

Efecto de diferentes concentraciones y
épocas de inoculación en el pistilo de
la mazorca de maíz con Diplodia
mayis (Berk).

MICROCISIS:	1524
FECHA:	23/01/91
ENCARGADO:	UARGAS

P O R

Jaime Mises Torres González

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A DIOS: gracias por todo.

A MI MADRE: Yolanda González de Torres, gracias por sus
sacrificios y sabios consejos.

A LA MEMORIA DE MI PADRE: Juan José Napoleón Torres, a quien
siempre recuerdo con mucho cariño.

A MIS HERMANAS: Evelyn, Fátima y Yolanda, gracias por ser tan
buenas conmigo.

A MI NOVIA: Ana Ruth, por su amor y comprensión.

AGRADECIMIENTO

A los integrantes del comité de profesores, por la ayuda y correcciones para la realización de este trabajo.

Al Dr. Jacobo Cáceres, por la asesoría y apoyo prestada en todo momento.

Al Dr. Abelino Pitty, por sus consejos y ayuda en la redacción de la tesis.

Al M.Sc. Luis del Río, por la ayuda y facilidades prestadas en el trabajo.

A Nolvía Ramos, gracias por su valiosa colaboración en los trabajos de campo.

Al Banco Interamericano de Desarrollo, gracias por el financiamiento de mis estudios.

A todos mis compañeros, por todos aquellos momentos buenos y malos que pasamos.

TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
A. Ubicación del ensayo y condiciones climáticas.....	21
B. Características del area experimental.....	21
C. Diseño experimental.....	22
D. Manejo del experimento.....	23
1. Preparación del terreno.....	23
2. Siembra.....	23
3. Fertilización.....	23
4. Combate fitosanitario.....	24
5. Combate de malezas.....	24
6. Inoculación.....	25
7. Cosecha.....	25
E. Obtención del inóculo.....	26
F. Preparación del inóculo para usarlo en el campo.....	26
G. Análisis estadístico.....	27
H. Datos tomados y estimados.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
A. Efecto de la concentración de conidias y época de inoculación sobre la mazorca de maíz.....	28
B. Incidencia y severidad de la enfermedad.....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. RESUMEN.....	37
VIII. LITERATURA CITADA.....	39
IX. ANEXOS.....	42

INDICE DE CUADROS

PAGINA

Cuadro 1. Pudrición de la mazorca por <u>Diplodia maydis</u> de acuerdo a los valores asignados con la escala lineal 1-100 (El Zamorano, 1989).....	28
Cuadro 2. Separación de medias de pudrición de la mazorca por <u>Diplodia maydis</u> según épocas de inoculación y concentración del inóculo (El Zamorano, 1989).....	30
Cuadro 3. Resultados de los polinomios ortogonales para concentración de conidias (El Zamorano, 1989).....	32
Cuadro 4. Incidencia de la enfermedad a la cosecha en porcentaje (El Zamorano, 1989).....	33
Cuadro 5. Severidad de la enfermedad a la cosecha en porcentaje (El Zamorano, 1989).....	33

INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1. Datos de precipitación mensual, El Zamorano 1989.....	43
Anexo 2. Promedio de temperatura y humedad relativa, El Zamorano 1989.....	44
Anexo 3. Resultados del análisis de varianza considerando época de inoculación, concentración de inóculo y su interacción.....	45

I. INTRODUCCION

El maíz es uno de los cultivos más importantes en los países Centroamericanos por su valor como alimento para el humano y porque provee de materia prima a muchas industrias. Es susceptible a varios organismos como Diplodia maydis (Berk) que causa la pudrición de la mazorca, la cual causa considerables daños en áreas bastantes húmedas, desde la época de la emergencia de los pistilos hasta la cosecha, originando como consecuencia una reducción de la producción, calidad y valor alimenticio del grano (Castaño, 1987).

La pudrición de la mazorca causada por D. maydis es una de las mayores enfermedades del maíz que aparece en las áreas donde el cultivo está creciendo (Ullstrup, 1949). Además esta enfermedad conocida comúnmente en Honduras como "maíz muerto", reduce el rendimiento del maíz, en algunos años se han registrado pérdidas del 50% de la producción (Paniagua et al., 1987).

Años de observaciones bajo las condiciones naturales en el campo han demostrado que existen unas pocas líneas puras de maíz que tienen resistencia intermedia a la pudrición de la mazorca de maíz causada por D. maydis, pero que altamente resistente o casi inmunes no existen (Ullstrup, 1970).

Un método satisfactorio para producir epidemias

artificiales de la pudrición de la mazorca de maíz podría ser usado en programas de mejoramiento del maíz, para estudios de la herencia de resistencia o de resistencia natural y así poder incorporarla a líneas híbridas o para seleccionar algunos caracteres de resistencia a la pudrición en poblaciones que están segregando.

Es importante por esto determinar cuales son los efectos que pueden tener las concentraciones de conidias y las épocas de inoculación en el desarrollo de la enfermedad, para producir un método satisfactorio de inoculación.

La incidencia y severidad de D. maydis es directamente proporcional a la concentración de esporas en el inóculo (Ullstrup, 1970) y las mazorca son más susceptibles a la infección desde unos pocos días después de la floración hasta dos a tres semanas después (Ullstrup, 1970; Shurtleff, 1977; Jugenheimer, 1981 y Erazo, 1987).

La importancia que tiene esta enfermedad y el desconocimiento de algunos factores que afectan su epidemiología nos llevo a realizar esta investigación.

Objetivos

1. Determinar la concentración de conidias de D. maydis que produce mayor severidad e incidencia de la enfermedad en las mazorca inoculadas.
2. Determinar el tiempo de inoculación más adecuado para obtener el óptimo de desarrollo de la enfermedad.

II. REVISION DE LITERATURA

La podredumbre de la mazorca es causada por varios organismos, Diplodia maydis (Berk) cuyo sinónimo es Diplodia zae (Schw), es uno de ellos. Este organismo pertenece al reino: Plantae; división: Mycota; subdivisión: Eumycotina; clase: Deuteromycetes; orden: Sphaeropsidales; familia: Sphaeropsidaceae; género: Diplodia; especie: maydis (Castaño, 1986).

Según Castaño (1987) el maíz es susceptible a varias pudriciones de la mazorca y del grano. Estas pudriciones provocan considerables daños en áreas bastante húmedas desde la época de la emergencia de los pistilos hasta la cosecha. La pudrición por D. maydis es una de las más importantes y puede ser nociva para la salud humana, por la producción de micotoxinas (Latterell y Rossi, 1983).

El hongo puede sobrevivir en el campo en los residuos de la cosecha, aunque estos sean incorporados al suelo, pues al encontrar condiciones favorables, se desarrolla e inician su ciclo de vida convirtiéndose en fuente de inóculo primario (Mora y Moreno, 1984).

Según Jugenheimer (1981), Castaño (1987) y Erazo (1987) la pudrición de la mazorca causada por D. maydis reduce el rendimiento, calidad y el valor alimenticio del grano de maíz.

La enfermedad provocada por D. maydis es de gran importancia en la producción económica de maíz. Las condiciones climáticas determinan considerablemente la distribución de la enfermedad y los perjuicios causados, por lo general es más benigna en las regiones más secas y en las regiones más frías. Las mayores pérdidas son causadas en los trópicos debido a la elevada precipitación pluvial. Los veranos húmedos y calurosos, especialmente si ocurren después de la fecundación de las plantas, son altamente favorables para el desarrollo del parásito (Murillo, 1970).

De acuerdo a Erazo (1987) el ataque del hongo D. maydis puede ocurrir en las plántulas, atacando posteriormente la mazorca cuando se encuentra en elote o cuando esta madura. Los factores que afectan la prevalencia de la pudrición de la mazorca comprenden: las diferencias del huésped, población de plantas, clima, fertilidad del suelo, y la enfermedad es más común en las estaciones con periodos de polinización seca seguidos por tiempo húmedo.

