

**EL "COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO" DE MAÍZ, SU DISTRIBUCION GEOGRAFICA, REQUISITOS AMBIENTALES E IMPORTANCIA ECONOMICA EN MEXICO.**

J. HOCK, J. KRANZ. Instituto de Fitopatología, Universidad Justus von Liebig, 63 Giesen, Schottstrasse 2-4, Alemania Federal y B.L. RENFRO. (CIMMYT), Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F., México.

**RESUMEN.**

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

El "complejo mancha de asfalto" del maíz (tar spot complex) se ha observado en el área mesoamericana desde hace 20 años, pero sólo recientemente se ha identificado. Se encontró que los hongos *Phyllachora maydis*; *Linochora* en su estado imperfecto; y *Coniothyrium phyllachorae* forman parte del complejo. De 1985 a 1988 se muestrearon más de 30 lugares en los estados de Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Chiapas, encontrándose de 400 a 500 mil hectáreas de maíz afectadas por el complejo con daños de magnitud económica. Pérdidas hasta del 30% se observaron en caso de infecciones cercanas a la floración. Se ha determinado que el desarrollo propicio del complejo requiere de una temperatura promedio mensual de los 16 a 18°C con una oscilación de 5 a 7°C, un mínimo de 150 mm de lluvias por mes, 10 a 20 días nublados por mes, una baja insolación media anual de 1800 a 1900 horas y una evaporación anual de más de 500 mm, mientras el maíz se encuentre en su fase propicio de crecimiento. Dichas condiciones ambientales son características de la zona de transición. Únicamente en los sitios donde el complejo se presentó con mayor severidad se observó una toxina relacionada con la presencia de *Monographella maydis*.

**SUMMARY.** The "tar spot complex" of maize (complejo mancha de asfalto) was observed in the Mesoamerican region 20 years ago, but only recently was identified. It was found that the fungi *Phyllachora maydis*; *Linochora* in its imperfect state; *Manographella maydis*; *Microdochium* in its imperfect state; and *Coniothyrium phyllachorae* are part of the complex. From 1985 to 1988 more than 30 sites in the states of Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca and Chiapas were monitored and about 400,000 to 500,000 hectares were found to be infected by the tar spot complex causing damage of economic importance. When infection occurs shortly before or close to flowering, crop losses amounting to 30% were observed. We determined that a good development of the complex requires a monthly average temperature of 16 to 18°C with an oscillation of 5 to 7°C, minimum monthly rainfall of 150 mm, 10 to 20 foggy days per month, a low average yearly insolation of 1800 to 1900 hours and a yearly evaporation of 500 mm while the crop is at a favorable growth stage. These environmental conditions are characteristic of the transition zone. Only at the sites where the complex occurred with a high disease severity was a toxin observed which is related to the occurrence of *Monographella maydis*.

El "complejo mancha de asfalto" (tar spot complex) puede causar daños significativos en el maíz. Se ha observado en México y otras regiones tropicales desde hace 20 años, pero sin una correcta identificación. La presencia de *P. maydis* ha sido detectada desde 1904 en México (Maulblanc 1904), la República Dominicana, Puerto Rico (Orton 1944), Guatemala (Orton 1943, Schieber 1968), Panamá, las Antillas, el norte de Suramérica, Centro América, Nicaragua (Solís 1987), Colombia (Castaño 1969, 1970), Perú (Abbot 1931) y Venezuela (Standen 1952, y Malaguti y Subero 1972). Aparte de *P. maydis* y *Linochora* (*Leptostromella* Sacc. y Roum 1863 = *Linochora* Höhnelt 1910) también *Monographella maydis* ha sido reportada como segundo agente del complejo en México (Müller y Samuels 1984). El tercer agente que hemos identificado es *Coniothyrium phyllachorae*, descrito por primera vez por Maulblanc (1904) en México, el cual típicamente aparece como hiperparásito. El complejo existe también en Panamá, Costa Rica (Vargas 1986), Perú, Ecuador, Colombia (Granados 1986), Honduras, Nicaragua y

