

Situación Actual de la Mancha de Asfalto en Maíz (*Zea mays* L.) en los Municipios de Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas, México

GUTIÉRREZ-ESTRADA, Arcenio, BARRIENTOS-NIÑO, Eugenia y RAMÍREZ-ABARCA, Orsohe

A. Gutiérrez´, E. Barrientos´ y O. Ramírez´´

´ Facultad de Ciencias Agronómicas de la UNACH, Carretera Ocozocoautla-Villaflores, Km. 85.5. Villaflores, Chiapas. México. C.P. 30470.

´´ Centro Universitario UAEM Texcoco, El Tejocote, Estado de México. C.P. 56259.
arceniogutierrez@gmail.com

E. Figueroa, L. Godínez, F. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

Abstract

The "tar spot" of maize in Mexico has occurred in about 500 thousand hectares, especially in the states of Nayarit, Jalisco, Guerrero, Chiapas and Veracruz. In Chiapas, this disease was introduced since 1985 and can reduce yields up to 70%, but to date the level of severity and the impact caused is not known. In 2012, in Chiapas, not quantified losses in corn was presented due to the presence of this disease. So, the research was to assess the incidence and severity on two plots established in two municipalities of Chiapas, Jiquipilas and Ocozocoautla. Disease incidence was 90%, which rose to 100% next week In Jiquipilas. In Ocozocoautla, the incidence reached 100% since the first disease evaluation. In the other hand, disease severity was 20% initially increasing to 34.44%, in Jiquipilas, while in Ocozocoautla was 37.22%. The disease caused foliar lesions and lately burned the foliage. Weather conditions required for expression of the disease occurred in the second week of September 2013, consisting of low temperatures and high relative humidity, which generated the presence of bright spots and slightly raised, surrounded by necrotic areas, putative to the complex tar spot. A relationship between severity and estimated yield nor the degree of damage in corncob was not detected. However, there is relationship between the damage in corncob and the yield, because with 34.44% severity in Jiquipilas, showed damage of 32.83 % in cobs reduced a ton of yield, while in Ocozocoautla, with corncob damage of 18.50% the yield fell by half a ton. This is the first work in Chiapas that evaluates the impact of tar spot of maize in crop yield.

2 Introducción

El maíz es uno de los cultivos más importantes socialmente de nuestro país, ya que representa la base de la alimentación de más de ciento diez millones de mexicanos con un consumo *per capita* de 350 kg, además de utilizarse como ingrediente en la fabricación de alimentos para consumo animal (alimentos balanceados).

En el 2012, la superficie sembrada de maíz en el país fue de 7'860,705 hectáreas, con un volumen de producción de 23'301,879 toneladas, valuado en 65,629'000,000 de pesos. Al respecto, los estados de Sinaloa, Jalisco, Chiapas y Guanajuato son los principales, y sobresale Sinaloa por su superficie cosechada que asciende a 349,596 hectáreas que representa el 34.7% nacional para el ciclo otoño-invierno 2012 (SAGARPA¹, 2012).

En Chiapas, se siembran 905,000 hectáreas y participan 317,000 productores, con una producción de 1'750,000 toneladas, su bajo nivel de producción es preocupante, ya que en promedio se producen un poco menos de dos toneladas por hectárea, debido a diversos factores como condiciones de temporal e incidencia de plagas y enfermedades. En lo referente a enfermedades, el CIMMYT² (2004), reporta 22 tipos de enfermedades de orden foliar, siete tipos de pudriciones y dos tipos de carbonos en tallos. Una de las enfermedades que induce pudrición de la mazorca, es la "mancha de asfalto".

La mancha de asfalto del maíz es una enfermedad causada producida por la interacción sinérgica de un complejo de tres hongos: dos ascomicetos, *Phyllachora maydis* Maubl., que es un parásito obligado y *Monographella maydis* (Mullër y Samuels, 1984) y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl., un micoparásito de *Phyllachora maydis* (Hock, 1988). Esta enfermedad prevalece en los trópicos en condiciones de alta humedad y temperaturas bajas, Rocha (1985).

¹ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

² Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

La mancha de asfalto, es una enfermedad que se ha presentado en México en mayor o menor grado en más de 500 mil hectáreas sembradas con maíz, principalmente en Nayarit, Jalisco, Guerrero, Chiapas y Veracruz. En Chiapas, se presentaron los primeros ataques de mancha de asfalto en 1985, y en la Frailesca, ha sido reportada aparentemente con alta incidencia y severos daños al maíz, en localidades específicas, sin conocerse a la fecha el grado de afectación por unidad de superficie, ni el impacto económico que esta enfermedad causa (Hock *et al.*, 1989).

