

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO SOBRE HELMINTHOSPORIOSIS EN MAIZ
EFECTO EN RENDIMIENTO Y EPIDEMIOLOGIA**

DIPLOMANTE

MIRIAM ZELEDON MONTENEGRO

ASESOR

Ir. FRANCISCO MEERMAN (M. Sc.)

Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda

MANAGUA, NICARAGUA 1987.

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTUDIO SOBRE HELMINTHOSPORIOSIS EN MAIZ

EFFECTO EN RENDIMIENTO Y EPIDEMIOLOGIA

DIPLOMANTE: MIRIAM ZELEDON MONTENEGRO

ASESOR

Dr. FRANCISCO MEERMAN (M. Sc.)
UNIVERSIDAD AGRICOLA DE WAGENINGEN, HOLANDA

Managua, Nicaragua. 1987

DEDICATORIA

A mis padres :

Alfredo Zeledón

Paulina Montenegro

A mi esposo e hijo :

Oscar Xavier

Oscar Xavier Jr.

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento, cariño y respeto a mi Maestro Sr. Francisco Meeman por su labor y aporte en mi formación profesional, ya que sin su ayuda no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Manifiesto también mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron involucradas para la culminación de este trabajo, especialmente al Ing. Alberto Sediles por su constante colaboración en la presentación de este trabajo.

INDICE

INDICE DE CUADROS	1
INDICE DE FIGURAS	11
INDICE DE APENDICE	111
RESUMEN	iv

Páginas:

I	INTRODUCCION GENERAL	1
II	ESTABLECIMIENTO DE UNA INFECCION ARTIFICIAL DE <u>Helminthosporium maydis</u> EN UN CULTIVO DE MAIZ	3
	1. INTRODUCCION	3
	2. MATERIALES Y METODOS	6
	3. RESULTADOS	7
	4. DISCUSION	10
	5. CONCLUSION	11
III	EFECCO DE <u>Helminthosporium maydis</u> SOBRE EL RENDIMIENTO	12
	1. INTRODUCCION	12
	2. MATERIALES Y METODOS	14
	3. RESULTADOS Y DISCUSION	18
	4. CONCLUSIONES	24
	5. RECOMENDACIONES	25
IV	ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO: PERIODICIDAD EN EL VUELO DE LAS ESPORAS	26
	1. INTRODUCCION	26
	2. MATERIALES Y METODOS	27
	3. RESULTADOS Y DISCUSION	28
	4. CONCLUSION	30

Páginas:

V	BIBLIOGRAFIA	31
VI	APENDICES	35

INDICE DE CUADROS

Páginas:

Cuadro N°-

- | | |
|---|----|
| 1. Desarrollo de los conidios de <u>Helminthosporium maydis</u> en dos medios de cultivos | 8 |
| 2. Número de esporas capturadas de <u>Helminthosporium maydis</u> y las condiciones ambientales registradas el 27 de agosto de 1986 | 28 |

INDICE DE FIGURAS

Páginas:

Figuras:

1. Conidios de <u>Helminthosporium maydis</u> según (Ellis, 1971)	9
2. Crecimiento acumulativo de la superficie fo- liar promedio por planta en el tiempo. En el cultivo de maíz variedad dekalb-666	19 a
3. Promedio del porcentaje de severidad de difer- rentes enfermedades y plagas en la semana de observación y las condiciones ambientales en ese momento	19 b
4. Número de esporas de <u>Helminthosporium maydis</u> capturadas en diferentes momentos con las condiciones del ambiente para cada momento	29 a

RESUMEN

Este estudio fue realizado para establecer una relación entre la severidad de Helminthosporium maydis y el rendimiento de maíz.

Para alcanzar este objetivo se realizó un experimento de campo en el cual se trata de establecer una infección artificial del hongo; para la cual fue necesario desarrollar un método de reproducción masiva de conidios.

Para reproducción masiva de H. maydis, un medio hecho a base de extracto de hoja de Maíz-Sacarosa-Agar (EMSA) resultó mejor que un medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) o Jugo V8, encontrándose que la reproducción repetida del hongo en un PDA y Jugo V8 produce conidios mal formados.

Las condiciones climatológicas (4 horas de humedad relativa mayor de 95%, temperatura de 27°C y 8 horas de sol durante el día) que se determinaron después de la inoculación artificial, no fueron favorables para lograr una buena infección artificial del patógeno.

Posteriormente en el cultivo de maíz surgió una infección natural. Mediante diferentes "tratamientos" se logró establecer diferentes niveles de severidad de H. maydis en las parcelas.

Los tratamientos consistían en 6 aplicaciones de manzate (M6) (Maneb), tres aplicaciones de Manzate (M3) y una aplicación de Manzate (M1); seis aplicaciones de Difolatán (D6) (Captafol).

El tratamiento de seis aplicaciones de Manzate permitió alcanzar un rendimiento de 5886.3, el cual difiere de forma significativa del rendimiento obtenido con una aplicación de Manzate (4368.3 Kg/ha). No hay diferencia entre una y tres aplicaciones de Manzate (5270.3 Kg/ha).

El tratamiento con difolatán (5298.5 Kg/ha) no difiere de forma significativa del rendimiento obtenido con una o tres aplicaciones de Manzate.

En relación con la severidad de la enfermedad y el rendimiento, se elaboró en base a los datos obtenidos un modelo que describe el rendimiento en función de la severidad de H. maydis y la altura de la planta.

La ecuación que describe el rendimiento es:

$$Y = 0.428 X_1 - 2.722 X_2 \text{ donde}$$

Y = Rendimiento gramos/planta

X₁ = Altura de la planta en cm. a los 61 días después de la germinación.