Guatemala (Villena 1986). El complejo mancha de asfalto del maíz es frecuente en climas templados, pero también puede aparecer en casi exclusivamente climas tropicales durante la temporada de invierno, tanto en México como en América Central (Villena 1986). Se ha observado que normalmente el maíz es infectado primero por *P. maydis* en estado de plántula (foto 1). Posteriormente, en condiciones climáticas propicias, se desarrolla un halo necrótico alrededor de las lesiones de *P. maydis* ocasionado por *M. maydis*. Por lo regular *M. maydis* infecta alrededor de la floración, pero se pueden manifestar también infecciones tempranas cuando las plantas tienen de 8 a 10 hojas (Hock 1986). Este síntoma típico creado por la asociación de ambos hongos también ha sido llamado "ojo de pescado" (Ortega 1986), (foto 2). En el caso del ataque por *C. phyllachorae* el halo necrótico de *M. maydis* es más pequeño, redondo y no ovalado como regularmente aparece, viéndose la mancha central de *P. maydis* más grande y abultada (foto 3). Bajo condiciones favorables para los patógenos el follaje de la planta puede secarse

completamente en menos de ocho días por la fusión de las lesiones de los tres agentes y además por la producción de una toxina (Hock 1986, Schlösser 1987), (foto 4).

Los síntomas del complejo y la secuencia de la infección.



1 = mancha de *P. maydis*.



2 = *P. maydis* y el halo necrótico causado por *M. maydis*.



3 = *P. maydis*, *M. maydis* y *C. phyllachorae*.



4 = Fusión de los tres agentes y quemadura de hoja por la toxina.

El principal objetivo de este estudio fue describir la distribución e importancia económica del complejo "mancha de asfalto" en México, así como las condiciones climáticas propicias para su desarrollo. Consecuentemente los programas de mejoramiento los programas de mejoramiento genético pueden usar los resultados de la distribución geográfica y la adaptación climática que requiere el germoplasma previsto para la selección de materiales resistentes al complejo.

#### MATERIALES Y METODOS.

Para llevar a cabo el presente estudio se recolectaron datos en un muestreo durante 1985 a 1988 y se usó también la información de los experimentos realizados anteriormente. Se tomaron datos de la fecha de lectura, lugar, particularidades del sitio, densidad de la población del cultivo, estado vegetativo de la planta, variedad de maíz, presencia de malezas, tipo de labranza, nutrición del maíz (especialmente nitrógeno), tipo de suelo, y altitud. Los factores climáticos como lluvias, temperatura, humedad relativa, neblina, insolación, y evaporación se tomaron de las estimaciones meteorológicas más cercanas al sitio del muestreo (Boletín Mensual 1976-1982, Carta de climas). La escala de calificación para el complejo se desarrolló en incrementos logarítmicos del 1 a 40% del área foliar afectada. Según las posibilidades se tomaron por sitio muestreado 1 hasta 3 lecturas a lo largo del muestreo. El área afectada se expresó como porcentaje del área foliar total de cada hoja muestreada, observándose solamente la hoja de la mazorca y las dos hojas inferiores inmediatas a ella. Además se tomaron muestras para hacer un análisis microscópico posterior y determinar la presencia de *C. phyllachorae*. Se consideraron como síntomas primarios, los efectos directos de los patógenos y como síntomas secundarios, los efectos de la toxina y la senescencia acelerada ocasionada por el complejo en la hoja. Solamente

un monitoreo continuo de intervalos semanales, o el uso de materiales de referencia permite distinguir entre los síntomas primarios y los secundarios. Por esta razón se cuantificaron únicamente los síntomas primarios con valores que no excedieron el 25%. El estado de desarrollo de la planta se definió de la siguiente manera:

- 1=estigmas completamente frescos;
- 2= estigmas secos y hojas muestreadas aún verdes;
- 3=estado lechoso del grano y del 0 al 5% del área foliar seca;
- 4=estado masoso del grano y del 5 al 25% del área foliar seca;
- 5 = madurez del grano y más del 50% del área foliar seca;

