

Identificación del complejo mancha de asfalto en maíz en cuatro municipios del DDR 062 de Zacualtipán de Ángeles

Identification of the tar spot complex in corn in four municipalities of DDR 062 of Zacualtipán de Ángeles

Raúl Valentín Islas ^a, Ismael Velasco Castillo ^b, Miguel Angel Serna Martinez ^c, Buenaventura Ramirez Delgado ^d

Abstract:

The tar spot complex (CMA) in maize (*Zea mays* L.) is a major disease in the tropical and subtropical regions of Mexico due to yield losses, which ranges between 20% and 40%. The causal agents causing this disease are *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels, and *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. Likewise, the abiotic factors that influence the development of the disease are as follows: relative humidity above 75%, temperatures between 17-22 °C, 10 to 20 cloudy days, a low annual average solar radiation of 1800 to 1900 hours, and an annual evaporation of more than 500 mm, during vegetative growth stages.

Keywords:

Corn, Tar spot complex, disease, hybrid and inbred.

Resumen:

El complejo mancha de asfalto (CMA) en maíz (*Zea mays* L.), es importante en el trópico y subtropical de México, por su impacto que tienen en la reducción del rendimiento, que oscila entre un 20 % a 40 %. Los agentes bióticos causales de esta enfermedad son; *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. Así mismo los factores abióticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad son los siguientes; humedad relativa mayor a 75 %, temperaturas entre 17-22 °C; de 10 a 20 días nublados, una baja insolación media anual de 1800 a 1900 horas y una evaporación anual de más de 500 mm; mientras el maíz se encuentra en la fase de desarrollo.

Palabras Clave:

Maíz, Complejo mancha de asfalto, enfermedad, híbrido y línea.

Introducción

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia mundial por sus diversos usos, principalmente para la alimentación de las personas y del Ganado; ocupando un

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Preparatoria número 5 | Ixtlahuaco-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0003-3369-1792>, Email: valentin_islas@uaeh.edu.mx

^b Secretaría de Educación Pública | Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.6 | Mexico-México | México, <https://orcid.org/0009-0004-4330-4669>, Email: velascois@hotmail.com

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Preparatoria número 5 | Ciudad-estado | Ixtlahuaco-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0003-2045-1140>, Email: miguel_serna@uaeh.edu.mx

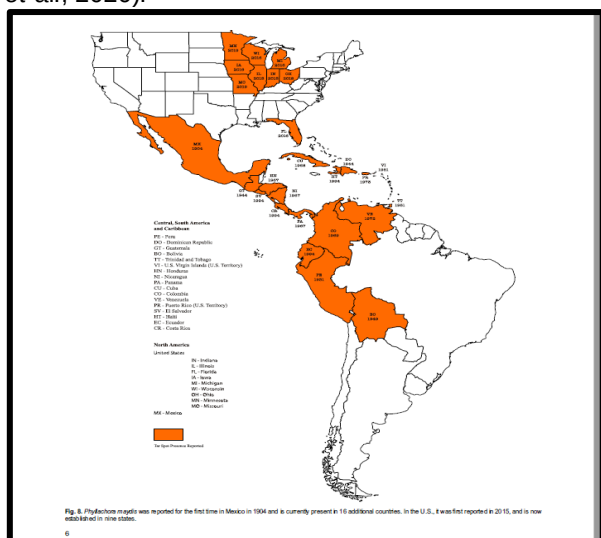
^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Preparatoria número 5 | Ciudad-estado | Ixtlahuaco-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0000-6136-3161>, Email: buenaventura_ramirez@uaeh.edu.mx

lugar preponderante en la agricultura mundial. En México la producción de maíz haciende a 27, 762, 481 toneladas y ocupo el 8° lugar a nivel mundial en producción de este grano en el 2017 (SIAP, 2017). La enfermedad (CMA) fue reportada por primera en México, centro y sur de América en 1904 por (Maublanc, 1904).

Distribución de la enfermedad:

De acuerdo con CIMMYT, 2013; Hock *et al.*, 1989, mencionan que existían cinco estados (Hidalgo, Jalisco, Guerrero, Veracruz y Chiapas) donde se reporta el complejo mancha de asfalto, el cual estas entidades federativas contribuyen a la producción nacional de este cereal con un 33.5 % (SIAP, 2017). Al respecto (Gómez, *et al.*, 2013) menciona que la enfermedad se considera potencialmente importante en unas 800 mil hectáreas distribuidas en los estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Hidalgo, Chiapas y Guerrero. En Centroamérica, tiene importancia económica en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Puerto Rico, Haití, República Dominicana y Cuba (CIMMYT, 2013). Así mismo en la faja maicera de USA, se realizó el primer reporte de mancha de asfalto en el 2015 en Illinois e Indiana (Ruhl *et al.*, 2016) (Imagen 1).

