

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION SOBRE LA PUDRICION DE MAZORCAS DE MAIZ PROVOCADA POR Stenocarpella sp. EN CENTROAMERICA ¹

Luis del Río Mendoza, M.Sc.²
Jairo Castaño-Zapata, Ph.D.²

RESUMEN

La pudrición de mazorcas de maíz se considera la más importante enfermedad de origen fungoso que afecta a este cultivo en Centroamérica. Las pérdidas a nivel regional son de 20% en promedio. Hasta el momento no se cuenta con variedades o híbridos comerciales con resistencia o tolerancia a la enfermedad.

En este documento se resumen los resultados de investigación realizados en Centroamérica y se sugieren algunas posibles líneas de investigación.

INTRODUCCION

La pudrición de mazorcas de maíz en el campo provocada por *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis* Berk.) Sutton y *S. macrospora* (= *D. macrospora* Earle) Sutton, fue una enfermedad poco conocida hasta principios de la década de 1980. Los primeros informes de la presencia de esta enfermedad se remontan en Honduras a 1980 cuando

1 Publicación DPV/EAP # 504

2 Asistente de Fitopatología y Fitopatólogo. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras.

en la localidad de Siempre Viva, La Ceiba, se registró incidencia del 62% en algunos campos de maíz (del Río, 1990a). A partir de ese año y hasta 1986, las condiciones ambientales fueron muy favorables para el desarrollo de la enfermedad, al grado que los líderes de los programas de Manejo Integrado de Plagas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Departamento de Protección Vegetal (DPV) de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) y la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) de Honduras con el apoyo del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, organizaron un Comité Nacional que se encargaría de dirigir la investigación sobre esta enfermedad y llevar a cabo una serie de reuniones anuales con el objeto de mantener a la comunidad científica informada sobre los avances realizados.

A partir de la realización de la primera reunión el 27 de abril de 1987 en la ciudad de Danlí, departamento de El Paraíso, se realizó otra reunión el 28 de abril de 1988 en la ciudad de Comayagua, departamento de Comayagua y un taller nacional sobre el tema el 4 y el 5 de mayo de 1989 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. En los demás países de la región no se ha realizado ningún evento similar. Hasta 1990, la incidencia de la enfermedad estuvo estrechamente asociada a condiciones de alta precipitación. En los últimos tres años la precipitación ha disminuido drásticamente por lo cual la incidencia también ha bajado. Debido a esto, se podría considerar, equivocadamente, que el problema ha desaparecido. Recientemente (13 de octubre de 1993), en una gira de inspección por la zona de Danlí, Departamento de El Paraíso, el Ing. Diego Alvarado del Servicio de Extensión Agrícola de la SRN en Danlí, indicó que la incidencia de la pudrición de mazorcas en algunas áreas ha sido del 85%. Es evidente que aún queda mucho por investigar.

Las variedades comerciales existentes en la región continúan siendo susceptibles a la enfermedad y las necesidades del agricultor por estrategias de manejo se hacen más urgentes ahora que antes. Por esta razón el Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica de Granos Básicos en Centroamérica (PRIAG) y la EAP han organizado esta reunión. Los objetivos generales de la misma son hacer una revisión general del problema con la finalidad de reorientar la investigación sobre esta enfermedad del maíz, considerada la más importante de origen fungoso en la región centroamericana.

INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

La pudrición de la mazorca es una enfermedad fungosa que se encuentra en todos los países de Centroamérica y afecta al maíz. En Honduras, Costa Rica y Guatemala, es la responsable de aproximadamente 20% en pérdidas anuales (Córdova, 1990), mientras que en Panamá su presencia se ha detectado hasta un 41% en mazorcas cosechadas de germoplasma experimental (Pérez et al., 1990). Hasta la realización del primer taller nacional de Maíz muerto en mayo de 1989 (del Río, 1990b), uno de los nombres con que se conoce a la pudrición de mazorcas en Honduras, la incidencia de esta enfermedad había sido estimada en Honduras mediante muestreos desarrollados por técnicos de la SRN; en los demás países de la región no se ha publicado ningún documento que informe de este tipo de actividad. A partir de 1985 se observa en las memorias de las reuniones del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), datos de incidencia de la Pudrición de la mazorca detectados en las evaluaciones de germoplasma. Algunos de estos datos se ilustran en el cuadro 1.

FITOMEJORAMIENTO

Variedades mejoradas:

Desde antes de 1970 se conocía de la presencia de *S. macrospora* en maíz en El Salvador. Rodríguez (1976) inoculó *S. macrospora* utilizando el método del palillo y encontró diferencias muy marcadas entre líneas endogámicas de maíz. De 1,236 líneas evaluadas, 176 presentaron alto grado de resistencia. Este es el primer informe que trata directamente el problema de la región.

