

INCIDENCIA DE HONGOS CAUSANTES DEL COMPLEJO DE PUDRICION DE MAZORCAS DE MAIZ EN FINCAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES DE HONDURAS¹

A. M. Julian²
S. Phillips²
P. Wareing²
L. del Río³

RESUMEN

Cincuenta y tres muestras de maíz fueron colectadas de plantas maduras en el campo y en almacenamiento en 39 fincas de pequeños productores de maíz en cuatro regiones maiceras de Honduras durante octubre de 1992. las muestras de campo fueron evaluadas en forma visual para cuantificar el daño causado por insectos y hongos, en las muestras de almacén se caracterizó la microflora presente. Los principales hongos asociados con la pudrición de mazorcas de maíz fueron: *Fusarium moniliforme*, *F. subglutinans* y especies no identificadas de *Penicillium*, *Stenocarpella maydis* y *S. macrospora* también fueron encontrados, erpo en menor frecuencia y en muestras provenientes de unas cuantas localidades en la región de Güinope cerca de El Zamorano. Las implicaciones de estos hallazgos con respecto al potencial de producción de micotoxinas y el consiguiente riesgo a la salud se discuten, junto con posibles estrategias para controlar estos patógenos.

¹ Publicación DPV/EAP #564

² Natural Resources Institute, Central Avenue, Chatham Maritime, Chatham, Kent. ME4 4TB, United Kingdom

³ Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras.

INTRODUCCION

La pudrición de mazorcas de maíz es causada por un complejo de microorganismos que incluyen varias especies de *Fusarium* como *F. moniliforme* Sheldon, *F. subglutinans* (Wolenw & Rienk.) Nelson, Toussoun & Marasas y *F. graminearum* Schwabe; *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis* Berk.) Sutton, y *S. macrospora* (Earle) Sutton. Estos microorganismos son clasificados como hongos de campo. Otros patógenos como *Aspergillus flavus* Linkifr y *Penicillium oxalicum* Currie & Thom también pueden ser asociados con el complejo que causa la pudrición de las mazorcas de maíz.

Los hongos que ocasionan la pudrición de la mazorca son importantes por dos razones: una alta incidencia de patógenos como *S. maydis* puede resultar en reducciones significativas del rendimiento debido a la producción de granos descoloridos y de muy poco peso (del Río, 1990a). *Fusarium* spp. no reduce tanto el peso de las mazorcas que afecta, pero ocasiona decoloración y necrosis de los granos afectados. En adición a la pérdida peso, estos patógenos producen varias toxinas que han sido relacionadas con numerosos casos de intoxicaciones y cáncer de humanos y animales domésticos alimentados con granos contaminados por ellos; estos casos incluyen anomalías citológicas en células del esófago en humanos, además pulmonares, hiperestrogenismo y acumulación de agua en el tórax de cerdos, leucoencefalomalacia en caballos e intoxicación y parálisis en ganado vacuno (Rabic *et al.*, 1985; Sydenham *et al.*, 1990; Thiel *et al.*, 1992). La producción de toxinas es específica de cada especie y antes de realizar un bioensayo para detectar toxinas en una muestra de granos, es recomendable caracterizar la microflora fungosa; *F. moniliforme* produce fumonisinas, *F. graminearum* trichothecenes y zearalenone, *F. moniliforme* var. *subglutinans* moniliformin y *Stenocarpella* spp. diplodiatoxin y diplodiol (Chalmers *et al.*, 1978; Gelderblom *et al.*, 1988).

Muy poco se conoce actualmente sobre las toxinas producidas por *Stenocarpella* spp. (= *Diplodia* spp.); sin embargo, su presencia ha sido ligada con cáncer del esófago en humanos e intoxicaciones del sistema nervioso en animales domésticos (Marases, 1977; Rabic *et al.*, 1985).

En octubre de 1992, muestras de granos provenientes del campo y de material almacenado en silos de fincas de pequeños agricultores en El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho y Yoro fueron analizadas visualmente y su microflora caracterizada para determinar la incidencia y severidad de la pudrición de la mazorca de maíz.

MATERIALES Y METODOS

Cincuenta y dos muestras de semillas de maíz fueron recolectadas en cuatro regiones maiceras de Honduras en las primeras semanas de octubre de 1992 de fincas (Cuadro 1) y silos de almacenamiento (Cuadro 2) de 39 pequeños agricultores.