Imagen 1: Distribución del CMA en América (Valle, T. J. *et al.*, 2020).



Importancia económica de CMA

El CMA es una de los patosistemas foliares más importantes de la zonas tropicales y subtropicales, reduciendo el rendimiento de grano y forraje entre un 30 % a 50 %; e inclusive del 100%, dependiendo si la enfermedad se presenta antes de la floración y si los genotipos son susceptibles. Los principales componentes de rendimiento que se afectan en la mazorca son “peso de la mazorca; bajo llenado de grano y granos sueltos” (Imagen 2).

Imagen 2: Pérdida de rendimiento de grano.



Morfología del CMA

Los síntomas del (CMA) son visibles cuando se produce lesiones elevadas oscuras, estromáticas de aspecto liso y brillante, en forma oval o circular; con 0.5 a 2.0 mm de diámetro y forma estrías hasta de 10 mm de longitud (Parbery, 1967; Hamlin, 1999). Un segundo hongo asociado a la enfermedad es *Monographella maydis* Müller & Samuels, el cual provoca lesiones alrededor de las producidas por *P. maydis*. Al principio se observa con un halo de forma elíptica, color verde claro de 1 mm, posteriormente es necrótico y provoca el síntoma conocido como “ojo de pescado”. Un tercer hongo que se asocia a la enfermedad es *Coniothyrium phyllachorae* Maubl, que confiere una textura ligeramente áspera al tejido dañado y funge como un hiperparasito (Müller y Samuels, 1984). En la Imagen 3; se muestra la evolución del de la enfermedad; así mismo también en la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica de CMA.

Imagen 3. Evolución de la enfermedad CMA, cuando inicia la floración.



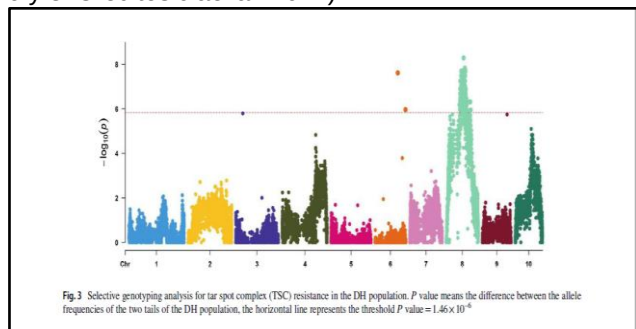
Tabla 1: Clasificación taxonómica (EPPO, 2020; NCBI, 2020).

Reino	Fungi
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Phyllachorales
Familia	Phyllachoraceae
Género	Phyllachora
Especie	<i>Phyllachora maydis</i>

Mapeo genético del CMA

Mahuku *et al.*, 2016; menciona que el cromosoma 8 del maíz se encuentra el gen *qRts8-1*. Así mismo (Jiaoliao, 2022), identifico un total de 298 SNPs distribuidos en dos cromosomas que confieren la resistencia genética a CMA; en el cromosoma 6 y 8 (Imagen 4).

Imagen 4. Identificación de los SNPs en los cromosomas 6 y 8. Creditos Jiaolian 2022).



Planteamiento del problema.

La enfermedad del maíz Complejo Mancha de Asfalto (agentes causales: *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl.), antes prevalente sólo en zonas tropicales, ha ampliado su zona endémica abarcando ahora los estados del Eje Neovolcánico de México desde la frontera con Guatemala. Esta enfermedad pone en riesgo la producción a niveles de pérdida en ocasiones hasta del 100%, y con el problema de que la resistencia actual del cultivo es vertical, pudiendo romperse y provocar fuertes pérdidas económicas entre los productores de maíz. El problema es que su presencia está ligada a un ambiente de humedad ambiental, que es ideal para alta producción de grano de maíz, o sea, el productor sufre de sequía con plantas sanas, o tiene alto ataque de la enfermedad. Uno de los estados de la República en donde se han manifestado en fechas recientes fuertes ataque del patógeno, es en Hidalgo, a pesar de que en los Resultados del estudio de Diagnóstico Sectorial en el Estado de Hidalgo 2010 no se mencionaba, lo que da idea del nivel de avance de la zona de alta patogenidad. En este Estado, en 2012 se sembraron con maíz cerca de 6 mil hectáreas de riego y poco más de 190 mil hectáreas en temporal, con un rendimiento en temporal de 1.34 ton/ha. Para lograr incrementar los rendimientos de maíz grano en la zona de DDR de Zacualtipán de Ángeles en las zonas de temporal; se necesitan introducción de híbridos adaptados a estas zonas. Por lo que surge la necesidad de generar información científica y tecnológica para hacer el diagnóstico del complejo mancha de asfalto.

