

"MAÍZ MUERTO" EN HONDURAS PROVOCADO POR EL COMPLEJO Diplodia Y Fusarium

Luis E. del Río*

ABSTRACT

"Maíz muerto" or dry ear rot of maize, a little known disease in Honduras caused up to 45% losses in some corn growing areas in recent years. Stenocarpella maydis Sutton (= Diplodia maydis Berk.), S. macrospora Sutton (= D. macrospora Earle) and Fusarium moniliforme Sheld. were the most frequently isolated fungi. Both species can infect any part of the plant, but the most important damage occurs when they attack the ears. Wet and warm environmental conditions are required for development and propagation of Stenocarpella spp. Fusarium spp. on the contrary, prefers dry and warm conditions. Inheritance of resistance for these pathogens is partially dominant, and the additive action plays an important role. Inoculation techniques which allow for detection of slight differences in resistance is recommended. Stenocarpella should be inoculated spraying 5×10^4 spores on the silks ten to twenty days after silking, and Fusarium using the toothpick technique ten to fourteen days after silking. Recurrent reciprocal selection is the breeding technique recommended to improve disease resistance. Potash fertilization, burning of crop residues and residues, and cutting off the leaves of the plants at several stages of development did not reduce incidence nor severity of "maíz muerto", whereas doubling of plants at physiological maturity did not affect their incidence. It is necessary to continue the evaluation of land races and the effect of some nutrients as well as other cultural practices that would reduce primary inoculum.

INTRODUCCION

La pudrición seca de mazorcas de maíz en el campo, enfermedad conocida en Honduras como "maíz muerto", maíz podrido, cocido, helado o ciego, fue poco importante y casi desconocida hasta 1980, como lo revela la ausencia de informes sobre esta enfermedad antes de dicho año (Carvajal y Valverde 1985). En 1986 la incidencia y severidad de la enfermedad se incrementaron, al grado que la

RESUMEN

El "maíz muerto" o pudrición seca de las mazorcas en el campo, enfermedad poco conocida en Honduras, ha ocasionado pérdidas de hasta 45% en algunas fincas de los departamentos maiceros del país en años recientes. Los hongos más frecuentemente aislados de mazorcas dañadas son Stenocarpella maydis Sutton (= Diplodia maydis Berk.), S. macrospora Sutton (= D. macrospora Earle) y Fusarium moniliforme Sheld. Ambas especies pueden atacar cualquier parte de la planta, pero el daño más importante lo causan a las mazorcas. Mientras que condiciones ambientales de alta humedad y temperatura son necesarias para el desarrollo y propagación de Stenocarpella spp., condiciones cálidas y secas favorecen el desarrollo y dispersión de Fusarium spp. La herencia de la resistencia a estos patógenos es parcialmente dominante y la acción aditiva importante, por ello se recomienda el uso de técnicas de inoculación que permitan detectar pequeñas diferencias en resistencia. Para Stenocarpella se recomienda inocular asperjando las esporas en los estigmas de la mazorca 10 y 20 días después de la emergencia de éstos con una suspensión de 5×10^4 esporas/ml; para Fusarium se recomienda el uso de palillos insertados en la mitad de mazorcas 10 a 14 días después de iniciada la floración femenina. Se recomienda el uso de la selección recurrente recíproca para la selección de germoplasma resistente. Experimentos con fertilización potásica, quema de rastrojos, y deshoja a diferentes edades del maíz no han reducido ni la incidencia ni la severidad de la enfermedad, mientras que la doble de las plantas no tiene un efecto en la incidencia del maíz muerto. Es necesario continuar evaluando variedades criollas y el efecto de algunos elementos nutritivos en la incidencia y severidad del maíz muerto así como prácticas culturales que reduzcan la cantidad de inóculo inicial.

Secretaría de Recursos Naturales (SRN) dispuso, a partir de 1987, la organización de reuniones anuales donde los investigadores agrícolas pudieran compartir e intercambiar información sobre los resultados de sus experimentos en manejo de esta enfermedad. Allí se hizo patente que la falta de fuentes de información dificultaría la obtención de resultados a corto plazo.

*Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal 93. Tegucigalpa, Honduras.

Este trabajo presenta información general sobre *Diplodia* spp. y *Fusarium* spp., principales agentes causantes del "maíz muerto" y se dirige a los investigadores y extensionistas agrícolas del área centroamericana. El artículo consta de dos partes, en la primera se hace una exhaustiva revisión de literatura sobre algunos aspectos biológicos y epidemiológicos de ambos patógenos, así como de la resistencia genética y la relación entre nutrición y resistencia al maíz muerto; en la segunda se resumen los resultados de algunos experimentos sobre manejo de la enfermedad llevados a cabo en Honduras, por técnicos del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana (DPV-EAP), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y SRN. Bentley (1990) complementa este trabajo y compara el conocimiento e investigación informal de los productores con el estado actual de la información científica presentada aquí.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL MAÍZ MUERTO

Los primeros ataques registrados ocurrieron en el departamento de Atlántida en 1980 y las pérdidas oscilaron entre 30% y 62%. En 1982 un sondeo a nivel de fincas en el departamento de El Paraíso reveló que algunas variedades populares eran susceptibles al maíz muerto (Ferrera 1983). En la Primera Reunión Nacional sobre Maíz Muerto se reportó que las pérdidas, basadas en muestreos realizados por la SRN en cuatro departamentos del país, oscilaron entre 5% y 25%. En algunas de las fincas muestreadas las pérdidas llegaron al 100%. En 1987 los departamentos más afectados fueron Copán y El Paraíso con pérdidas superiores a 30% (Fernández 1990) (Cuadro 1).

Un muestreo realizado en 1986 en el departamento de El Paraíso indicó que algunas variedades e híbridos de maíz blanco más populares son susceptibles a la enfermedad (Cuadro 2).

CUADRO 1. Pérdidas causadas por maíz muerto en cuatro departamentos de Honduras entre 1982 y 1987.

DEPARTAMENTO	1982	1984	1986	1987
Copán	--	--	22	32
Comayagua	--	--	19	28
El Paraíso	16	2 - 47	15	45
Olancho	--	--	23	6

Fuente: Primera Reunión Nacional sobre Maíz Muerto. El Paraíso, Honduras. 1987 (Inédito).

CUADRO 2. Incidencia de maíz muerto en híbridos y variedades comerciales de maíz en fincas del departamento de El Paraíso (1986).

VARIEDAD O HIBRIDO	INCIDENCIA (%)
Guayape Blanco B-104	18
Guayape Blanco B-102	21
Honduras Planta Baja	20
Sintético Tuxpeño	25
Honduras H-27	24
ICTA H-5	24
Promedio	22

Fuente: Primera Reunión Nacional sobre Maíz Muerto. El Paraíso, Honduras. 1987 (Inédito).

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y EPIDEMIOLÓGICOS DE LOS AGENTES CAUSALES

Los microorganismos más comunes causantes del maíz muerto en el campo son *Diplodia maydis* Berk. y *Fusarium moniliforme* Sheld. (Cassini y Cotti 1979).

