

Evaluación de Diferentes Epocas de Inoculación de Diplodia maydis (Berk.) con Palillo en la Mazorca de Maíz

P O R

Pedro Arturo Calderón Molina

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zumorano, Honduras
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON SUPERIOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
ABASTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A Dios, por ayudarme a cumplir todas mis metas propuestas
en la vida.

A mis padres, por el apoyo continuo y su confianza que
siempre me han brindado. A ellos les ofrezco mi inmensa
gratitud por ayudarme a llegar hasta aquí ya que sin su
orientación, cariño y el financiamiento de mis estudios no lo
hubiera logrado.

A Liliam por su comprensión, paciencia y cariño durante
todos estos meses de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Luis Del Río y al Dr. Leonardo Corral por su colaboración en la planificación y revisión de este trabajo.

Al Dr. Jacobo Cáceres por la confianza depositada en mí, por sus valiosos consejos para la realización de este trabajo y por sus deseos desinteresados para que yo continuara mis estudios.

A Iris y Nolvía por la amistad y su ayuda que nunca me negaron.

A mis compañeros de estudio y buenos amigos Carlos, Gustavo, Osman, Guillermo, Gerardo, Rogelio, Roberto, Elvin, Enoc, Werner y Juan Carlos por el apoyo constante y verdadera amistad.

INDICE

	Pag.
Portada _ _ _ _ _	i
Derechos de autor _ _ _ _ _	ii
Dedicatoria _ _ _ _ _	iii
Agradecimientos _ _ _ _ _	iv
Indice general _ _ _ _ _	v
Indice de cuadros _ _ _ _ _	vi
RESUMEN _ _ _ _ _	vii
I. INTRODUCCION _ _ _ _ _	1
II. REVISION DE LITERATURA _ _ _ _ _	4
III. MATERIALES Y METODOS _ _ _ _ _	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSION _ _ _ _ _	19
V. CONCLUSIONES _ _ _ _ _	24
VI. RECOMENDACIONES _ _ _ _ _	25
VII. BIBLIOGRAFIA _ _ _ _ _	26
VIII. ANEXOS _ _ _ _ _	29

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Efecto de diferentes épocas de inoculación de <u>Diplodia maydis</u> en mazorcas de maíz con el método del palillo. _ _ _ _ _	20
Cuadro 2. Concentración de sólidos solubles y humedad del grano al momento de la inoculación de <u>Diplodia maydis</u> . _ _ _ _ _	21

RESUMEN

Este experimento fue realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, entre los meses de Julio y Octubre de 1989. El Zamorano se encuentra a una altura de 800 msnm, cuenta con una temperatura promedio anual de 23° C y una precipitación promedio anual de 1050 mm.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron de inoculaciones de Diplodia maydis con el método de palillo en la mazorca cada cuatro días, desde la floración hasta treinta y dos días después, y tres testigos utilizando palillos esteriles a intervalos de dieciséis días cada uno a partir de la floración.

No se observaron diferencias entre las épocas de inoculación. El híbrido H-27 no presenta ningún tipo de resistencia a la inoculación de D. maydis con palillo, ya que no existió diferencias entre los tratamientos. En las primeras fechas de inoculación la agresividad del hongo fue mayor a tal grado que destruyó completamente la mazorca. A medida que la mazorca iba desarrollándose la agresividad del hongo iba disminuyendo aunque no se encontró ningún tipo de resistencia.

I. INTRODUCCION

El maíz es el cultivo principal de los cereales sembrados en América Latina. Es utilizado para el consumo humano y como alimento para animales. En Honduras es básico en la alimentación debido a su alto contenido de carbohidratos.

El maíz es susceptible a muchas enfermedades incluyendo pudriciones de la mazorca y el grano. Estas pudriciones causan considerables daños en áreas bastante húmedas desde la época de la emergencia de los pistilos hasta la cosecha (Koehler, 1959; Jugenheimer, 1981; Castaño, 1987; Chambers, 1988). Esto reduce la producción, la calidad y el valor alimenticio del grano (Castaño, 1987).

Diplodia maydis Berk. es un hongo que causa pudrición de la mazorca y es muy importante en la mayoría de las áreas donde el maíz se cultiva intensivamente (Jugenheimer, 1981). Esta enfermedad es conocida por los agricultores de Honduras como "Maíz Muerto".

Según Heald et al. (1909) y Vigiliano (1940) citados por Koehler (1959), la pudrición por D. maydis puede causar reducciones en el peso de la mazorca en más de un 50%.

En Honduras en 1986, la pudrición de la mazorca se incrementó en varios de los departamentos maiceros. Informes relacionados con las pérdidas estimadas por maíz muerto

oscilaron entre 5-25% en los departamentos de Copán, Comayagua, El Paraíso y Olancho, aunque en algunas fincas fue de 0-100% (Secretaría de Recursos Naturales, 1988).

Latterel y Rossi (1983) mencionan que D. maydis, al igual que otros hongos, produce toxinas cuyos efectos en Centro América son desconocidos tanto en ganado como en aves y otros animales menores que se alimentan de granos contaminados por este hongo.

Jugenheimer (1981) describe el uso del material resistente como el mejor método para controlar la pudrición de la mazorca causada por D. maydis, pero esto se ha complicado por la ocurrencia de numerosas razas fisiológicas y por la falta de un método completamente satisfactorio de inoculación artificial.

En programas para resistencia a la pudrición de la mazorca se ha demostrado que el tiempo de inoculación es crítico para la evaluación de germoplasma (Chambers, 1988).