Objetivos específicos

- Siembra de los híbridos para colecta de muestra del complejo mancha de asfalto.
- Colecta de muestra de hojas de maíz con el daño del complejo mancha de asfalto.

- Identificación taxonómica del patosistema del complejo mancha de asfalto.

Materiales y Métodos

Metodología Aplicada

Las siembras de las cuatro localidades se realizaron del 20 al 30 junio del 2022; en los municipios de Metztitlán, Molango de Escamilla, Lolotla y Zacualtipán de Ángeles. El material genético fue proporcionado por el CIMMYT, el cual consistió en tres poblaciones F1. La madures es intermedia.

Muestras

Se colectaron 32 muestra de material vegetativo "hojas" 24 pertenecientes a las tres poblaciones evaluadas y 8 al testigo. Las muestras fueron colectadas 5 días después

de presentarse la primera lesión. La colecta fue realizada de forma dirigida en plantas que presentaron la lesión características del CMA (lesiones elevadas oscuras, estomáticas de aspecto liso y brillante, de forma oval a circular entre 0.5 a 2.0 mm de diámetro (Pereyda-Hernández, *et al.*, 2009). Las muestras se colocaron en bolsas de papel, se prensaron y se secaron por separado.

Desinfección de las muestras

El material foliar infestado se lavó con agua corriente para retirar la mayor cantidad posible de tierra de campo. Para muestras con una gran cantidad de tierra adherida, el material de la hoja se sumergió en un recipiente de agua y frotar suavemente para eliminar el exceso de tierra. La hoja el material se secó con toallas de papel, se roció completamente con 70% de etanol, y se limpió suavemente y se secó por segunda vez.

Método de detección en campo.

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

Resultados

Actualmente se tienen identificadas tres líneas S1 con tolerancia al "CMA"; en los ambientes evaluados el cual son las siguientes líneas; (P22TSR-C3/CML549)-B-24; (P22TSR-C3/CML549)-B-56; (P22TSR-C3/CML601)-B-75) Imagen 5. En etapa experimenta con las F1 desarrolladas se puede producir de 2 a 3 toneladas maíz grano en la sierra alta del estado de Hidalgo; con agricultores de subsistencia de este cereal Imagen 6.

Imagen 5: Líneas identificadas



Imagen 6: Híbrido F1



Conclusión:

Con esta F1 se puede incrementar el rendimiento de grano de maíz hasta un 200% más; con los productores de subsistencia de maíz, en la sierra alta del estado de Hidalgo.

Referencias

- [1] CABI. 2020. Datasheet *Phyllachora maydis* (black spot of maize). Invasive species compendium. En línea: https://www.cabi.org/isc/datasheet/40876#B1_59945A-08DD-4E22-B440-A5FC9432AE0E. Fecha de consulta 24 de Agosto de 2020.
- [2] EPP. 2020. *Phyllachora maydis* PHYRMA). EPP Global Database. En línea: <https://gd.eppo.int/taxcon/PHYRMA>. Fecha de consulta 30 de julio 2020.
- [3] Mahuku G, Chen J, Shrestha R, Narro LA, Guerrero KVO, Arcos AL, Xu Y (2016). Combined linkage and association mapping identifies a major QTL (qRtsc8-1) conferring tar spot complex resistance in maíz. *Theor Appl Genet* 129:1217-1229.
- [4] Jiaojiao Ren^{1,2} · Penghao Wu¹ · Gordon M. Huestis² · Ao Zhang^{2,3} · Jingtao Qu^{2,4} · Yubo Liu^{2,5} · Hongjian Zheng⁵ · Amos E. Alakonya² · Thanda Dhliwayo² · Michael Olsen⁶ · Felix San Vicente² · Boddupalli M. Prasanna⁶ · Jiafa Chen^{2,7} · Xuecai Zhang² 2022; Identification and fine mapping of a major QTL (qRtsc8-1) conferring resistance to maize tar spot complex and validation of production markers in breeding lines. *Theoretical and Applied Genetics*. Published online: 18 february 2022.
- [5] Pereyda-Hernández, Juan Hernández-Morales, Javier, Sandoval-Islas, J. Sergio, Arand-Ocampo, Sergio, de León. Catlos, & Gómez-Momntiel, Noel. (2009). Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) de maíz en Guerrero, México. *Agrociencia*. 43(5), 511-5519.