El CIMMYT es el organismo internacional encargado de conducir la investigación básica en fitomejoramiento de maíz, así como de proveer materiales avanzados a los programas nacionales de maíz de la región. Siguiendo este mandato institucional, desde antes de 1987 el CIMMYT estableció el programa colaborativo regional para el mejoramiento de la cobertura, resistencia a la pudrición de mazorca y rendimiento del maíz con Costa Rica y Honduras (Córdova et al., 1986). Entre sus objetivos figuraron "desarrollar unidades sintéticas y/o híbridos de buena cobertura y resistencia a pudrición de tallo y mazorca" además de

mejorar el rendimiento. La fecha escogida para liberar un sintético con resistencia fue enero de 1991.

Entre 1990 y 1992 los fitomejoradores de los programas nacionales de maíz y el CIMMYT presentaron 60 trabajos de fitomejoramiento de maíz en las reuniones del PCCMCA, de los cuales sólo dos tenían relación directa o abordaron directamente el problema de la pudrición de la mazorca (Solís y Alvarado, 1990; Caldera *et al.*, 1992). De este proyecto colaborativo no se volvió a escuchar.

Actualmente las variedades comerciales y los híbridos usados en la región continúan siendo muy susceptibles. Sin embargo, CIMMYT parece disponer de algunos materiales con resistencia que se espera sean distribuidos a los programas nacionales de cada país.

Cuadro 1. Incidencia de la pudrición de mazorcas de maíz en germoplasma experimental evaluado con diferentes objetivos.

| Año | País | Incidencia (%) | Referencia |
|------|-------------|----------------|-------------------------------|
| 1989 | El Salvador | - ¹ | |
| | Panamá | 18 - 41 | Pérez <i>et al.</i> , 1990 |
| | Costa Rica | - | |
| | Guatemala | - | |
| | Nicaragua | - | |
| | Honduras | 1.5 | Brizuela <i>et al.</i> , 1990 |
| 1990 | El Salvador | 3 - 14 | Escobar <i>et al.</i> , 1991 |
| | Panamá | 6 - 10 | Alvarado <i>et al.</i> , 1991 |
| | Costa Rica | - | |
| | Guatemala | 4 - 16 | Quemé <i>et al.</i> , 1991 |
| | Nicaragua | - | |
| | Honduras | - | |
| 1991 | El Salvador | 6 - 29 | Brizuela <i>et al.</i> , 1992 |
| | Panamá | 6 - 10 | Alvarado <i>et al.</i> , 1991 |
| | Costa Rica | 7 - 14 | Brizuela <i>et al.</i> , 1992 |
| | Guatemala | 3 - 25 | Brizuela <i>et al.</i> , 1992 |
| | Nicaragua | 3 - 10 | Pérez y Fuentes, 1992 |
| | Honduras | 10 - 35 | Brizuela <i>et al.</i> , 1992 |

¹ No se encontró información

Variedades criollas:

A pesar de que se cuenta en cada uno de los países con una extensa colección de germoplasma nativo, no se han hecho esfuerzos genuinos para evaluar su comportamiento con respecto a pudrición de la mazorca. Sólo algunos estudios aislados, como los de del Río y Quiel (1989) y del Río y Melara (1991a) indican que existen algunos materiales criollos, como el Taverón y el maíz amarillo de Olancho, con alguna tolerancia o resistencia a la enfermedad; sin embargo, parece que este esfuerzo no ha sido imitado por las entidades nacionales de otros países.

Métodos de inoculación:

Prácticamente todas las evaluaciones de germoplasma realizadas en la región y publicadas en reuniones del PCCMCA, se han realizado en condiciones de infección natural, lo cual no siempre ha sido apropiado pues en muchos casos se observaron incidencias muy bajas aún en los materiales testigos, lo cual significa que se puede seleccionar material con "resistencia" cuando en realidad lo que se selecciona es material que ha "escapado" al daño por ausencia de suficiente inóculo. De esta manera es obvio que a pesar que el germoplasma se evalúa en diferentes ambientes y bajo diferentes presiones de la enfermedad, los avances serán mínimos en la medida que la presión del patógeno sea mínima, por lo cual es necesario desarrollar un sistema de inoculación estándar. Únicamente un trabajo de los presentados en estas reuniones (Solís y Alvarado, 1990) indicó haber usado inoculación artificial; sin embargo, no detalló el sistema usado ni la concentración y época de inoculación.