Los síntomas que induce el complejo mancha de asfalto, incluyen manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro; lesiones elevadas oscuras, estromáticas de aspecto liso y brillante, de forma oval a circular, con 0.5 a 2.0 mm de diámetro y forma estrías hasta de 10 mm de longitud, asociadas a la presencia de *Phyllachora maydis* (Parbery, 1963; Hamlin, 1999). Posteriormente ocurren lesiones alrededor de las producidas por *P. maydis*, de forma elíptica, color verde claro de 1–4 mm inducidos por *Monographella maydis* y adicionalmente es común encontrar a *Microdochium maydis*, anamorfo de *Monographella maydis*, a este síntoma en algunas regiones de Veracruz le llaman “ojo de pescado” (Hock, 1989). El hiperparasitismo de *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. ocasiona que la mancha negra de *P. maydis* confiera una textura ligeramente áspera al tejido dañado (Müller y Samuels, 1984).

Normalmente *P. maydis*, infecta al maíz en estado de plántula. Posteriormente, en condiciones climáticas propicias, *en* floración, pero también se pueden manifestar infecciones precoces cuando las plantas tienen de ocho a diez hojas (Hock, 1988). En campo siempre se ha observado esta secuencia de infección. Sin embargo, mediante inoculaciones de aspersión con *Microdochium*, bajo condiciones controladas, este mismo autor pudo comprobar que el maíz puede ser infectado primero, también por *M. maydis* sin la infección anterior de *P. maydis*. Las lesiones que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores, la infección continúa hacia arriba, afectando incluso las hojas más jóvenes, ocasionando pérdidas que van de un 30 a 100%, esto se debe a que las lesiones necróticas llegan a fusionarse y provocan quemadura completa del follaje en menos de ocho días, debido a coalescencia de lesiones inducidas por los distintos hongos y atribuido a la producción de una toxina (Hock, 1989). Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen granos flojos que no alcanzan a compactarse; muchos de los granos en la punta germinan prematuramente, mientras aún están en el olote (CIMMYT, 2004).

La mancha de asfalto se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos; se desarrolla cuando se presentan temperaturas durante el día de 17 a 22°C y excesos de lluvia que provocan una alta humedad relativa superior al 75% (10 a 20 días nublados en el mes). La germinación de las ascosporas y la formación de apresorios ocurren cuando se presentan temperaturas de entre 10 a 20°C y se reduce cuando es más de 25°C, lo que explica su predominancia en condiciones de días nublados y frescos (Dittrich *et al.* 1991), especialmente en campos que se encuentran cerca de las riberas o en suelos que acumulan mucha humedad y tienden a inundarse (Mahuku *et al.* 2012). Otros factores que contribuyen a la expresión de la enfermedad son los niveles altos de fertilización nitrogenada, la siembra de dos ciclos de maíz por año, el uso de genotipos susceptibles, la baja luminosidad, la edad de alta vulnerabilidad del hospedante y virulencia de los patógenos involucrados, además que el inóculo puede mantenerse de un ciclo a otro en residuos del cultivo (Hock *et al.* 1989).

La literatura consigna que la mancha de asfalto puede llegar a reducir la producción hasta 70% y ante el gran impacto que tuvo en el ciclo primavera-verano 2012, donde se registraron pérdidas significativas pero que no fueron cuantificadas, la Fundación Produce Chiapas, A. C., aprobó, en el ciclo 2013, el proyecto de investigación “IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE AGENTES CAUSALES DE LA ENFERMEDAD “COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO/” EN EL CULTIVO DE MAIZ Y ALTERNATIVAS DE MANEJO EN LAS PRICIPALES ZONAS PRODUCTORAS DEL ESTADO DE CHIAPAS”, del cual se deriva el presente trabajo, particularmente, porque en los últimos años la enfermedad ha incrementado su presencia e impacto en las regiones Metropolitana, Valles Zoques y Frailesca, sin que a la fecha se haya evaluado sistemáticamente la presencia de la enfermedad. El presente trabajo se realizó para conocer los niveles de incidencia y severidad de la enfermedad bajo condiciones y esquemas de producción propios de los productores de los municipios de Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas.