Cuadro 1.- Origen de las muestras de maíz del campo provenientes de tres departamentos de Honduras.

Muestra	Departamento	Localidad	Variiedad
1	El Paraíso	Araulí, Danlí	H-27
3	El Paraíso	Araulí, Danlí	Criolla
5	El Paraíso	Guanacaste	HR-15
8	El Paraíso	Guanacaste	HR-15
9	El Paraíso	El Paraíso	H-29
11	El Paraíso	Santa Helena	H-5
12	El Paraíso	El Chichicaste	Planta Baja
13	El Paraíso	La Podide	Planta Baja
14	El Paraíso	El Obraje	De Kalb B-833
16	El Paraíso	El Obraje	De Kalb B-833
20	El Paraíso	El Coyolar	Planta Baja
22	Yoro	Pueblo Viejo	HB-104
24	Yoro	Nueva	Criolla
25	Yoro	Esperanza	Planta Baja
26	Yoro	Los Prietos	HB-104
27	Yoro	Los Prietos	HB-104
28	Yoro	Ciruelita,	Planta Baja
30	Yoro	Yorito	HB-104
33	El Paraíso	La Lomita	H-29
34	El Paraíso	Centro Poblado	Planta Baja
36	El Paraíso	Güinope	Planta Baja
37	El Paraíso	El Barranco	Criolla
39	Olancho	Mazorca	Guayape Blanco
41	Olancho	Las Casitas	Guayape Blanco
43	Olancho	Panuaya	Planta Baja
48	Olancho	El Portillo	Criollo
50	Olancho	Jimasque	De Kalb B-833
52	Olancho	La Empalizada	Planta Baja

Cuadro 2. Cultivar y procedencia de las muestras de maíz almacenadas en cuatro regiones madereras de Honduras.

Muestra	Departamento	Localidad	Tipo de Almacén	Variiedad
2	El Paraíso	Araulí, Danlí	Troja	H-27
4	El Paraíso	Araulí, Danlí	Troja	Híbrido
6	El Paraíso	Guanacaste	Troja	De Kalb B-833
7	El Paraíso	Guanacaste	Silo	De Kalb B-833
10	El Paraíso	El Paraíso	Silo	H-29
15	El Paraíso	El Obrajc	Shed	De Kalb B-833
17	El Paraíso	El Obraje	Silo	De Kalb B-833
18	El Paraíso	El Coyolar	Saco	Desconocido
19	El Paraíso	El Coyolar	Silo	de Kalb B-833
21	Yoro	Pueblo Viejo	Troja	HB-104
23	Yoro	Pueblo Viejo	Silo	HB-104
29	Yoro	Centro Poblado	Troja	HB-104
31	Francisco Morazán	Güinope	Silo	Criolla
32	Francisco Morazán	Güinope	Silo	Planta Baja
35	Francisco Morazán	Mazorca	Troja	Planta Baja
38	Olancho	Panusa	Troja	Planta Baja
40	Olancho	El Portillo	Silo	Guayape Blanco
42	Olancho	Terrero	Troja	Planta Baja
44	Olancho	El Tizate	Silo	Guayape Blanco
45	Olancho	El Tizate	Silo	Guayape Blanco
46	Olancho	El Tizate	Silo	Guayape Blanco
47	Olancho	La Empalizada	Silo	De Kalb B-833
49	Olancho	La Empalizada	Silo	De Kalb B-833
51	Olancho	El Matorral	Silo	De Kalb B-833
53	Olancho	Santa Cruz	Silo	Planta Baja

Las muestras de campo fueron colectadas siguiendo dos transectos en los cuales se cosechó una mazorca cada 10 metros para un total de 25 mazorcas de maíz por muestra. Las mazorcas fueron llevadas al laboratorio, donde fueron desgranadas y secadas al sol. La mayoría de las muestras de maíz almacenado fueron colectadas de silos metálicos, aunque algunas provinieron de trojas construídas fuera de las casas. Todas las muestras de almacén provenían de cultivos cosechados en el año anterior (ciclo de primera de 1991), por lo cual el tiempo promedio de almacenamiento fue de 10 meses.

Cuadro 3.- Severidad del daño causado por insectos y hongos en mazorcas de maíz colectadas en el campo.