En Honduras se aislaron dos especies del género *Diplodia*; *D. maydis* Berk., nombre actual *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton (Sutton 1980), en muestras de mazorcas provenientes de El Paraíso (Jairo Castaño, comunicación personal 1987), Olancho (del Río y Calderón 1990) y la mayoría de los departamentos de occidente (Fernández 1990) y *S. macrospora* (Earle) Sutton (= *D. macrospora* Earle) tanto de mazorcas (del Río y Calderón 1990) como de hojas de maíz provenientes de Olancho (Escuela Agrícola Panamericana, Centro de Diagnóstico 1988).

Las conidias de ambas especies son de color café, alargadas y bicelulares, *S. maydis* mide aproximadamente 6 μ x 30 μ y *S. macrospora* 8 μ x 60 μ (Sutton 1980). Ocasionalmente, en *S. maydis*, se producen conidias hialinas en forma de filamentos de 2 μ x 35 μ . Las conidias de ambas especies son producidas en picnidos de 220 μ de diámetro formadas en el tejido senescente.

Las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo del patógeno son temperaturas de 28-30°C y humedad relativa superior a 90%. El ataque a plántulas provenientes de semillas contaminadas es favorecido por temperaturas entre 21 y 31°C (Clayton 1927).

Stenocarpella spp. penetra en el tallo a través de la corona, el mesocotilo o las raíces. Las plantas atacadas mueren a las pocas semanas de iniciada la formación de granos, dando origen a mazorcas livianas y

sin valor comercial (Shurtleff 1977). Al atacar las mazorcas, la infección por lo general empieza en la base y avanza hacia la punta (Shurtleff 1977). Tanto en el tallo como en la mazorca, *S. maydis* produce menos micelio que *S. macrospora* si la humedad relativa es menor a 50% (Latterell y Rossi 1983). A diferencia de *S. macrospora*, que puede atacar el tallo y la mazorca en cualquier etapa fenológica, el ataque de *S. maydis* se demora por resistencia de las plantas, hasta varias semanas después de aparecer los pistilos, estado R₁ de la clasificación de Ritchie y Hanway (1984), o hasta alcanzar el estado de pasta suave, R₄, aproximadamente cuatro semanas después de R₁ (Latterell y Rossi 1983). Cuando *S. maydis* ataca después de R₂, las mazorcas no presentan síntomas externos, pero se observa un micelio blanco entre los granos. Los síntomas del ataque de *S. macrospora* a la mazorca no se diferencian de los causados por *S. maydis* (Marasas y van der Westhuizen 1979).

Las lesiones causadas por *Stenocarpella* spp. en las hojas, inicialmente son de color verde grisáceo, de forma elíptica y de 3-5 mm de largo con aspecto aceitoso. A medida que desarrollan se alargan hasta alcanzar 15-25 cm de largo y 0.5-1.5 cm de ancho y en el centro presentan muchos puntos negros, que son los picnidios. Estas lesiones se observan con frecuencia después de iniciada la floración y, a diferencia de las producidas por *Helminthosporium maydis* Nisikado, están rodeadas por un halo amarillo intenso.

El inóculo sobrevive como micelio sobre la semilla (Shurtleff 1977) y en los rastrojos del maíz, donde se han observado picnidios esporulando activamente después de dos años (Burrill y Barret 1909). Aunque la pudrición del tallo y de la mazorca no están relacionados (Thompson et al. 1971), la presencia de tallos y/o mazorcas infectados puede ser una fuente de inóculo en el siguiente ciclo de siembra, especialmente en siembras con labranza mínima o cero labranza (Mora y Moreno 1984, Anderson y White 1987). Byrnes y Carrol (1986) encontraron una asociación positiva entre suelos con altos contenidos de arcilla y una mayor incidencia de *S. maydis* en los tallos. No se conocen otros hospedantes para *S. maydis* (Cassini y Cotti 1979) por lo cual se considera que el rastrojo es la reserva clave de inóculo.

Tanto *S. macrospora* como *S. maydis* producen toxinas que pueden perjudicar la salud de las personas y animales que se alimentan con granos dañados (De León y Pérez 1970, Rabie et al. 1977, Chalmers et al. 1978 y Cutler et al. 1980 citados por Latterell y Rossi 1983).

En el maíz *Fusarium* spp. se conoce principalmente como un grupo de patógenos causantes de pudriciones del tallo, aunque puede matar plántulas y causar pudrición de mazorcas en el campo. Las principales especies involucradas son *F. moniliforme* Sheld. y *F. subglutinans* Wollenw. et Reink. (Futrell y Kilgore 1969, Calvert et al. 1985) y *F. graminearum* Schwabe y su estado perfecto *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. (Gilbertson et al. 1984, Hart et al. 1984). En Honduras se identificó a *F. moniliforme* en muestras de Olancho (del Río y Calderón 1990), Comayagua (López et al. 1987) y Copán (López et al. 1988) y *G. zeae* en Copán, Cortés, Intibucá, Lempira, Ocotepeque y Yoro (Fernández 1990).

F. moniliforme produce pocas macroconidias, hialinas y curvadas hacia los extremos. Tienen tres a siete células y miden 2.5-4.9 μ x 25-60 μ . Las microconidias son ovoides, hialinas y miden 1.5-2.5 μ x 5-12 μ , se producen en cadenas o en falsas cabezas. *F. subglutinans* produce macroconidias con tres células, ligeramente menos curvadas que las de *F. moniliforme*. Sus microconidias nunca se producen en cadenas, aunque pueden estar en falsas cabezas o solas (Booth 1972).

La dispersión y el desarrollo del patógeno en la mazorca son favorecidos por tiempo seco y cálido y sobrevienen generalmente después del ataque por insectos, usualmente larvas. Sin embargo el salpique del agua de lluvia transporta de manera efectiva las esporas de una planta a otra. Lluvias de 137 mm pueden incluso depositarlas en las vainas de las hojas donde encontrarán un medio apropiado para su germinación (Ooka y Kommedahl 1977).

F. moniliforme sobrevive libremente en el suelo, en residuos orgánicos, en o sobre las semillas y en adultos de *Diabrotica* spp. (Col: Crisomelidae); sin embargo, es raro poder aislarlo directamente del suelo o de raíces vivas (Warren y Kommedahl 1973). *F. graminearum* no parece existir libremente en el suelo, pero sobrevive en materia orgánica dentro o sobre el suelo o en las semillas (Gilbertson 1983). Aunque las semillas pueden portar al hongo, su presencia no asegura que la planta producida será infectada o que producirá mazorcas dañadas (Kucharek y Kommedahl 1966, El Meleigi et al. 1983). Gilbertson et al. (1984), muestrearon semillas de mazorcas obtenidas de campos con elevada incidencia de pudrición de tallos causadas por *F. moniliforme* y observaron que la mayoría estaba contaminada externamente, muy pocas presentaban contaminación interna (del embrión). Esto indica que, aunque el hongo puede crecer sistémicamente, no alcanza la

mazorca de esta manera. Asimismo indicaron que dos meses antes de las siembras del maíz el inóculo presente en los campos se redujo grandemente desde finales del ciclo anterior. Sin embargo, se puede multiplicar rápidamente durante el ciclo del cultivo como para causar problemas durante la formación de los granos (Ooka y Kommedahl 1977).