2.1 Materiales y métodos

Para evaluar la presencia de la enfermedad, se establecieron dos parcelas centinelas, en los municipios de Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas, ubicados en la región económica Valles Zoques. Esta región presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas de 22.5°C hasta los 34.5°C. La precipitación oscila de los 800 a 2300 mm anuales. (INEGI³, 2011). Una de las parcelas centinelas se estableció en la localidad de Nueva Francia perteneciente al municipio de Jiquipilas, donde ya se tenían reportes de la presencia de la enfermedad. La otra, en la localidad de El Gavilán perteneciente al municipio de Ocozocoautla, donde se presentaban las condiciones requeridas por los patógenos, pero no se conocía de la presencia de la enfermedad. Cada parcela fue de 2500 m² y se ubicaron a 675 y 755 msnm, respectivamente. En cada una de las parcelas se colectó una muestra de suelo y se enviaron al laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, para su correspondiente análisis, en donde se determinaron los parámetros básicos de tipo físico, químico y de fertilidad.

La parcela centinela establecida en Nueva Francia, se preparó con un paso de arado y uno de rastra. La siembra se realizó el 24 de junio del 2013, depositando una semilla por punto, distanciados 20 cm uno del otro, utilizando el híbrido Sorento. En el Gavilán, solo se realizó un paso de rastra y la siembra se realizó el 19 de junio del 2013, depositando dos semillas del híbrido Lucino, por punto con distancia de 40 cm entre plantas. En ambas localidades la distancia entre surcos fue de 80 cm y la siembra de maíz, se realizó manualmente, con la ayuda de una macana de madera. Las variaciones de las distancias de siembra fueron debido a que cada productor participante tiene su propia forma de cultivar el maíz. En ese sentido, el control de malezas en la parcela de maíz de Nueva Francia, se realizó después de la siembra, utilizado Glifosato con 2-4 D Amina, 2 L ha-1 y 1 L ha-1 y cinco días después de la siembra se aplicó Atrazina con S-Metaloclor, a dosis de 4 L ha-1 y otra aplicación de Paraquat con Diuron en dosis de 2 L ha-1 a los 65 días después de la siembra. En el Gavilán, a los tres días después de la siembra se aplicó Glifosato en dosis de 2 L ha-1 y 40 días después Paraquat en dosis de 1 L ha-1.

Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y picudo (*Nicentrites testaceipes*) en Nueva Francia, se aplicó 15 días después de la siembra 0.25 L ha-1 de Lambda cyalotrina y 35 días después, 0.10 L ha-1 Benzoato de emamectina. En el Gavilán, a los 12 y 35 días después de la siembra se aplicó 0.25 L ha-1, del primer insecticida.

³ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

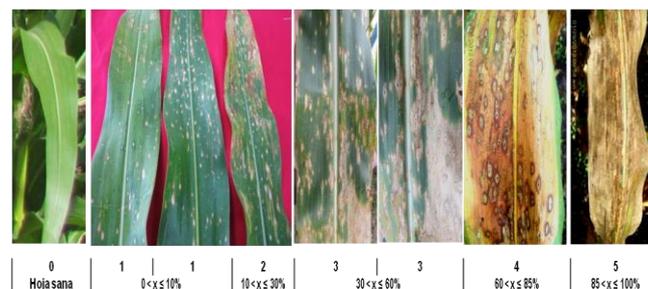
El tratamiento de fertilización fue 82-92-30 y 156-46-00, para Nueva Francia y el Gavilán, respectivamente. En la primera localidad, a los 15 días después de la siembra se aplicó la mitad del N y 40 días después, se aplicó la otra mitad del N y el P, mientras que en la segunda localidad, a los 15 días después de la siembra se aplicó el P y la mitad del N y la otra parte de N a los 50 días después de la siembra. Para ambas localidades, la fórmula se elaboró con urea (46% de N), fósforo, fosfato diamónico (18% de N y 46% de P₂O₅), Potasio y Cloruro de Potasio (60-63% K₂O y 45-47% Cl).

Los datos de temperatura y humedad se obtuvieron de la estación climatológica de la CONAGUA, Las Flores II, que es la más cercana a los sitios donde se establecieron las parcelas. Los datos se agruparon en forma semanal y se graficaron para el ciclo del cultivo a fin de conocer la relación con la presencia de la enfermedad.