Clayton (1927), Murillo (1970), Shurtleff (1977) y Jugenheimer (1981), reportaron que la pudrición de la mazorca de maíz se inicia en la base de la mazorca y se extiende a todos los granos conforme avanza hacia la punta.

De acuerdo a Jugenheimer (1981) la infección temprana producida por D. maydis ocasiona la pudrición completa de la mazorca, llegando a estar arrugada y de color café-grisáceo al cosechar. En la infección tardía aparece a la cosecha un

moho blanco grisáceo sobre y entre los granos.

De León (1984) reporta que la pudrición de la mazorca causada por D. maydis aparece comúnmente en zonas cálidas y húmedas, las mazorcas desarrollan áreas decoloradas en las brácteas. Al abrir las brácteas, aparecen mazorcas con el grano dañado y de color amarillento, con un crecimiento algodonoso entre los granos. Al madurar la planta, en los granos y el olote, se forma gran cantidad de pequeños picnidios negros. Estos picnidios sirven como fuente de inóculo para el cultivo siguiente. /

Según Shurtleff (1973) si la infección por D. maydis ocurre en las dos semanas posteriores a la formación de la mazorca, toda la mazorca toma un color marrón-grisáceo, se encoge y se pudre completamente. Las mazorcas infectadas tardíamente en el período de crecimiento no muestran síntomas externos, pero cuando se rompen las mazorcas y se secan los granos, se encuentra generalmente un moho blanco en crecimiento entre los granos. El tiempo seco a principios de la estación lluviosa, seguido de condiciones húmedas inmediatamente antes y después de la formación de la mazorca favorece la infección. /

López et al., (1988) reportan que las pérdidas por maíz muerto se debe a la alta humedad relativa durante la etapa de floración del cultivo y no a la mala cobertura de la mazorca, como se ha aducido por mucho tiempo. También reportaron que a medida que se incrementa la altura de los lugares en que se

siembra maíz se incrementa la cantidad de maíz muerto.

Paniagua et al., (1987) en un estudio realizado en El Paraíso, Honduras, encontró que la incidencia de la enfermedad originada por D. maydis en las diferentes zonas productoras de maíz, varió entre 20 y 60% y los años de mayor pudrición de la mazorca coincidieron con los años con sequías muy marcadas durante la etapa de prefloración y floración, seguida por épocas lluviosas prolongadas. También reportó que la incidencia de D. maydis disminuyó ligeramente a medida que se retardo la época de cosecha. Esto se debió, posiblemente, al período seco que se fue acentuando con el transcurso del tiempo.

Ritchie y Hanwey (1984) reportaron que la planta de maíz presenta resistencia al ataque de D. maydis, hasta varias semanas después de aparecer los pistilos en el elote, estado R1, o hasta alcanzar el estado de pasta suave, estado R4, aproximadamente 4 semanas después de R1.


Latterell y Rossi (1983) en investigaciones realizadas sobre la pudrición del tallo y la mazorca causadas por Stenocarpella maydis (= Diplodia maydis) reportaron que las mazorcas y los tallos son resistentes a S. maydis desde varias semanas después de la floración, estado blando pastoso. Además reportaron que el hongo ataca los tallos desde el inicio de la elongación hasta tres semanas después de la floración y las mazorcas durante la emergencia de los pistilos.

Boling et al., (1963) dicen con respecto a los métodos de inoculación, que la cantidad de infección varía de acuerdo a los diferentes métodos que se usen y también según los diferentes estados de desarrollo del hospedero. Según ellos los mejores resultados de infección se obtuvieron utilizando una pistola de perdigones para la inoculación, luego con los métodos de inyectado y finalmente con los métodos de la punta de la mazorca. También dicen que inoculaciones hechas durante el tiempo comprendido entre 10 y 20 días después de la floración dieron resultados de infección uniformes entre las mazorcas.

Ullstrup (1970), Shurtleff (1977), Jugenheimer (1981) y Erazo (1987) han reportado que las mazorcas de maíz son más susceptibles a la infección producida por D. maydis, dentro de las dos a tres semanas después de la floración femenina.

Gulya et al., (1980) estudiaron dos técnicas de inoculación usadas comúnmente en maíz opaco-2 con Fusarium moniliforme (Sheld), que causa pudrición de la mazorca de maíz. Se comparó la eficacia de dos técnicas comunes de inoculación (pinchar y asperjar la mazorca) para producir pudrición de la mazorca, el diseño y el uso fácil de una escala para cuantificar el daño causado por la enfermedad, así como también el tiempo óptimo después de la inoculación para evaluar la pudrición de la mazorca. Encontraron que los resultados de la pudrición de la mazorca basados en la escala lineal de 1-100 produjo una distribución de datos en forma

decreciente hasta terminar por disminuir al final de la escala. La transformación de los datos al logaritmo natural de estos mediante $[\log_e((\text{pudrición de mazorca} * 10) + 1)]$, logró corregir la asimetría hacia una distribución normal. Además, diferencias significativas en los resultados de la pudrición de la mazorca de maíz fueron encontradas entre los métodos de inoculación y la apreciación de los datos. Ambas inoculaciones, pinchar la mazorca con un palillo de dientes y asperjar los pistilos produjeron más pudrición en la mazorca que sus respectivos controles. La infección del grano fue observada desde dos semanas después de la inoculación y la mayor pudrición de la mazorca fue observada seis semanas después de la inoculación. No encontraron raro que usando el método de pinchar la mazorca se produjeran los resultados más altos de la pudrición en comparación del 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 A632_{o2} fue significativamente más susceptible a la pudrición que la B37_{o2} cuando se inoculó con el método de pinchar la mazorca; mientras que con el método de asperjar la mazorca, la línea A632_{o2} fue considerada significativamente más resistente que la B37_{o2}. Los resultados de la pudrición de la mazorca de cualquiera de los dos métodos fue medida estimando subjetivamente el porcentaje o midiendo el radio del área de la enfermedad desde el punto de inoculación, siendo significativamente correlacionados.



Según Gulya et al., (1980) la apreciación de escalas no lineales, como la escala 1-5, son populares porque los incrementos son fácilmente discernibles y la anotación de los datos se simplifica, pero estas tienen dos inconvenientes: Las medias son esencialmente logaritmos de medias geométricas y no pueden convertirse fácilmente a resultados aritméticos; y falsas comparaciones a menudo se hacen. Ambas desventajas son eliminadas al usar una escala lineal 1-100, en la que la categoría es referida por el límite superior. La declinación de los resultados de la pudrición de la mazorca a las ocho semanas, después de realizadas las inoculaciones, probablemente es un reflejo de la maduración del grano. Mazorcas recolectadas ocho semanas después de la inoculación, para evaluar el daño de la enfermedad, indudablemente tuvieron igual pudrición que las recolectadas a las seis semanas, probablemente porque el decrecimiento en el contenido de humedad limitó la esporulación de la infección interna del grano. La inoculación pinchando la mazorca produce una infección altamente localizada dado que el inóculo es depositado en un solo punto. El tamaño de la lesión resultante, depende de la resistencia del grano, y no es afectada por el movimiento pasivo de esporas como cuando una suspensión de esporas es usada con cualquiera de las técnicas de inoculación de asperjar o de la jeringa. Una de las principales ventajas citada para el método de inoculación de asperjar la mazorca, es que supuestamente se aproxima al