X₂ = Porcentaje de la superficie foliar afectada por H. maydis a los 71 días después de la germinación.

La constante es = 0

De acuerdo a este modelo se conoce que por cada grado en la severidad se pierde 181 Kg/ha (en una densidad de siembra 66500 planta/ha).

Este modelo es válido para condiciones con severidad de 4.3% de virus, 0.4% bacteria, 0.2% daño causado por Spodoptera frugiperda y condiciones de clima y suelo similares a los de éste experimento.

OBJETIVOS

1. Determinar el efecto de la severidad de Helminthosporium maydis sobre el rendimiento.
2. Determinar el efecto de aplicación de Maneb y Captafol sobre el nivel de Helminthosporium maydis para su control.
3. Elaborar una ecuación matemática que permita predecir las pérdidas ocasionadas por el patógeno en relación a la severidad del daño y altura de la planta.
4. Determinar un método para el cultivo de H. maydis que permita realizar infecciones artificiales.

I. INTRODUCCION GENERAL

El maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo sobre todo en el continente americano de donde es originario. (García, 1982).

El cultivo de maíz muchas veces se ve afectado por la enfermedad conocida como Helminthosporiosis o tizón sureño (recibe este nombre por presentar mayor incidencia en el Sur de EE.UU) causada por el hongo Helminthosporium maydis (Nisikado and Miyake, 1926) Familia: Dematiaceae - Orden: Moniliales.

Esta enfermedad es conocida en todo el cinturón maicero de Estados Unidos y muchas áreas del mundo (Sobre todo en zonas calientes), provocando bajos rendimientos (Hooker, 1972).

En 1941 se reportaron dos razas fisiológicas del patógeno: la raza T y la raza O. La raza O es la raza más vieja y ataca a maíz con citoplasma normal.

La raza T se investigó por primera vez en las Filipinas en 1961 y es de gran importancia porque ataca seriamente a híbridos con esterilidad masculina citoplasmática aunque puede darse el caso de presentarse en plantas con citoplasma normal, pero la sintomatología no se desarrolla; aunque se den infecciones la enfermedad no prospera (Ulstrup, 1972).

La reducción de rendimiento causado bajo ciertas circunstancias por el patógeno puede llegar a 36% en maíz dulce en los campos de Florida (Schenck and Stelker, 1974) causando pérdidas hasta 50% cuando un maíz con esterilidad masculina citoplasmática se infecta tempranamente en el ciclo agrícola (7 semanas después de la germinación) (Hooker, 1972).

En Nicaragua en la Zona de Jalapa, Carazo, Pantasma, esta enfermedad ha causado serios problemas en la producción de maíz (comunicación personal, Técnico MIDINRA) y como no hay estudios profundos fitopatológicos sobre esta enfermedad no existe información detallada acerca de las pérdidas su fridas. En la época de postre (Septiembre-Diciembre) en varias zonas del país no se realizó la siebra por problemas con H. maydis y achaparramiento (comunicación personal, Técnico MIDINRA).

Las casas comerciales que distribuyen variedades como Dekalb-666 y PIONEER reportan que estas variedades son resistentes a H. maydis (Anónimo, 1976). Sin embargo, esta información no ha sido comprobada a través de ensayos de campo realizados en Nicaragua.

Debido a que no se conoce el efecto real de las pérdidas causadas por Helminthosporium maydis, este estudio tiene como exigencia determinar una metodología adecuada que relacione el efecto de la enfermedad sobre el rendimiento y para determinar un método adecuado para su control, se investigó si las aplicaciones de fungicidas reduce la severidad de la enfermedad.

II. ESTABLECIMIENTO DE UNA INFECCION ARTIFICIAL DE HELMINTHOSPORIUM MAYDIS EN UN CULTIVO DE MAIZ.

1. INTRODUCCION:

En esta fase se pretende establecer una metodología de inoculación del patógeno Helminthosporium maydis en el cultivo de Maíz en condiciones de campo.

En Nicaragua el problema de Helminthosporium maydis existe en varias zonas del país especialmente Jalapa, Pantasma y Carazo.

También en Managua (Región III) se cultiva el maíz, y H. maydis en esta zona es un problema de menor intensidad. El estudio se realizó en Managua para desarrollar una metodología que facilite definir el efecto que tiene la enfermedad con el rendimiento (Véase capítulo III) y porqué en estas zonas existen condiciones adecuadas para la investigación.

Para investigar la relación entre la severidad de la enfermedad y su efecto sobre el rendimiento es preferible disponer de una metodología confiable de inoculación, para no estar dependiendo de infecciones naturales en las cuales es difícil influir en cuanto a su momento de manifestación como en su grado de severidad.

Para efectuar una infección artificial en el campo mediante una inoculación se necesita:

- i Obtención de inóculo infeccioso,
- ii Técnicas aptas de inoculación,
- iii Condiciones climatológicas adecuadas para la infección,
- iv Un hospedante susceptible.

1) Para la obtención del inóculo es necesario disponer de métodos para producir el hongo, uno de los más conocidos son:

- La técnica de granos de maíz utilizado por Holtón (1974), ésta consiste en arrojar una suspensión de conidios de H. maydis sobre las semillas de maíz, e inocular los granos a temperaturas de 25°C durante ocho días.

(Potter, 1980) and (Dhnagra, 1972) hicieron varias pruebas en producción de conidios de H. maydis sobre diferentes medios artificiales, encontrando que la esporulación en medios artificiales y el tamaño de los conidios varía según la composición del medio, y la patogenicidad disminuye con reproducciones repetidas en medios artificiales.