Ullstrup (1970) y Chambers (1988) mencionan el método de inoculación con palillos como uno de los más sencillos y que permite diferenciar acusiosamente los genotipos resistentes y susceptibles.

Pocos esfuerzos se han hecho para determinar el efecto de la pudrición de la mazorca en la reducción del rendimiento en relación al tiempo de inoculación (Chambers, 1988).

En este trabajo se pretende determinar la época más adecuada de inoculación de D. maydis con palillo en la mazorca

de maíz desde el inicio de la floración hasta 32 días después para ser usada en trabajos de evaluaciones de germoplasma. También se pretende determinar la tasa de desarrollo de la enfermedad bajo este sistema de inoculación con el propósito de tener un parámetro de comparación con otros genotipos.

II. REVISION DE LITERATURA

Uno de los organismos causantes de la pudrición de la mazorca, conocida por los productores de Honduras como "maíz muerto", es el hongo Diplodia maydis (Berk) Sacc (sin. D. zeae (Schw.) Lev.) (Montoya et al., 1970; Thompson et al., 1971; Erazo, 1987; López et al., 1987).

A. Descripción del Patógeno

El hongo produce cuerpos fructíferos llamados picnidios de un color que varía de café oscuro a negro, los cuales contienen conidias de forma alargada a ligeramente curva, estas están compuestas por dos células cuyas medidas oscilan entre 5-6 x 25-30 um por conidia. Ocasionalmente, algunos picnidios contienen conidias hialinas, en forma de hilos que miden 1-2 x 25-35 um. El estado sexual de este hongo no es conocido (Surtleff, 1980; McGee, 1988).

B. Síntomas

D. maydis ataca plántulas de maíz, tallos, hojas y mazorcas (Koehler, 1959; Castaño, 1987), pero no se conoce que ataque otros cultivos (Koehler, 1959).

Aunque los síntomas de la pudrición de la mazorca

causados por D. maydis son idénticos a los causados por D. macrospora (Eddins, 1930a; Wilson, 1942; Morasas y Van Der Westhuizen, 1979; Castaño, 1987), D. maydis parece ser más vigoroso. Además, estos organismos son diferentes en su morfología y fisiología (Wilson, 1941).

La infección generalmente se inicia en la base de la mazorca (Shurtleff, 1980; Castaño, 1987). Las brácteas de las mazorcas infectadas a una edad temprana desarrollan áreas decoloridas, que se desarrollan hasta secarlas completamente, aun cuando la planta esté verde todavía (Shurtleff, 1980; De León, 1984). El micelio puede penetrar la tusa (Eddins, 1930b) y al abrir las mazorcas infectadas, se puede observar el micelio color blanco cubriendo los granos (Clayton, 1927; Eddins, 1930a; Eddins, 1930b; Miller, 1932; Murillo, 1970; Shurtleff, 1980; De León, 1984; Castaño, 1987). Cuando la enfermedad está en un estado avanzado se pueden observar picnidios en la tusa, el olote y los granos; un amarillamiento y pérdida de peso del grano (Shurtleff, 1980; De León, 1984; McGee, 1988). En mazorcas totalmente descompuestas a consecuencia de infecciones tempranas, el follaje de la planta adquiere tonalidades rojo púrpura, muriendo prematuramente. Muchas mazorcas no presentan síntomas visibles de infección en la época de la cosecha, pero el avance de la enfermedad durante el período de almacenaje, puede desembocar en una infección generalizada de los granos (Murillo, 1970).

C. Epidemiología

De León (1984) reportó que la pudrición de la mazorca causada por D. maydis se encuentra en lugares templados y calientes con alta humedad.

Las mazorcas son más susceptibles a la infección durante las tres semanas posteriores a la floración y es mayor cuando el tiempo es húmedo, especialmente si el período precedente fue suficientemente seco para que las conidias se dispersaran ampliamente antes de la emergencia de los estigmas (Van Der Vigil, 1916; Doidge, 1950; Doidge et al., 1953; Kruger y Jooste, 1967; Kruger, 1970; citados por Marasas y Van Der Westhuizen, (1979); Shurtleff, 1980; Castaño, 1987; Aldrich y Leng, citados por López et al. (1988)). Hope (1936) y Holbert (1924) citados por Koehler (1959), reportaron que la pudrición de la mazorca por D. maydis varía grandemente de un año a otro. La cantidad de lluvia durante los meses de agosto, septiembre y octubre es uno de los factores más importantes que influyen en la presencia de este problema (Hope (1936) y Holbert (1924) citados por Koehler (1959); Moreno y López, 1980).

El rango óptimo de temperatura para la germinación de esporas y el crecimiento micelial del organismo es de 25° C a 32° C, y la mínima entre 5° C y 8° C. Las esporas pueden germinar a 39° C, pero a esta temperatura no hay crecimiento micelial (Eddins 1930a).

Este hongo puede invernar en rastrojos de cultivo sobre las semillas, tallos de plantas enfermas y en los terrenos infestados (Craig y Hooker, 1960; Ullstrup, 1964; Murillo, 1970). Moreno y López (1980) encontraron que la incidencia (número de mazorcas afectadas) y la severidad (superficie afectada de la mazorca) de la pudrición fue mayor en aquellas formas de preparar el suelo que permiten restos de la cosecha anterior sobre el terreno.