podrida=0.2, 1/2 podrida=0.5, 3/4 podrida=0.7, completamente podrida=1.0. El número de mazorcas en cada clase fue multiplicado por su respectivo valor de clase, la suma de este producto fue dividida por el total de número de mazorcas en cada parcela y el resultado de la división multiplicado por 100 para dar el índice de enfermedad. Ullstrup (1970) encontró que con G. zeae el porcentaje de mazorcas podridas es en general positivamente correlacionado con el índice de enfermedad con el método de inoculación asperjado y la correlación no es bien definida con los otros dos métodos de inoculación. Además, encontró que la cantidad de pudrición de la mazorca, utilizando el método de asperjado, fue esencialmente la misma cuando la concentración de esporas fue de 4.5×10^5 esporas/ml hasta 4.5×10^2 esporas/ml. Con respecto al efecto del tiempo de inoculación encontró que hay algunos indicios de una reducción de la enfermedad en genotipos resistentes cuando la inoculación fue hecha 17 días después de la floración. En las líneas puras susceptibles, esta reducción de la enfermedad siguiendo inoculaciones hechas 15 a 18 días después de la floración, no es evidente. Con D. maydis, Ullstrup (1970) encontró que el efecto de la dilución del inóculo se presentó una correlación positiva entre la prevalencia y severidad de las mazorcas podridas y la concentración de esporas en el inóculo. Así, usando inóculo de 1X concentración (1.2×10^6 esporas/ml) hubo un 81.5% de mazorcas enfermas (en un cruce sencillo susceptible H4a x

C103), con 0.1X concentración 48.6%; con 0.01X concentración 39.5% y con 0.001X concentración 9.1% de mazorcas enfermas. Esta disminución en la prevalencia de la pudrición de la mazorca fue correlacionado con una reducción en la severidad de la infección (índice de enfermedad) cuando la concentración de esporas fue reducida. La incidencia y severidad de la pudrición de la mazorca de maíz por D. maydis fue directamente proporcional a la concentración de esporas en el inóculo.

Chambers (1988) realizó un estudio sobre el efecto del tiempo de inoculación en el tallo y la mazorca de maíz con D. maydis, para comparar el desarrollo de la pudrición resultando de inoculaciones en diferentes fechas después que el maíz se encontrara con un 50% de floración. Los resultados obtenidos fueron: a) el porcentaje de pudrición de la mazorca decreció a medida que se incrementaron los días desde la época de floración hasta el momento de la inoculación, y fue correlacionado significativamente con el peso del grano por planta ($r=-0.997$), b) la humedad del grano y la pudrición de la mazorca, disminuyeron con un incremento en el tiempo de inoculación y se correlacionó significativamente con el porcentaje de mazorcas podridas ($r=0.974$). Las mazorcas de maíz fueron más susceptibles a D. maydis desde que el cultivo se encontraba en un 50% de su floración hasta aproximadamente 24 días más tarde. Esto correspondió a una humedad del grano de un rango de nivel de 90% hasta 75.4%. Koehler citado por Chambers (1988) reportó que las mazorcas fueron más

susceptibles 10-20 días después de la floración, pero después que la humedad del grano llegó por debajo de 22%. Sin embargo en el estudio de Chambers (1988), la resistencia llegó aparentemente 28 días después de la floración, tiempo en el cual la humedad del grano era aproximadamente 66% y por esto se cree que el 22% de humedad reportado por Koehler probablemente se refería a la inmunidad de la mazorca. Finalmente Chambers (1988) recomienda que dado que hubo un rápido decrecimiento en la humedad del grano desde 20 días después de la floración, la inoculación de la mazorca debe hacerse en un corto tiempo después de esta fecha.

Ullstrup (1949) investigó un método para producir epidemias artificiales de la pudrición de la mazorca causada por Diplodia spp. Para esto utilizó un compresor de aire con el cual la suspensión de esporas se asperjó sobre la mazorca completa. Las plantas fueron inoculadas usualmente una vez, sin embargo, en algunos años y en ciertos experimentos dos inoculaciones fueron hechas con un intervalo de 5 a 7 días entre las aplicaciones. La cantidad de enfermedad en cada parcela fue expresada como: (1) el porcentaje de mazorcas infectadas con Diplodia spp; (2) el porcentaje por peso de los granos infectados con Diplodia spp, en una cantidad representativa de 250 granos; (3) por un índice de enfermedad calculado de la siguiente manera:

$$I = \frac{20(nC_0 - nC_1 + nC_2 + nC_3 + nC_4)}{N}$$

Donde n = número de mazorcas en cada clase; C_0, C_1, C_2, C_3, C_4 = los valores de clase (0 hasta 4) para sana, un cuarto podrida, la mitad podrida, tres cuartos podrida, y la mazorca completamente podrida, respectivamente y N = el número total de mazorcas en cada parcela. Ullstrup (1949) en su experimento reportó que de acuerdo a: a) influencia del tiempo de inoculación: La inóculación fue hecha al momento de la floración o dentro de una semana después de la floración y continuó a intervalos semanales por 4 a 5 semanas. La máxima cantidad de infección fue garantizada en todas las parcelas inoculadas entre una semana y dos semanas después de la floración completa. Había una pequeña tendencia, pero no significativa, hacia un decrecimiento en la enfermedad desde la primera inoculación hasta la que fue hecha tres semanas después de la floración. Inoculaciones hechas 4 ó 5 semanas después de la floración resultaron en una pequeña cantidad de pudrición de la mazorca. b) Efecto de la dilución del inóculo en la incidencia de la pudrición de la mazorca: Una suspensión de esporas, hecha en una relación de 1.89 l de cultivo (2 cuartos de galón), por 946 ml de agua (un cuarto de galón), fue usada para estimar 473 ml, 946 ml, 1.89 l y 2.84 l de suspensión de esporas (0.5, 1.0, 2.0 y 3.0 cuartos de galón) en 9.46 l de agua (2.5 galones). Incluso la más baja dilución de 473 ml de suspensión de esporas (0.5 cuartos de galón) en 9.46 l de agua (2.5 galones), produjo cantidad de inóculo que fue suficiente. c) Método de registrar los datos: Se

obtuvieron coeficientes de correlación, con las tres formas antes mencionadas de llevar los registros, y los valores extremadamente altos de r en diferentes años y cuando los diferentes materiales huéspedes fueron usados, indicaron que los tres métodos de registros de la incidencia de la enfermedad fueron igualmente satisfactorios (Ullstrup, 1949).

Experimentos de dilución de inóculo han mostrado un amplio rango de concentración de esporas que pueden usarse para obtener un alto nivel de infección. Si una escasa esporulación de cultivo es usado, la concentración de esporas puede ser también baja para obtener suficiente infección. Un cultivo del organismo es satisfactorio, cuando es incubado a la luz por 4 a 6 semanas a un rango de temperaturas que va de 24° a 26° C, produciendo un gran número de esporas con un alto porcentaje de germinación (Ullstrup, 1949). Además observó que la mejor infección de la enfermedad se produjo en inoculaciones hechas unos pocos días después de la floración hasta dos semanas más tarde y las inoculaciones hechas cuatro semanas después de la floración produjo menor pudrición de la mazorca. Una posible explicación a la disminución de la incidencia de la pudrición de la mazorca luego de inoculaciones tardías, es que hay un período más corto para el desarrollo de la enfermedad entre la inoculación y la cosecha. Pero la explicación más lógica de la reducción de la pudrición de la mazorca luego de inoculaciones tardías es que las mazorcas llegaron a ser más resistentes a medida que

se aproximaron a la madurez (Ullstrup, 1949).

Koehler (1959) investigó la enfermedad de la pudrición de la mazorca de maíz, ocasionada por varios patógenos y según este la pudrición de la mazorca ocasionada por *D. zeae* puede causar la infección en cualquier época desde la floración hasta que la mazorca llega a secarse. Sin embargo, la mazorca misma es más susceptible en el estado lechoso que es también cuando tiene la mejor protección de las brácteas.