Potter, 1980 utilizó un medio a base de hoja de maíz molido, glucosa, asparagina y agar; también utilizó el medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y no encontró diferencia entre los dos medios; el hongo desarrollaba colonias pequeñas y poca esporulación en ambos medios.

- Dhnagra, 1972 utilizó un medio a base de extracto de hoja de maíz-sacarosa-agar (EMSA) obteniendo buena esporulación y mejores resultados en la obtención del inóculo.

ii) Existen varios métodos de inoculación en el campo. Uno de estos métodos consiste en asperjar una suspensión de conidios de H. maydis a una concentración conocida en el cogollo de la planta de maíz. A esta suspensión se le agrega un dispersante como el Tween 20, para que haya una homogeneidad mayor en la suspensión, así como un adherente como el agar, para facilitar la adherencia de los conidios a las hojas. Otra técnica consiste en colocar en el cogollo de la planta pedacitos pequeños de hoja de maíz infectados con H. maydis y proporcionarles suficiente humedad a la planta para que se realice el proceso de germinación de conidios y penetración.

iii) Condiciones climáticas adecuadas para la infección:

Para la germinación de los conidios depositados sobre las hojas se necesitan condiciones climáticas favorables, las cuales son: Alta humedad relativa de 95-100% durante 2 horas y temperatura óptima de 23°C (Maggoner, 1972). Para el proceso de penetración se necesita humedad relativa mayor de 95% durante 3 a 9 horas después de la inoculación. Baja humedad durante este período, afecta drásticamente el grado de infección.

La producción de lesiones crece exponencialmente cuando el período de rocío es prolongado de 4 a 8 horas (Larsen, 1983). El desarrollo de lesiones es fuertemente inhibido por la presencia de la luz durante la colonización (Lukens, 1971).

iv) En cuanto a la necesidad de un hospedante susceptible utilizamos la variedad dekalb-666.

La variedad dekalb-666, es un híbrido desarrollado en el área centroamericana. Según la casa comercial ésta variedad se caracteriza por su alto rendimiento y por su reacción tolerante a la infección de H. maydis y achaparramiento; durante experimentos previos a esta inoculación esta variedad presentó cierto grado de susceptibilidad al patógeno en pruebas de inoculación en el invernadero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS:

Inóculo. La cepa de Helminthosporium maydis fue colectada en 1984 en la estación experimental "Las Mercedes" en el departamento de Managua y preservado en material vegetal seco. Para la reproducción masiva de conidio se probaron tres medios: Jugo V8, Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Extracto de hoja de Maíz-Sacarosa-Agar (EMSA) (Ver apéndice para el método de preparación).

Para cosechar los conidios se utilizó una microaspiradora tipo ciclón accionada por una bomba de vacío, siendo esta un tipo de recolección seco, y para hacer la suspensión de conidios de H. maydis se le agrega agua; también a esta suspensión se le agregó un dispersante Tween 20 a 0.1% y agar como adherente al 1%.

Para cuantificar el inóculo los conidios fueron contados en cámara de conteo de un hematocímetro tipo Neubauer. (Ver Técnica en apéndice 2).

Antes de la inoculación se determinó la capacidad de germinación de los conidios, usando una prueba de germinación; esta prueba consiste en colocar 2 ml. de la suspensión de conidios de H. maydis sobre un medio de cultivo e incubarlo por 12 horas a temperatura de 25°C (Lukens, 1971).

Para evitar la germinación prematura de los conidios en la suspensión se elaboró la suspensión 20 minutos antes de la inoculación.

A los 25 días después de la germinación del cultivo de maíz y con 6 hojas formadas se realizó la inoculación; la suspensión de conidios fue asperjada en el cogollo de la planta.

Esta inoculación se realizó a las 18:00 horas y posteriormente se humedeció la planta cada media hora durante las primeras 3 horas después de la inoculación, para que se mantenga alta humedad foliar que necesita el hongo para su germinación y penetración.

3. RESULTADOS:

En una observación visual que se hizo a las colonias desarrolladas en el Jugo V8, se encontró poca esporulación y las colonias no aumentaron de tamaño durante varios días consecutivos de observación; posteriormente el hongo fue transferido a un medio PDA; también en este medio la esporulación era poca, con conidios mal formados. En los dos medios el tamaño de las colonias y la forma de los conidios fueron iguales.

Como estos dos medios no resultaron, fue necesario usar otro medio de cultivo EMSA. En este medio el hongo desarrolló colonias grandes, con mayor dimensión de los conidios (Cuadro 1.).

Cuadro 1. Desarrollo de los conidios de H. maydis en dos medios de cultivos.

Medio	Crecimiento lineal en cm. de las colonias ** observadas durante 4 días consecutivos.				Forma del Conidio.	Dimensiones de los conidios *** Micras.	Número de conidios en una placa de 9 cm. diámetro.	Dimensión y forma de los conidios reportados por Ellis, 1971.
	1	2	3	4				
Papa-dextrosa-Agar (PDA)	0.5	1	1.4	1.6	Más recto que curvado.	Largo = 36-96 \bar{x} 78.66 SD = 6.49 Ancho 12-17 \bar{x} 12.7 SD = 0.55	255.000 Conidios Placa.	Largo 70-160 Mm Ancho 15-20 Mm son típicamente curvados.
Extracto de hoja de maíz Sacarosa Agar (EMSA)	0.6	1.2	1.8	2.4	Generalmente Curvado	Largo 69.6-139.2 \bar{x} 103.5 SD = 12-24 \bar{x} 14.1 SD = 1.11	450.000 con/placas	