Nyvall y Kommedahl (1970) indicaron que la sobrevivencia de *F. moniliforme* en residuos de tallos menores de 10 cm de largo fue alrededor de 26% al cabo de ocho meses, y 64% en tallos que permanecieron enteros. A temperaturas superiores a 25°C el inóculo puede reducirse a menos de la mitad, especialmente en residuos pequeños, debido a que éstos secan más rápidamente, provocando la muerte del hongo por desecación. En el neotrópico, en la época seca las temperaturas sobrepasan con frecuencia los 25°C por lo cual la chapia de residuos en diciembre es una alternativa de control que vale la pena evaluar.

F. moniliforme penetra en la mazorca principalmente por la parte distal de los pistilos de maíz y rara vez por su base (Ooka y Kommedahl 1977). Crece sobre el pericarpio y luego penetra la semilla por el hilo. La hifa posteriormente crece dentro de la cavidad entre el pedicelo y la capa negra (Koehler 1942). Los granos de mazorcas atacadas no muestran coloración o aspecto de podrido y parecen sanos. Sin embargo, en condiciones favorables pueden causar pudriciones severas (Gilbertson et al. 1985). En Centroamérica se ha reportado a *F. moniliforme* atacando también las hojas (Schieber 1968).

Al igual que *Stenocarpella* (=Diplodia), *F. moniliforme*, *F. subglutinans* y *G. zeae* (anamorfo de *F. graminearum*) producen toxinas (Nelson et al. 1981), algunas de las cuales toleran la cocción, siendo detectadas en las tortillas, base fundamental de la dieta hondureña, especialmente de los campesinos (Carvajal et al. 1988). El comer maíz contaminado puede provocar desde una diarrea hasta cirrosis, cáncer o aún la muerte (Berg 1972).

RESISTENCIA GENÉTICA Y FITOMEJORAMIENTO

Varios genes condicionan la resistencia a *Stenocarpella* y *Fusarium*, es parcialmente dominante y la acción aditiva es importante (Wiser 1957, Wiser et al. 1960, Boling y Grogan 1965, Odiemah y Manninger 1982, Das et al. 1984), es decir que cada uno de los genes involucrados aportan una pequeña porción de resistencia al patógeno. Los programas de mejoramiento deben procurar la acumulación

de estos genes en los cultivares comerciales; por lo tanto, se recomienda la utilización de técnicas de inoculación que permitan detectar aún pequeñas diferencias en resistencia.

El medio ambiente influye de manera importante en la reacción del maíz al ataque de *Fusarium* spp. (Gendloff et al. 1986), pues las plantas en estrés se tornan más susceptibles, mientras que en el caso de *Stenocarpella*, el patógeno es suficientemente virulento como para atacar a una planta, aunque no se encuentre en estrés (Koehler 1959). La resistencia genética a la pudrición por *F. moniliforme* se expresa en el pericarpio, el cual es aportado en su totalidad por la madre (Scott y King 1984); esto significa que la selección de germoplasma resistente puede hacerse directamente sin tener que sembrar la F₁. Los estudios que originaron esta información se obtuvieron mediante el cruce de dialelos y realizando cruces entre líneas que presentaban los mayores índices de habilidad combinatoria específica y general (Das et al. 1984).

La técnica de fitomejoramiento que aprovecha mejor la habilidad combinatoria general y específica de las líneas, es la selección recurrente recíproca, por lo cual se recomienda su uso en la selección de germoplasma con resistencia a ambos patógenos (Comstock et al. 1949). La precocidad de algunas líneas aparentemente no está ligada con la resistencia al ataque de *Fusarium* spp. (Hart et al. 1984), mientras que se observó lo contrario en el caso de *Stenocarpella* spp. (Shurtleff 1977). En Centroamérica se asoció por mucho tiempo la resistencia a *Stenocarpella* spp. con buena cobertura de la mazorca, sin embargo resultados obtenidos a partir de muestreos indican que no hay una relación significativa entre estos factores (López et al. 1988), coincidiendo con las observaciones hechas por Boewe (1936).

La inoculación directa de una suspensión de esporas de *Stenocarpella* spp. en la punta de la mazorca 30 a 40 días después de iniciada la floración femenina, es hasta el momento la técnica que provoca reacciones diferenciales más claras entre híbridos resistentes y susceptibles (Koehler 1959), mientras que si asperjamos las esporas en la punta de la mazorca, debe hacerse 7 a 14 días después que la plantación esté en floración femenina (Ullstrup 1949). La aspersión de esporas en los estigmas puede ser tan efectiva como la deposición de una gota del inóculo en la punta de la mazorca, especialmente entre 10 y 20 días después de iniciada la floración; la temperatura ambiental no afecta considerablemente la efectividad de este método (Koehler

1959). La concentración más utilizada para asperjar esporas en los estigmas es 5×10^4 (Latterell y Rossi 1983, Cerritos 1989, Chambers 1988, Torres 1989, Pérez 1990). Métodos de inoculación muy drásticos, como la inserción de un palillo colonizado por el patógeno en la mazorca, pueden vencer la resistencia natural de la planta aún cuando la inoculación se realice entre las etapas R_1 y R_4 , ocasionando graves pérdidas en el rendimiento, en parte por que no hay control sobre la cantidad de inóculo depositado en cada mazorca (Chambers 1988, Calderón 1990).

El medio más utilizado para la esporulación de *Stenocarpella* spp. es el agar-avena, combinación de 15 g de agar con 20 g de avena molida por litro de agua. El hongo toma entre 2 y 3 semanas para esporular en este medio, a temperatura ambiente (aprox. 22°C) y con un fotoperíodo de 12 horas.

El método recomendado para inocular *F. moniliforme* en las mazorcas es el del palillo de dientes, en lugar de asperjar las esporas sobre los estigmas (Gulya et al. 1980), debido a que se puede medir en forma más precisa el tamaño de la lesión, la cual dependerá únicamente de la resistencia que ofrezca la semilla. La lesión producida por inóculo asperjado se puede afectar por el movimiento pasivo de las esporas, es decir conocemos la cantidad aproximada que asperjamos, pero no la que llega a la mazorca. Con la técnica del palillo se uniformiza la cantidad de inóculo aplicado a cada planta.

El método del palillo de dientes consiste en:

- Esterilizar los palillos, a 121°C por 30 minutos, de cuatro a seis veces cambiando el agua en cada esterilización, a fin de eliminar compuestos que podrían ser tóxicos a *Fusarium*.
- Colocar los palillos en posición vertical en un vaso de laboratorio y añadir caldo de papa hasta cubrir un tercio del tamaño de los mismos y esterilizar nuevamente.
- Inocular el *Fusarium* en los palillos y dejar a temperatura ambiente por dos a tres semanas.
- La inoculación de las mazorcas se hace 10 a 14 días después del inicio de floración femenina. Para ello se sacan los palillos una noche antes y se dejan secar al ambiente hasta la mañana, cuando se insertarán en la mitad de las mazorcas. Los palillos se dejan insertados hasta la cosecha.