En cuanto a la inoculación con *D. zeae*, Koehler (1959) dice que se requiere de una previa preparación del inóculo, hasta obtener una suspensión de esporas libre de contaminación. En su experimento sobre el resultado de aplicaciones directa de inóculo, dio los resultados de la infección en tres categorías: (a) mazorcas completamente podridas, (b) mazorcas completa además de parcialmente podridas, y (c) todas las mazorcas infectadas de *D. zeae*, que incluyen mazorcas con infección del grano no visible como pudrición. Según los resultados que obtuvo, el método de inoculación sobre la punta de la mazorca fue el más efectivo, seguido en orden decreciente la inoculación sobre el pistilo, la base de la mazorca, tusa, hojas y tallo. También encontró que 10 días después de la floración fue el tiempo más efectivo para los métodos de inoculación de los pistilos, punta de mazorca, tusa y base de la mazorca. Mientras que dos días después de floración fue el tiempo efectivo para los métodos de inoculación de la hoja y el tallo. También dice que las

inoculaciones tempranas ordinariamente resultan en la más alta proporción de mazorcas completamente podridas, inoculaciones tardías causan más mazorca parcialmente podridas.

Koehler (1959) dice sobre el método de inoculación asperjado, que cuando este fue usado, el porcentaje más alto de pudrición fue obtenido de inoculaciones hechas 20 días después de la floración. Inoculaciones hechas 30 días después de la floración fueron demasiado tarde para obtener buenos resultados. Además mazorcas inoculadas repetidamente 10, 20 y 30 días después de la floración, generalmente tiene más daño de pudrición que mazorcas inoculadas una sola vez. Sobre el experimento que Koehler (1959) realizó combinando los efectos del tiempo de inoculación y diferentes concentraciones de esporas, hechas sobre la punta de la mazorca con un gotero y donde la suspensión normal de esporas era muy oscura, mientras que a dilución 1/100 tenía solamente una muy pequeña turbidez, encontró que con inoculaciones hechas 10 días después de la floración con una suspensión normal, todas las mazorcas presentaron daño de pudrición, así que no había diferencia. Con una dilución de 1/100 usada el mismo día, la diferencia fue lo suficientemente grande para ser estadísticamente significativa. Mejor diferencia fue encontrada cuando la inoculación se hizo 20 días después de la floración y todavía mejor a los 35 días después. Koehler (1959) encontró también que un decrecimiento en la concentración de la suspensión de esporas causó un decrecimiento en el porcentaje de la

putridión, pero un alargamiento en el tiempo después de la floración tiene un efecto más pronunciado para producir la putridión de la mazorca.

Clayton (1927) realizó inoculaciones en la mazorca de maíz para estudiar los efectos de la putridión causada por *D. zeae*, donde encontró que las mazorcas inoculadas cuando el maíz se encontraba en su estado lechoso fueron malamente formadas, con menor peso, con mazorcas mostrando una evidente putridión. Las mazorcas inoculadas cuando el maíz estaba casi maduro, no mostraron putridión de la mazorca sino apenas un crecimiento del hongo en la superficie, las mazorcas de maíz lucían limpias y razonablemente libre de decoloración. Esto indicaba que las mazorcas encontradas muy dañadas representa una infección temprana, mientras que la menor severidad de las mazorcas encontradas representan infecciones tardías. Además Clayton (1927) encontró que de un total de 1700 mazorcas evaluadas, el 89.9% de las mazorcas enfermas fueron infectadas por la base, 2.7% por la punta, y 7.4% en lugares situados entre la punta y la base.

Loesch *et al.*, (1976) recomiendan que la inoculación de los patógenos que causan la putridión de la mazorca debe hacerse 10 días después que la mayoría de los pistilos han emergido y madurado, y que los pistilos deben ser asperjados con una cantidad de 5 ml de inóculo del hongo. La intensidad de la enfermedad debe ser anotada por planta individual después de la cosecha.

Paz y Ferrera (1989) reportaron que con inoculaciones en forma asperjada, realizadas por la mañana, en la mazorca de maíz con Diplodia spp., utilizando una concentración de esporas de 5×10^4 /ml se obtuvo entre 32 y 34 por ciento de pérdida de grano con las variedades H-27 y Pool-20.

Ochoa (1975) recomienda que para producir una buena inoculación con algunos hongos, causantes de la pudrición de la mazorca de maíz y el tallo, como Gibberella zeae, G. fujikuroi y D. zeae, los hongos pueden cultivarse en un medio de avena glucosado, e incubarse a 27°C durante 40 días antes de empezar la inoculación.

Según Jugenheimer (1981) los cultivos del hongo D. maydis en avena cocinada deben iniciarse aproximadamente seis semanas antes que se necesiten y que se requieren aproximadamente seis semanas de crecimiento con exposición a la luz de interior para obtener una buena esporulación. Estos cultivos deben macerarse perfectamente en agua antes de ser utilizados y los materiales sólidos más grandes deberán eliminarse por filtración a través de un cedazo fino.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Ubicación del ensayo y condiciones climáticas

El trabajo realizado se localizó en la terraza #11 del departamento de agronomía en la Escuela Agrícola Panamericana, en el valle de El Zamorano. Este valle, cruzado por el Río Yeguaré, en el Departamento Francisco Morazán, Honduras, se encuentra a 37 kilómetros al este de Tegucigalpa.

La altitud del valle es de 800 metros sobre el nivel del mar, y está ubicado a 14°00' latitud norte y 87°00' longitud oeste. La temperatura y la precipitación se presentan en el anexo 1 y 2; el cual muestra una distribución adecuada para el buen crecimiento del maíz.

Ecológicamente, el valle, pertenece a la zona de vida, según la clasificación de Holdridge (1978), "bosque tropical seco".

B. Características del área experimental

El terreno donde se realizó el ensayo tuvo las siguientes características del suelo:

pH en KCL	5.09
Arena:	54%
Limo:	32%

Arcilla:	14%
Textura:	Franco arenosa
Nitrógeno total ¹	0.14%
Materia orgánica ²	2.96%
Fósforo ³	22 ppm

C. Diseño experimental

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con un arreglo factorial de 4 x 3 , con cuatro repeticiones. El primer factor lo constituyeron las distintas concentraciones de conidias, de 5×10^2 , 5×10^3 y 5×10^4 conidias/ml y un testigo donde solo se utilizó agua. El segundo factor lo constituyeron las épocas de inoculación, que fueron hechas a la floración (R1), siete y 14 días después de esta.

El área del experimento fue de 1278 metros cuadrados. Cada tratamiento fue ubicado en una parcela de cinco surcos de 5 metros de largo, con una distancia de 90 centímetros entre surcos. El área total de cada parcela fue de 22.5 m^2 , tomando como parcela útil solo los tres surcos centrales,

¹El nitrógeno total se determinó por el método de micro Kjeldahl.

²La materia orgánica se determinó por el método de Walkley-Black.

³El P se extrajo del suelo con la solución de Mehlich.

dejando como bordes los otros dos surcos y los primero y últimos 50 cm de la parcela original.

D. Manejo del experimento

1. Preparación del terreno

El terreno se preparó mecánicamente, primero se hizo un pase se arado con discos de 30 cm de diámetro luego se hicieron dos pases de rastra, para incorporar los rastros al suelo.

2. Siembra

La siembra se realizó manualmente el 29 de junio de 1989. Se empleó semilla del híbrido H-27, el cual se seleccionó por haberse reportado como susceptible a *D. maydis* (comunicación personal, Cáceres 1989). Se sembró a una distancia de 0.25 m entre planta y 0.9 m entre surcos y se colocaron dos semillas por postura. Además se efectuó un raleo cuando las plantas tenían de 4 a 5 hojas completamente desarrolladas, dejando una sola planta por postura para obtener una población al final de 45,000 plantas/ha.