* Día en los cuales se observó el crecimiento de las colonias

** Media de 32 colonias

*** Media de 100 conidios.

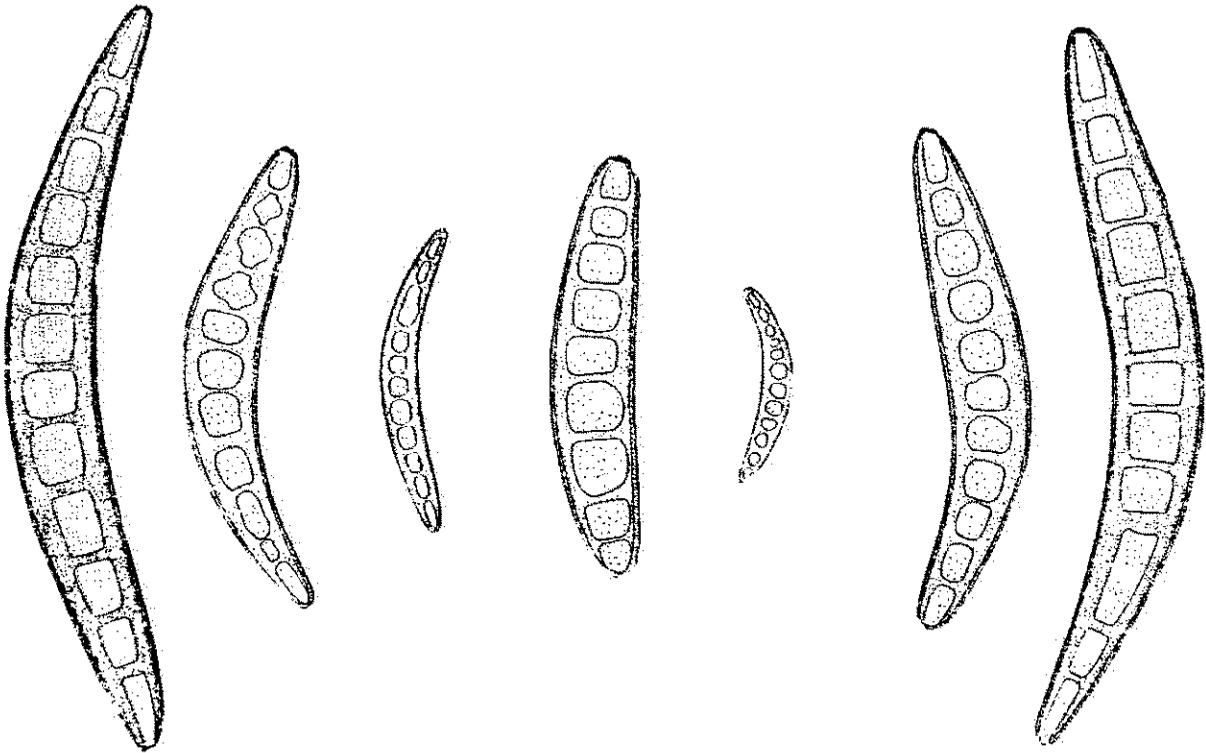


Figura 1. CONIDIOS DE Helminthosporium maydis, SEGUN (ELLIS, 1971).

En la inoculación se usaron las esporas desarrolladas en el medio EMSA. Antes de la inoculación se realizó la prueba de germinación obteniendo un 85% de conidios germinados. Un día después de la inoculación se presentaron pequeñas lesiones en las plantas, pero dichas lesiones no aumentaron de tamaño.

Las condiciones climatológicas que se registraron después de la inoculación fueron las siguientes: cuatro horas con 95% de humedad relativa y 24°C de temperatura en el primer día y en los 5 días posteriores 4 horas de humedad relativa mayor de 95%, temperatura promedio en esos días de 28°C con días soleados.

4. DISCUSION:

Durante la producción de conidios de Helminthosporium maydis en diferentes medios de cultivos se ha demostrado que el hongo para su reproducción requiere un medio a base de extracto de hoja de maíz-sacarosa-agar (EMSA) comprobando lo que había detectado Potter and Dingra (1972).

Cuando el hongo fue sembrado en el medio PLA, se observó baja esporulación. Tanto el desarrollo como la dimensión de los conidios son menores en este medio.

Cuando el hongo fue sembrado en un medio de extracto de hoja de maíz-sacarosa-agar (EMSA), la esporulación, el tamaño y la forma del conidio se aproximan más a los descritos por Ellis (1971) por lo que se concluye que el medio EMSA es más apto para la reproducción del hongo.

En la prueba de germinación del hongo realizada en el laboratorio a la suspensión de conidios aplicados en el campo, se obtuvo un 95% de germinación lo que indica que el inóculo tenía una buena capacidad de germinación, y con la aplicación de agua por tres horas al follaje se le proporciona el agua que necesita los conidios para su germinación y penetración.

La infección artificial no resultó; probablemente las condiciones medio ambientales no fueron las más adecuadas para el establecimiento del patógeno, porque las condiciones en la Post inoculación son humedad relativa mayor de 95% solamente por 4 horas y según Wagoner, 1972, el hongo para su establecimiento y causar una infección posterior requiere de 3 a 5 horas de humedad relativa mayor de 95%, las cuales no se dieron en el campo. La humedad relativa fue menor durante los días posteriores a la inoculación bajando a 70%, el campo se mantuvo seco y los próximos 5 días después de la inoculación fueron soleados, lo que no es favorable para el desarrollo de lesiones.