Koehler (1959) describió que a medida que la mazorca crece, la protección de la mazorca por la tusa al final de ésta comienza a reducirse, haciendo más fácil la entrada de esporas a la mazorca o entre la tusa. También los pájaros e insectos que se alimentan en la punta de la mazorca pueden incrementar el potencial de la pudrición de la mazorca (Shurtleff, 1980). Sin embargo, López *et al.* (1988) y Paz *et al.* (1988), encontraron que la mala cobertura de la mazorca no incide en la pérdida de maíz. Paniagua (1987) no encontró ninguna relación entre el daño de insectos a la mazorca y el daño de D. maydis.

Paz *et al.* (1988) encontraron que al correlacionar características agronómicas con pérdidas de rendimientos por D. maydis en maíz, existía un grado de asociación con porcentajes de acame de raíz. Mencionan que esto puede tener una explicación ya que cuando la planta hace contacto con el suelo y maleza, provoca un microclima favorable al hongo.

Thompson et al. (1971) encontraron que existe una independencia entre la pudrición de la mazorca y del tallo, y que la correlación entre estos dos caracteres puede variar ampliamente en magnitud y síntomas dependiendo de la población de plantas de maíz.

D. Manejo de la enfermedad

1. Químico

En realidad no existe un producto químico que nos garantice un control contra este organismo, pero para la protección de las plántulas las sustancias químicas más utilizadas en el tratamiento de las semilla son el "Thiram", "Captan" y el "Dichlone" (Murillo, 1970).

2. Genético

Actualmente se cuenta con materiales mejorados que son tolerantes a la pudrición de la mazorca, como es el caso de un sintético formado por el Proyecto Colaborativo de Centroamérica y el Caribe para pudrición y la Unidad Acacias llamado "Acacias (1) 84 RD" (Paz y Pereira, 1989) y otros materiales como "Dicta 88-B" (Paz et al., 1988).

3. Cultural

El uso de prácticas culturales es la medida de control que presenta más alternativas para disminuir la incidencia de esta enfermedad (Ferrera, 1984). Al respecto son sugeridas

algunas medidas:

- Usar semilla libre de patógenos ya que la enfermedad se transmite por semilla (Castaño, 1987; Paz *et al.*, 1988).
- La destrucción de residuos de cosecha es muy importante para eliminar parte del inóculo que queda en el campo (Moreno y López, 1980; Castaño, 1987; McGee, 1988).
- Una fertilización balanceada evitando altos niveles de nitrógeno y bajos niveles de potasio, ayuda a disminuir el problema causado por la enfermedad (Castaño, 1987; López *et al.*, 1988).
- Rotación de cultivos (Castaño, 1987).
- Efectuar almacenajes adecuados: Menos de 18% de humedad para almacenaje de mazorcas y 15% de humedad para granos, esto previene el crecimiento del patógeno después de la cosecha (Shurtleff, 1980).
- Según Montoya y Schieber (1970) la práctica del doblado del maíz que realizan muchos agricultores en Centroamérica es una medida que reduce la incidencia de hongos en la mazorca.
- Según evaluaciones realizadas por Paz *et al.* (1988) la densidad de siembra que reduce considerablemente las pérdidas es de 50,000 plantas/ha.

E. Inoculación

Jugenheimer (1981) describe el uso de material resistente como el mejor método para controlar la pudrición

de la mazorca causada por D. maydis. Actualmente en nuestro mercado, según la Secretaría de Recursos Naturales (1988), no existen variedades resistentes al ataque de Diplodia spp. al tallo o la mazorca.

Un método satisfactorio para producir epifitias artificiales de la pudrición de la mazorca por Diplodia podría ser una herramienta muy útil para cualquier programa de mejoramiento donde la resistencia a ésta debe ser incorporada a líneas híbridas (Ullstrup, 1949). Según Jugenheimer (1981) el mejoramiento para resistencia a hongos se ha complicado con la ocurrencia de numerosas razas fisiológicas de los patógenos y por no existir un método completamente satisfactorio de inoculación artificial.

En programas para resistencia a la pudrición de la mazorca se ha demostrado que el tiempo de inoculación es crítico para la evaluación de germoplasma (Chambers, 1988). Koehler (1959) comparó la eficiencia de tres métodos de inoculación con Diplodia: inyección, aspersion (suspensión con esporas) y uso de palillos. Los resultados obtenidos de los tres métodos fueron similares.

Ullstrup (1970) menciona el método de inoculación con palillos como uno de los mas sencillos el cual parece diferenciar acusiosamente los genotipos resistentes y susceptibles. Según Gulya et al. (1979) la inoculación pinchando la mazorca produce una infección altamente localizada dado que el inóculo es depositado en un solo punto.

Así, el tamaño de la lesión resultante depende únicamente de la resistencia genética de la mazorca y no es afectada por el movimiento pasivo de las esporas, como cuando una suspensión de esporas es usada ya sea con la técnica de aspersión o inyección. La simple lesión producida por el pinchado con el palillo también permite una tasa de pudrición de la mazorca midiendo la diseminación de la infección desde el punto de la inoculación.

Pocos esfuerzos se han hecho para determinar el efecto de la pudrición de la mazorca en la reducción del rendimiento en relación al tiempo de infección (Chambers, 1988). Algunos investigadores mencionan que existe un rango amplio, desde la salida de los estigmas hasta que la mazorca este seca, para que el patógeno pueda causar daños a la mazorca (Koehler, 1959; Jugenheimer, 1981).