3. Fertilización

Se aplicaron 32 Kg de nitrógeno/ha y 83 Kg de fósforo/ha en una forma de 18-46-0 al momento de la siembra en el fondo del surco donde se colocó la semilla, para suplir todo

el requerimiento de fósforo y parte del nitrógeno. Las dosis complementarias de fertilizante nitrogenado de 20 Kg/ha se aplicaron con urea (46% N) a los 35 días después de la siembra, para suplir todo el requerimiento de nitrógeno. La urea se aplicó, sin incorporar, en bandas a 10 cm de la hilera de las plantas.

4. Combate fitosanitario

El combate de insectos del suelo se hizo con la aplicación de Furadán 10G (carbofuran), al momento de la siembra, aplicándose a una dosis de 2.5 Kg i.a./ha.

El único problema que se presentó fue una infestación crítica de cogollero (Spodoptera frugiperda Smith.), para lo cual fue necesario realizar una aplicación del producto Chloropirifós (Lorsban) a una dosis de 1 l i.a./ha.

La semilla fue tratada con Metalaxil (Ridomil), a una dosis de 2 Kg i.a./Kg de semilla para prevenir la infección de esta contra Peronosclerospora sorghi (Wenston y Uppal), ya que existe inóculo de este organismo en el lote.

5. Combate de malezas

Las malezas se combatieron usando herbicidas al momento de la siembra, en forma preemergente. Se aplicó Gesaprim (atrazina) para el combate de malezas de hoja ancha a razón de 1 Kg i.a./ha. Para el combate de gramíneas se utilizó Alachlor (Lasso) a razón de 1 Kg i.a./ha.

Posteriormente se realizó un deshierbe a mano a los 45 días después de la siembra.

6. Inoculación

La primera inoculación se realizó el 3 de septiembre de 1989, cuando el cultivo se encontraba con un cincuenta por ciento de floración (estado R1) y los pistilos tenía una longitud de tres a cuatro centímetros. Previamente a la inoculación se marcaron 20 plantas, de igual estado de desarrollo, para obtener unidades experimentales uniformes, en los tres surcos centrales de cada parcela a las cuales se les aplicó cada tratamiento.

Cada suspensión de conidias preparadas en el laboratorio, se asperjaron directamente sobre el pistilo de la mazorca de maíz. La inoculación se realizó con un compresor manual de asperjar, calibrado previamente para asperjar un mililitro por cada aplicación.

La segunda y tercera inoculación se realizaron dos y tres semanas después de la primera inoculación, respectivamente, siguiendo los mismos pasos.

7. Cosecha

La cosecha se realizó el 15 de noviembre de 1989. Esta se realizó a mano, cosechando solo las mazorcas que se habían inoculado (marcadas).

E. Obtención del inóculo

El inóculo de D. maydis se obtuvo del laboratorio de fitopatología del departamento de protección vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana, en donde el inóculo se sembró inicialmente en papa-dextrosa-agar (PDA), luego las hifas de activo crecimiento se cortaron con ayuda de una asa y se sembraron en agar-avena para hacer esporular el hongo.

Las cajas petri se sellaron y se dejaron en un lugar al ambiente para que recibieran luz solar directa. Luego de dos a tres semanas se obtuvo la esporulación del inóculo.

F. Preparación del inóculo para usarlo en el campo

Las placas de cultivo que contenían abundante cantidad de picnidios se depositaron una licuadora, se agregó agua y se procedió a licuarlo durante cinco minutos, obteniendo así una solución madre.

Con la ayuda del hemacitómetro se procedió a determinar la concentración de conidias por ml que contenía esta solución. Luego se procedió a realizar las diluciones para obtener las distintas concentraciones de conidias deseadas, usando la fórmula $C_1V_1=C_2V_2$, en donde: C_1 = Concentración inicial, V_1 = Volumen inicial, C_2 = Concentración final, V_2 = Volumen final.

G. Análisis estadístico.

Se realizó un análisis estadístico de la severidad de la pudrición de la mazorca, reflejada en la escala lineal 1-100, y se calcularon los valores de F para los distintos factores usados en el ensayo, con el objeto de determinar la significancia estadística de las diferencias observadas.

También se realizó una separación de medias por medio del rango múltiple de Duncan y así poder determinar cuales tratamientos resultaron estadísticamente diferentes. Además se realizó correlaciones de pudrición de la mazorca con las distintas concentraciones de conidias y épocas de inoculación usadas, para ver su significancia. Para esto se utilizó el paquete estadístico MSTAT.

H. Datos tomados y estimados

La información tomada fue la siguiente:

- 1- Incidencia (número de mazorcas dañadas).
- 2- Severidad (porcentaje de cada mazorca dañada).

Para determinar la severidad se uso la escala lineal 1-100, en donde: 1= 0-1%, 10= 1-10%, 25= 10-25%, 50= 25-50% y 100= 50-100%. Por ejemplo el valor 10 de la escala corresponde a un porcentaje de daño en la mazorca entre 1 y 10%, en la que la categoría es referida por el límite superior.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Efecto de la concentración de conidias y época de inoculación sobre la mazorca de maíz

Los resultados obtenidos de la pudrición de la mazorca de acuerdo a los valores asignados en la escala lineal 1-100 se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Pudrición de la mazorca por *Diplodia maydis* de acuerdo a los valores asignados con la escala lineal 1-100* (El Zamorano, 1989).

Epoca de inoculación	Concentración (conidias/ml)			
	0	500	5000	50000
0 días (Floración)	3	1	6	18
7 días	1	1	12	21
14 días	1	3	4	17

* 1=0-1%, 10=1-10%, 25=10-25%, 50=25-50%, 100=50-100%

En el análisis de varianza que se puede ver en el anexo 3 se demuestra que hubo diferencia entre las concentraciones de conidias con un nivel de significación de 1%. No se encontró diferencia significativa entre las repeticiones, entre las épocas de inoculación (factor B), ni en la

interacción entre concentración de conidias y épocas de inoculación (factor AB), o sea que las diferentes épocas de inoculación con las distintas concentraciones de conidias utilizadas, son independientes, no influye una en la otra.

Estos resultados vienen a confirmar la tendencia general que inoculaciones a la mazorca de maíz con *D. maydis* desde unos pocos días después de la floración, hasta dos a tres semanas más tarde conducen al desarrollo de la enfermedad (Ullstrup, 1970; Shurtleff, 1977; Jugenheimer, 1981 y Erazo, 1987).

La separación de medias del Rango Múltiple de Duncan (cuadro 2) determinó los tratamientos que resultaron estadísticamente diferentes dentro de las distintas concentraciones de conidias usadas, resultando que los tratamientos que se inocularon con la concentración de 5×10^6 conidias/ml en cualquiera de las épocas, y el tratamiento que se inoculó con 5×10^3 conidias/ml 7 días después de floración fueron estadísticamente diferentes a las inoculaciones hechas con el agua, 5×10^2 y 5×10^3 conidias/ml en las distintas épocas de inoculación.

Hubo mayor pudrición de la mazorca con inoculaciones de 5×10^6 conidias/ml, seguida por la concentración de 5×10^3 conidias/ml. Sin embargo no hubo diferencia significativa entre las concentraciones de 5×10^2 conidias/ml y el testigo (solo agua). Esto indica que probablemente existe una cantidad de inóculo natural en el ambiente, con una

concentración de conidias similar a la de 5×10^2 /ml.

Cuadro 2. Separación de medias de pudrición de la mazorca por *Diplodia maydis* según épocas de inoculación y concentración del inóculo (El Zamorano, 1989).