La inoculación artificial de un patógeno debe hacerse usando un método que se asemeje lo más posible a las condiciones naturales de infección, de lo contrario, los resultados pueden llevar a tomar decisiones equivocadas, especialmente en aquellos casos en que la herencia de la resistencia es aditiva y parcialmente dominante, tal como sucede con la herencia de la resistencia a la pudrición de la mazorca (Wiser, 1957). El uso de métodos muy drásticos podría impedir la detección de materiales con pocos genes de resistencia, cuando la clave del progreso radica en la acumulación de genes.

Uno de los compromisos asumidos por la EAP en el taller de 1989, fue realizar investigación sobre métodos de inoculación. A pesar que se realizaron algunos estudios sobre el tema (Cerritos, 1990; Calderón, 1990; Torres, 1990) aún quedan dudas y evidentemente no se ha adoptado

un sistema único de inoculación que permita una evaluación más efectiva del germoplasma. Los resultados de las investigaciones hechas por Cerritos (1990) y Torres (1990), fueron resumidas por del Río *et al.*, (1991). En general, la inoculación de suspensiones de esporas fue más eficiente cuando se realizaron en los pistilos de las mazorcas que cuando se aplicaron en la base de la misma. En ambas investigaciones se utilizó el híbrido H-27 (susceptible). Se observó que la inoculación de 5,000 y 50,000 esporas/ml en los pistilos y en la base de la mazorca, respectivamente, provocaron una severidad similar. La inoculación con palillos de dientes, previamente colonizados por *S. maydis*, que fueron insertados en el medio de mazorcas en formación fue demasiado drástica y se tradujo en la pérdida total de las mazorcas inoculadas (Calderón, 1990).

Métodos de evaluación:

En la mayoría de los programas nacionales de investigación agrícola (fitomejoramiento de maíz) se ha incorporado entre las variables a tomar en cualquier estudio de adaptación o comportamiento la incidencia de la pudrición de mazorcas. Esta se ha expresado en la forma de número de mazorcas afectadas o porcentajes de mazorcas con daños de pudrición de mazorcas; sin embargo, no se menciona en ningún momento el uso de escalas de severidad que darían mayor confiabilidad y sobre todo uniformidad a las evaluaciones realizadas en diferentes ambientes de la región. La ausencia de escalas no solo se observa en la evaluación de pudrición de mazorcas, sino que también ocurre cuando se evalúa la respuesta del germoplasma a otras enfermedades.

Castaño-Zapata y del Río (1993), han preparado una serie de diagramas para cuantificar la severidad tanto de la pudrición de la mazorca de maíz como del rayado de la hoja. Este documento tiene como objetivo uniformizar el criterio de evaluación de la severidad de ambas enfermedades, entre fitomejoradores y técnicos, de manera tal que las comparaciones de los resultados de experimentos realizados en diferentes momentos y áreas geográficas sean más confiables.

EPIDEMIOLOGIA

Dispersión del inóculo:

Del Río y Melara (1991b) llevaron a cabo un estudio para caracterizar la dispersión de la pudrición de mazorcas de maíz en el campo. Utilizando la técnica de "áreas calientes", encontraron que la incidencia y la severidad de la enfermedad decayeron en más del 50%

cuando las muestras de maíz se cosecharon a 5 m de las áreas calientes o áreas cubiertas con cañas de maíz colonizadas por *S. maydis*. A 20 m de dichas áreas, la incidencia y la severidad bajaron en un 80%. Estos investigadores no encontraron un efecto significativo del viento en la dispersión de la enfermedad dentro del maizal, pues la reducción de ambas variables fue uniforme en todas las direcciones. Este ha sido el único estudio en la región sobre dispersión de inóculo.

Efecto de cultivos de cobertura:

En 1991, Rizzo (1992) detectó 30% menos esporas de *S. maydis* en parcelas de maíz sembradas en asocio con una alta densidad de plantas de mucuna (*Stizolobium deeringianum* L.)/m² en comparación con lo observado en parcelas de maíz sin mucuna. Rizzo atribuyó este resultado a que la alta densidad de hojas de mucuna sirvieron como una barrera física efectiva, que redujo la dispersión de las esporas desde los residuos del cultivo. Debido a la alta densidad de siembra (9 plantas de mucuna/m²) y a la falta de fertilización en las parcelas con mucuna, las plantas de maíz crecieron raquíticas y se observó un ataque más severo en ellas, que en las que no tuvieron el asocio. Este estudio fue repetido en 1993 (Zelaya, 1994), los resultados fueron similares a los observados por Rizzo.