Lukens, 1971 reportó que cuando hay períodos secos con bastante luz durante el día se inhibe el desarrollo de las lesiones.

5. CONCLUSIONES:

- Para la reproducción de hongo de Helminthosporium maydis es mejor un medio a base de extracto de hoja de raíz-sacrosa-agar (HSA) que papa-dextrina-agar (PDA) siendo mayor el número de conidios formados en HSA. Tanto el tamaño como la forma de los conidios son anormales cuando H. maydis es reproducido en un medio PDA o Jugo V8.
- Para lograr una infección artificial en un cultivo de raíz es de suma importancia efectuar la inoculación de raíces en presencia de agua libre en las hojas.
- Las condiciones de tiempo de post-inoculación deben garantizar más que 5 horas de H.H mayor de 30% para el proceso de colonización y no demerado sol en el día para el desarrollo de los síntomas.

III. EFECTO DE Helminthosporium maydis SOBRE EL RENDIMIENTO.

1. INTRODUCCION:

El tizón sureño en el maíz es una enfermedad conocida en todo el mundo porque puede causar epidemias con pérdidas hasta un 86% en la producción de maíz dulce (Shenck, 1974).

Al comienzo de los años setenta en los EE.UU las epidemias causadas por H. maydis se extendieron tanto que hubo la necesidad de usar un número limitado de variedades de maíz en las áreas de cultivación.

En esos años se desarrolló una variedad con características genéticas de esterilidad masculina citoplasmática (Tms), muchas áreas fueron sembradas con esta variedad, pero ocurre que hay una raza fisiológica de H. maydis (raza T) la cual se presenta con alta virulencia en la nueva variedad de maíz causando bajo rendimiento del 50% en el Sur de los EE.UU y de un 20% a nivel de toda la producción nacional en el año 1970 (Hooker, 1972).

Para relacionar la severidad de la enfermedad con el rendimiento y predecir pérdidas del cultivo en el futuro, se necesitan modelos basados en conceptos fitopatológicos, meteorológicos y la fisiología del cultivo. Ayert, 1976 utilizó híbridos de maíz e inóculo en la etapa de 6-8 hojas con esporas de H. maydis raza T permitiendo un desarrollo epidémico. Encontrando que existía una relación lineal entre el porcentaje de tejido infectado y pérdidas en rendimiento del maíz.

La disponibilidad de uso de un único modelo tiene como ventaja que las pérdidas causadas por la enfermedad en varios cultivos pueden ser comparados directamente según sea el análisis de los parámetros del modelo. (Ladieu, 1981).

En Nicaragua Tapia y García, 1983 reportaron que H. maydis es el causante de las principales enfermedades foliares en las seis regiones del país donde se cultiva el maíz.

En los años siguientes se introdujeron materiales genéticos que pudieron demostrar resistencia a este patógeno, sin embargo, la información sobre el efecto real de la enfermedad en el rendimiento y la calidad de la cosecha en nuestras condiciones es limitada.

Por lo tanto se estudia el efecto de H. maydis sobre el rendimiento, también se evaluó la eficacia de dos fungicidas Maneb y Captafol como medida de control de este patógeno.

Richard, 1973 encontró que aplicaciones de Maneb (ethylenobisdithiocarbamate de manganeso) controla efectivamente a tizón surco en el cultivo de maíz sobre todo cuando las aplicaciones se hacen en los días donde hay mayor esporulación del hongo.

Issa, 1983 reportó que el captafol es menos efectivo para el control del tizón surco, pero este tiene un efecto positivo sobre el rendimiento.

2. MATERIALES Y METODOS:

El estudio fue realizado en la Estación Experimental "Las Mercedes" del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias en Managua, sobre un suelo inceptisol de textura franco arenosa. Un análisis químico de este suelo se presenta en el apéndice 3.

Las condiciones climatológicas de local del ensayo son temperatura de 21-26°C con máximos diarios de 35°C precipitaciones anual de 900 mm. a 1600 mm (Elanco, 1979).

El área experimental total fue 0.5 ha., donde se sembró maíz de la variedad dekalb-666, se eligió esta variedad porque se piensa que va hacer la variedad del futuro en las zonas donde se siembra el maíz, según la casa comercial esta variedad se caracteriza por su alto rendimiento y por su reacción tolerante a la infección de *H. maydis* (Anónimo, 1976). Sin embargo, en experimentos en invernaderos y también en campos de maíz esta variedad presenta cierto grado de susceptibilidad al patógeno, *H. maydis*.

La agrotecnia del cultivo se realizó de acuerdo al manual de Manejo integrado de plagas editado por el MIDINRA.

La preparación del suelo consistió en un pase de grade y aplicación de herbicidas Dual (metalaclor) 2.6 Lts/ha 3 días antes de la siembra. La siembra fue realizada el primero de Junio de 1986, con una separación de 20 cm. entre planta y 75 cm. entre surco, obteniendo una población de 66.500 plantas/ha.

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante triple 15 (15-15-15 NPK) en dosis 2.8 qq/ha.

A los 45 días después de la siembra se realizó una aplicación adicional de Urea granulado (45% de N) en una dosis de 2 qq/ha.

Para combatir las plagas del suelo se uso Curater (Carbofuran) granulado al 5% en una dosis de 37.24 Kg/ha. Una semana después de la germinación se aplicó Monitor 600 (matamidasfos) 1.25 Lts./ha para combatir las plagas del follaje, sin embargo, este producto no realizó un control eficiente lo cual determinó que se cambiará por Lorsban (Clorpirifos) a concentraciones de 1.6 Lts/ha con aplicaciones semanales hasta que el maíz cumplió su ciclo vegetativo.