Epoca de inoculación	Concentración de inóculo ^a	Pudrición ^b
7 DDF ^c	5×10^4	21.20 A ^d
Floración ^e	5×10^4	18.48 AB
14 DDF	5×10^4	17.38 AB
7 DDF	5×10^3	11.73 BC
Floración	5×10^3	5.68 CD
14 DDF	5×10^3	3.88 CD
Floración	Agua	2.65 D
14 DDF	5×10^2	2.65 D
Floración	5×10^2	1.40 D
14 DDF	Agua	1.40 D
7 DDF	Agua	1.00 D
7 DDF	5×10^2	1.00 D

$\alpha = 5 \%$

^a Conidias/ml

^b Pudrición de la mazorca de acuerdo a los valores dados en la escala lineal 1-100.

^c Días Después de Floración.

^d Valores promedios seguidos de la misma letra indican que no hubo diferencia estadística.

^e Pistilos de 3-4 cm de longitud.

Los resultados de la concentración de conidias del experimento indican que usando inóculo con una concentración de 5×10^4 conidias/ml se obtuvo una severidad de 19 en la pudrición de la mazorca, basado en la escala lineal 1-100, con una concentración 5×10^3 conidias/ml una severidad de 7, con una concentración de 5×10^2 conidias/ml una severidad de 2 y con el testigo se obtuvo un resultado de severidad de 2 en la pudrición de la mazorca.

Hubo una correlación positiva ($r = 0.801$) entre la concentración de conidias y la pudrición de la mazorca, o sea que con un aumento en la concentración de conidias en la inoculación causó una mayor pudrición de la mazorca. Se esperaban resultados similares a estos encontrados ya que Ullstrup (1970) había reportado que la severidad de la pudrición de mazorca es directamente proporcional a la concentración de conidias en el inóculo. Sin embargo, la época de inoculación, no resultó estadísticamente correlacionada con la pudrición de la mazorca. Posiblemente si se hubieran agregado más épocas de inoculación al estudio se hubiera encontrado una correlación negativa entre estas variables tal como lo indica Chambers (1988), ya que a medida que aumenta la madurez del grano este se hace más resistente.

Los resultados de la pudrición de la mazorca obtenidos con respecto al tiempo de inoculación en el experimento, corroboran los resultados obtenidos por Koehler (1956), Ullstrup (1970) y Chambers (1988), que habían reportado que la pudrición de la mazorca comienza a declinar tres a cuatro semanas después de la inoculación, ya que en este experimento los resultados de la pudrición de mazorca causado por *D. maydis*, en inoculaciones hechas desde que el cultivo se encuentra en un 50% de floración, hasta dos semanas después de la floración fueron los mismos. Esto indica que la reducción del daño de la enfermedad, en inoculaciones hechas hasta dos semanas luego de la floración, no es evidente.

Como en el análisis de varianza la concentración de conidias fue estadísticamente diferente, se realizaron comparaciones ortogonales para ver el tipo de respuesta que esta tenía a medida que la concentración de conidias se aumentaba (cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de los polinomios ortogonales para concentración de conidias (El Zamorano, 1989).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Factor A	3	52.43	17.476	41.73	
Lineal	1	46.808	46.808	100.05	**
Cuadrático	1	4.545	4.545	9.71	**
Cúbico	1	1.076	1.076	2.30	n.s.
Error	33	13.82	0.419		

** Diferencia significativa al 1%
n.s. No significativo

Como resultado se obtuvo que la concentración de conidias fue significativa a la respuesta lineal y cuadrática a un nivel de significación de 1%. Aparentemente se esperaría que esta tuviera una respuesta lineal hasta llegar a un punto en que llegaría a estabilizarse, o sea que por más que se aumentara la concentración de conidias la pudrición de la mazorca siempre resultaría igual. La respuesta cuadrática se debió posiblemente a que se usaron muy pocas concentraciones, las cuales solo abarcaban la parte creciente de la curva.

B. Incidencia y severidad de la enfermedad

Durante la realización del estudio, la incidencia y severidad de la enfermedad causada por D. maydis, en los diferentes tratamientos utilizados, alcanzó niveles muy bajos tal como se puede ver en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Incidencia de la enfermedad a la cosecha en porcentaje (El Zamorano, 1989).

Epoca de inoculación	Concentración (conidias/ml)			
	0	500	5000	50000
	----- % -----			
0 días (Floración)	2	2	8	20
7 días	0	0	12	22
14 días	2	2	5	22

Cuadro 5. Severidad de la enfermedad a la cosecha en porcentaje (El Zamorano, 1989).

Epoca de inoculación	Concentración (conidias/ml)			
	0	500	5000	50000
	----- % -----			
0 días (floración)	2	0	5	18
7 días	0	0	11	20
14 días	0	2	3	17

El porcentaje de mazorcas podridas (incidencia) varió desde 0% hasta 22%, mientras que la proporción de tejido dañado (severidad) varió desde 0% hasta 20%, alcanzando en ambos casos los niveles más altos cuando se inculó con la concentración mayor de conidias.

Estos bajos niveles de incidencia y severidad alcanzados por la enfermedad, se debieron posiblemente a que no se contó con un período seco durante la etapa de prefloración y floración, seguido luego de condiciones lluviosas, para que la enfermedad se viera favorecida en su desarrollo tal como lo dice Erazo (1987), sino que siempre se contó con épocas lluviosas durante estas etapas del cultivo tal como se puede ver en el anexo 1 en donde se puede apreciar la distribución de la precipitación durante las épocas de desarrollo del cultivo.

V. CONCLUSIONES

- 1- El híbrido H-27 es susceptible a la pudrición de la mazorca causada por D. maydis y el daño que esta causó fue igual en inoculaciones realizadas desde que el cultivo se encontraba en un 50% de floración hasta dos semanas después.
- 2- Al aumentar la concentración del inóculo (conidias) aumentó la incidencia y la severidad de la enfermedad.
- 3- La pudrición de la mazorca de maíz, cuando se inoculó con la concentración de 5×10^2 , fue la misma que la del testigo, lo que indica que existe en el ambiente una concentración de inóculo natural similar a 5×10^2 .
- 4- Para este estudio la época de inoculación no afectó a la concentración de conidias, ni la concentración de conidias afectó a la época de inoculación. Resultaron ser dos factores independientes.

VI. RECOMENDACIONES

- 1- Hacer otros estudios similares en el futuro, los cuales sirvan de apoyo para poder ofrecer recomendaciones que sean más confiables.
- 2- Usar mayores concentraciones de conidias en el inóculo, para poder llegar a observar hasta que concentraciones se tiene un efecto similar en la incidencia y severidad de la enfermedad.
- 3- Aumentar las épocas de inoculaciones a tres o cuatro semanas después de la floración, para determinar el tiempo de inoculación cuando tiende a decrecer la severidad de la pudrición de la mazorca.
- 4- Tomar en cuenta otros factores a estudiar como el contenido de humedad y de azúcares de la mazorca en las distintas épocas de inoculación y otros genotipos.
- 5- En el futuro tratar de cubrir las mazorcas de maiz de las parcelas testigos, para evitar la entrada de inóculo natural.

VII. RESUMEN

El maíz es un cultivo de gran importancia en Centroamérica, debido a su valor como alimento humano, así como también por proveer materia prima para muchas industrias. Su rendimiento y producción se ve afectada por una serie de enfermedades. D. maydis es un hongo que causa la pudrición de la mazorca de maíz, el cual puede causar grandes pérdidas económicas.

La finalidad de este estudio fue determinar el efecto de la concentración y época de inoculación de D. maydis, para determinar el comportamiento del patógeno y obtener así aquellas concentraciones de conidias y épocas de inoculación que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

El trabajo se realizó en las terrazas del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, utilizando el maíz híbrido H-27.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 4 X 3 y cuatro repeticiones. El primer factor fue la concentración de conidias, con tratamientos de 5×10^2 , 5×10^3 y 5×10^4 conidias/ml y un testigo donde se uso agua. El segundo factor fue las épocas de inoculación, que fueron hechas a la floración, 7 y 14 días luego de la floración.