Una vez establecidas las parcelas se monitoreó la presencia de la enfermedad, que ocurrió 60 días después de la siembra. Una vez que se presentaron síntomas putativos a la mancha de asfalto, se colectaron muestras de hojas de maíz y se analizaron en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la UNACH, para confirmar la presencia de los patógenos. El primer muestreo se realizó a inicios de la floración, etiquetando 20 plantas en las que con una frecuencia semanal y durante cinco más semanas, se determinó la incidencia, hasta la etapa de grano masoso. Para la localidad El Gavilán, se realizaron dos muestreos más, ya que la enfermedad se presentó posteriormente, a partir del séptimo muestreo.

Para determinar la severidad de la enfermedad, se utilizó una escala visual de severidad de daño a nivel de hoja individual definida por una serie de valores en escala ordinal (Figura 2), que describe los rangos de 0 a 100% de daño.

Figura 2 Escala visual de severidad de daño inducido por el complejo mancha de asfalto del maíz, a nivel de hoja individual



Fuente: Elaboración con fotografías propias tomadas de las parcelas establecidas para el monitoreo de la mancha de asfalto

La severidad se evaluó en 20 plantas de maíz, seleccionadas al azar y luego etiquetadas con una tira plástica de color rojo para su rápida identificación, determinándose como el porcentaje de área de tejidos de la planta de maíz, cubierta con síntomas, utilizando el promedio de tres hojas de maíz, la hoja envoltante de la mazorca y las dos hojas inferiores por cada una de las 20 plantas. Las evaluaciones fueron en el mismo período de incidencia como se describió anteriormente. Para la estimación de rendimiento de maíz en las parcelas centinelas, se utilizó la metodología de SAGARPA-PROEMAR 2009, la cual consistió en cosechar las mazorcas de las plantas de maíz, en 10 metros lineales, en tres diferentes surcos de la parte central de cada parcela, siendo en total 30 m lineales.

Las mazorcas cosechadas se ordenaron y se colocaron por tamaños (de mayor a menor) a fin de seleccionar las mazorcas medianas a la que se les determinó el peso y el contenido de humedad del grano. Con esta información y la población promedio de plantas por hectárea se estimó el rendimiento de t/ha. Para determinar el número de mazorcas con daño de la enfermedad en las parcelas de evaluación, se reconoció visualmente por la apariencia deshidratada de los granos y la pérdida de peso por tacto en las mazorcas. Los datos de incidencia, severidad y rendimiento obtenidos fueron analizados con el Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.1, mediante análisis de varianza y pruebas de comparación de medias, con la prueba de tukey ($P \leq 0.05$).

2.2 Resultados

En ambas parcelas, la de Nueva Francia perteneciente al municipio de Jiquipilas y la de localidad de El Gavilán perteneciente al municipio de Ocozocoautla, se presentó la mancha de asfalto del maíz. Se observaron manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro rodeado de áreas necróticas. En laboratorio se confirmó la presencia estructuras de *Phyllachora maydis* y picnidios con conidios septados que corresponden a *Microdochium maydis*.

Los resultados de los análisis de suelo, mostraron que en la parcela de la localidad el Gavilán, tuvo textura franco arenoso, mientras que en la parcela de Nueva Francia, es franco arcillo arenoso, con baja capacidad de infiltración del agua de lluvia y restringe considerablemente el proceso de difusión de aire y agua y la difusión se detiene prácticamente a un 80% de saturación, por lo que probablemente pudo favorecer a que la enfermedad se presentara más tempranamente en esa localidad.

Tabla 2 Propiedades físicas de los suelos en Nueva Francia, Jiquipilas y El Gavilán, Ocozocoautla, 2013 donde se establecieron parcelas de maíz para el monitoreo de la mancha de asfalto

Propiedades	Sitios de evaluación	
	Nueva Francia, Jiquipilas.	El Gavilán, Ocozocoautla.
Poros (%)	49.19	37.4
Clase	Medio	Medianamente reducido
Arcilla (%)	30.4	12.4
Clase	Medio	Bajo
Cap. Ret. Agua (cm/cm)	11.8	11.5
Clase	Baja	Baja
Textura	Franco-Arcillo- Arenoso	Franco-Arenoso

Interpretación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana: NOM-021-SEMARNAT 2000, realizada por Galdámez, G. J. 2014.