Liberación de esporas:

Utilizando trampas adhesivas Rizzo (1992), determinó que *S. maydis* liberó la mayor parte de sus esporas entre las 10 a.m. y las 2 p.m., lo cual coincide con los resultados obtenidos por Mero y del Río (1993). Estudios realizados por Rizzo (1992) en la Escuela Agrícola Panamericana, han permitido observar que la mayor liberación de picnidiosporas de *S. maydis* se presenta hasta la iniciación de la etapa reproductiva. La liberación de picnidiosporas de *Stenocarpella* sp. es afectada por condiciones ambientales como precipitación, temperatura y viento (Mero y del Río, 1993).

Sobrevivencia del inóculo:

Es un hecho reconocido que la principal fuente de inóculo de *S. maydis* son los residuos del cultivo (Burrill y Barrett, 1909) principalmente tallos y restos de mazorcas de maíz infectadas y dejadas por los agricultores cuando cosechan. Sin embargo, Castaño-Zapata y Ramos (1993a) observaron que *S. maydis* puede colonizar hojas secas de banano (*Musa* sp.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] y pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), además del maíz, bajo condiciones

de laboratorio. Este descubrimiento abre una nueva posibilidad para explicar la sobrevivencia del patógeno de un ciclo a otro o por períodos más prolongados. En un estudio separado, Castaño-Zapata y Ramos (1993b) observaron la formación de unas estructuras similares a esclerocios en ambas especies de *Stenocarpella*, cuando se cultivaban en medios a base de extractos de tejidos. La formación de estas estructuras bajo condiciones de campo aún no ha sido confirmada, así como tampoco lo ha sido el valor que estas estructuras tienen en el ciclo de vida de ambos patógenos. Actualmente se están conduciendo estudios en el DPV que arrojarán más luz sobre las habilidades de ambas especies para sobrevivir en restos de cultivo.

Producción de inóculo en medios de cultivo:

El mejor medio artificial conocido para cultivar ambas especies de *Stenocarpella* es avena-agar, que se prepara mezclando 20 g de avena y 15 g de agar en un litro de agua. Incubando estos hongos a 28°C en oscuridad se obtienen picnidios de *S. maydis* en aproximadamente 10 días, mientras que *S. macrospora* tarda hasta 5 ó 6 semanas. En este medio la mayor producción de picnidios y por tanto conidias se obtiene con *S. maydis*. Recientemente, Castaño-Zapata et al. (1993) encontraron que *S. macrospora* produce abundantes picnidios en avena-agar después de tres semanas cuando se expone a períodos alternos de luz negra.

Debido a que el agar es un producto que se debe importar, lo cual lo vuelve caro y escaso, la producción de inóculo para estudios de cualquier índole se vuelve una empresa costosa. Actualmente en el DPV se están conduciendo algunos estudios con el objeto de encontrar medios naturales más baratos que permitan cultivar ambas especies con costos bajos (Castaño-Zapata, 1993, comunicación personal).

MANEJO

Sistemas de labranza y rotación de cultivos:

Publicaciones sobre el efecto de sistemas de labranza en la incidencia de la pudrición de mazorcas se han producido únicamente en Honduras y Costa Rica. En Costa Rica, Mora y Moreno (1984) evaluaron el efecto de diferentes sistemas de labranza en la incidencia del rayado de las hojas provocado por *S. macrospora*. Estos investigadores concluyeron que la mayor incidencia observada en

sistemas de cero labranza era debida a la acumulación de restos del cultivo anterior.

Estudios realizados en la EAP, Honduras, por Muñoz y Vega (1992) y Vega *et al.* (1993), también coinciden en que hay mayor incidencia de la pudrición de la mazorca en sistemas de labranza mínima que en labranza convencional. En los primeros años de establecimiento de los sistemas de labranza no se observó diferencia significativa en la incidencia de la enfermedad, pero a medida que se acumuló mayor cantidad de rastrojos las diferencias se hicieron más evidentes (Pitty, 1993).

El único trabajo publicado sobre rotación de cultivos en la región fue realizado en Honduras, mediante una encuesta a agricultores del Valle de Comayagua en 1987 por técnicos del proyecto MIP-CATIE y la SRN (López *et al.*, 1990). Los resultados demostraron que no hubo un efecto significativo de los sistemas de rotación evaluados: 1) maíz-frijol-descanso, 2) maíz-frijol-maíz, 3) maíz en asocio con frijol-maíz, 4) maíz en asocio con frijol, y 5) maíz solo sembrado una vez en el año. Los resultados de este trabajo no fueron producto de investigación directa sino que fueron obtenidos por medio de una encuesta aplicada a un número reducido de agricultores (4 en promedio para todos los tratamientos, excepto para el segundo tratamiento en que se entrevistaron a 30 agricultores).