Jugenheimer (1981) menciona que las mazorcas son más susceptibles al ataque de Diplodia 2-3 semanas después de la floración femenina. Koehler (1959) reportó que las mazorcas fueron más susceptibles 10-20 días después de la salida de los estigmas. Chambers (1988) observó que 28 días después de la salida de los pistilos se comenzó a observar una aparente resistencia al patógeno inoculado con palillo en la mazorca y que la mejor fecha de inoculación era entre la salida de los pistilos y 18 días después. Como conclusión de su trabajo Chambers (1988) encontró que el porcentaje de mazorcas podridas no decrece linealmente con el incremento en días

desde la salida de los estigmas hasta 32 días después y esto estuvo correlacionado significativamente con el peso de granos por planta.

III. MATERIALES Y METODOS

Este experimento fue realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, entre los meses de Julio y Octubre de 1989. El valle del Zamorano se encuentra a una altura de 800 msnm, cuenta con una temperatura promedio anual de 23° C y una precipitación promedio anual de 1050 mm.

A. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron de inoculaciones con el palillo a la mazorca cada cuatro días, desde la floración hasta treinta y dos días después y tres testigos a intervalos de dieciseis días cada uno a partir de la floración (0, 16 y 32 días después de floración).

B. Obtención y preparación del inóculo

El inóculo de D. maydis se obtuvo de aislamientos de mazorcas infectadas realizados en el laboratorio de Fitopatología de la Escuela Agrícola Panamericana.

El material de transporte del hongo, del medio de cultivo a la mazorca, fueron palillos de madera, los cuales fueron lavados cinco veces en agua hirviendo para eliminar sustancias tóxicas que pudieran afectar al desarrollo del organismo. Se secaron a humedad ambiente dentro del laboratorio por 24 horas, después se colocaron aproximadamente 50 palillos en frascos esterilizables de 60 ml conteniendo cada uno 10 ml de agua con avena (24 g de avena en un litro de agua) los cuales se colocaron en un esterilizador de vapor de agua durante 30 minutos. Para el testigo se colocaron 50 palillos por frasco los que fueron esterilizados por 30 minutos y conteniendo únicamente la humedad absorbida por los palillos en el esterilizador.

Después de tres días de incubación, con un sacabocado estéril, se saco una porción del borde de hifas en crecimiento en Papa Dextrosa Agar, aisladas de un cultivo proveniente de mazorcas infectadas. Se trasladó un bocado a cada frasco. Los frascos se colocaron bajo luz natural (12 horas diarias) a temperatura ambiente (24° C).

También se realizó otro método de colonización de los palillos por el hongo en el cual se utilizaron platos petri, pero por su manejo incómodo en el campo se prefirió el método antes descrito.

C. Inoculación

Las mazorcas fueron inoculadas según los tratamientos antes indicados. Al momento de la inoculación, la mazorca fue perforada con un punzón libre del patógeno para luego introducir el palillo colonizado hasta el centro de la mazorca. Los testigos fueron manejados de la misma manera, a diferencia de que los palillos introducidos en las mazorcas no estaban colonizados por el hongo.

D. Material vegetal

Se utilizó el híbrido H-27, el cual tiene historial de susceptibilidad a D. maydis. La semilla fue tratada con metalaxil (2 g ia/kg semilla) para prevenir la infección de esta por Peronosclerospora sorghi (Weston y Uppal), ya que este existía en el lote del estudio.

E. Preparación del terreno y siembra

El terreno fue arado, rastreado y nivelado varias veces con maquinaria agrícola, por haberse resembrado. La siembra se hizo a mano a una distancia entre planta de 0.20 m y 0.90 m entre surcos lo que da una densidad de 55,000 plantas por hectárea, pero por condiciones de sequía y otros factores adversos la densidad real fue de aproximadamente 35,000 plantas por hectárea.

F. Parcela experimental

Consistió de 5 surcos de 5 m de largo a 0.90 m entre surcos lo que da un total de 22.5 m² por parcela.

G. Parcela útil

La parcela útil para la toma de datos consistió en los tres surcos centrales menos 0.5 m de cada extremo haciendo un total de 4 m lineales. Se tomo 12 plantas por repetición y tratamiento.

H. Fertilización

Se fertilizó al momento de la siembra a razón de 32 kg de nitrógeno/ha y 83 kg de P₂O₅/ha usando una fórmula de 18-46-0. A los 35 días despues de la siembra se hizo una aplicación suplementaria de 20 kg de nitrógeno/ha (Urea, 46% N).

I. Control de insectos

El control de insectos del suelo se efectuó a la siembra con una aplicación de carbofuran (11.5 kg/ha p.c.). Posteriormente se hizo una aplicación de chlorpyrifos (1 l/ha p.c.) para controlar gusano cogollero (Spodoptera frugiperda (Smith)).

J. Control de malezas

1. Químico: se utilizó la mezcla de herbicidas alachlor (2 l/ha p.c.) mas atrazina (2 kg/ha p.c.).
2. Mecánico: se realizó una limpia con azadón a los 40 días después de la siembra.

K. Toma de datos

Los datos se tomaron de 12 plantas de los tres surcos centrales de cada parcela al momento de la cosecha (120 días después de la siembra). Las variables tomadas fueron las siguientes:

1. Número de mazorcas dañadas
2. Porcentaje de daño de la mazorca
3. Porcentaje de humedad (a la fecha de inoculación)
4. Concentración de sólidos solubles (a la fecha de inoculación de cada tratamiento).

Las evaluaciones del porcentaje de daño de las mazorcas se realizaron utilizando un método visual en la cual se asignaba un valor a cada rango de pudrición dada en porcentaje: 1:0-1%, 10:1-10%, 25:10-25%, 50:25-50%, 100:50-100%.