Muestras	Variedades	Porcentaje de daño ¹	
		Insectos	Hongos
El Paraíso			
1	H-27	0.6	17.9
3	Criolla	0.8	1.9
5	HR-15	4.9	12.3
8	HR-15	1.0	4.3
9	H-29	2.0	5.2
11	H-5	6.2	10.4
12	Planta Baja	1.0	5.0
13	Planta Baja	0.5	7.5
14	De Kalb B-833	0.1	5.1
15	De Kalb B-833	1.8	7.2
	Promedio	2.4	7.7
Yoro			
22	HB-104	1.4	2.7
24	Criolla	2.5	8.6
25	Planta Baja	1.5	4.0
26	HB-104	0.3	2.0
27	HB-104	0.4	1.5
28	Planta Baja	3.3	10.8
30	HB-104	7.1	2.1
	Promedio	2.4	4.5
Güinope			
33	H-29	8.5	42.8
34	Planta Baja	28.1	56.8
36	Planta Baja	4.7	54.6
	Promedio	13.4	51.4
Olancho			
39	Guayape Blanco	0.7	1.4
41	Guayape Blanco	4.8	4.9
43	Planta Baja	6.3	50.3
48	Criolla	1.5	6.3
50	De Kalb B-833	1.0	4.8
52	Planta Baja	5.8	28.3
	Promedio	3.4	15.9

¹ Promedio de 25 mazorcas por muestra.

El daño de insectos a los granos de mazorcas colectadas del campo que inmediatamente cuantificado en forma visual así como la decoloración producida por el ataque de hongos. Ambos valores fueron expresados como porcentajes del área total de la mazorca afectada. Los promedios de daño por insectos y granos descoloridos fueron obtenidos a partir de las 25 mazorcas de cada muestra.

A fin de caracterizar la microflora interna, 100 semillas de cada muestra fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos. Al cabo de este tiempo las semillas fueron lavadas con agua destilada esterilizada y colocadas en grupos de cinco semillas, en platos de Petri conteniendo Dichloran, Rosa de Bengala, Chloramphenicol Agar (DRBC) para detectar hongos de campo y en Dichloran Glycerol Agar (DG18) para detectar hongos de almacén. En total se colocaron 50 semillas en cada uno de estos medios. Estos platos fueron incubados a 25°C en oscuridad continua durante tres días y luego fueron transferidos a una cámara con luz NUV con una temperatura de 21°C para promover la esporulación.

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación visual de las muestras de campo, tanto del daño por insectos como la deterioración por hongos, se presentan en el cuadro 3, como promedios de lectura de las 25 mazorcas colectadas en cada muestra.

En general, el nivel de daño por insectos o debido a hongos fue inferior al 10%, a excepción de dos muestras de El Paraíso que mostraron entre 10 y 20% de daño por hongos, dos muestras de Yoro donde los hongos causaron entre 20 y 50% de daño y todas las muestras de Francisco Morazán y El Paraíso (Güinope), que mostraron niveles de daño por hongos superiores al 40%. En todas las muestras de Güinope se registró la presencia de mazorcas con el daño típico causado por *Stenocarpella* spp., así como en una muestra de Yoro y dos de El Paraíso.

Al relacionar mediante regresión la incidencia de la enfermedad y el daño por insectos, se observó una relación significativa aunque bastante pobre entre ambos; la curva de regresión explicó el 59.7% de la variación total, lo cual significa que aunque hay relación entre ambas, el ataque por hongos puede ocurrir independientemente del daño de insectos. Esto último se demostró en las muestras 33 y 36 en las que se observó alta incidencia de *S. maydis* pero muy poco daño de insectos. Algo similar se observó al relacionar la severidad de la enfermedad con la severidad del ataque de insectos, en este caso la variación fue explicada por la curva en solo un 44.7%. No se observaron correlaciones significativas entre severidad de la enfermedad o daño por insectos y la variedad.