En la parcela del Gavilán, se encontró un pH moderadamente ácido, menor contenido de materia orgánica y menor relación C/N debido a que los suelos con aireación elevada como los arenosos tienen mayor velocidad de descomposición y muy baja CIC, mientras que en la parcela de Nueva Francia es fuertemente alcalino, con mayor contenido de materia orgánica, alta relación C/N y alta CIC.

Tabla 2.1 Propiedades químicas de los suelos en Nueva Francia, Jiquipilas y El Gavilán, Ocozocoautla, 2013, donde se establecieron parcelas de maíz para el monitoreo de la mancha de asfalto

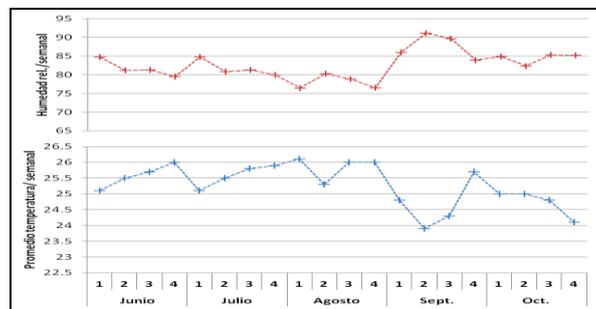
Propiedades	Sitios de evaluación	
	Nueva Francia, Jiquipilas	El Gavilán, Ocozocoautla
Ph	8.60	6.0
Clase	Fuerte. Alcalino	Mod. Ácido
MO (%)	2.55	1.1
Clase	Medio	Bajo
C/N (%)	13.45	10.4
Clase	Alto	Medio
NI (mg Kg-1)	8.4	8.4
Clase	Muy bajo	Muy bajo
P (mg Kg-1)	2.68	9.7
Clase	Bajo	Bajo
K (mg Kg-1)	476	62.0
Clase	Alto	Muy bajo
CIC Cmol₍₊₎ Kg-1	34.4	7.9
Clase	Alto	Baja
Na mg Kg-1	154	38
Clase	Medio	Muy bajo
Ca mgKg-1	7003	686
Clase	Muy alto	Muy bajo
Mg mgKg-1	448	178
Clase	Muy alto	Muy alto
Fe mgKg-1	10.84	37.08
Clase	Adecuado	Adecuado
Cu mgKg-1	1.47	1.22
Clase	Adecuado	Adecuado
B mgKg1	1.69	1.10
Clase	Alto	Alto
Zn mgKg-1	0.72	0.49
Clase	Marginal	Deficiente
Mn mgKg-1	5.34	13.82
Clase	Adecuado	Adecuado

Interpretación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana: NOM-021-SEMARNAT 2000, realizada por Galdámez, G. J. 2014

Otras diferencias encontradas en los resultados del análisis de suelo fue que el K se encuentra en muy bajo nivel, y el Na y Ca en niveles bajos en la parcela ubicada en el Gavilán, municipio de Ocozocoautla, Chiapas, mientras que para la parcela de Nueva Francia, municipio de Jiquipilas, Chiapas, estos mismo elementos tuvieron niveles alto, medio y muy alto, respectivamente.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo fueron temperaturas en un rango de 23.9°C a 26.1°C, humedad relativa de 76% hasta 91%, pero las que propiciaron la presencia de la enfermedad ocurrieron en la segunda semana de septiembre del 2013, consistente en temperaturas bajas y alta humedad relativa (Gráfico 2). Hock *et. al.* (1995) reportaron que durante el invierno de 1988 se produjeron el mayor número de ascosporas de *P. maydis* cuando hubo humedad relativa mayor al 85% y con temperaturas de 17 a 23°C.

Gráfico 2 Datos de temperatura y humedad relativa durante el periodo Junio-Octubre de 2013, en el área geográfica donde se establecieron las parcelas de maíz para el monitoreo de la mancha de asfalto

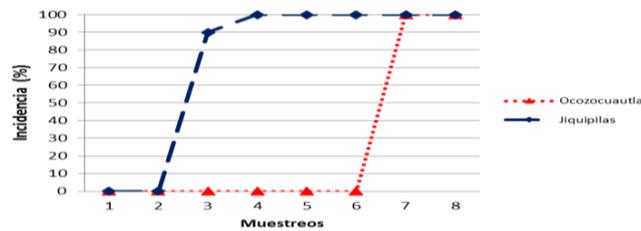


Fuente: Elaboración propia con datos de la Estación meteorológica “Las flores II” de la CONAGUA, ubicada en Jiquipilas, Chiapas México