De la parcela útil se tomaron dos mazorcas para determinar el contenido de humedad, las que se colocaron en un horno a una temperatura de 80° C durante 24 horas. Luego de obtener la diferencia en peso se obtuvo el porcentaje de humedad con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso fresco}}$$

La cantidad de sólidos solubles se midió con un refractómetro con escala de 0-60%.

L. Análisis estadístico

Se planificó un análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Duncan. Los datos fueron transformados al logaritmo natural de las medias por la fórmula $[\log_e ((\text{podrición de la mazorca} \times 10) + 1)]$ ya que con esto se logra corregir la asimetría hacia una distribución normal (Gulya et al., 1980).

Esquema de Varianza	
Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	(r-1) 3
Tratamientos	(t-1) 11
Error	(r-1) (t-1) 33
Total	(r t)-1 47

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Se hicieron inoculaciones desde el inicio de la floración, continuándose cada 4 días hasta 32 días después. No se observaron diferencias entre las épocas de inoculación (Cuadro 1), a diferencia de lo que reporta Chambers (1988) quien encontró que el porcentaje de mazorcas podridas decrece en forma lineal con el incremento en días desde el inicio de floración hasta 28 días después. Así mismo, Ullstrup (1949) reporta que existe una ligera, pero no significativa respuesta a obtener menos enfermedad desde el inicio de floración hasta 3 semanas después en las diferentes épocas de inoculación.

Los testigos que fueron inoculados únicamente con palillo esterilizado, en ausencia del patógeno, no presentaron pudrición. En los aislamientos hechos de las mazorcas podridas de cada uno de los tratamientos se encontró D. maydis.

Según Gulya et al. (1980) la inoculación de Fusarium moniliforme con palillo produce una infección altamente localizada en la mazorca, dado que el inóculo se deposita en un solo punto. En este caso, la inoculación con D. maydis, resultó en una infección muy severa (100%). Sin embargo, se pudo observar que en las primeras fechas de inoculación la agresividad del hongo fue mayor a tal grado que destruyó completamente la mazorca (Cuadro 1). A medida que la fecha de

Cuadro 1. Efecto de diferentes épocas de inoculación de *Diplodia maydis* en mazorcas de maíz con el método del palillo.

Epoca de inoculación*	Pudrición de la mazorca		Formación de la mazorca
	Inoculados	Testigos	
	----- % -----		
0	100	0	Momificada
4	100		Momificada
8	100		Enana
12	100		Enana
16	100	0	Semi-Completa
20	100		Completa
24	100		Completa
28	100		Completa
32	100	0	Completa

*Días después de floración.

inoculación iba avanzando la agresividad del hongo iba disminuyendo aunque no se encontró ningún tipo de resistencia.

Al igual que Chambers (1988), se encontró que los sólidos solubles de la mazorca se incrementaban rápidamente con el desarrollo de ésta (Cuadro 2). Debido a que la pudrición fue de 100% en todos los casos no se pudo verificar la correlación obtenida por Chambers (1988) entre sólidos solubles y la pudrición de la mazorca.

La humedad del grano (Cuadro 2) decreció según aumentaba la fecha de inoculación, variable que Chambers (1988) hallaba correlacionada en forma significativa con la pudrición de la mazorca al encontrar resistencia a los 28 días después de floración a una humedad del grano de 66%. No así en este caso en el que todos los tratamientos fueron igualmente severos.

Cuadro 2. Concentración de sólidos solubles y humedad del grano al momento de la inoculación de Diplodia maydis.

Epoca de inoculación ^a	Sólidos Solubles	Humedad del grano
	----- % -----	
0	6.5	87
4	7.2	84
8	7.7	75
12	9.7	75
16	10.0	71
20	10.5	68
24	14.7	65
28	15.5	59
32	17.7	46

^aDías después de floración.

Koehler (1959) encontró resistencia después que la humedad de las mazorcas era inferior a 22%. Según Chambers (1988), Koehler posiblemente se refería a la inmunidad de las mazorcas que debajo de este nivel el desarrollo del hongo se detiene. En este estudio la humedad del grano al momento de hacer la última inoculación no fue menor de 46%.

Posiblemente la alta severidad se deba al periodo de sequía durante la etapa vegetativa del cultivo, seguida de una alta humedad relativa al momento de efectuar la inoculaciones. Esto concuerda con los trabajos realizados por De Leon (1984), Van Der Vigil (1916); Doidge (1950); Doidge et al. (1953); Kruger y Jooste (1967); Kruger (1970); citados por Marasas y Van Der Westhuizen (1979); Shurtleff (1980); Castaño (1987); Aldrich y Leng, citados por López et al. (1988).

Koehler (1959) menciona que existe una alta relación entre la pudrición de la mazorca y las mazorcas que están en contacto con el suelo; sin embargo, en este estudio a pesar del elevado porcentaje de acame por mal drenaje en la parcela experimental, los testigos no se pudrieron.

En casi todos los tratamientos varias de las mazorcas inoculadas se levantaron del suelo, pero esto no parece haber influido en los resultados ya que todas las mazorcas evaluadas estaban infectadas por D. maydis. También se pudo deber a la alta susceptibilidad del material vegetal utilizado, al contacto directo que tiene el hongo con la parte interna de la mazorca o a una mezcla de las posibles causas antes descritas.