Prácticas de quema y fertilización:

En estudios realizados por separado, del Río, Fuentes y Cáceres (1991, datos no publicados), no encontraron un efecto significativo de la quema rápida de restos de cultivo previo a la siembra del maíz, sobre la incidencia de la enfermedad. Probablemente la quema rápida no es lo suficientemente intensa como para destruir al patógeno en toda el área. Estos investigadores compararon el efecto de la quema en varias áreas de 3,500 m².

Los resultados de estudios realizados en Honduras, durante dos años consecutivos, sobre el efecto de la fertilización a base de potasio fueron resumidos por del Río (1990c). En dichos estudios se evaluaron dosis de cloruro de potasio (KCl) entre 0 y 180 kg/ha, sin encontrar una reducción significativa de la severidad de la enfermedad. Actualmente se está evaluando la respuesta de estas mismas dosis en combinación con diferentes dosis de nitrógeno en la EAP.

Prácticas de precosecha:

El primer trabajo del que se tiene información fue realizado por Montoya y Schieber (1970) en Guatemala. Ellos encontraron una relación significativa entre la dobla de plantas cuando el maíz ha llegado a su madurez fisiológica y la menor incidencia de hongos en la mazorca, entre ellos *Diplodia zeae* (nombre actual *S. maydis*), causante de la pudrición de la mazorca.

Paniagua et al. (1987) compararon el efecto de tres prácticas que se realizan como parte de la preparación del terreno para la siembra de frijol en relevo del maíz; estas prácticas fueron: deshoja, despunta y dobla, deshoja y despunta y dobla de la planta. No se encontró diferencia significativa en la incidencia de la enfermedad entre estas prácticas y el testigo (maíz parado). Este mismo resultado fue observado por del Río y Zúniga (1991).

MICOTOXINAS

En Centroamérica ninguna institución ha investigado sobre este tema, excepto el Instituto de Recursos Naturales de Inglaterra, en colaboración con el DPV/EAP.

En Sudáfrica, donde la incidencia de la pudrición de mazorcas es muy elevada se ha documentado el potencial de daño que tienen las micotoxinas producidas por *S. maydis* y *S. macrospora*. Se sabe que *S. maydis* produce al menos dos toxinas, de las cuales solamente se ha caracterizado la diplodiatoxina, la otra, aparentemente más tóxica que está, aún no ha sido identificada (Steyn et al., 1972). Rabie et al. (1977) observaron 100% de mortalidad en patitos alimentados durante una semana con concentrados a base de 50% de maíz contaminado con *S. maydis* y 50% de maíz sano; también observaron que el tratamiento del maíz a 80 o 90°C destruye la toxina, aunque los pesos de los animales alimentados con el concentrado cocido fueron menores al 50% del obtenido con los testigos. Estos mismos investigadores observaron diferencias muy marcadas en la capacidad de producir micotoxinas entre los diferentes aislamientos de *S. maydis* evaluados. Rabie et al. (1987), observaron que cantidades tan pequeñas como 1% de maíz contaminado con *S. maydis*, en la dieta de pollos parrilleros resultó en una reducción significativa de la ganancia de peso de las aves. Más aún, cuando gallinas ponedoras fueron alimentadas durante una semana con una dieta conteniendo 5% de grano contaminado por el hongo, las posturas se redujeron en 43%. Aunque este tipo de investigación no se ha realizado

en la región Centroamericana, los estudios realizados en otros países realzan la importancia que la pudrición de mazorcas tiene en la región.

TRANSFERENCIA

En el campo de la transferencia de tecnologías se ha avanzado muy poco. Bentley (1990) evaluó el conocimiento que poseen los campesinos hondureños sobre la enfermedad. Algunos de sus hallazgos indican que los campesinos no asocian la incidencia de la enfermedad con la presencia de restos de cultivo infectados por los patógenos, pero asocian el origen de la pudrición de la mazorca con años de mucha lluvia y admiten la existencia de variedades criollas que son más tolerantes que muchas de las mejoradas a esta enfermedad.