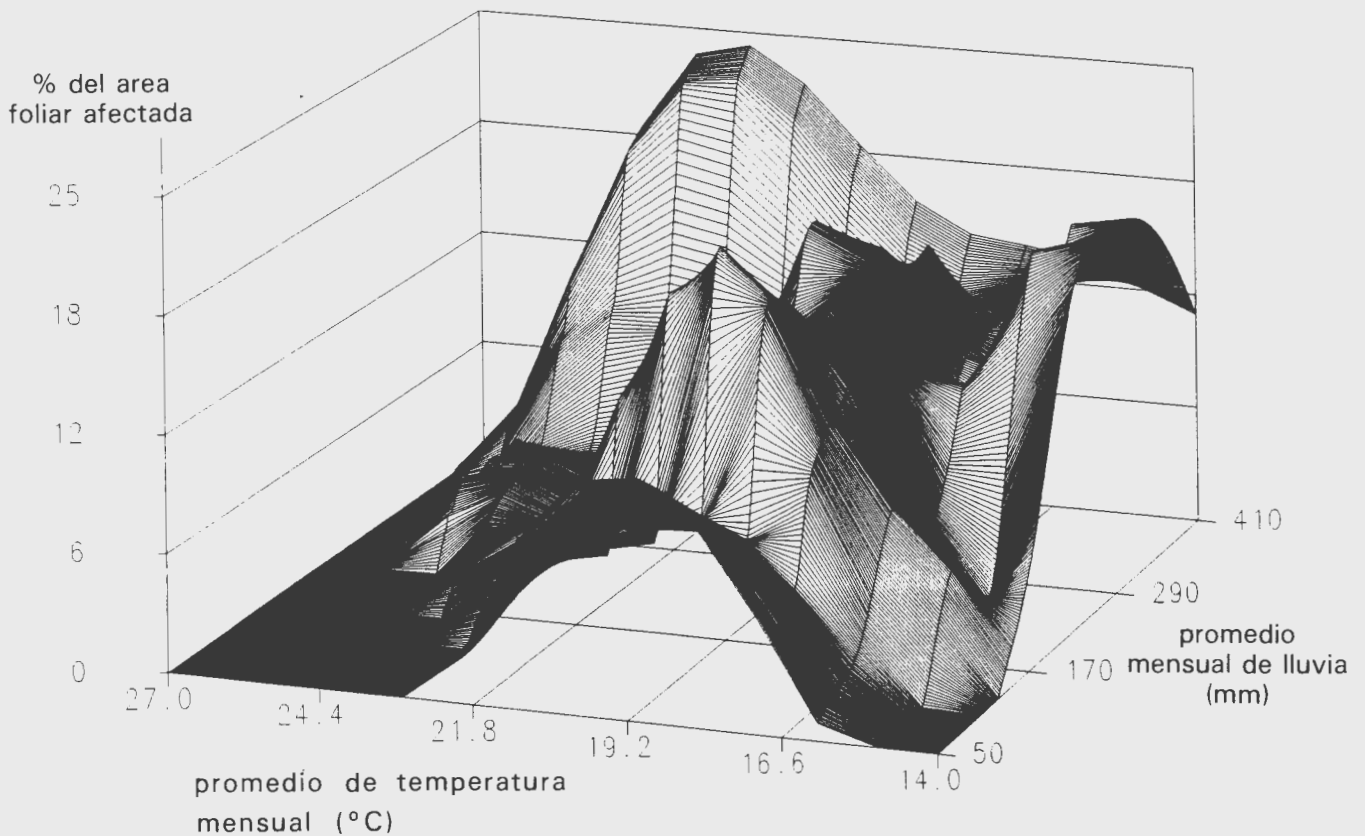
Todas las lecturas del muestreo se tomaron, cuando las plantas se encontraron en el estado 3 y 4 de la escala.

### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL COMPLEJO EN MEXICO.

Los lugares muestreados fueron los siguientes:

- 1\*. Poza Rica, estación experimental de CIMMYT, 60 m snm.
- 2\*. Zapotalillo, 10 km al noreste de la carretera Poza Rica Tuxpan carta 14 Q-IV cuadro 30-110, 70 m snm.
- 3. Hidalgo, frontera entre los estados de Hidalgo y Veracruz, carretera Poza Rica-México, carta 14 Q-IV cuadro 21-039, 2030 m snm.
- 4. Acaxochitlán, entronque de la carretera Poza Rica-México, es el punto más alto de la subida antes del llano, carta 14 Q-IV, cuadro 13-040, 2200 m snm.
- 5\*. Tulancingo, carretera Poza Rica-México 7 km antes de Tulancingo, carta 14 Q-IV cuadro 13-010, 2050 m snm.
- 6. Valle de Chalco, carretera México-Amecameca, carta 14 Q-VI, Lat. N 19-80 Long. W 98-45, 2140 m snm.
- 7. Catemaco, Veracruz, 75 km al suroeste de Veracruz, 25 km de la costa, carta 14 Q-VI, Lat. N 18-25 Long. W 95-08, 250 m snm.
- 8. Acayucan, Veracruz, 10 km al norte de Acayucan, carta 15 Qk-VII cuadro 30-001, 140 m snm.
- 9. San Cristóbal, Chiapas, carretera Tuxtla Gutiérrez 6 km antes de San Cristóbal, carta 15 Q-VI cuadro 07-018. 1500-1600 m snm.
- 10\*. Huistán, Chiapas, carretera San Cristóbal-Palenque, 10 km antes de Huistán-Palenque, 10 km antes de Huistán, carta 15 Q-VI, 1620 m snm.
- 11. Oxchuc, Chiapas, carretera San Cristóbal-Palenque, 1 km de Oxchuc, carta 15 Q-VI, 1580 m snm.
- 12\*. Oxchuc, Chiapas, carretera San Cristóbal-Palenque, 20 km después de Oxchuc, carta 15 Q-VI cuadro 07-003, 1190 snm.
- 13. San Cristóbal, Chiapas, carretera San Cristóbal 90 km antes de Palenque Ocosingo carta 15 Q-VI cuadro 07-058, 820 m snm.
- 14. San Cristóbal, Chiapas, carretera San Cristóbal 60 km antes de Palenque, carta 15 Q-VI cuadro 07-002, 270 m snm.
- 15. Narciso Mendoza, Chiapas, carretera a Tuxtla Gutiérrez-Benito Juárez, 400 m snm.
- 16. Parral, 48 km después de Tuxtla Gutiérrez-Benito Juárez, 550 ms nm.
- 17. Jesús M. Garza, Chiapas, muestreo en el ensayo sembrado para evaluar las pérdidas ocasionadas por el complejo, 680 m snm.
- 18. Córdoba, Veracruz, carretera Puebla en la bajada 54 km antes de Córdoba, carta 14 Q-VI, cuadro 30-005, 1650 m snm.
- 19\*. Córdoba, Veracruz, carretera Puebla, en la bajada de 48 km antes de Córdoba, carta 14 Q-VI, 1500 m snm.
- 20. Córdoba, Puebla, carretera Puebla, en la bajada 42 km antes de Córdoba, carta 14 Q-VI cuadro 30-097, 1420 m snm.
- 21. Coscomotepec, Veracruz, en la carretera Fortín-Huatusco-Jalapa, carta 14 Q-VI, Lat. N 19-04 Long. W 97-02, 1230 m snm.
- 22\*. Huatusco, Veracruz carretera Fortín-Jalapa, 48 km después de Huatusco, carta 14 Q-VI cuadro 30-125, 940 m snm.
- 23. Naolinco, Veracruz, carretera Jalapa-Misantla, carta 14 Q-VI, Lat. N 19-39 Long. W 96-52, estación, 1605 snm.
- 24. Chiconguiaco, Veracruz, carretera Jalapa-Misantla, Lat. N 19-46, Long. W 96-52, estación, 2070 m snm.
- 25. Huautla, Oaxaca, 25 km de la carretera Tehuacán-Oaxaca, carta 14 Q-VI cuadro 20-035, 2150 m snm.
- 26. Opopeo, Michoacán, carta 14 Q -V Pátzcuaro cuadro 16-070, 2160 m snm.

Severidad del complejo en función  
de la temperatura y de la lluvia  
durante Julio - Octubre de 1985-88



27. Meseta Tarasca, Michoacán, carta Zacapu 14 Q-V, cuadro 16-111, 1700-2399 n snm.

28. Tepatitlán, Jalisco, La Mota a 5 km de Tepatitlán, Lat. N. 20-41 Long. W 102-50, estación La Red, 1757 m snm.

29. San José de Gracia, Jalisco, en el valle de San José de Gracia, Lat. N 20-43 Long. W 102-26, estación El Tule, 2033 m snm.