Para evaluar la eficacia de los fungicidas y determinar la capacidad de producción de maíz en ausencia de enfermedades se aplicaron dos fungicidas: Manzate (manab) en dosis de 2.4 gr/Lts. (4 Kg/ha) y Difolatán (captafol) en dosis de 2 gr/Lts. (166 Kg/ha). Estas aplicaciones se realizaron a la tercera semana después de la germinación con el primer aporque. El segundo aporque se realizó a los 35 días después de la germinación; como medida adicional se hizo un control manual de la maleza junto a cada aporque.

Diseño Experimental.

Como se explicó en el sección II no se pudo continuar el estudio con el diseño, ya que la inoculación del patógeno no dió el resultado esperado. Como se presentó una infección natural en todo el campo se decidió aprovechar las parcelas experimentales para un estudio del desarrollo de la enfermedad y su efecto en el rendimiento bajo la acción de diferentes tratamientos de control químico.

Los tratamiento utilizados fueron:

- M6 = Seis aplicaciones de Manzate
- M3 = Tres aplicaciones de Manzate
- M1 = Una aplicación de Manzate
- D6 = Seis aplicaciones de Difolatán

Las aplicaciones de los fungicidas para los tratamientos se realizaron de la siguiente forma;

M_0 y D_0 a los 22, 32, 42, 52, 62, 72 días después de la germinación del cultivo de maíz con intervalo de 10 días entre aplicaciones.

M_3 = a los 22, 32, 42 días después de la germinación.

M_1 = a los 22 días después de la germinación.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con 4 replicaciones.

Los tratamientos M_3 y M_1 se encontraron 7 veces en cada repetición.

Las unidades experimentales tuvieron un área de 3.75 X 3.75 mts., lo que da un área de 14, ² donde se sembraron 50 plantas con una separación entre unidades experimentales de 7.5 mts. (Ver apéndice 4 y 5 para el mapa del campo).

Observaciones: Las observaciones se realizaron a los 23 días después de la germinación seleccionándose al azar 10 plantas a las cuales cada semana hasta los 69 días después de la germinación se les midió: altura, área foliar, afectaciones por Helminthosporium maydis, curvularia lunata, Alternaria alternata.

Se anotó el ataque por Virus, bacterias de acuerdo a la sintomatología, el virus puede ser el virus del Rayado fino y marchitamiento stewartii causado por Erwinia stewartii (pero no se hicieron pruebas de aislamiento). También se anotó el daño por Spodoptera frugiperda.

En un experimento aparte se estableció el valor de un factor de corrección que permitió medir el largo y ancho de la hoja y para esto se midieron a 40 plantas con la lámina de punto encontrándose un factor de corrección de 0.8036, este se multiplica por el largo por ancho (centro) y obtenemos la superficie real.

El porcentaje de área foliar enferma fue determinada por la lámina de punto donde 1 punto equivale a 0.25 cm^2 , la lámina de punto era colocada sobre la superficie de la hoja y se contaba el número de puntos que coincidían con las lesiones o áreas comidas por insectos.

Cosecha:

A los 120 días se realizó la cosecha a las 10 plantas que se observaron sistemáticamente en cada unidad experimental. A las mazorcas de estas plantas se les midió el peso de 1000 granos, el cual fue ajustado a 15.5% de humedad.

Además se cosecharon las plantas de 6 mts. lineales del área sembrada en cada unidad experimental eliminando el área de borde para obtener el rendimiento por parcela.

El rendimiento se calculó como tonelada métrica de maíz desgranado por hectaria con la corrección a 15.5% de humedad.

3. RESULTADOS Y DISCUSION:

3.1 Epidemiología de las Enfermedades:

A los 26 días después de la germinación del maíz se observaron síntomas de las enfermedades foliares.

En la figura 3 podemos observar el desarrollo de las enfermedades y las condiciones ambientales en el tiempo.

Helminthosporium maydis estaba presente en el cultivo el primer día de observación, pero con baja severidad de la enfermedad porque las condiciones ambientales no eran favorables para el patógeno. También en ese momento (0-40 días) el cultivo crece rápidamente y la severidad no puede aumentar rápidamente cuando el período latente es de 10-14 días, entonces la severidad producto de la interacción entre el crecimiento del cultivo y del patógeno no es fácil determinarla.

A los 61 días después de la germinación del cultivo se observa un incremento de la enfermedad, hay alta humedad relativa en el ambiente, bajas temperaturas lo que permite que el hongo se desarrolle rápidamente (Waggoner, 1975).

Las otras enfermedades presente como Curvularia lunata tenían alta incidencia a nivel de planta durante períodos de alta humedad ambiental, después bajo rápidamente su severidad, porque la enfermedad no seguía creciendo y el cultivo aumentaba rápidamente en su área foliar.

El Rayado fino virus y Bacteria Erwinia stewartii estos alcanzaron valores altos en cuanto a su intensidad en el campo.

Spodoptera frugiperda mantuvo un ritmo estable debido a que las aplicaciones de Lorsban mantuvieron bajas poblaciones de larvas sin causar daño al cultivo, pero aparentemente el Lorsban causó problemas de fitotoxicidad, trayendo como consecuencia decoloraciones en las hojas y al momento de ser observadas fueron reportadas como incidencia de Rayado fino y Bacteria.