Al cuantificar la incidencia de microorganismos en las semillas provenientes de las muestras de campo, se observó que la mayoría de ellas estaba contaminada con *Fusarium* spp. (Cuadro 4). La especie más comúnmente aislada fue *Fusarium moniliforme*, la cual se encontró en más de 73% de las muestras evaluadas. El porcentaje promedio de infección causado por este patógeno varió desde 63% en Olancho hasta 82.8% en El Paraíso, *F. subglutinans* fue detectada en 30 de las muestras con una incidencia promedio de casi 7%. La incidencia de *S. maydis* fue de 12.2% en promedio y la de *S. macrospora* seis veces menor. La presencia de *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & Van Kesteren fue detectada únicamente en una muestra procedente de Yoro, mientras que *Geotrichum* sp., fue detectado en una muestra de El Paraíso. Aunque las semillas analizadas provenían directamente del campo, se observaron numerosas especies de *Aspergillus* y dos especies de *Penicillium*, hongos reconocidos como predominantes en el almacén.

Al analizar las muestras provenientes del almacén (Cuadro 5), se observó que a pesar que el tiempo promedio de almacenamiento de las muestras fue de 10 meses, muchos hongos de campo fueron encontrados en cantidades significativas, tal es el caso de *F. moniliforme*, el cual se encontró en muestras de todos los departamentos en cantidades superiores a 20%. La presencia de *S. maydis* fue detectada en el 12% de las semillas evaluadas, la incidencia de *S. macrospora* se detectó en 2%. Debido al tiempo promedio que estas muestras permanecieron en almacenamiento, después se detectó la presencia de *S. maydis*; las muestras con los mayores niveles de ataque fueron Güinope y Yoro, mientras que los menores niveles fueron observados en El Paraíso y Olancho, 2% y 4% respectivamente. *S. macrospora* fue detectada en niveles muy bajos, con un promedio de 1% en las muestras de El Paraíso,

Cuadro 4.- Incidencia (%) de hongos en granos de maíz colectados en campos de pequeños agricultores de Honduras. Octubre, 1992.

	DEPARTAMENTOS				Promedio
	El Paraíso	El Paraíso ¹	Olancho	Yoro	
Hongos de campo:					
<i>Fusarium moniliforme</i>	82.8	81.8	66.0	63.3	73.5
<i>F. subglutinans</i>	4.2	1.8	9.3	11.3	6.7
<i>Stenocarpella maydis</i>	5.5	18.2	3.3	21.5	12.2
<i>S. macrospora</i>	1.1	0.0	0.7	6.0	2.0
<i>Phoma sorghina</i>	0.0	0.0	0.0	2.8	0.9
<i>Geotrichum</i> sp.	9.1	0.0	0.0	0.0	2.3
No esporulado	4.5	5.6	3.3	1.0	3.6
Hongos de Almacén:					
<i>Rhizopus</i> spp.	0.0	0.0	0.3	0.0	0.01
<i>Aspergillus clavatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.01
<i>A. flavus</i>	3.3	0.0	0.0	0.0	0.8
<i>A. niger</i>	0.0	0.4	0.0	0.3	0.2
<i>A. fumigatus</i>	0.4	0.0	0.3	0.0	0.2
<i>A. wentii</i>	1.3	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Eurotium</i> spp.	0.2	0.0	0.0	0.0	0.01
<i>Penicillium oxalicum</i>	21.8	3.0	2.3	0.0	6.8
<i>P. citrinum</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1

¹ Muestras del área de Guinope (muestras 33, 34, 36, 37)

3% en las muestras de Olancho y 5% en las provenientes de Yoro y Güinope.

En general los niveles de hongos de almacén aislados fueron muy bajos; sin embargo, las muestras 9, 10 y 29 presentaron niveles altos de *A. flavus*.

DISCUSION

La comparación de los datos obtenidos con la evaluación visual de las mazorcas colectadas en el campo y lo observado en las siembras en agar indica que mientras la presencia de *Stenocarpella* spp., puede ser comparativamente más fácil de diagnosticar, *Fusarium* spp. puede estar presente sin ocasionar síntomas evidentes de su presencia. De esta manera la mayoría de agricultores puede identificar los granos afectados por *Stenocarpella*, a los cuales ellos denominan "maíz muerto", y toman medidas para evitar almacenarlos o consumirlos; pero no identifican ni eliminan con la misma facilidad aquellos granos afectados por *Fusarium* spp.