30. Uruapan, Michoacán, carretera Pátzcuaro 24 km antes de Uruapan, Lat. N 19-25 Long. W 102-04, estación 1611 snm.

#### RESULTADOS.

En la figura 1 se ilustra el efecto de la temperatura y de la precipitación durante la fase susceptible sobre el porcentaje del área foliar afectada por el complejo. Esta figura se generó con la información metereológica y las lecturas del muestreo en un total de 23 sitios que conjuntan las

características de climas propicios para un buen desarrollo del complejo. Las lecturas y particularidades de los sitios que no se usaron en la obtención de la gráfica en la figura 1, fueron considerados al usar sitios semejantes. Estos están señalados en la lista con un asterisco.

Los casos particulares de Poza Rica y Zapotalillo serán explicados en los resultados a continuación.

#### FACTORES CRUCIALES PARA EL DESARROLLO DEL COMPLEJO.

El desarrollo del complejo depende principalmente de la temperatura, cuyo rango propicio parece ser de 16.5 a 22°C en promedio mensual. También se ha determinado que 150 mm mensuales de precipitación, o su equivalente de 150 mm en otra forma de humedad, es la condición *sine qua non* para el desarrollo del complejo (Anónimo 1976 b). A pesar de que en un sitio se registró una alta severidad del complejo junto con una precipitación superior a los 400 mm, se considera que la relación entre la cantidad de lluvias y la

severidad no es tan estrecha como la de la temperatura (fig. 1).

A continuación se enumeran los sitios que tuvieron la severidad más alta entre los que se muestrearon.

Cuadro 1.

SITIOS MUESTREADOS	CALIFICACION CLIMATICA SEGUN Köppen y García
1. Poza Rica	A w1 " (e)
2. Zapotalillo	A w2 " (e)
3. Hidalgo	C (fm) b (e) g
4. Acaxochitlán	C (w1) (w) b (i) g
9. San Cristóbal	C (w2 ") (w) big
18. Córdoba	C (w2 ") (w) b (i)
23. Naolinco	C (fm) b (i)
24. Chiconguiaco	C (fm) b (i)
25. Huautla	C (m) (w) b (i) g
26. Opopeo	C (w2) (w) b (e) g
27. Meseta Tarasca	C (w1) (w) b (i)
29. José de Gracia	C (w2) (w)

Este tipo de clima templado donde el complejo se manifiesta más intensamente, se considera propio de la zona de transición entre valles bajos y altos (Jáuregui 1968). Aunque Poza Rica y Zapotalillo (Anónimo c ?) no forman parte de dicha zona, se pudieron observar intensos ataques por el complejo en estos lugares. Lo característico de este clima son las temperaturas de 12-18°C (García 1968) anuales o 16 a 18°C mensuales (Jáuregui 1968) durante la fase susceptible del cultivo. Aun la temperatura media máxima del mes más caliente (b) de 22°C se encuentra dentro de los límites de las temperaturas ilustradas en la figura 1. Otra característica de este clima es la oscilación de las temperaturas medias mensuales desde 5 a 7°C, hasta 7 a 14°C, lo que aparentemente estimula el desarrollo del complejo. Tomando la temperatura media de la zona de transición de 17°C y la oscilación media de 6°C, se calcula que los límites óptimos de temperatura son entre 11 a 23°C en promedio mensual. A una temperatura inferior a los 15°C y mayor a los 23°C se considera que la lentitud del crecimiento impide, que la máxima severidad llegue a tal nivel que reduzca el rendimiento de una manera significativa. El clima de esta zona es de húmedo a sub-húmedo, con lluvias en verano y un cociente de P/T > 55.0, y lluvias invernales menores al 18% de la precipitación anual. La humedad relativa en las regiones más afectadas durante el período crítico es mayor al 50% en Jalisco y Michoacán, mientras que en Hidalgo, Veracruz y Chiapas se registran valores superiores al 70% en promedio mensual. La estabilidad del clima en estas zonas de transición se manifiesta por su alta probabilidad de lluvias, comparativamente una de las más altas a nivel nacional. La frecuencia de neblina en los sitios mencionados del cuadro 1

es de más de 10 días en promedio mensual. Cabe destacar que en los sitios de Hidalgo, Córdoba, Naolinco y Chiconguiaco se registran hasta más de 20 días nublados mensuales y 1400 a 1800 mm de evaporación por año. La insolación mensual de esta zona de transición es una de las más bajas a nivel nacional. En general, la altitud de los sitios más afectados es entre 1300 a 2300 m sobre el nivel del mar. Consecuentemente, las regiones de Chiconguiaco, Naolinco e Hidalgo, debido a sus condiciones climáticas, se consideran como los ambientes que mejor representan todos los factores importantes para un buen desarrollo del complejo.