La variación en la severidad de Virus y Bacterias fué en parte: 1) La fitotoxicidad tomada como sintomatología causada por virus y bacterias, los síntomas de fitotoxicidad dieron la impresión de desaparecer después de una semana, esto se corroboró indirectamente al observar que a los 71 días cuando se dejó de aplicar el producto químico (Lorsban) una disminución de los valores de severidad en las dos sintomatologías 2) Falta de suficiente experiencia en la toma de datos en cuanto a las diferentes formas de sintomatología.

3.2. Efecto de aplicaciones de Manzate y Difolatán sobre el nivel de *Helminthosporium maydis* y el rendimiento:

En el análisis de las aplicaciones de los dos fungicidas estudiados se consideren los 4 tratamientos ya descritos, se analizó primero las variaciones en rendimiento y luego se comprobó si los fungicidas disminuían la severidad causada por *H. maydis*.

En el apéndice 6 se muestra el análisis de varianzas del comportamiento de los tratamientos y los bloques en el rendimiento del maíz, mediante la prueba F del método Single degree of freedom contrast., se observa que hubo diferencias significativas en tratamientos y bloques.

Entre los tratamientos seis aplicaciones de Manzate (M_6) tuvo un efecto favorable en el rendimiento mientras que el difolatán no mostró ese mismo comportamiento si bien es cierto que fue mayor el rendimiento de las parcelas tratadas con difolatán en comparación con las parcelas del tratamiento M_1 , esas diferencias no fueron significativas.

Esto puede estar relacionado con un menor control de *H. maydis*, lo cual analizaremos posteriormente. Para poder analizar las razones del efecto del fungicida sobre el rendimiento, se trata de conocer si ellos determinaron una menor severidad de *H. maydis* o si su efecto fue sobre la altura por problemas en la estimación de la severidad de *H. maydis*, no

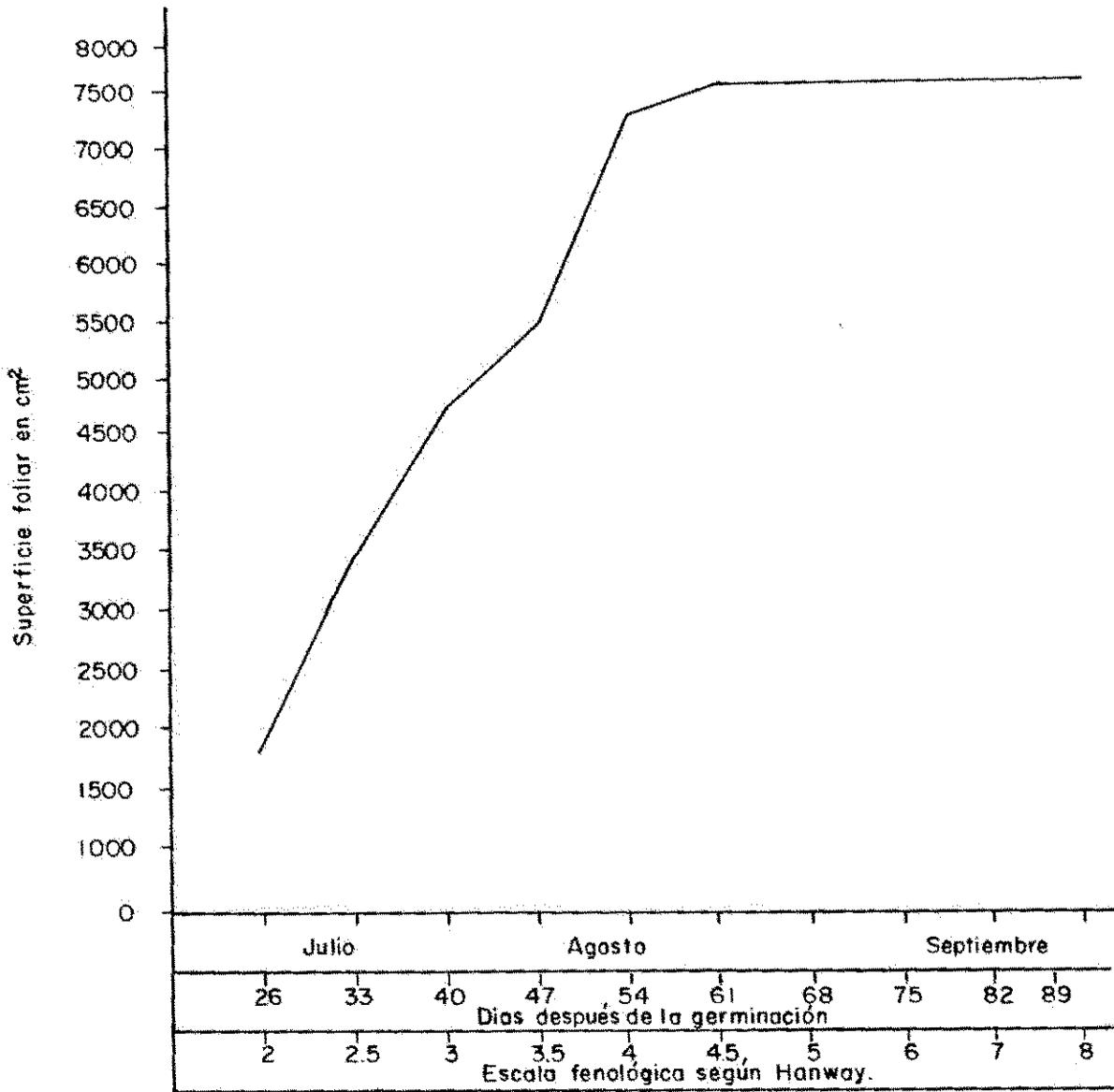


FIGURA. 2 Crecimiento acumulado de la superficie foliar promedio por planta en el tiempo. En el cultivo de maíz variedad dekalb-666.