INTERACCION DE NUTRIENTES CON LOS AGENTES CAUSALES

La contradicción en los resultados de la interacción de un nutriente en particular y una enfermedad ocurre debido a fallas en la consideración de los factores ambientales o forma del nutriente que influyen en la disponibilidad o función de dicho elemento. Por ejemplo, el ataque de *F. moniliforme* es favorecido por la disponibilidad de nitrógeno en su forma de amonio (NH_4), mientras que se desfavorece en la forma de nitrato (NO_3). La aplicación de potasio reduce la severidad del ataque de los patógenos mencionados en la Tabla 1, mientras que la aplicación de nitrógeno en forma de amonio incrementa la severidad del ataque de *F. moniliforme*, pero reduce la del *D. zeae* (= *S. maydis*) y *G. zeae*.

Las mayores respuestas a la presencia de nutrientes se observan con frecuencia en plantas moderadamente tolerantes o resistentes, mientras que la reacción en plantas altamente resistentes o susceptibles casi no es afectada por la nutrición. Se pueden observar diferencias en la severidad del ataque cuando los niveles de un nutriente específico son adecuados pero el balance o forma de los mismos son modificados (Huber 1980).

Nitrógeno. La mineralización biológica del nitrógeno orgánico o inorgánico ($\text{NH}_4 - \text{N}$) y su subsecuente nitrificación a $\text{NO}_3 - \text{N}$ es un proceso dinámico que resulta en la disponibilidad de varias formas de nitrógeno durante el período de crecimiento de la planta. Las plantas pueden absorberlo como catión (NH_4^+) y como anión (NO_3^-). La absorción del anión se aumenta por el potasio, mientras que el fósforo y el cloro la reducen y aumentan la absorción del catión. La forma, más que la cantidad de nitrógeno disponible a la planta o al patógeno, afecta la severidad de la enfermedad o la resistencia (Huber y Watson 1974). El nitrógeno es el elemento más importante que determina la cantidad de celulosa, la cual afecta la resistencia mecánica de las paredes celulares. La aplicación del nitrógeno en forma de nitrato de amonio puede reducir la incidencia de la pudrición del tallo de maíz (Cuadro 3).

La urea aplicada foliarmente afecta en forma directa a varios patógenos foliares y en algunos casos también tiene acción terapéutica (ej., contra *F. oxysporum* f. sp. *lini*). Además en algunos casos actúa como antídoto para las toxinas producidas por esos hongos (Fuchs y Grossmann 1972, citados por Palti 1981).

CUADRO 3. Efecto de la aplicación de nitrato de amonio en la incidencia de la pudrición del tallo de maíz en 1984 y 1985.

DOSIS Kg/ha de N	PUDRICION DEL TALLO (%)	
	1984	1985
0	38.8	46.5
56	15.7	29.7
112	7.5	10.5
224	2.3	3.5

Fuente: Hershman *et al.* (1986).

Fósforo. El fósforo sólo puede ser absorbido por la planta como fosfato (PO_4) y ésta absorción se reduce grandemente en suelos ácidos. Sus aplicaciones reducen las enfermedades fungosas en plantas y plántulas donde un desarrollo acelerado de raíces les permite escapar del daño, o la senescencia del tejido se presenta más rápidamente, ayudando a la planta a escapar de los parásitos obligados que prefieren tejidos jóvenes, como los causantes de añublos polvorientos (Palti 1981).

La aplicación de mucho fósforo puede reducir la severidad de la pudrición de mazorcas causada por *F. moniliforme*, pero no tiene un efecto significativo en la severidad del daño causado por *Stenocarpella* spp. (Koehler 1959).

Potasio. A diferencia de otros elementos esenciales, el potasio no se incorpora como un componente estructural de la planta y ocurre principalmente como sales orgánicas e inorgánicas solubles. Como regulador de la actividad enzimática está involucrado en todas las funciones celulares esenciales, incluyendo fotosíntesis, síntesis de proteínas, balance de agua y reproducción. Un nivel balanceado de potasio induce a la formación de paredes celulares más gruesas y producción de nuevos tejidos. Este nivel (en la planta) depende de la disponibilidad de magnesio y calcio.

El potasio debe estar presente en la solución del suelo para ser absorbido por las raíces. Los minerales de arcilla son la principal fuente del potasio móvil y lo liberan cuando su concentración es baja en la solución del suelo. Las arcillas del tipo caolinita se comportan como arena o materia orgánica ya que no contienen potasio intercambiable, mientras que las del tipo montmorillonita, vermiculita, ilita y clorita lo adsorben selectivamente (Instituto Internacional de la Potasa 1977). Los suelos arcillosos requieren más potasio que los arenosos, pero también tienen mayor capacidad de tampón; es decir

que son capaces de mantener la concentración de potasio en solución a un nivel casi constante por mucho tiempo.

Frecuentemente se ha recomendado la aplicación de potasio para reducir la severidad de la pudrición de tallos en maíz causada por *D. maydis*, *F. moniliforme* y *G. zeae* (Shurtleff 1977).

Calcio. El calcio es esencial en la división celular. Es relativamente inmóvil y no se redistribuye en las plantas. El calcio complementa la actividad del potasio en el mantenimiento de la organización celular, permeabilidad de la membrana y balance hídrico de la planta. Reduce la acidez del suelo y fortalece las paredes celulares haciéndolas más resistentes a la penetración de patógenos.

RESULTADOS DE EXPERIMENTACION EN HONDURAS

Este es un breve análisis de los resultados de investigaciones desarrolladas en Honduras hasta 1989 acerca del maíz muerto. El énfasis puesto en estos trabajos ha sido la identificación de métodos culturales de fácil adopción por agricultores de escasos recursos.

En 1986 el Proyecto Manejo Integrado de Plagas en Honduras (MIPH), de la EAP, comparó la incidencia de la pudrición de mazorcas, causada por *S. maydis*, en cuatro sistemas y cinco fechas de cosecha (Paniagua *et al.* 1987). Los sistemas de cosecha fueron:

- Deshoja, despunta y dobla de la planta.
- Deshoja y despunta.
- Dobla de la planta.
- Maíz parado (testigo).

Según la fecha de siembra, la cosecha se realizó 123, 138, 168, 183 y 209 días después. No se observaron diferencias significativas en la incidencia de la pudrición (Cuadro 4), tampoco se observó una correlación significativa entre el número de mazorcas dañadas y de tallos barrenados ($P \geq 0.05$).

CUADRO 4. Incidencia de maíz muerto^{1/} según el sistema y época de cosecha.