#### FACTORES DE MENOR IMPORTANCIA PARA EL DESARROLLO DEL COMPLEJO.

Por análisis microscópico se comprobó que *C. phyllachorae*, el tercer agente del complejo, estuvo siempre presente en los sitios enumerados en el cuadro 1, aunque su asociación con el complejo no fue tan estrecha (Dittrich 1988), como la de *P. maydis* con *M. maydis*. *Helminthosporium turcicum* se ha observado también en todos aquellos sitios como enfermedad acompañante. Hemos encontrado varios tipos de suelos como el fluvisol eútrico en el área de Poza Rica, el cambisol eútrico/luvisol férrico en el valle de San José de Gracia, Jalisco, y el andosol mólico/húmico en la región muestreada de Michoacán y Veracruz. Aparentemente los distintos tipos de suelos no se pueden relacionar con la severidad de la presencia del complejo (Anónimo 1981 a). El hecho de que el complejo también se encuentre en zonas tropicales como Poza Rica, Zapotalillo y Chiapas se debe a la ocurrencia de temperaturas relativamente bajas en el ciclo de invierno por un cierto lapso de tiempo. Así mismo, también se considera que en la estación experimental del CIMMYT, Poza Rica, el desarrollo del complejo se favorece por la irrigación constante y la alta humedad residual, la aplicación de 150 a 200 kg de N/ha, dos ciclos de maíz/año, a una densidad de siembra de 40 a 65 mil plantas/ha, lo que ocasiona una fuente permanente de inóculo. En cambio, en los campos vecinos de la estación del CIMMYT, sin dichas condiciones, las lecturas de la enfermedad sólo alcanzaron del 1 al 3% de la escala, en comparación al 20% en la estación del CIMMYT. La revisión de todos los ensayos de maíz realizados por CIMMYT desde 1974 a 1988 en campos de agricultores en la zona de Poza Rica y Tuxpan indican que el daño causado por enfermedades fungosas era insignificante y que la severidad del complejo en la estación del CIMMYT es mucho más alta en comparación con la de campos de agricultores. Los sitios de Zapotalillo y Poza Rica (60 m snm), a pesar de estar fuera de la zona de transición, también poseen temporalmente las condiciones para el desarrollo del complejo, mencionadas anteriormente, como bajas temperaturas durante el ciclo de invierno y una alta humedad. La producción de la toxina parece estar relacionada también con estas condiciones ambientales, porque los lugares con baja severidad no demostraron este fenómeno.

## IMPORTANCIA ECONOMICA DEL COMPLEJO EN MEXICO.

Un estudio realizado por Galt (1977) en la zona tropical de Zapotalillo, Buena Vista determinó que la pérdida del rendimiento debido al ataque del complejo fue únicamente de 1.7%, o sea 50 kg/ha de maíz, suponiendo un rendimiento promedio de 3000 kg/ha. A nivel de los estados se considera que el 12% de la superficie maicera en Jalisco, 20% en Michoacán, 8% en Hidalgo, y 25% en Veracruz se encuentran en la zona de transición, la superficie de maíz que potencialmente podría ser afectada por el complejo "mancha de asfalto" en estos estados sería de 400,000 ha (Anuarios estadísticos DGEA/SARH 1970-1984). Tomando en cuenta otros sitios con un clima propicio, la superficie maicera total que podría ser afectada por el complejo sería cercana a las 500,000 ha a nivel nacional. Es importante mencionar, que tanto la superficie cultivada por año como el rendimiento promedio entre 1.4 a 2.7 ton/ha varían notablemente (Anónimo 1988 d). Suponiendo un rendimiento promedio de 1.8 ton/ha y un daño de 20%, las pérdidas causadas por el complejo pueden ser cercanas a 1 millón de toneladas de maíz anuales a nivel nacional. Pérdidas hasta del 30% han sido reportadas (Hock 1987 b). Las estaciones son aún más altas, estos cálculos son conservadores.