Como se mencionó anteriormente, la siembra de las parcelas centinelas se realizó en la última semana de Junio, para el caso de Nueva Francia y cuatro días antes la del Gavilán, de manera que los síntomas asociados a la enfermedad empezaron a monitorearse alrededor de los 60 días después de la siembra, a inicios de la floración del cultivo. Tres semanas después de muestrear la presencia de la enfermedad en la parcela de Nueva Francia, se presentó la enfermedad de manera explosiva llegando a tener incidencia del 90% y a partir del siguiente muestreo hasta las cinco semanas siguientes esta se elevó a 100%.

Para el caso de la parcela establecida en la localidad El Gavilán, la enfermedad se presentó hasta alrededor de los 90 días después de la siembra (muestreos séptimo y octavo) (gráfico 2.1), con la misma explosión que la parcela de Jiquipilas, al encontrarse el 100% de las plantas de maíz con síntomas del complejo mancha de asfalto.

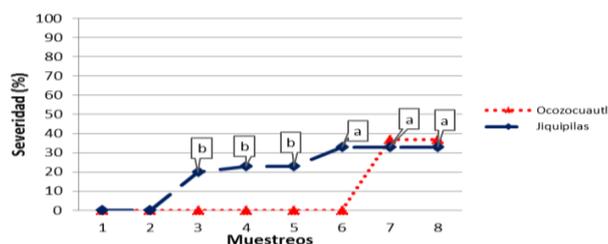
Gráfico 2.1 Incidencia de la Mancha de Asfalto en Maíz, ciclo primavera-verano, 2013, en parcelas establecidas en Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las parcelas de maíz establecidas para el monitoreo de la incidencia la mancha de asfalto

Para el caso de la parcela establecida en la localidad Nueva Francia, Jiquipilas, Chiapas, se advierte que la explosividad de la enfermedad ocurrida en el tercer muestreo coincide con el descenso de la temperatura a 23.9 °C y un aumento de humedad relativa al 86%, lo cual concuerda con lo que señala Hock (1988), en el sentido de que para que ocurra la enfermedad se requieren temperaturas de 17 a 23° C y una humedad relativa mayor al 85%. Estas condiciones se explican por el incremento repentino de la precipitación, acompañado de días nublados. Dittrich *et al.* (1991), reportó que las condiciones que permiten al complejo de hongos actúe en sinergia son de 10 a 20 días nublados en el mes, además de un descenso de temperatura de 24.8 a 24.1°C. Si bien la presencia de los síntomas de la mancha de asfalto en las etapas iniciales de floración del cultivo de maíz, en Nueva Francia puede explicarse en términos de las condiciones climáticas, es importante destacar que en la parcela del Gavilán, la enfermedad se presentó posteriormente a esta etapa fenológica del maíz, en la etapa de grano masoso, a pesar de que en general ocurrieron las mismas condiciones ambientales en ambas parcelas. Probablemente la incidencia de la mancha de asfalto en las etapas tardías del cultivo de maíz en el Gavilán, podría explicarse por la textura del suelo, que contiene menor cantidad de arcilla, con respecto a Nueva Francia, consecuentemente, existe mayor porosidad lo que permite un mejor drenaje y percolación, así como como una mayor difusión del agua y el aire, lo que en cierta manera reduce la humedad requerida para la expresión de la enfermedad. González *et al.* (2008), señala que pueden ocurrir infecciones tardías, inclusive después que ya está sazón el elote, en parte posiblemente asociadas a condiciones de suelo. Otra explicación de la expresión tardía de la enfermedad. En la localidad Nueva Francia, Jiquipilas, el grado de daño en las plantas de maíz, causada por la mancha de asfalto, se presentó a partir del tercer muestreo con 20% llegando a un máximo de 34.44% a lo largo de los muestreos. La severidad encontrada del tercer al quinto muestreo fue de 20 a 23% y se incrementó significativamente del sexto al octavo muestreo (Gráfico 2.2). En la parcela del Gavilán, se reportó una severidad del 37.22 %, solamente para los dos últimos muestreos, con igualdad estadística.