Investigaciones micotoxicológicas realizadas en Zambia, revelaron que alimentar animales de laboratorio con grano evidentemente dañado a niveles superiores al 2% reducen en forma significativa su ganancia de peso. Alimentar animales con cultivos puros de mazorcas podridas por *S. maydis* resultó en intoxicaciones agudas de los mismos, mientras que los alimentados con cultivos puros de *S. macrospora* presentaron altas tasas de mortalidad. Se ha recomendado que el nivel aceptable de contaminación de maíz es de 2% (Marases et al., 1978). Sin embargo, en este estudio, 23 de las 26 muestras de campo mostraron niveles de contaminación por encima del 2%, algunos de ellos con niveles entre 20 y 50%. Está claro que el consumo de este tipo de grano representa un gran riesgo para la salud humana.

Los altos niveles de incidencia registrados para *F. moniliforme* en la mayoría de las muestras son muy alarmantes. Estudios adicionales conducidos por el Natural Resources Institute de Inglaterra (NRI) actualmente están evaluando la presencia de micotoxinas como las fumonisinas, moniliformin y el tricotheceno deoxynivalenol (DON). Estudios adicionales buscan al mismo tiempo desarrollar un método práctico para detectar toxinas producidas por *Diplodia* en muestras con elevada incidencia del hongo. Tres de las muestras bajo estudio mostraron altos niveles de *A. flavus*, esto representa un peligro potencial de presencia de aflatoxinas.

Cuadro 5.- Incidencia (%) de hongos en granos de maíz almacenados por pequeños agricultores de tres departamentos de Honduras. Octubre, 1992.

	DEPARTAMENTOS				
	El Paraíso	El Paraíso ¹	Olancho	Yoro	
Hongos de campo:					
<i>Fusarium moniliforme</i>	38.4	22.0	36.5	67.7	41.2
<i>F. subglutinans</i>	14.0	2.0	12.8	6.3	8.8
<i>Stenocarpella maydis</i>	2.7	5.0	3.3	21.5	8.1
<i>S. macrospora</i>	0.7	1.0	0.7	6.0	2.1
<i>Chaetomium</i> sp.	2.4	0.0	2.8	0.0	1.3
No esporulado	0.2	0.0	2.0	5.3	1.9
Hongos de Almacén:					
<i>Aspergillus flavus</i>	1.8	0.0	0.8	32.7	8.8
<i>A. niger</i>	0.4	0.0	0.6	12.0	3.3
<i>A. fumigatus</i>	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Penicillium oxalicum</i>	4.2	1.0	1.8	12.0	4.8
<i>P. citrinum</i>	0.4	0.0	0.2	0.0	0.15

¹ Muestras del área de Guinope (muestras 31, 32 y 35).

Un menor entendimiento de los factores que influyen en la distribución de los hongos puede proveer de pistas que pueden ser usados para su control. Es conocido por ejemplo, que *F. moniliforme* prefiere lugares cálidos y condiciones secas, mientras que *F. subglutinans* es favorecido por ambientes más frescos; *F. graminearum* prevalece mejor en ambientes intermedios (Marascs et al., 1979). *S. maydis* también requiere de condiciones húmedas y cálidas para la formación de picnidios; sin embargo, la viabilidad de sus esporas es fuertemente reducida por altas temperaturas y la exposición a la radiación solar (Nemlicenko y Grisenko, 1962). Los altos niveles de *S. maydis* registrados en Güinope por tanto pueden ser atribuidos en parte a diferencias climatológicas, tal vez relacionados con la elevada altitud a la que se encuentran (superior a 1500 msnm). *S. macrospora* tiene un rango geográfico más restringido, está confinado a regiones tropicales y subtropicales de América, Australia y África (Sutton y Waterston, 1966; Marascs y Van der Westhuizen, 1979).

Los niveles óptimos de humedad requeridos para que el patógeno cause infección oscilan entre 45 y 50% (Latterell y Rossi, 1983).