La lectura de todos los tratamientos se hizo 120 días después de la siembra con lo cual las últimas mazorcas inoculadas tuvieron menos tiempo en el campo después de la inoculación que las primeras mazorcas. Todas las mazorcas tuvieron el mismo porcentaje de pudrición, indicación que el patógeno invade toda la mazorca en menos de 25 días (tiempo transcurrido desde la última inoculación hasta la evaluación) lo cual demuestra que el lapso de tiempo desde la inoculación hasta la evaluación de cada tratamiento no tuvo importancia en este estudio ya que no alteró los resultados. Posiblemente en las primeras fechas de inoculación la agresividad del hongo fue mayor, ya que mató las mazorcas completamente, y luego ésta fue disminuyendo a medida que avanzaba el desarrollo de

la mazorca. Aunque no se encontró ninguna reducción en la severidad en cuanto a porcentaje de la mazorca dañada se pudo observar un menor daño en el desarrollo de la mazorca (Cuadro 1).

Los métodos de inoculación de la mazorca de maíz, más utilizados son el palillo y la aspersión de esporas. Bajo las condiciones antes descritas el método del palillo resultó ser muy severo aunque fue más efectivo que la aspersión de esporas a la base (G.Cerritos, comunicación personal, 1990) y a la punta de la mazorca (J.Torres, comunicación personal, 1990). Pueda ser que las mazorcas presenten algún tipo de barrera a la entrada de esporas que llegan en forma natural o artificial, problema que no ocurre con el método del palillo. Gulya *et al.* (1980) menciona que el método del palillo es mejor que la aspersión de esporas ya que permite la evaluación de resistencia de mazorcas a infecciones separadas de otros factores. Ellos no encontraron raro que usando el método de pinchar la mazorca se produjeran los resultados más altos de la pudrición en comparación con el método de asperjar la mazorca, pero a menudo, los rangos relativos de las líneas puras variaron con los dos métodos. Por ejemplo, la línea pura A6320₂ fue significativamente más susceptible a la pudrición que la B370₂ cuando se inoculó con el método de pinchar la mazorca; mientras que con el método de asperjar la mazorca, la línea A6320₂ fue considerada significativamente más resistente que la B370₂.

IV. CONCLUSIONES

1. El híbrido H-27 no presenta ningún tipo de resistencia a la inoculación de D. maydis con palillo.
2. Los resultados obtenidos con el método de inoculación de la mazorca con palillo en la etapa R1 son muy drásticos.
3. El híbrido H-27 puede ser utilizado como testigo susceptible a este método de inoculación.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda monitorear el desarrollo de la enfermedad, desde la inoculación hasta la fecha de evaluación en todos los tratamientos bajo este sistema de inoculación, con el propósito de tener un parámetro de comparación con otros genotipos.

2. El número de días transcurridos entre la inoculación y la evaluación debe ser igual para todos los tratamientos, para que se puedan distinguir las fechas críticas en materiales que presenten cierta resistencia con este método de inoculación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