Los agricultores adquieren la mayor cantidad de sus conocimientos a través de observaciones realizadas por ellos mismos o por información obtenida a partir de las personas con más experiencia; de esta manera conocen más de aquellas cosas que son fácilmente observables que de aquellas que no pueden ver. Debido a esto, el conocimiento que han adquirido sobre enfermedades de plantas y sus causas es muy limitado, razón por la cual los agricultores las identifican como hielo blanco, negro o amarillo, mientras que para identificar insectos o plantas que le son útiles utilizan más términos (Bentley, 1992). A fin de facilitar la comunicación entre técnicos y agricultores, es conveniente recurrir al uso de analogías como las usadas por del Río (Bentley y Melara, 1990). Algunas de estas analogías fueron la comparación de los patógenos de plantas con garrapatas para definir el término parasitismo; y la comparación de la fruta de guayaba con los picnidios del hongo para explicar la producción de conidias y la función del picnidio en el ciclo de vida del hongo.

A fin de facilitar la transferencia de información acerca de la pudrición de mazorcas a los agricultores en Honduras se ha desarrollado un programa tutorial de 50 diapositivas (del Río et al., 1992). Este programa incluye una guía de estudio, así como un guión y un examen para verificar el progreso en el aprendizaje.

En 1993, bajo el auspicio económico del PRIAG, la sección de Fitopatología y el Centro de Recursos Didácticos del Departamento de Protección Vegetal de la EAP, elaboraron un afiche con fotografías a color que ilustran los principales síntomas de las enfermedades causadas por *Stenocarpella* sp. en tallos, hojas y mazorcas. En este afiche se incluye información acerca de cómo sobrevive el patógeno de un ciclo de cultivo a otro y se alerta a los agricultores sobre el problema.

HIPOTESIS DE TRABAJO QUE PODRIAN CONVERTIRSE EN LINEAS DE INVESTIGACION

La información compilada en este documento destaca la importancia que tiene el problema de la pudrición de la mazorca de maíz en la región Centroamericana. Aunque todavía no se dispone de materiales comerciales resistentes a la enfermedad, se han desarrollado algunos estudios básicos que permitirán el desarrollo de un programa de extensión que ayude a reducir las pérdidas que esta enfermedad ocasiona.

Algunas de las recomendaciones que surgen de este documento son:

Fitomejoramiento:

- Se recomienda al CIMMYT tomar el liderazgo en la solución de este problema a través de mejoramiento genético y establecer un vivero específico para resistencia a la pudrición de la mazorca del maíz que sea distribuido en todos los países de Centroamérica.
- A los programas nacionales de investigación se les recomienda rescatar los materiales criollos de la región centroamericana y evaluar su resistencia a la pudrición de mazorca.
- Establecer un sistema estándar de inoculación para que los resultados sean comparables.
- Seguir el sistema estándar de evaluación de la severidad de la enfermedad que se pondrá durante el taller.

Epidemiología:

- Apoyar a la EAP para que continúe realizando estudios epidemiológicos sobre los agentes causales de la pudrición de la mazorca de maíz.

Manejo:

- Hacer un esfuerzo en conjunto para que se determine a corto plazo prácticas de manejo de la enfermedad al alcance de los agricultores.

Micotoxinas:

- Apoyar a la EAP para que, en colaboración con el NRI de Inglaterra, continúe con la determinación de micotoxinas producidas por diferentes agentes causales de la enfermedad.

Transferencia:

- Responsabilizar a la EAP para elaborar un programa de transferencia en manejo de enfermedades, con énfasis en pudrición de la mazorca de maíz, para extensionistas. Este programa tendrá como base los instrumentos de apoyo ya desarrollados (investigación básica y material didáctico).

LITERATURA CITADA

- Alvarado, A., N. G. de Pérez, A. Gonzáles, E. Quiróz, J.C. Ruíz, L. Carranza e I. Camargo. 1991. Evaluación de cultivares de maíz de grano amarillo en 12 localidades de Panamá. Memorias de la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA 18 al 22 de marzo de 1991. San Salvador, El Salvador. Vol. Maíz 192-211.
- Bentley, J.W. 1992. El rol de los agricultores en el MIP. *Ceiba* 33(1):357-365.
- Bentley, J.W. y W.A. Melara. 1990. Experimentos por agricultores hondureños. *Ceiba* 31(2): 144.
- Bentley, J.W. 1990. Conocimiento y experimentos espontáneos de campesinos hondureños sobre el maíz muerto. *Revisita Manejo Integrado de Plagas*. 17:16-26.
- Brizuela, L., T. Dubón, P. Campos y R. Reyes. 1992. Evaluación de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays* L.) en once ambientes diferentes de Centroamérica. 1991 A. Memorias de la XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua, 23 al 27 de marzo de 1992. Vol. Maíz.
- Brizuela, L., V. Méndez, L.F. Suazo, L. Corral y J.A. Paz. 1990. Evaluación de sintéticos e híbridos convencionales de maíz en cinco localidades de Honduras. 1989. Memorias de la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, 26 al 30 de marzo de 1990. Vol. I 112-122.