Sistemas de cosecha	DIAS DE SIEMBRA A COSECHA				
	123	138	168	183	209
	(%)				
Deshoja, despunta y dobla	64	69	54	40	50
Deshoja y despunta	48	65	56	40	41
Dobla la planta	54	55	53	51	43
Maíz parado (testigo)	54	62	59	38	51

^{1/} Expresado en porcentaje de mazorcas dañadas.
Fuente: Paniagua *et al.* (1987).

La elevada presión de inóculo (20% - 60% de incidencia en campos vecinos) y la ausencia de correlación entre el número de mazorcas dañadas por insectos y el de mazorcas podridas pueden sugerir varias explicaciones. La primera es que el daño causado por larvas de lepidópteros en la punta de las mazorcas no incrementa significativamente el ataque de *Stenocarpella* spp. (Koehler 1942), aunque sí lo hace en el caso de *F. moniliforme* (Koehler 1959). La segunda es que éstos insectos estuvieron cuando las mazorcas se encontraban en

pida de rastrojos en la incidencia y severidad de la pudrición (del Río y Calderón 1990). La quema rápida destruyó mucho rastrojo y favoreció el control de malezas, especialmente gramíneas. Sin embargo, las parcelas quemadas presentaron menos mazorcas sanas ($P \leq 0.10$) y más mazorcas con menos del 25% de granos dañados ($P \leq 0.01$). No se observaron diferencias significativas en el número de mazorcas con áreas dañadas superiores a 25%, mazorcas de descarte (Cuadro 6). El rendimiento no fue afectado por la aplicación del potasio. Las parcelas donde se quemaron los rastrojos presentaron un leve, pero no significativo, incremento en la producción. En promedio la producción potencial fue de 5.3 tm/ha (peso del grano de una mazorca sana al 14% de humedad x total de mazorcas de la parcela).

CUADRO 5. Relación entre las pérdidas causadas por pudrición de mazorcas y diferentes sistemas de rotación de cultivos en Taulabé, Comayagua.

ROTACION			PERDIDA %	NUMERO DE AGRICULTORES
Primera	Postrera	Primera		
Maíz	Frijol	Descanso	26	4
Maíz	Frijol	Maíz	20	30
Maíz+Frijol	Maíz		17	5
Maíz+Frijol	Descanso		35	3
Maíz	Descanso		18	2

Fuente: López et al. (1987).

una etapa no susceptible al ataque del patógeno o que las condiciones ambientales no favorecían su desarrollo.

Una encuesta realizada en 1987 por el Proyecto MIP-CATIE y técnicos de la SRN en Comayagua indicó que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en la incidencia del maíz muerto entre los sistemas de producción de maíz en Comayagua listados en el Cuadro 5, aunque se observó una tendencia a menor incidencia en las siembras de maíz y frijol en primera, seguido de maíz en postrera y maíz en monocultivo una vez al año. Los valores presentados en este cuadro pueden estar influenciados por las prácticas de cultivo, la calidad y cantidad de nutrientes disponibles a las plantas, el historial de cada terreno y el tamaño de la muestra evaluada, la cual fue muy pequeña en casi todos los casos. Algunos de estos sistemas son propios de áreas con mucha pendiente por lo que sería conveniente ampliar el número de muestras a fin de tener una idea más clara del efecto del sistema de rotación en la incidencia del maíz muerto en estas áreas.

En 1987 se iniciaron estudios sobre el efecto de la aplicación de potasio en la incidencia de la pudrición de mazorcas. En el primero, realizado por la SRN, se evaluaron las dosis de 0, 30, 60 y 90 kilogramos de potasio/ha en dos sistemas de siembra (mateado y a chorro corrido) en tres localidades. No hubo un efecto significativo de ninguno de los tratamientos (Carlos Mejía, datos no publicados). En el segundo se evaluó la relación entre la fertilización potásica (dosis de 104 kg/ha) y la quema rá-

En 1988 se repitió el estudio de fertilización potásica en las localidades La Empalizada, Jutiquire y Santa Cruz, departamento de Olancho (del Río 1989a). Las dosis evaluadas fueron 0, 60, 120 y 180 kg de potasio por hectárea. El análisis de suelo indicó que la parcela con menos potasio disponible era la de Santa Cruz (34 ppm), comparado con 163 ppm en La Empalizada y 175 ppm en Jutiquire. Las parcelas en Santa Cruz y Jutiquire presentaron la menor y mayor cantidad de mazorcas descartables (1.9 y 13.3%), respectivamente (Cuadro 7), a pesar de poseer las mayores concentraciones de potasio disponible, lo cual confirmó los resultados obtenidos en el año anterior. La fertilización potásica no influye en la severidad del ataque de maíz muerto ($P \leq 0.10$).

También en 1988 se evaluó el efecto del deshoje, 90 y 105 días después de la siembra en la variedad Sintético Tuxpeño, en la incidencia del maíz muerto (del Río 1989b, no publicado). Se cosechó a los 120 días y se utilizó este tratamiento como el testigo. Las parcelas deshojadas a los 105 días presentaron significativamente menos mazorcas sanas

CUADRO 6. Efecto de la quema rápida de rastrojos y la fertilización potásica en la incidencia del maíz muerto en La Empalizada, Olancho (1987).

TRATAMIENTO	MAZORCAS a/		
	Sanas	Comerciables	Descarte
Quema	62.8	32.3	4.9
No Quema	66.2	28.7	5.2
Significancia	0.1	0.01	N.S.
Con potasio	65.0	29.8	5.2
Sin potasio	64.0	31.2	4.8
Significancia	N.S.	N.S.	N.S.

a/ Porcentaje del total de mazorcas cosechadas. Sanas = mazorcas sin granos dañados o colonizados. Comerciables = mazorcas con menos de 25% de daño. Descarte = mazorcas con más de 25% de daño.
Fuente: del Río y Calderón (1990).

CUADRO 7. Incidencia de maíz muerto en tres localidades del departamento de Olancho, Honduras (1988).

LOCALIDAD	MAZORCAS 1/		
	Sanas 2/	Comerciables (%)	Descarte
Santa Cruz	76.2 a	21.8 b	1.9 c
Jutiquire	65.0 b	21.7 b	13.3 a
La Empalizada	56.8 c	35.9 a	7.3 b

1/ Porcentaje del total de mazorcas cosechadas. Columnas de números seguidos de la misma letra no son diferentes, según prueba de Duncan (P < 0.10).

2/ Sanas = mazorcas sin semillas dañadas o colonizadas. Comerciables = hasta 25% de la mazorca dañada. Descarte = más de 25% de la mazorca dañada.

Fuente: del Rfo (1989a).

($P \leq 0.1$) que las deshojadas a los 90 y 120 días (Cuadro 8) y más mazorcas comerciables ($P \leq 0.1$), pero no se detectaron diferencias en el número de mazorcas de descarte. Este resultado sugiere que la deshoja 90 días después de siembra en la variedad Sintético Tuxpeño, no acelera el secado del grano lo suficiente como para detener el crecimiento del hongo.