Aunque el clima puede ser el principal determinante de la incidencia y severidad de la enfermedad, otros factores como las prácticas agronómicas y diferencias en resistencia varietal también pueden ser de importancia (del Río, 1990). El daño por insectos también incrementa la posibilidad de invasión de las mazorcas por hongos ya que los granos deteriorados son más susceptibles al ataque de patógenos débiles o microorganismos oportunistas. asimismo, los insectos pueden actuar como vectores del inóculo entre plantas. Se ha demostrado que el inóculo sobrevive en tallos y rastrojos de maíz y que la severidad del ataque de *Stenocarpella* spp. puede ser reducida en forma significativa removiendo estos residuos del campo o incorporándolos (Ullstrup, 1964; Kerr, 1965; Mora y Moreno, 1984; Flett y Wehner, 1991). Estudios de sobrevivencia del inóculo demostraron reducciones significativas de la viabilidad del mismo en materiales enterrados. Esto puede ser debido en parte a la poca capacidad competitiva que estos patógenos tienen (Flett et al., 1992). Por el contrario, *Fusarium* spp. no es afectado en forma significativa por las prácticas de preparación del suelo (Skoglund y Brown, 1988; Flett y Wehner, 1991); varios informes indican que *F. moniliforme*, *F. subglutinans*, y *F. graminearum* pueden sobrevivir en material vegetal enterrado (Nyvall y Kommedahl, 1970; Kommedahl y Windels, 1981; Skoglund y Brown, 1988).

Mientras la remoción de residuos de la cosecha o su incorporación mediante la aradura profunda del suelo pueden proveer cierto grado de

control de *Stenocarpella* spp. en fincas grandes, dificultades de carácter logístico se encuentran para llevar a cabo estas prácticas en fincas de pequeños agricultores. En muchas regiones de Centroamérica los agricultores cultivan en laderas de pendientes pronunciadas donde la preparación del terreno con tractor es técnica y económicamente no viable. En adición, los restos del cultivo se utilizan para formar barreras muertas que ayuden en el control de la erosión del suelo y la conservación del agua. Es necesario considerar nuevas metodologías de remoción del inóculo para estas condiciones.

Una segunda estrategia de manejo incluye el desarrollo y diseminación de variedades de maíz con mayores niveles de tolerancia o resistencia a los patógenos que ocasionan la pudrición de la mazorca. Para ello se debe realizar una evaluación del germoplasma actualmente sembrado por los agricultores, mediante pruebas en diferentes localidades y seleccionar nuevas fuentes de resistencia. Los niveles de infección natural deberían ser incrementados aumentando el inóculo mediante el establecimiento de parcelas enfermas en las cuales se mantiene una elevada cantidad de residuos contaminados o mediante la inoculación de suspensiones de esporas en los pistilos de las mazorcas (Klapproth, 1991).

Una tercera estrategia incluye tratamientos post-cosecha de los granos contaminados. La incidencia de *Fusarium* spp. ha sido con frecuencia menor en muestras de grano provenientes de silos en comparación con las muestras colectadas en el campo. Esto podría ser el reflejo de una reducción en la viabilidad del patógeno en respuesta al tratamiento de secado del grano o a otras prácticas realizadas antes del almacenamiento, como la selección del grano a guardar. Es importante determinar si estas muestras del silo contienen niveles elevados de micotoxinas, pues con frecuencia las toxinas permanecen mucho tiempo después que el hongo que las produjo ha desaparecido. hallazgos preliminares sugieren que las toxinas producidas por *Diplodia* pueden ser desnaturalizadas con calor al cocinar el grano (Steyn et al., 1972). De la misma manera ser posible reducir los niveles de fumonisinas mediante tratamiento alcalino durante la elaboración de tortillas (W. Marases, 1993, comunicación personal). Es necesario realizar más investigación en estos aspectos.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue realizado como parte de un programa colaborativo entre el Instituto de Recursos Naturales de Inglaterra y la Escuela Agrícola Panamericana de Honduras, con fondos de la Administración de Desarrollo de Ultramar (Overseas Development Administration) de Inglaterra. También queremos agradecer al personal del Departamento de Protección Vegetal de la EAP en El Zamorano por el apoyo logístico y técnico y a los agentes de extensión en El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho y Yoro.