- Burrill, T.J. y J.T. Barrett. 1909. Ear rots of corn. Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 133.
- Caldera, C.A., L. Pixley, K. Jiménez y C.A. Salas. 1992. Evaluación de nueve variedades sintéticas en once localidades de Centroamérica. Proyecto Regional de Mejoramiento Integrado para Cobertura, Pudrición de mazorca y Rendimiento de maíz en Costa Rica. 1992. Memorias de la XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua. 23-27 de marzo de 1992. Vol. Maíz 3-11.
- Calderón, 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. Escuela Agrícola Panamericana. 28 p.
- Castaño-Zapata, J. y L.E. del Río. 1994. Diagramas de severidad para cuantificar daños provocados por *Stenocarpella* sp. en maíz (*Zea mays* L.). Ceiba. 34(2):247-260.
- Castaño-Zapata, J. y N. Ramos. 1993a. Producción de picnidios de *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis* Berk.) Sutton en tejidos vegetales y medios semisintéticos. Ceiba. 34(2):272-278.
- Castaño-Zapata, J. y N. Ramos. 1993b. Formación de estructuras similares a esclerocios de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton y *S. macrospora* (Earle) Sutton en extractos de tejidos vegetales. Ceiba. 34(2):286-293.
- Castaño-Zapata, J., S. Lara y N. Ramos. 1993. Efecto de la luz negra sobre la esporulación de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton y *S. macrospora* (Earle) Sutton. Ceiba. 34(2):279-285.
- 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. Escuela Agrícola Panamericana. 36 p.
- Córdova, H. 1990. Estabilidad del rendimiento de 36 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en 14 ambientes de Centroamérica, Panamá y México. Memorias de la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, 26 al 30 de marzo de 1990. Vol. I 97-112.

- Córdova, H.S., M.A. Gutiérrez y J. Lothrop. 1986. Mejoramiento integral para cobertura y pudrición de mazorca y tallo, rendimiento en los complejos germoplasmáticos de maíz (*Zea mays* L.) de CIMMYT. Memorias de la XXXII Reunión anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. M2/1-19.
- del Río, L.E. 1990a. Incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas de maíz en Honduras. Ceiba 31(1):3-7.
- del Río, L.E. 1990b. Memoria del taller sobre maíz muerto. Ceiba 31(1) 68 p.
- del Río, L.E. 1990c. Efecto de la fertilización potásica en la incidencia del maíz muerto. Ceiba 31(1):33-36.
- del Río, L.E. y W.A. Melara. 1991a. Evaluación de la resistencia a maíz muerto de algunos híbridos y variedades de maíz comunes en Honduras. Ceiba 32:127-132.
- del Río, L.E. y W.A. Melara. 1991b. Dispersión de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton en un cultivo de maíz. Ceiba 32:133-140.
- del Río, L.E. y T. Zúniga. 1991. Efecto de algunas prácticas culturales y fechas de recolección en la incidencia de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton en maíz sembrado en dos sistemas de labranza. Ceiba 32:141-149.
- del Río, L.E., T.L. Zúniga, J. Torres, G. Cerritos y J. Cáceres. 1991. Evaluación de métodos y fechas de inoculación de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton a diferentes concentraciones. Ceiba 32:151-160.
- del Río, L.E. y P.A. Quiel. 1989. Evaluación de la incidencia de la pudrición de mazorcas en cinco variedades criollas de maíz en Honduras. Memorias de la XXXV Reunión Anual de PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras.
- del Río, L.E., J. Sandoval, D. Matute y H. Barletta. 1992. Pudrición de mazorcas de maíz en el campo. Programa tutorial con 50 diapositivas. Incluye guión, guía de estudio y un examen. Escuela Agrícola Panamericana en colaboración con la Universidad de La Florida. Gainesville, Florida. U.S.A.