Durante 1988 se estudiaron además el efecto de la densidad de población y el sistema de siembra en el maíz muerto y la incidencia de maíz muerto en cinco variedades criollas (del Río y Quiel 1989). En el primero de ellos se evaluó el efecto de cinco densidades poblacionales (28, 37, 46, 55 y 64 mil plantas por hectárea) y dos sistemas de siembra (a chorro corrido y mateado). No se detectaron diferencias significativas en la incidencia ni en la severidad del ataque a diferentes densidades de siembra.

En la evaluación de variedades criollas, una variedad amarilla presentó la menor incidencia de maíz muerto en comparación con el testigo mejorado (Cuadro 9). Estos resultados sugieren que la respuesta puede encontrarse en la resistencia que algunas variedades criollas han acumulado a través del tiempo y coincide con las afirmaciones de algunos agricultores de que el problema se ha agravado desde que utilizan variedades mejoradas (Bentley 1990).

CUADRO 8. Efecto de la época de deshoja en la incidencia del maíz muerto en La Empalizada, Olancho.

CATEGORIAS DE DAÑO A LAS MAZORCAS 1/	DESHOJA EN DIAS DESPUES DE SIEMBRA		
	90	105 (%)	120
Sanas	90.1 a 2/	83.7 b	90.0 a
Comerciables	7.6 a	12.9 b	7.9 a
Descarte	2.3 a	3.4 a	2.0 a

1/ Sanas = no hay granos dañados. Comerciables = menos de 25% de la mazorca dañada. Descarte = más de 25% de la mazorca dañada.

2/ Filas de números seguidos de la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan (P < 0.1).

Fuente: del Rfo (1989b), no publicado.

CUADRO 9. Incidencia del maíz muerto en cinco variedades criollas de maíz en Jutiquire, Olancho, Honduras (1988).

VARIETADES	MAZORCAS 1/		
	Sanas	Comerciables (%)	Descarte
Maíz Amarillo	94.5 a 2/	2.0 b	3.5 c
Taverón	86.9 ab	8.1 ab	5.0 bc
Maíz de Leche	84.4 b	10.0 ab	5.6 abc
Tusa Morada	81.5 b	5.9 ab	12.6 a
Maíz de Pinol	75.2 b	13.6 a	11.2 ab
H-27 (Testigo)	84.2 b	7.3 ab	8.5 ab

1/ Comerciables = mazorcas con hasta 25% de daño. Descarte = con más de 25% de daño.

2/ Valores en cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan (P < 0.10).

Fuente: del Rfo y Quiel (1989).

CONCLUSIONES

Los principales microorganismos causantes del "maíz muerto" en Honduras son Stenocarpella maydis y Fusarium moniliforme.

Aunque la mayoría de las variedades comerciales y algunas de las criollas sembradas en el país, son susceptibles al maíz muerto, se considera que existen gradientes de susceptibilidad en algunas de estas últimas. Esto implica que con adecuados programas de mejoramiento se puede incrementar el grado de resistencia en las variedades comerciales actuales.

Prácticas culturales como la quema rápida de rastrojos y la aplicación de hasta 180 kg de potasio por hectárea no influyen en la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, aunque la dobla de plantas 90 días después de siembra y su cosecha temprana no afectan la incidencia de la enfermedad, sí reducen la severidad del ataque, mientras que la deshoja a la misma época no tiene ningún efecto en la enfermedad.

RECOMENDACIONES SOBRE CONTROL DEL MAIZ MUERTO

Las recomendaciones generales para disminuir el daño o las pérdidas causadas por Stenocarpella spp. y Fusarium spp. incluyen: uso de variedades resistentes, evitar el exceso de fertilización nitrogenada con respecto a los niveles de potasio disponibles, sembrar bajas poblaciones de plantas y cosechar temprano (Shurtleff 1977).

Actualmente no hay variedades resistentes al maíz muerto en el mercado centroamericano y posiblemente no los habrá por mucho más tiempo todavía, sin embargo lo que sí se observa es un gradiente de susceptibilidad en algunas variedades criollas, que se puede utilizar en programas de mejoramiento. Aunque la escasez de divisas dificulta la adopción de técnicas como el uso intensivo de

secadoras, las condiciones de nuestro medio facilitan la investigación y adaptación de sistemas de secado a base de energía solar, en uso en diversas comunidades agrícolas del mundo (Oliveira et al. 1983). El estudio de nuevos sistemas de secado en Honduras, que permitan adelantar las cosechas puede contribuir a reducir el problema del maíz muerto, habida cuenta que el desarrollo de estos hongos es mínimo cuando la humedad del grano es menor a 21% (Koehler 1938). Los desbalances nutricionales propiciados por el exagerado uso de abonos minerales puede ser compensado por un aumento en el uso de abonos vegetales o de origen animal.

La mayoría de agricultores centro-americanos aprovechan las malezas que quedan en el campo para alimentar al ganado en la época seca. Esta práctica impide la destrucción de la principal fuente de inóculo mediante su incorporación temprana al terreno. Por otro lado, la mayor producción de maíz se dedica al consumo humano convirtiéndolo en un cultivo poco rentable. Por las diferencias señaladas es necesario hacer investigación orientada a las condiciones de producción en nuestro medio.

Se recomienda continuar con las evaluaciones de prácticas culturales, especialmente aquellas relacionadas con el manejo de los rastrojos. Asimismo se debe evaluar el papel de otros nutrientes como el fósforo y el calcio en la resistencia a la enfermedad. Debido a la variabilidad del ambiente se sugiere establecer varias repeticiones de un mismo estudio a través del espacio y el tiempo a fin de obtener resultados más confiables. □

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, B. y WHITE, D.G. 1987. Fungi associated with cornstalks in Illinois in 1982 and 1983. *Plant Disease* 71:135-137.
- BENTLEY, J.W. 1990. Conocimientos y experimentos espontáneos de los campesinos hondureños sobre maíz muerto. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.17:16-26.
- BERG, G. (ed). 1972. *Master manual on molds and mycotoxins. Farm Technology/Agri-Fieldman.* 67 p.
- BOEWE, G.H. 1936. The relation of ear-rot prevalence in Illinois corn fields to ear coverage by husks. *Illinois State Natural History Survey. Biological Notes No.G.* 1-19 p.