LITERATURA CITADA

- Chalmers, A.A., C.P. Gorst-Allman, N.P.J. Kriek, W.F.O. Marases, P.S. Steyn, and R. Vlegaar. 1978. Diplosporin, a new mycotoxin from *Diplodia macrospora* Earle. South African Journal of Chemistry 31:111-114.
- Flett, B.C. and F.C. Wehner. 1991. Incidence of *Stenocarpella* and *Fusarium* cob rots in monoculture maize under different tillage systems. Journal of Phitophathology. 133:327-333.
- Flett, B.C., F.C. Wehner and M.F. Smith, 1992. Relationship between maize stubble placement in soil and survival of *Stenocarpella maydis*. Journal of Phytopathology. 134:33-38.
- Gelderblom, W.C.A., K. Jaskiewioz, W.F.O. Marases, P.G. Thiel, R.M. Horak, R. Vleggar and N.P.J. Kriek. 1988. Fumonisin-novel mycotoxins with cancer promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. Applied and Environmental Microbiology. 54:1806-1811.
- del Río, L.E. 1990a. Incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas de maíz en Honduras. Ceiba 31:3-7.
- del Río, L.E. 1990b. Efecto de la fertilización potásica en la incidencia del maíz muerto. Ceiba 31:33-36.
- Kerr, W.E. 1965. Ear and cob diseases of maize. Rhodesia Agricultural Journal 62:11-23.

- Klapproth, J.C. 1991. Evaluation of four inoculation techniques for infecting corn ears with *Stenocarpella maydis*. Plant Disease 75:1057-1060.
- Kommedahl, T. and C.E. Windels. 1981. Root-, stalk- and ear-infecting *Fusarium* species on corn in the U.S.A. Pages 94-103. In: P.E. Nelson, T.A. Toussoun and R. J. Cook (eds.). *Fusarium* Diseases, biology and taxonomy. The Pennsylvania State University Press, University Park.
- Latterell, F.M. and A.E. Rossi. 1983. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. Plant Disease 67:725-729.
- Marases, W.F.O. 1977. The genus *Diplodia*. In: Mycotoxic fungi, mycotoxins and mycotoxicoses: An encyclopedic handbook, Vol. 1., (D. Wyllie & G. L. Morehouse, eds.) Marcel Dekker, New York, 119-128 pp.
- Marases, W.F.O., N.P.J. Kriek, P.S. Steyn, S. J. Van Rensburg and Van Schalwyk. 1978. Mycological investigations on Zambian maize. Fd. Cosmet. Toxicol 16:39-45.
- Marases, W.F.O., N.P.J. Kriek, V.M. Wiggins, P.S. Steyn, D.K. Towers and T.J. Hastie. 1979. Incidence geographic distribution and toxicity of *Fusarium* species in South African corn. Phytopathology 69:181-185.
- Marases, W.F.O. and G.C.A. Van der Westhuizen. 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. and R.A. Moreno. 1984. Cropping pattern and soil management influence on plant diseases: *Diplodia macrospora* leaf spot of maize, Turrialba 34:35-40.
- Nemliencko, F.E. and G.V. Grisenko. 1962. Survival of the causal agent of Diplodiosis of maize and the effects on it of some soil microorganisms. Microbiology, Moscow 31:891-894.
- Nyvall, R.F. and T. Kommedahl. 1970. Saprophytism and survival of *Fusarium moniliforme* in corn stalks. Phytopathology 60:1233-1235.

- Rabie, C. J., T.S. Kellerman, N.P.J. Kriek, G.C.A. van der Westhuizen and P.J. de Wet. 1985. Toxicity of *Diplodia maydis* in farm and laboratory animals. *Food and Chemical Toxicology* 23:349-353.
- Skoglund, L.G. and W.M. Brown. 1988. Effects of tillage regimes and herbicides on *Fusarium* species associated with corn stalk rot. *Canadian Journal of Plant Pathology* 10:332-338.
- 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 metabolic from *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. *Tetrahedron* 28:4775.
- Sydenham, E.W., P.G. Thiel, W.F.O. Marases, G.S. Shephard, D.J. van Schalkwyk and K.R. Koch. 1990. Natural occurrence of some *Fusarium* mycotoxins in corn from low and high esophageal cancer prevalence areas of the Transkei, Southern Africa. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 38:1900-1903.
- Thiel, P.G., W.F.O. Marases, E.W. Sydenham, G.S. Shephard and W.C.A. Gelderblom. 1992. The implications of naturally occurring levels of fumonisins in corn for human and animal health. *Mycopathologia* 117:3-9.
- 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.
- Sutton, B.C. and J.M. Waterston. 1966. *Diplodia macrospora*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, Set 9, No. 83.
- Ullstrup, A.J. 1964. Observations on two epiphytotics of *Diplodia* ear rot of corn in Indiana. *Plant Disease Reporter* 48:414-415.