- Escobar, J.C., F. Guerra, N. Arrianza, R. Marroquín y A. Aguiluz. 1991. Evaluación nacional de híbridos blancos y amarillos en El Salvador. Memorias de la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. 1990. Vol. Maíz 185-191.
- López, J., R. Padilla, E. Salvatierra, R. Ocampo, A. Colindres, L. Pineda, M. Bustamante y D. Monterroso. 1990. Estimación de las pérdidas provocadas por la pudrición de la mazorca de maíz en Taulabé, Comayagua. 1987. Ceiba 31:9-14.
- Mero, H. y L. del Rfo. 1993. Influencia de las condiciones ambientales y etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) sobre la liberación de esporas de *Stenocarpella* sp. Ceiba.34(2):294-305.
- Montoya, M. y E. Schieber. 1970. La práctica del doblado del maíz (*Zea mays*) y su relación con la incidencia de hongos en la mazorca. Turrialba 20:24-29.
- Mora, L.E. y R.A. Moreno. 1984. Cropping pattern and soil management influence on plant diseases. Turrialba, 34:35-40.
- Muñoz, R. y J. Vega. 1992. El manejo del suelo y sus repercusiones en las plagas del maíz y frijol en relevo. Ceiba 33:117-125.
- Paniagua, O.; J. Castaño; J.J. Herrera; J. Zepeda y C. Moscoso. 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 #120. 9 p. Memorias de XXXIII Reunión anual del PCCMCA. Guatemala, Guatemala.
- Pérez, J.L. y M.R. Fuentes. 1992. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en diferentes ambientes México, Centro América, el Caribe y Venezuela. Memorias de la XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua, 23-27 de marzo de 1992. p. 110-127.
- Pérez, D., A. Gonzáles, N. Degracia, R. Hernández, E. Quiróz, I. Camargo y A. Alvarado. 1990. Evaluación de cultivares de maíz de grano amarillo en 9 zonas productoras de Panamá. Memorias de la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, 26 al 30 de marzo de 1990. Vol. I 123-130.

- Pitty, A. 1993. El manejo del suelo y su impacto en el MIP. Publicación DPV-EAP #495. Presentado en Primera reunión internacional sobre estrategias para el manejo integrado de pestes. México, 21-24 de septiembre de 1993. 13 p.
- Quemé, J.L., L. Larios, C. Pérez, N. Soto y H. Córdova. 1991. Aptitud combinatoria de líneas de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes grados de endogamia, derivadas de cuatro familias de hermanos completos progenitores de un híbrido doble, Guatemala, 1992. Memorias de la XXXVII reunión Anual del PCCMCA. Panamá, Panamá, 18 al 22 de marzo de 1991. Memoria de maíz 51-71.
- Rabie, C.J., S.J. van Rensburg, N.P.J. Kriek and A. Lübben. 1977. Toxicity of *Diplodia maydis* to laboratory animals. Applied and Environmental Microbiology 34:111-114.
- Rabie, C.J., J.J. du Preez and J.P. Hayes. 1987. Toxicity of *Diplodia maydis* to broilers ducklings, and laying chicken hens. Poultry Science 66:1123-1128.
- Rizzo, R. 1992. Efecto de una cobertura vegetal en la pudrición de mazorcas de maíz y la babosa del frijol. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 122 p.
- Rodríguez, V.M. 1976. Evaluación de la resistencia o tolerancia a pudrición de la mazorca (*Diplodia* spp.) en líneas endogámicas blancas y amarillas de maíz. Memorias de la XXII Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, julio de 1976. M-17:1-8.
- Solís, J.J. y J.A. Alvarado. 1990. Evaluación de resistencia a pudrición de la mazorca (*Diplodia maydis* y *Fusarium moniliforme*) en materiales experimentales y comerciales de maíz (*Zea mays* L.). Memorias de la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, 26 al 30 de marzo de 1990. Vol. 1155 (sólo resumen).
- Steyn, P.S., P.L. Wessels, C.W. Holzappel, D.J.J. Potgieter and W.K.A. Louw. 1972. The isolation and structure of a toxic metabolite from *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Tetrahedron 28:4775-4785.
- Torres, J.U. 1990. Efecto de diferentes concentraciones y épocas de inoculación en el pistilo de mazorcas de maíz con *Diplodia maydis* Berk. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 41 p.

- Vega, J., R. Muñoz y A. Pitty. 1993. Evaluación de plagas, factores agronómicos y económicos del maíz y frijol en relevo bajo dos sistemas de labranza. *Manejo Integrado de Plagas* 26:13-20.
- Wiser, W.J. 1957. Inheritance of reaction to *Diplodia maydis* (Sacc.) Lév. in *Zea mays* L. ear. Resúmenes de tesis 17:12-13.
- Zelaya, I.A. 1994. Evaluación de tres sistemas de labranza sobre el comportamiento de plagas y respuestas agronómicas del maíz en monocultivo asociado con el frijol de cobertura *Stizolobium deeringianum* (L.) Bort. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 123 p.