La inoculación se realizó cuando el cultivo se encontraba en un 50% de floración, sobre el pistilo de la mazorca de maíz, utilizando un compresor manual de asperjar calibrado para aplicar un mililitro por descarga.

Las características estimadas fueron la incidencia y severidad de la enfermedad utilizando la escala lineal 1-100.

Existe diferencia significativa entre las diferentes concentraciones de conidias usadas, siendo la concentración de 5×10^4 conidias/ml la que produjo mayores niveles de severidad de la pudrición de la mazorca, la cual disminuía a medida que se reducía la concentración de conidias en el inóculo. Además no hubo ninguna diferencia entre la concentración de 5×10^2 conidias/ml y el testigo.

Con las diferentes épocas de inoculación no hubo diferencia significativa, lo que indica que en inoculaciones hechas desde que el cultivo se encuentra en un 50% de floración, hasta dos semanas luego de la floración los resultados en la pudrición de la mazorca son los mismos.

Con estos resultados obtenidos se recomienda continuar con investigaciones similares para poder recopilar mayor información sobre este tema.

VIII. LITERATURA CITADA

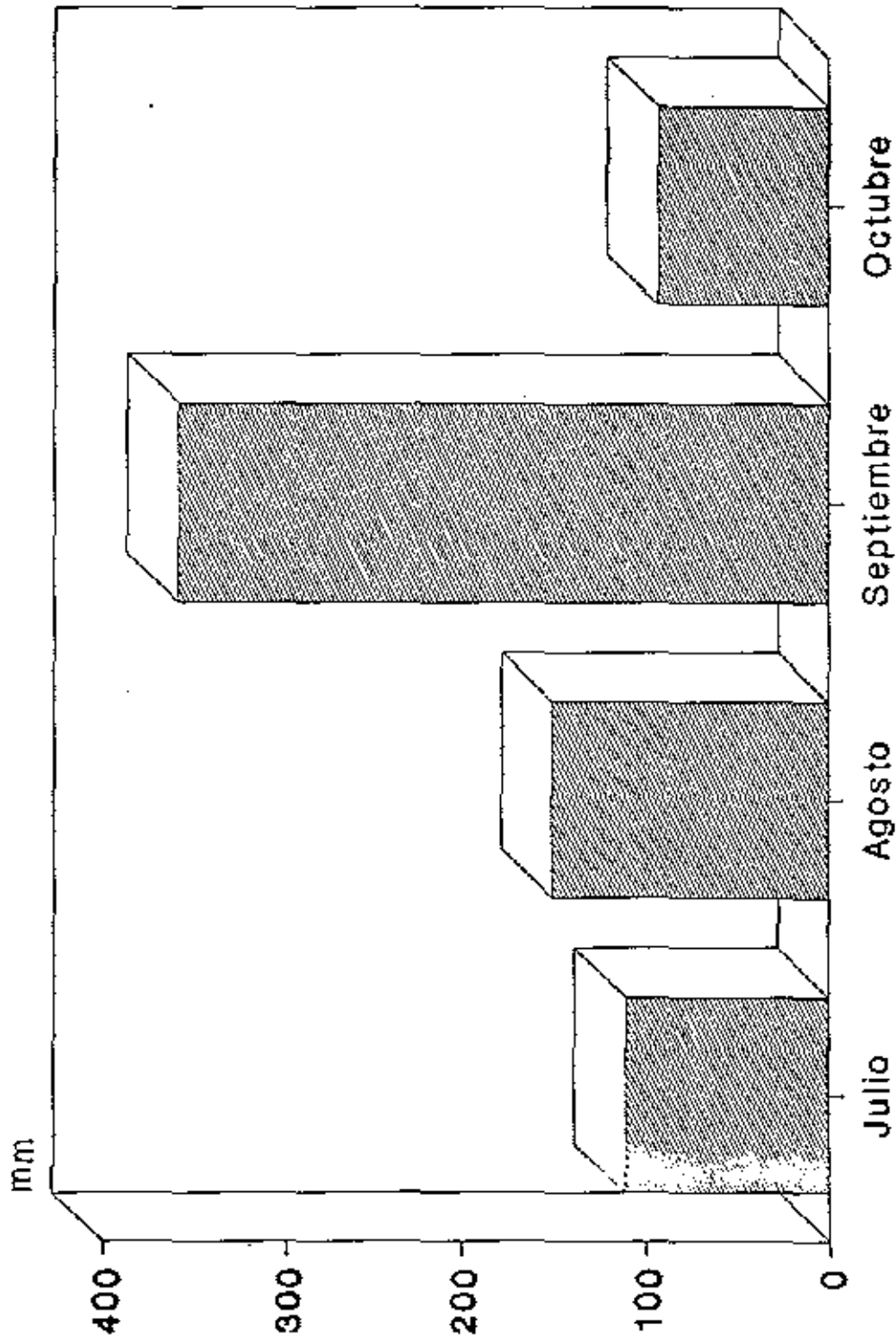
- BOLING, M.; C.O. GROGAN y W. BROYLES. 1963. A new method for artificially producing epiphytotics of *Fusarium* ear rot of maize. *Plant Disease Reporter* 47:315-316.
- CASTAÑO, J. 1986. Taxonomía de hongos, bacterias, virus y nemátodos fitopatógenos. Publicación MIP-EAP-87
- CASTAÑO, J. 1987. Principales enfermedades de maíz y su control. Seminario sobre últimos avances tecnológicos en la producción de maíz. Publicación MIPH-EAP-122. Pag 1-2.
- 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. *Jour. Agr. Research* 34:357-371.
- De LEON, C. 1984. Enfermedades del maíz, una guía para su identificación en el campo. CIMMYT, Mexico. 90pp.
- ERAZO, H.R. 1987. Resultados sobre el sondeo de Maíz Muerto en la región de occidente. PRODERO, Ocotepeque, Honduras. 8 pp.
- GULYA, T.J.; C.A. MARTINSON y P.J. LOESCH. 1980. Evaluation of inoculation techniques and rating dates for *Fusarium* ear rot of opaque-2 maize. *Phytopathology* 70:1116-1118.
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA, 216 pp.
- JUGENHEIMER, R.W. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa, Mexico. Trad. del inglés por Rodolfo Piña García. 841p.
- KOEHLER, B. 1959. Corn ear rot in Illinois. University of Illinois, Agricultural Experiment Station. Bul. 639. 87p.

- 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.
- LOESCH, P.J.; D.C. FOLEY y D.F. COX. 1976. Comparative resistance of opaque-2 and normal inbred lines of maize to ear-rotting pathogens. Crop Science 16:841-842.
- LOPEZ, C.A.; C.L. HERNANDEZ y A. ORTIZ. 1988. Diagnostico de pérdidas en el cultivo de maíz por mazorca podrida, en La Entrada, Copán. Secretaría de Recursos Naturales, Honduras. XXXIV reunión anual de PCCMCA, San José, Costa Rica. 19p.
- MORA, L.E. y R.A. MORENO. 1984. Cropping pattern and soil management influence on plant diseases. Turrialba 34:35-40.
- MURILLO, R.E. 1970. Observación de enfermedades prevalentes diez variedades de maíz (Zea mays) en una fecha de siembra en Apocada, N.L. Mexico. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis Ing. Agrónomo. 83p.
- OCHOA, G. 1975. Informe II sobre obtención de fuentes de resistencia a pudriciones del tallo y la mazorca de maíz causadas por Gibberella zeae, G. fujikuroi y Diplodia zeae. Universidad Nacional de Colombia. 11p.
- PANIAGUA O.; J. CASTAÑO.; J.J. HERRERA.; J. ZAPEDA Y C. MORENO. 1987. Daño de maíz muerto causado por Diplodia maydis (Berk) según el sistema y época de cosecha del maíz (Zea mays L.). Publicación MIPH-EAP N° 120. Honduras. 10p.
- PAZ, J.A.; E. FERRERA. 1988. Situación actual de Diplodia spp en el cultivo de maíz en la zona sur oriental de Honduras. Compendio de Resúmenes del PCCMCA, XXXV reunión anual p. 17.
- RITCHIE, S.W. y J.J. HANWEY. 1984. How a corn plant develops, special report N° 48. Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, Iowa, USA. 21p.
- SHURTLEFF, H.L.C. 1973. Compendio de enfermedades del maíz. Trad. del inglés por Nora Galain de Defranceschi. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 102 pp.