Gráfico 2.2 Severidad de la Mancha de Asfalto en Maíz, ciclo primavera-verano, 2013, en parcelas establecidas en Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las parcelas de maíz establecidas para el monitoreo de la severidad de la mancha de asfalto

La severidad observada en las parcelas centinelas provocó lesiones foliares y quemadura del follaje en un periodo de menos de ocho días. En ambas localidades se encontró en general el mismo nivel de daño, independientemente de la temporalidad con que se presentó la enfermedad.

Al evaluar el rendimiento de las parcelas centinelas establecidas, también se evaluó el daño visual en mazorcas. La parcela de Nueva Francia, tuvo ligeramente mayor rendimiento estimado de 3.080 t/ha con respecto al Gavilán, que fue de 2.895 t/ha, pero en esta parcela el daño en mazorcas Gavilán, fue menor (18.50%), con respecto a Nueva Francia (32.83%) (Tabla 2.2).

Las mazorcas de las plantas de maíz afectadas presumiblemente por esta enfermedad fueron muy livianas y con granos de maíz flojos que no alcanzaron a compactarse, además, muchos de los granos de la punta germinan prematuramente, tal y como se consigna en la literatura.

Parece no existir relación entre la severidad del complejo mancha de asfalto del maíz con el rendimiento estimado, ni para el grado de daño en mazorcas, ya que en general se tuvieron valores similares de severidad y rendimientos estimados. Valores de severidad, en general, similares, provocaron proporciones de daños en mazorcas, con el entendido de que son suelos de textura distinta y materiales genéticos diferentes.

Existe una relación aparentemente de tipo lineal, entre el daño visual en mazorcas y el impacto en la disminución del rendimiento. Con severidad del 34.44%, en la parcela de Nueva Francia, se presentó un daño de 32.83% en mazorcas, con un impacto en la reducción del rendimiento en una tonelada de maíz, mientras que para la localidad El Gavilán, el daño de 18.50% en las mazorcas reduce el rendimiento en media tonelada.

Tabla 2.2 Rendimientos estimados (t/ha), daño visual e impacto por daño en mazorcas por el complejo mancha de asfalto, ciclo primavera-verano, 2013, en Jiquipilas y Ocozocoautla, Chiapas

Localidad	Severidad (%)	Rendimiento estimado (t/ha)	Daño visual en mazorca (%)	Impacto por daño en mazorca (t/ha)
Jiquipilas	34.44	3.08	32.83%	2.068 (\neq 1.012)
Ocozocoautla	37.22	2.895	18.50%	2.359 (\neq 0.536)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las parcelas de maíz establecidas para el monitoreo de la severidad de la mancha de asfalto

Notoriamente se advierte que la severidad de la enfermedad tiene desigual impacto en el rendimiento de maíz, posiblemente por las condiciones particulares de cada agroecosistema (incluyendo el tipo de híbrido sembrado), aunque el daño visual evaluado en mazorcas indica que hubo relación proporcional con la disminución en el rendimiento.

2.3 Conclusiones

El complejo mancha de asfalto se presentó en las localidades de estudio, Nueva Francia, municipio de Jiquipilas y el Gavilán, municipio de Ocozocoautla, con distinta temporalidad. Primeramente, se presentó en Nueva Francia, a inicios de la etapa de floración del cultivo y después en el Gavilán, en la etapa de grano masoso. Esto sugiere que las condiciones ambientales varían de una localidad a otra o que el inóculo inicial no estuvo presente en la etapa de floración del cultivo, que es cuando ocurre una mayor vulnerabilidad o que hay variabilidad en la tolerancia a la enfermedad dependiendo el material genético que se utilice. No se tenía conocimiento de la presencia de la enfermedad en esta última localidad.

En ambas parcelas la enfermedad se presentó de manera explosiva, es decir ocurrieron los síntomas de una semana a otra, con valores iniciales de 90%, elevándose a la siguiente a 100% y para el Gavilán, con valores de 100% desde su aparición.

En las Parcelas evaluadas aunque se tuvieron valores similares de incidencia, el grado de severidad varió de una localidad a otra. En la localidad Nueva Francia, Jiquipilas, el grado de daño en las plantas de maíz, por la mancha de asfalto, se presentó inicialmente con 20% llegando a un máximo de 34.44% a lo largo de los muestreos, mientras que en la parcela del Gavilán, se reportó una severidad del 37.22 %.

La severidad observada en las parcelas centinelas provocó lesiones foliares y quemadura del follaje en un periodo de menos de ocho días. En ambas localidades se encontró en general el mismo nivel de daño, independientemente de la temporalidad con que se presentó la enfermedad.