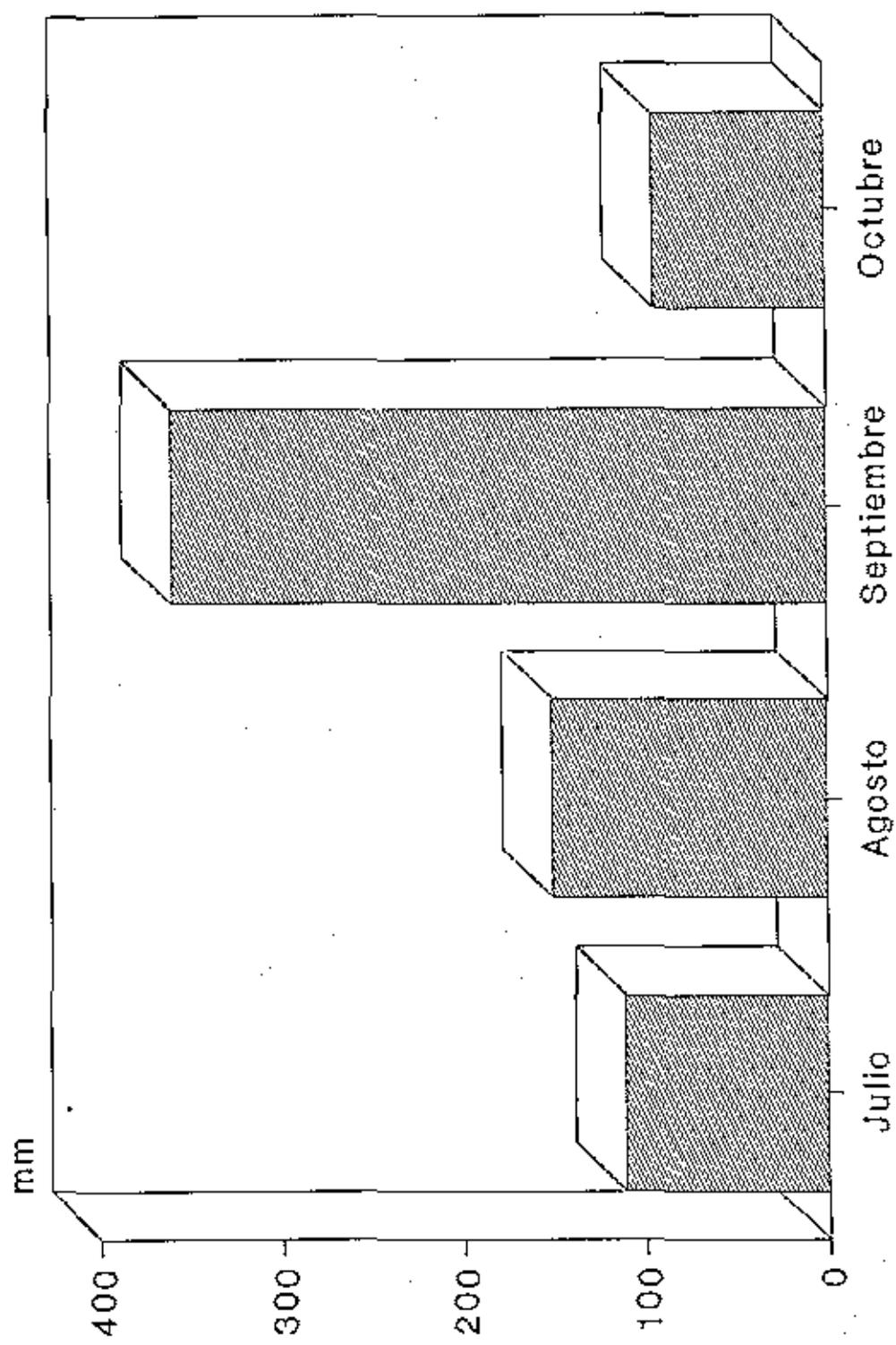
- CASTAÑO, J. 1987. Seminario sobre los últimos avances tecnológicos en la producción de maíz. Principales enfermedades del maíz y su control. Tegucigalpa, Honduras. Depto. de Protección Vegetal. Proyecto MIPH/EAP-USAID. Pub. 122. 14 p.
- CHAMBERS, K. R. 1988. Effect of time of inoculation on Diplodia 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 34:357-371.
- CRAIG, J. y A. L. HOOKER. 1961. Relation of sugar trends and pith density to Diplodia stalk rot in dent corn. Phytopathology 51:376-385.
- DE LEON, C. 1984. Enfermedades de maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 3ra edición, México, D.F. 114 p.
- EDDINS, A. H. 1930a. Dry rot of corn caused by Diplodia macrospora. Phytopathology 20:439-448.
- EDDINS, A. H. 1930b. A new Diplodia ear rot of corn. Phytopathology 20:733-743.
- ERAZO, H. 1987. Resultados sobre sondeo de maíz muerto en la región de occidente. Est. Exp. "Dr. José Ramón Villeda Morales" Secretaría de Recursos Naturales, Honduras. 8 p.
- FERRERA, E. A. 1984. Protección al ataque de Diplodia maydis a la mazorca de maíz mediante prácticas culturales. Secretaría de Recursos Naturales, El Paraíso, Honduras. 5 p.
- GULYA, T. , C. MARTINSON y P. LOESCH. 1980. Evaluation of inoculation techniques and rating dates for Fusarium ear rot of Opaque-2 maize. Phytopathology 70:1116-1118.
- JUGENHEIMER, R. 1881. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Trad. del Ingles. México. 841 p.

- KOEHLER, B. 1959. Corn ear rots in Illinois. University of Illinois. Agricultural Experiment Station. Bull. 639 87 p.
- LATTERELL, F. M. y A. E. ROSSI. 1983. Stenocarpella macrospora (=Diplodia macrospora) and S. maydis (D. maydis) compared as pathogens of corn. Plant Disease 67:725-729.
- LOPEZ, J. R., E. PADILLA, E. SALVATIERRA, R. OCAMPO, A. COLINDRES, L. PINEDA, M. BUSTAMANTE y D. MONTERROSO. 1987. Estimación de las pérdidas provocadas por la pudrición de la mazorca de maíz en Taulabé, Comayagua. Honduras. Mimeo. 23p.
- LOPEZ, C. A., C. HERNANDEZ y A. ORTIZ. 1988. Diagnóstico de pérdidas en el cultivo de maíz por mazorca podrida, en La Entrada, Copán. Trabajo presentado en la XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. Secretaría de Recursos Naturales. Honduras. 20 p.
- MARASAS, W. y G. VAN DER WESTHUIZEN. 1979. Diplodia macrospora: The cause of a leaf blight and cob rot of maize in South Africa. Phytophylactica 11:61-64.
- MCGEE, D. 1988. Maize diseases. A reference source for seed technologists. American Phytopathological Society. 145 p.
- MILLER, J. A. 1952. The presence of internal mycelium in corn grains in relation to external symptoms of corn ear rot. Phytopathology 42:286.
- MONTOYA, J. M. y E. SCHIEBER. 1970. La práctica del doblado del maíz (Zea mays L.) y su relación con la incidencia de hongos en la mazorca. Turrialba 20:24-29.
- MORENO, R. y F. LOPEZ. 1980. Efecto del manejo del suelo sobre el desarrollo de pudrición en la mazorca del maíz. Presentado en la XXVI Reunión Anual de PCCMCA en Guatemala, Guatemala. 5 p.
- MURILLO, E. 1970. Observación de enfermedades y plagas prevalientes en 10 variedades de maíz (Zea mays) en una fecha de siembra en Apodaca. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Mexico. 76 p.