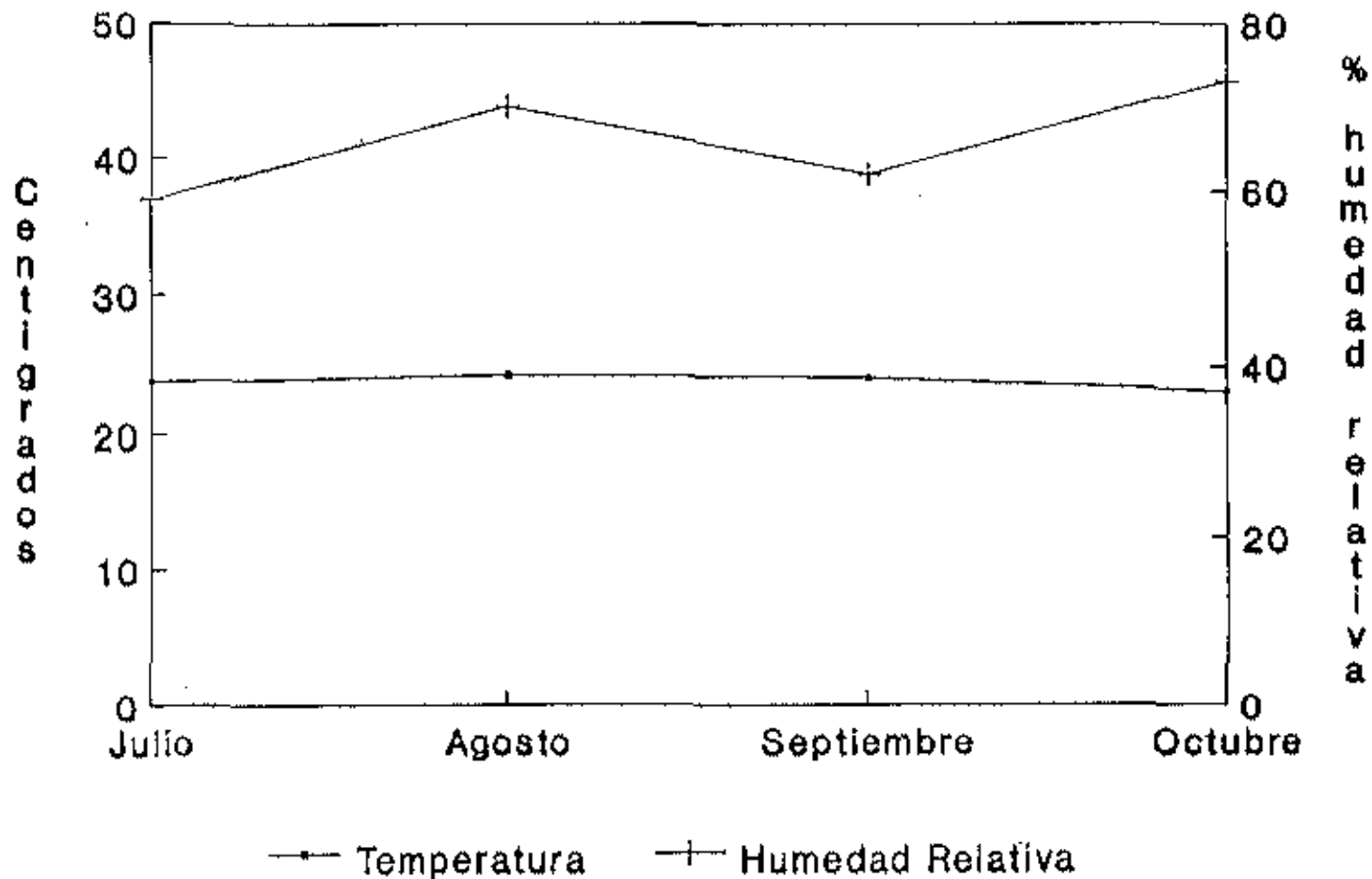
ULLSTRUP, A.J. 1949. A method for producing artificial epidemics of *Diplodia* ear rot. *Phytopathology* 39:93-101

ULLSTRUP, A.J. 1970. Methods for inoculating corn ears with *Gibberella zeae* and *Diplodia maydis*. *Plant Disease Reporter* 54:658-662.

Anexos



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



Anexo 3. Promedio de temperatura y humedad relativa, El Zamorano 1989

Anexo 3. Resultados del análisis de varianza considerando época de inoculación, concentración de inóculo y su interacción (El Zamorano, 1989).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Rep	3	1.35	0.450	1.07	0.258
A ^a	3	52.43	17.476	41.73	0.000
B ^b	2	0.46	0.232	0.55	n.s.
AB ^c	6	4.95	0.825	1.97	n.s.
Error	33	13.82	0.419		

^a Concentración de conidias

^b Epocas de inoculación

^c Interacción entre la concentración y las épocas

Coefficiente de variación= 18.14%

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:..... Jaime Ulises Torres González.

Lugar de nacimiento:.. Cojutepeque, Cuscatlán,
El Salvador.

Fecha de nacimiento:.. 14 de Noviembre de 1965.

Nacionalidad:..... Salvadoreño.

Educación:

 Primaria:..... Colegio Liceo Salvadoreño.

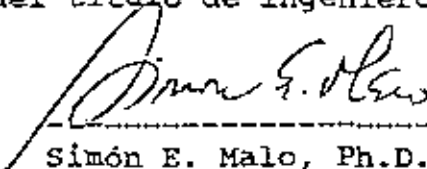
 Secundaria:..... Colegio Liceo Salvadoreño.

 Superior:..... Escuela Agrícola Panamericana.

Títulos recibidos:.... Agrónomo Zamorano.

Esta Tesis fue presentada bajo la dirección del consejero principal del comité de profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración de los Coordinadores del Departamento, Jefe del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue aprobada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

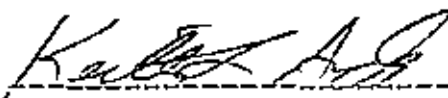
Abril de 1990.



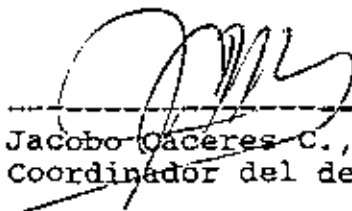
Simón E. Malo, Ph.D.
Director



Jorge Román, Ph.D.
Decano

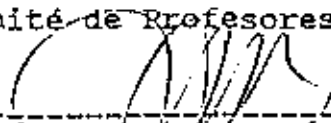


Keith Andrews, Ph.D.
Jefe del Departamento de
Protección Vegetal

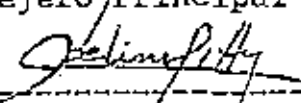


Jacobo Cáceres C., Ph.D.
Coordinador del departamento

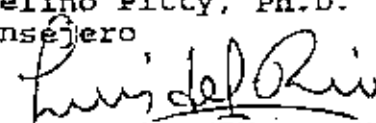
Comité de Profesores:



Jacobo Cáceres G., Ph.D.
Consejero Principal



Abelino Pitty, Ph.D.
Consejero



Luis del Río, M.Sc.
Consejero