Las condiciones climáticas requeridas para la expresión de la enfermedad, ocurrieron en la segunda semana de septiembre del 2013, consistente en temperaturas bajas y alta humedad relativa, lo que generó la presencia de manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro rodeado de áreas necróticas, putativas al complejo mancha de asfalto.

En la parcela de Nueva Francia, hubo baja capacidad de infiltración del agua, comparada con la del Gavilán, que aunque en ambas se presentaron, en general, valores similares de incidencia y severidad, podría explicar la incidencia de la mancha de asfalto en las etapas tardías del cultivo de maíz en el Gavilán, ya que existe mayor porosidad lo que permite un mejor drenaje y percolación, así como como una mayor difusión del agua y el aire, lo que en cierta manera pudo haber contribuido a reducir la humedad requerida para la expresión de la enfermedad.

Parece no existir relación entre la severidad del complejo mancha de asfalto del maíz con el rendimiento estimado, ni para el grado de daño en mazorcas, ya que en general se tuvieron valores similares de severidad y rendimientos estimados. Valores de severidad en general similares, provocaron proporciones de daños en mazorcas, con el entendido de que son suelos de textura distinta y materiales genéticos diferentes.

La disminución en el rendimiento fue mayor en la parcela de Nueva Francia, Jiquipilas, esto posiblemente debido a que la enfermedad se presentó en una etapa fenológica más temprana con respecto de la localidad El Gavilán, Ocozocoautla, además ocurrió un mayor daño en mazorcas (32.83%), con respecto a la parcela del Gavilán (18.50%).

Existe una relación aparentemente de tipo lineal, entre el daño visual en mazorcas y el impacto en la disminución del rendimiento. Con severidad del 34.44%, en la parcela de Nueva Francia, se presentó un daño de 32.83% en mazorcas, con un impacto en la reducción del rendimiento en una tonelada de maíz, mientras que para la localidad El Gavilán, el daño de 18.50% en las mazorcas reduce el rendimiento en media tonelada.

2.4 Referencias

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. 4ta. edición. México, D.F. 2004. 118 p.

Dittrich, U., Hock, J., and Kranz, J. (1991), "Germination of *Phyllachora maydis* ascospores and conidia of *Monographella maydis*". Crypt. Bot. número 2(vol. 3): pp. 214-218.

González, C. M., M. N. Gómez, H.J. Pereyda y E. J. Muñiz. Híbridos de maíz elotero tolerantes al «complejo mancha de asfalto» en el estado de Guerrero. INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. Iguala, Gro., México. 2008. 36 p.

Hamlin, R.T. Combined Keys to Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol. I y II. St. Paul. Minnesota APS Press. 1999. pp: 63-64.

Hock, J., J. El «complejo mancha de asfalto» del maíz en México. En: Enfermedades de cultivos básicos (maíz, frijol y papa). Montecillo, México. Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados. 1988. pp 16-20.

Hock, J., J. Kranz, y B. L. Renfro, (1989), "El "complejo mancha de asfalto" de maíz, su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México". Rev. Mex. Fitopatol. número 7: pp.129-135.

Hock, J., J. Kranz, and B.L. Renfro, (1995), "Studies on the epidemiology of the tar spot disease complex of maize in México". Plant Pathol. número 44: pp. 440-502.

Mahuku, G., San Vicente, F. y Shrestha R. (2012). Complejo mancha de asfalto del maíz: Hechos y acciones. Folleto técnico. CIMMYT–MasAgro. 6 p. Consultado el 20 de junio, 2014 en: <http://conservacion.cimmyt.org/folletos-tecnicos>

Müller, E., and J. G. Samuels (1984), "*Monographella maydis*: sp.nov. and its connection to the tar-spot disease of *Zea mays*". Nova Hedwigia número 40: 113-121.

Parbery, D. G. (1963), "Studies on graminicolous species of *Phyllachora* Fckl. I. Ascospores, their liberation and germination". Aust. J. Bot. número 11: 117-130.

Rocha-Peña M. Descripción de las enfermedades del maíz (*Zea mays* L.) en el trópico. En Taller de Fitopatología Tropical. Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Fitopatología-CONACYT. México. 1985. pp. 433-445.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Estadísticas de la producción agrícola en México. Centro de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP).

SAGARPA-PROEMAR. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Proyecto Especial de Producción de Maíz de Alto Rendimiento) 2009.