- BOLING, M.B. y GROGAN, C.O. 1965. Gene action affecting host resistance to *Fusarium* ear rot of maize. *Crop Science* 5:305-307.
- BOOTH, C. 1972. *The Genus Fusarium.* Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, Inglaterra. 237 p.
- BURRILL, T.J. y BARRET, J.T. 1909. Ear rots of corn. *Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin No.* 133.
- BYRNES, K.J. y CARROL, R.B. 1986. Fungi causing stalk rot of conventional-tillage and no-tillage corn in Delaware. *Plant Disease* 70:238-239.
- CALDERON, P.A. 1990. Evaluación de diferentes épocas de inoculación de *Diplodia maydis* (Berk.) con palillo en la mazorca de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 28 p.
- CALVERT O.H.; FOUJIN, A.S.; MINOR H.C. y KRAUSE, G.F. 1985. *Fusarium moniliforme* colonization of corn ears in Missouri. *Plant Disease* 69:296-298.
- CARVAJAL, M.J. y VALVERDE, B.R. 1985. *Bibliography of the Honduran Agricultural Sector, 1978-1984.* Winrock International 366 p.
- CARVAJAL, M.J.; CAMPOS, L.; PEREDA, P. y RODRIGUEZ, C. 1988. Micotoxinas de las tortillas de maíz y de las pastas de trigo para sopas. Su efecto mutágeno, cancerígeno y teratógeno. Congreso Nacional de Fitopatología, 15º, Memorias. Veracruz, México. Sociedad Mexicana de Fitopatología, 137 p.
- CASSINI, R. y COTTI, T. 1979. Parasitic diseases of maize. *En Maize.* Ciba-Geigy Agrochemicals. Technical Monograph, Basle, Suiza. 105 p.
- CERRITOS, G.R. 1990. Efecto de diferentes concentraciones y épocas de inoculación con *Diplodia maydis* Berk. en la base de la mazorca de maíz. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 36 p.
- CHALMERS, A.A.; GORST-ALLMAN, C.P.; KRIEK, N.P.J.; MARASAS, W.F.O.; STEYN, P.S. y VLEGGAAR, R. 1978. Diplosporin, a new mycotoxin from *Diplodia macrospora* Earle. *South African Tydskr. Chem.* 31: 111-114.
- CHAMBERS, K.R. 1988. Effect of time of inoculation on *Diplodia* stalk and ear rot of maize in South Africa. *Plant Disease* 72:529-531.

- CLAYTON, E.E. 1927. Diplodia ear-rot disease of corn. *Journal of Agricultural Research* 31: 357-371.
- COMSTOCK, R.E.; ROBINSON H.F. y HARVEY, P.H. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomy Journal* 41: 360-367.
- CUTLER, H.G.; CRUMLEY, F.G.; COX, R.H.; COLE, R.J.; DORNER, J.W.; LATTERELL, F.M. y ROSSI, A.E. 1980. A new toxin from Diplodia macrospora. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 28:135-138.
- DAS, S.N.; CHATTOPADHYAY, S.B. y BASAK, S.L. 1984. Inheritance of resistance to Diplodia ear rot of maize. *Sabrao Journal* 16:149-152.
- DE LEON, C. y PEREZ, J. 1970. Micotoxinas producidas por Diplodia maydis y su efecto en pollitos. *Memorias del Sexto Congreso Nacional de Fitopatología*. México.
- DEL RIO, L.E. 1989a. Efecto de la fertilización potásica en la incidencia del maíz muerto. *Escuela Agrícola Panamericana*. Publicación MIPH No. 233. 4 p.
- _____. 1989b. Efecto de la deshoja del maíz en la incidencia del maíz muerto. *El Zamorano*, Honduras, *Escuela Agrícola Panamericana*. (No publicado).
- _____. y CACERES, O. 1990. Efecto de la quema de rastrojos en la incidencia del maíz muerto. *El Zamorano*, Honduras, *Escuela Agrícola Panamericana*. (En preparación).
- _____. y CALDERON, P.A. 1990. Evaluación de la quema de rastrojos y la fertilización potásica en la incidencia de la pudrición de mazorcas de maíz. *Escuela Agrícola Panamericana*. Publicación MIPH No. 234. 8 p.
- _____. y QUIEL, P.A. 1989. Evaluación de la incidencia de la pudrición de mazorcas en cinco variedades criollas de maíz en Honduras. *Escuela Agrícola Panamericana*. Publicación MIPH No. 217. 5 p. (Presentado en XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras).
- EL-MELEIGI, M.A.; CAFLIN, L.E. y RANEY, R.J. 1983. Effect of seedborne Fusarium moniliforme and irrigation scheduling on colonization of root and stalk rot incidence and grain yields. *Crop Science* 23:1025-1028.
- ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA. Departamento de Protección Vegetal. Centro de Diagnóstico. Especimen identificado No. 05. *El Zamorano*, Honduras. 1989.
- FERNANDEZ, H. 1990. Identificación de los organismos causantes de la pudrición de mazorcas de maíz (Zea mays L.) en Honduras. *En*. Del Río, L.E. y Cáceres, J. (eds). 1990. *Memorias del Taller sobre Maíz Muerto en Honduras*. *El Zamorano*, *Escuela Agrícola Panamericana*. Mayo 1989. (En preparación).
- FERRERA, E. 1983. Protección al ataque de Diplodia (Diplodia maydis) a la mazorca de maíz mediante prácticas culturales. *En* *Secretaría de Recursos Naturales, Departamento de Investigación Agrícola*, 1984. Programa de Maíz. *Memoria Técnica Anual*, 1983. Tegucigalpa, Honduras.
- FUCHS, W.H. y GROSSMANN, F. 1972. Ernährung und resistenz von kulturpflanzen gegenüber krankheitserregern und schadlingen. *En*: Linser, H. (ed). *Handbuch der Pflanzenernahrung und Dungung*. Berlin. Heildeberg. Springer, 1006-1107 pp.
- FUTRELL, M.C. y KILGORE, M. 1969. Poor stands of corn and reduction of root growth by Fusarium moniliforme. *Plant Disease Reporter* 53:213-215.
- GILBERTSON, R.L. 1983. Corn stalk rot in Colorado. *En*. Bohmont, B. (ed), *Proceedings of 13th Annual Colorado Crop Protection Institute*. Fort Collins, Colorado State University, U.S.A.. 173 p.
- _____.; BROWN W.M. Jr. y RUPPEL, E.G. 1984. Stalk rot of corn in Colorado. II. *En* Bohmont, B. (ed.) *Proceedings of 14th Annual Colorado Crop Protection Institute*. Fort Collins, Colorado State University, U.S.A.. 103 p.
- _____.; BROWN W.M. Jr. y RUPPEL, E.G. 1985. Prevalence and virulence of Fusarium spp. associated with stalk rot in Colorado. *Plant Disease* 69:1065-1068.
- GENDLOFF, E.H.; ROSSMAN, E.C.; CASALE, W.L.; ISLEIB, T.G. y HART, L.P. 1986. Components of resistance to Fusarium ear rot in field corn. *Phytopathology* 76:684-688.
- GULYA, T.J. Jr.; MARTINSON C.A. y LOESCH, P.J. Jr. 1980. Evaluation of inoculation techniques and rating dates for Fusarium ear rot of opaque-2 maize. *Phytopathology* 70:1116-1118.
- HART, L.P.; GENDLOFF E. y ROSSMAN, E.C. 1984. Effect of corn genotypes on ear rot infection by Gibberella zeae. *Plant Disease* 68:295-298.
- HERSHMAN, D.E.; HERBECK J.H. y MURDOCK, L.W. 1986. Effect of Nitrogen fertility on stalk rot incidence and yield of field corn, 1984, 1985. *Biological and Cultural Tests for Control of Plant Diseases*. Vol. I. 1986.

