pereira, L. R. (1998). Tratamento de sementes com fungicidas relacionado com o controle de patógenos e rendimento de milho. *Ciência Rural*, 28(4).

- De la Torre Hernández, M. E., Sánchez Rangel, D., Galeana, S. E., & Plasencia de la Parra, J. (2014). Fumonisin –Síntesis y función en la interacción Fusarium verticillioides-maíz. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17(1), 77–91.
- De León-García de Alba, C. (2020). CP-Elvia 3, new white maize variety resistant to tar spot complex for Mexican subtropical areas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 38(3).
- Díaz-Morales, F., De León-García De Alba, C., Nava-Díaz, C., & Mendoza-Castillo, M. C. (2018). Inducción de resistencia a Puccinia sorghi y complejo mancha de asfalto (Phyllachora maydis y otros) en maíz (Zea mays). *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 37(1).
- Félix-Gastélum, R., Lizárraga-Sánchez, G. J., Maldonado-Mendoza, I. E., Leyva-Madrugal, K. Y., Herrera-Rodríguez, G., & Espinoza-Matías, S. (2017). Confirmación de la identidad de Exserohilum turcicum, agente causal del tizón foliar del maíz en Sinaloa. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(3).
- Garcés Fiallos, F. R., Aguirre Calderón, Á. J., Liu-ba Delfini, G. A., & Carbo Morán, J. J. (2012). Severidad de curvularia en 67 líneas autofecundadas s4 de maíz amarillo. *Ciencia y Tecnología*, 4(2).
- Gilbert, J., & Fernando, W. G. D. (2004). Epidemiology and biological control of *Gibberella zeae* / *Fusarium graminearum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 26(4).
- Hernández Juárez, A., Aguirre Uribe, L. A., Flores Dávila, M., Cerna Chávez, E., Landeros Flores, J., Ochoa Fuentes, Y. M., & Frías Treviño, G. A. (2016). Incidencia y severidad de pudrición de mazorcas de maíz genéticamente modificado y convencional en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6), 1477–1484.
- Incremona, M., González, M. del P., Ghio, A. N., & Salinas, A. R. (2015). Infección fúngica en tejidos de cariopsis de maíz y su incidencia en la calidad sanitaria. *Revista Caatinga*, 28(1), 1–12.
- Limongi-Andrade, R., Alarcón-Cobeña, D., Zambrano-Zambrano, E., Caicedo, M., Villavicencio-Linza, P., Eguez, J., Navarrete, B., Yanez, C., & Zambrano, J. L. (2018). Development of a new maize hybrid for the Ecuadorian lowland. *Agronomía Colombiana*, 36(2).
- Mallowa, S. O., Esker, P. D., Paul, P. A., Bradley, C. A., Chapara, V. R., Conley, S. P., & Robertson, A. E. (2015). Effect of Maize Hybrid and Foliar Fungicides on Yield Under Low Foliar Disease Severity Conditions. *Phytopathology*, 105(8).
- Mário, J. L., Gozuen, C. F., & Juliatti, F. C. (2017). Stenocarpella macrospora and Stenocarpella maydis in the cerrado and southern Brazil regions. *Bioscience Journal*, 33(1).
- Meneses, A., Querino, R., Oliveira, C., Maia, A., & Silva, P. (2016). Seasonal and Vertical Distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazilian Corn Fields. *Florida Entomologist*, 99(4).
- Pereira, S. G., Dos Santos Rey, M., Bernardi, C., Borin, R. C., & De Paula, J. A. (2018). e. Reação de híbridos de milho quanto ao posicionamento de fungicidas no Estado de Goiás. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 11(2), 77–84.
- Pérez y Terrón, R., Carmona Díaz, J. C., Cebada Ruíz, J. A., & Munive Hernández, J. A. (2012). Patogenicidad bacteriana en maíz (Zea mays). *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 1(1), 24–39.
- Ribeiro Chagas, J. F., Vêras da Costa, R., Rodríguez dos Santos, G., Abadía Ventura, M. V., & Costa, E. M. (2020). Foliar fungal diseases control and productivity depending on the phosphite and fungicide application in two corn hybrids. *Biotecnología Vegetal*, 20(1), 33–41.
- Rivas Cano, A., & Rodríguez Chalarca, J. (2020). Descripción de los estados de desarrollo de Dalbulus maidis (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) Vector de enfermedades en maíz. Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Román, A., Monar, C., Silva, D., & Rodríguez, E. (2018). Fitopatógenos asociados a enfermedades foliares de maíz en la provincia de Bolívar. *Revista de Investigación Talentos*, 1, 544–553.