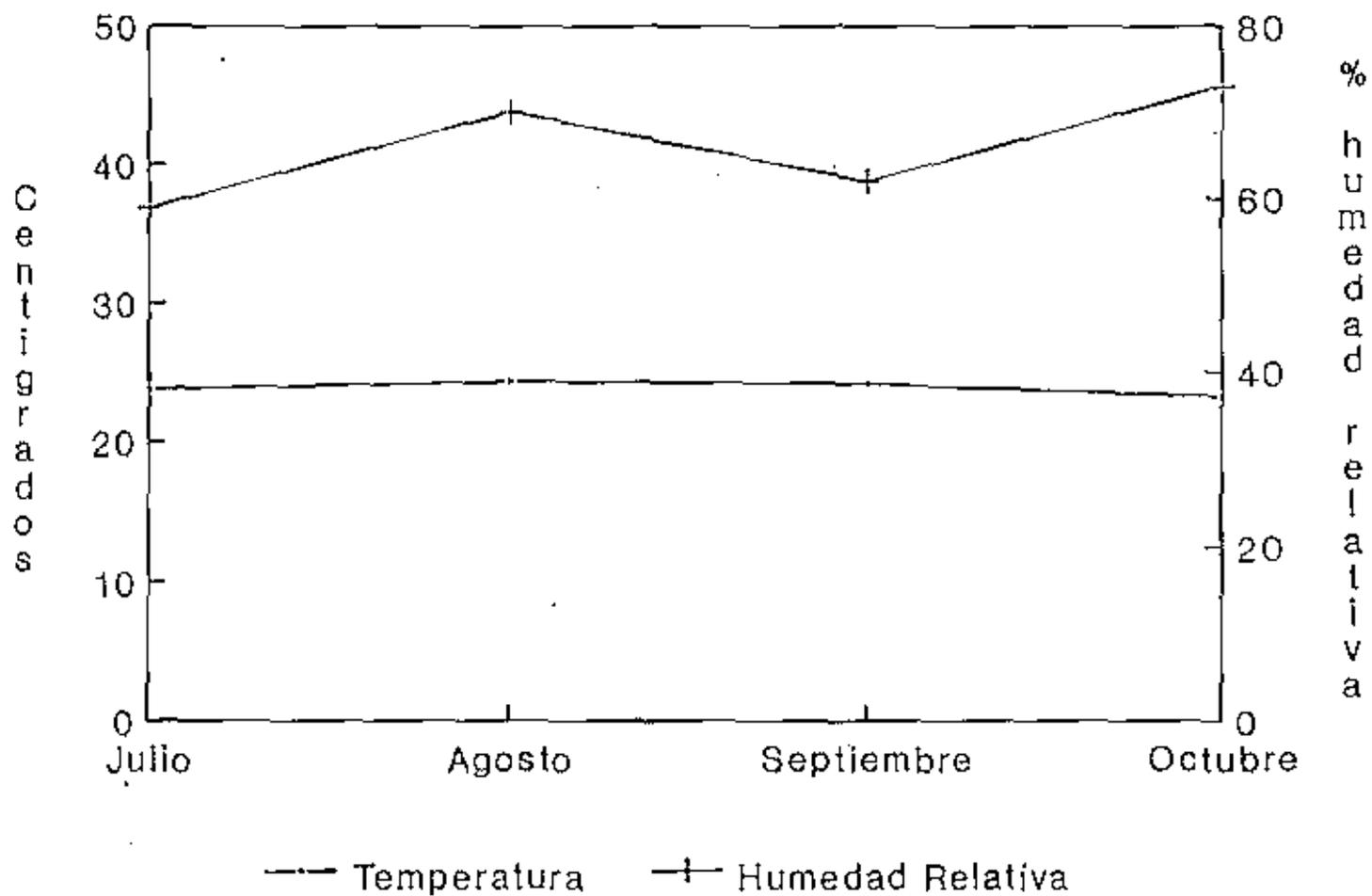
- PANLAGUA, O., J. CASTAÑO, J. HERRERA, J. ZEPEDA y C. MOSCOSO. 1987. Daño de maíz muerto causado por Diplodia maydis según el sistema y época de cosecha del maíz. Publicación MIPH-EAP No 120. Trabajo presentado en la XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala.
- PAZ, J. A., T. PEREIRA y E. FERRERA. 1988. Diagnóstico de la situación actual de Diplodia spp. en el cultivo del maíz en la zona sur oriental de Honduras. Secretaría de Recursos Naturales, El Paraíso, Honduras. 9 p.
- PAZ, J. A. y E. FERRERA. 1989. Reacción de variedades de maíz a inoculaciones (Diplodia spp.). Compendio de resúmenes de la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras.
- SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1988. Segunda reunión de maíz muerto. Comayagua, Honduras. Mimeo, 19 p.
- SHURTLEFF, M. C. 1980. Compendium of corn diseases. American Phytopathological Society. 105 p.
- THOMPSON D. L., W. VILLENNA y J. MAXWELL. 1971. Correlations between Diplodia stalk and ear rot of corn. Plant Disease Reporter 55:158-162.
- ULLSTRUP, A. V. 1949. A method for producing artificial epidemics of Diplodia ear rot. Phytopathology 39:93-101.
- ULLSTRUP, A. V. 1964. Observations of two epiphytotics of Diplodia ear rot of corn in Indiana. Plant Disease Reporter 48:414-415.
- ULLSTRUP, A. V. 1970. Methods for inoculating corn ear with Giberella zeae and Diplodia maydis. Plant Disease Reporter 54:658-662.
- WILSON, W. E. 1942. Physiological studies on two species of Diplodia parasitic on corn. Phytopathology 32:131-140.

VIII. ANEXOS.

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 123
TEGUCIGALPA HONDURAS



Anexo 1. Datos de precipitación mensual. El Zamorano 1989.



Anexo 2. Promedio de temperatura y humedad relativa, El Zamorano 1989