## DISCUSION.

Este estudio describe los factores requeridos para el desarrollo del complejo "mancha de asfalto" en México. Cabe subrayar que este estudio da un entendimiento básico sobre los factores claves para el desarrollo del complejo. Es necesario realizar ensayos bajo condiciones controladas para poder cuantificar los efectos de cada factor y sus interacciones. Quizá exista una divergencia anual entre la lectura tomada y la severidad que se presenta normalmente, como la sequía en San José Gracia en 1987 con lecturas menores a 1%. Otra fuente de variación en los datos puede aparecer al relacionar los datos meteorológicos promedios con las observaciones, cuyo valores a veces varían considerablemente. Las siembras tempranas o tardías representan también una fuente de variación, conforme a las condiciones climáticas en este período, lo que resulta en una menor o mayor severidad del complejo (Hock 1987 a). El huesped (maíz) es también una fuente de variación, debido a los diversos genotipos de germoplasma que se siembran en México. Sin embargo, se atribuye poca importancia a este factor, ya por que todo el germoplasma examinado mostró ataques relativamente uniformes sobre todo en los sitios con mayor severidad. Estudios realizados en el laboratorio revelaron que la germinación de las esporas y la formación de apresorios de *P. maydis* es máxima a 20°C (Dittrich 1988). Los resultados de Parbery (1963) indican que la temperatura de 14°C permite la germinación del 50 a 70% mientras que a los 22°C la germinación baja al 10 a 30% para varias

especies de *Phyllachora*. El régimen de temperatura para *P. maydis* y *M. maydis*, basándose en el clima particular de Poza Rica, es de 24 a 27°C (Müller y Samuels 1984). Dittrich (1988), en cambio, determinó que el porcentaje de germinación in vitro es entre 33 y 20% a 15 y 25°C. Respecto a la formación de los apresorios, el mayor porcentaje (45%) se presentó a los 20°C. con un régimen sin luz la germinación de *Microdochium* ha sido siempre más acelerada y fue entre 15 y 30% más alta en la fase inicial. Después de 72 horas con un régimen alternante de 12/12 horas de luz/obscuridad se alcanzó casi la misma germinación total de 78% (Dittrich 1988). Estos datos sugieren que una reducida intensidad de luz a causa de la neblina favorece el crecimiento del complejo depende principalmente de la temperatura y la humedad, mientras que los demás factores explican una menor parte de la variación de los datos. Por la estrecha asociación entre *P. maydis*, *M. maydis* y *C. phyllachorae*, se supone, que el complejo existe también bajo las condiciones meteorológicas enumeradas, en aquellos países donde se ha registrado únicamente *P. maydis*. Tanto por las cinco fotos en las publicaciones de Castaño (1969, 1970), Malaguti y Subero (1972), Lii-Jang Liu (1972), Shurtleff (1973, 1980) y la descripción de Schieber (1968), como por comunicaciones personales (Villena 1986), hay una fuerte evidencia de que el complejo existía ya desde hace 20 años en Mesoamérica. Con base en las comunicaciones de Colombia (Granados 1986), de Costa Rica (Vargas 1986) y las de Villena (1986), se compruebe parcialmente que el complejo existe en dichos países, sin embargo, no se ha cuantificado su distribución e importancia. En cuanto las posibilidades del control químico, se ha encontrado un fungicida eficaz, pero por cuestiones económicas se recomienda el mejoramiento de materiales que han demostrado un buen nivel de resistencia (Renfro 1987).

## LITERATURA CITADA.

1. Abbot, E.V. 1931. Further notes on plant diseases in Peru, *Phytopath.* 21: 1067.
2. Anónimo, 1981, a. Atlas Nacional del Medio Físico. Secretaría de Programación y Presupuesto.
3. Anónimo, 1976, b. Atlas del Agua, Secretaría de Recursos Hidráulicos. Boletín Mensual del Servicio Meteorológico Nacional. Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.
4. Anónimo, ?, c. Carta de Climas. Secretaría de la Presidencia, carta 14 Q-IY, 14 Q-VI, 14 Q-V, 15 Q-VI, 15 Q-VII.
5. Anónimo, 1988, d. Comercio Exterior, Vol. 38 Núm. 1, 17, México.