- HUBER, D.M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. En: Horsfall, J.G. y Cowling, E.B. (eds). 1980. Plant Disease. An Advanced Treatise. Vol V: How Plants Defend Themselves. New York. Academic Press, 381-406 pp.
- _____ y WATSON, R.D. 1974. Nitrogen form and plant disease. Annual Review of Phytopathology 12:139-165.
- INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA. 1977. Dinámica del Potasio en el suelo. Guía de extensión con 15 diapositivas. Berna, Suiza. 11 p.
- KOEHLER, B. 1938. Fungus growth in shelled corn as affected by moisture. Journal of Agricultural Research 56:291-307.
- _____. 1942. Natural mode of entrance of fungi into corn ear and some symptoms that indicate infection. Journal of Agricultural Research 64:421-442.
- _____. 1959. Corn ear rots in Illinois. Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin 639 87 p.
- KUCHAREK, T.A. y KOMMEDAHL, T. 1966. Kernel infection and corn stalk rot caused by Fusarium moniliforme. Phytopathology 56:983-984.
- LATTERELL, F.M. y ROSSI, A.E. 1983. Stenocarpella macrospora (= Diplodia macrospora) and S. maydis (= D. maydis) compared as pathogens of corn. Plant Disease 67:725-729.
- LOPEZ, C.A.; HERNANDEZ C. y ORTIZ, A. 1988. Diagnóstico de pérdidas en el cultivo del maíz por mazorca podrida en La Entrada, Copán, Honduras. En: Secretaría de Recursos Naturales, Región Occidental. 30 p. (Presentado en la XXXIV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica).
- LOPEZ, J.; PADILLA, R.; SALVATIERRA, E.; OCAMPO, R.; COLINDRES, A.; PINEDA, L.; BUSTAMANTE M. y MONTERROSO, D. 1987. Estimación de las pérdidas provocadas por la pudrición de la mazorca de maíz en Taulabe, Comayagua. 1987. In: SRN, CATIE/MIP. Trabajos de investigación desarrollados de 1986 a 1989. Tegucigalpa, CATIE, 1989 p. 93-108.
- MARASAS, W.F. y WESTHUIZEN, G.C. van der. 1979. Diplodia macrospora: The cause of a leaf blight and cob rot of maize (Zea mays) in South Africa. Phytophylactica 11: 61-64.
- MORA, L.E. y MORENO, R.A. 1984. Cropping pattern and soil management influence on plant disease: I. Diplodia macrospora leaf spot of maize. Turrialba (Costa Rica) 34:35-40.
- NELSON, P.E.; TOUSSOUN T.A. y COOK, R.J. 1981. Fusarium. Disease, Biology, and Taxonomy. University Park, Pennsylvania State University Press. 457 p.
- NYVALL, R.F. y KOMMEDAHL, T. 1970. Saprophytism and survival of Fusarium moniliforme in corn stalks. Phytopathology 60:1233-1235.
- ODIEMAH, M. y MANNINGER, I. 1982. Inheritance of resistance to Fusarium ear rot in maize. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae 17:91-99.
- OLIVEIRA, E.V.; GALHANO F. y PEREIRA, B. 1983. Alfaia Agrícola Portuguesa. 2da. ed. Instituto Nacional de Investigacion Científica. Centro de estudios de etnologia. Lisboa, Portugal. 404 p.
- OOKA, J.J. y KOMMEDAHL, T. 1977. Wind and rain dispersal of Fusarium moniliforme in corn fields. Phytopathology 67:1023-1026.
- PALTI, J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Berlin. Springer-Verlag, 243 p.
- PANIAGUA, O.; CASTAÑO, J.; HERRERA, J.J.; ZEPEDA J. y MOSCOSO, C. 1987. Daño de maíz muerto causado por Diplodia maydis (Berk) según el sistema y época de cosecha del maíz (Zea mays L.). Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH No. 120. 9 p. Presentado en XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala.
- PEREZ, R.A. 1990. Una prueba de resistencia a maíz muerto Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. (En preparación).
- RABIE, C.J.; RENSBURG, S.J. von; KRIEK, N.P.J. y LUBBEN, A. 1977. Toxicity of Diplodia maydis to laboratory animals. Applied Environmental Microbiology 34:111-114.
- RITCHIE, S.W. y HANWAY, J.J. (eds.). 1984. How a corn plant develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, Ames, Iowa, USA. 21 p.
- SHURTLEFF, C. 1977. A Compendium of Corn Diseases. American Phytopathological Society, Minn., USA, 64 p.
- SCOTT, G.E. y KING, S.B. 1984. Site of action of factors for resistance to Fusarium moniliforme in maize. Plant Disease 68:804-806.
- SUTTON, B. 1980. The Coelomycetes. Kew Surrey, Inglaterra. Commonwealth Mycological Institute, 969 p.

THOMPSON, D.L.; VILLENE, W.L. y MAXWELL, J.D. 1971. Correlations between Diplodia stalk and ear rot of corn. Plant Disease Reporter 55: 158-162.

TORRES, J.U. 1990. Efecto de diferentes concentraciones y épocas de inoculación en el pistilo de mazorca de maíz con Diplodia maydis Berk. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 41 p.

ULLSTRUP, A.J. 1949. A method for producing artificial epidemics of Diplodia ear rot. Phytopathology 39:93-101

WARREN, H.L. y KOMMEDAHL, T. 1973. Prevalence and pathogenicity to corn of Fusarium species from corn roots, rhizosphere, residues and soil. Phytopathology 63:1288-90.

WISER, W.J. 1957. Inheritance of reaction to Diplodia zeae (Sacc.) Lev. in Zea mays L. ear. Resúmenes de tesis 17: 12-13

WISER, W.J.; KRAMER, H.H. y ULLSTRUP, A.J. 1960. Evaluating inbred lines of corn for resistance to Diplodia ear rot. Agronomy Journal 52:624-626.

SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE INFORMACION EN FITOPROTECCION

El CATIE maneja una base de datos que en fase experimental, reúne información sobre unos 600 técnicos y especialistas centroamericanos.

Vincúlese usted también a este servicio y beneficie eventualmente de los servicios de información actualizada, haga conocer su nombre y disponibilidad en la comunidad regional en los temas de su especialidad.

Principales ventajas:

- Su comunicación con los colegas será más ágil.
- Recibirá noticias regularmente de interés profesional.
- Tendrá acceso trimestral a información sobre literatura actual en su especialidad de unas 300 revistas e informes de reuniones técnicas.
- Sus actividades y logros serán difundidas en boletines informativos trimestrales.
- Sus trabajos selectos podrán ser considerados para su publicación en una revista de carácter internacional.
- Se mantendrá informado sobre futuros cursos, reuniones, talleres, etc.

Se recibe información inicial y actualización de sus datos en cualquier momento que usted lo desee.

Para mayor información sobre este servicio diríjase a:

Centro Regional de Información en Fitoprotección
7170 Turrialba, Costa Rica
Tel.:(506) 561632 ó 566431 Ext. 300
Fax: (506) 560606