6. Castaño, J.J. 1969. Mancha de asfalto (tar spot) de la hoja del maíz. *Agric. Tropical Colombia* 25: 332.
7. Castaño, J.J. 1970. Enfermedades del maíz, Instituto Colombiano Agropecuario, Regional No. 4 Boletín de Divulgación 32.
8. DGEA/SARH, Anuarios estadísticos 1970-84.
9. Dittrich, U., 1988. Tesis, Universidad Justus von Liebig, Giessen, Alemania Federal, pp. 88.
10. Galt, D.L. 1977. PhD, Economic weights for breeding selection indices, Emperical Determination of the importance of various pests affecting tropical maize, Cornell University, USA, pp. 8, 95, 267-295.
11. Granados, G.R. 1986. Comunicación personal, CIAT, Colombia.
12. García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana, Offset Larios, México, D.F.
13. García, E. 1968. Los Climas del Valle de México, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México, pp. 11-20.
14. Hock, J. 1986. No publicado, México.
15. Hock, J., 1987, a. XIV Congreso Nacional de Fitopatología, Memorias, Morelia, p. 21.
16. Hock, J., 1987, b. CIMMYT Annual Report, Meexico, p. 18.
17. Hock, J., 1988. El "complejo mancha de asfalto" del maíz en México, Enfermedades de cultivos básicos (maíz, frijol y papa) 5-10 de Septiembre, Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados, México.
18. Jáuregui, O.E. 1986. Mesoclima de la Región Puebla-Tlaxcala, fig. 3-38 Universidad Nacional Autónoma de México.
19. Lii-Jang, Liu. 1972. Incidence of Tar Spot Disease of corn in Puerto Rico, *Journal of Agric. University of Puerto Rico*, pp. 211-216.
20. Malguti, G. y L.J. Subero. 1972. La mancha de asfalto del maíz, *Agronomía Tropical* 22: 443-445.
21. Maublanc, A. 1904. Espèces nouvelles de champignons inferieurs. *Bull. soc. Myc. Fr.* 20: 72.
22. Müller, E. y J. Gary Samuels. 1984. *Monographella maydis* sp. nov. and its Connection to the Tar-spot Disease of *Zea mays* Nova Hedwigia. J. Cramer, Band 40 Braunschweig.
23. Ortega, A. 1986. Comunicación personal, CIMMYT México.
24. Orton, C.R. 1944. Graminicolous species of *Phyllachora* in North America, *Mycologia* 36: 18-53, 1944.
25. Parbery, D.G. 1963. Studies on graminicolous species of *Phyllachora*. FckL. *Aust. J. Bot.* 11: 117-41.
26. Parbery, D. G. 1973. Subramanian, cv (Edl) Taxonomy of Fungi, Int. Symposium of Taxonomy of Fungi, University of Madras, Part I, pp. 263-277.
27. Renfro, B.L. 1987. Comunicación personal, CIMMYT México.
28. Schieber, E. 1968. Estudio preliminar de *Phyllachora maydis* afectando maíz en Centro América. *Phytopathology* 58 (5): 554 (Abstr.).
29. Schlösser, E. 1987. Comunicación personal, Universidad Justus von Liebig, Giessen, Alemania Federal.
30. Shurtleff, M.C. 1973. A compendium of Corn Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul MN. pp. 64 color plates, No. C-17.
31. Shurtleff, M.C. ed. 1980. Compendium of Corn Diseases. american Phytopathological Society, St. Paul MN. pp. 105 color plates, No. 23.
32. Solís, R.A. 1987. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Comunicación personal, Nicaragua.
33. Standen, J.H. 1952. Host index of plant pathogens of Venezuela. PL. Dis. Repr. Suppl. 212.
34. Vargas, E. 1986. Comunicación personal, Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit, Costa Rica.
35. Villena, W.L. 1986. Comunicación personal, CIMMYT México.

**Agradecimientos.** El autor agradece a Javier Ireta Moreno, Campo Agrícola Experimental de los Altos de Jalisco, Apdo. Postal 56, Tepatitlán, Jalisco y Eduardo R. Garrido R., CECECH, Apdo. Postal # 1, Ocozocoautla, Chiapas, su apoyo en la realización del muestreo en sus respectivos lugares. También agradece a J. Bolaños, J. Crossa, A. Ortega A. McNab del CIMMYT y a mi esposa Antonia Casillas de haber hecho la revisión crítica de este manuscrito.