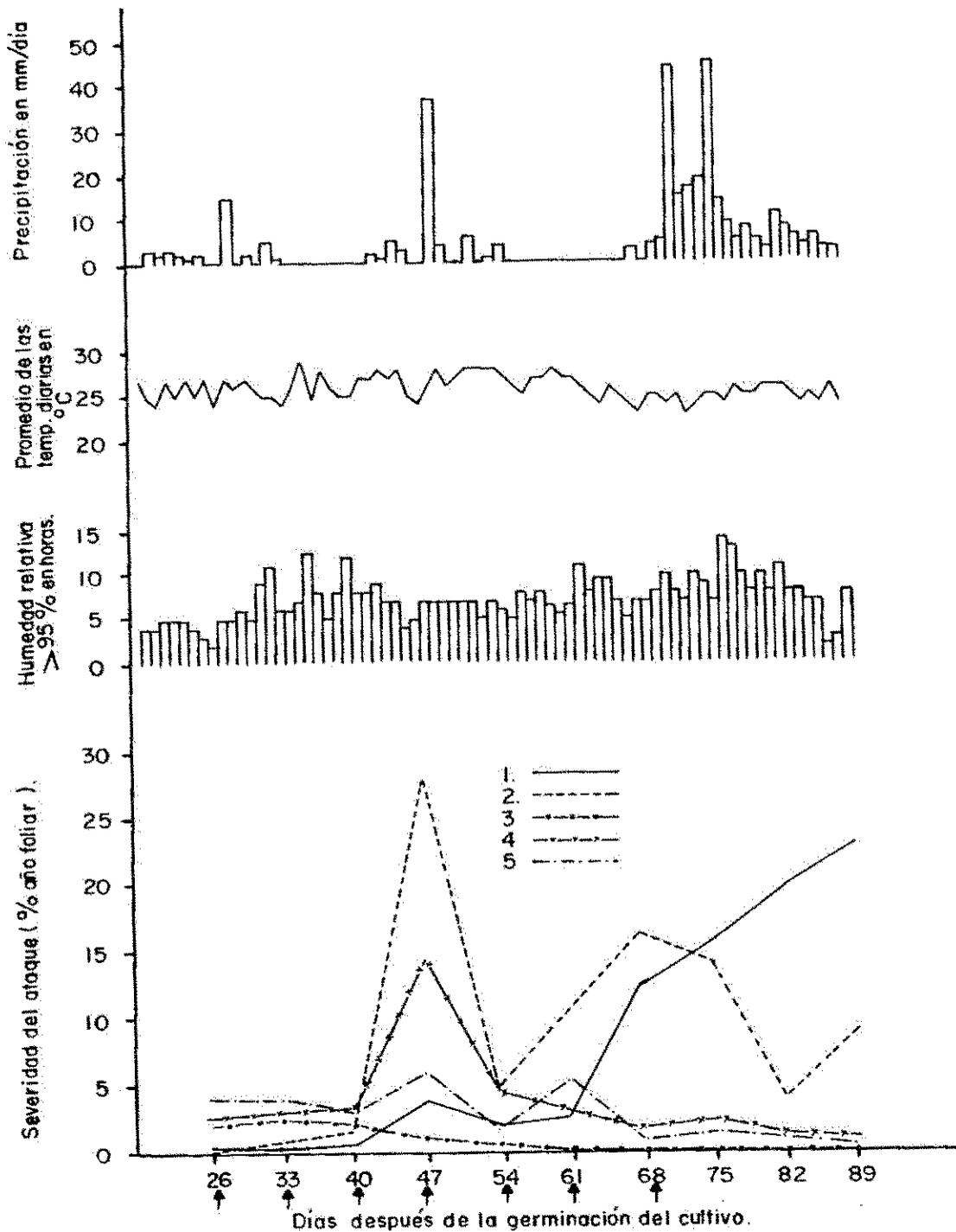


FIGURA 3. Promedio del porcentaje de severidad de diferentes enfermedades y plagas en las semana de observación y las condiciones ambientales en ese momento.

1. Helminthosporium maydis
 2. Virus
 3. Curvularia spp.
 4. Bacteria.
 5. Spodoptera frugiperda
- ↑ Fechas de aplicación de Lorsban.

existen valores confiables para la mitad de los bloques en la semana 8, para solucionar esto esos valores fueron estimados según el modelo múltiple lineal de la sección 3.3 y $= 0.428 X_1 - 2.722 X_2$ donde:

$X_1 = \%$ altura de la planta en cm.

$X_2 = \%$ de Helminthosporium maydis.

A partir de los valores obtenidos y los ya conocidos se realizó el análisis de varianza correspondiente en el apéndice 7, para la relación entre tratamiento y la severidad de H. maydis de nuevo se encontró diferencia significativa, a través de una prueba de single degree of freedom contrast.

Las seis aplicaciones de manzate (M_6) disminuye sensiblemente la severidad de H. maydis, mientras que el difolatán no tuvo efecto en el control de las enfermedades.

En el apéndice 8, se muestra el análisis de varianza de la relación entre los tratamientos y la altura de las plantas, esto se hace para conocer si los tratamientos influyeron en la altura y si esto fue la causa de las variaciones del rendimiento.

De lo anterior se deduce que el efecto positivo del manzate sobre el rendimiento se debió al mejor control de la enfermedad y no a las variaciones en la altura de la planta. A pesar de que se conoce un posible efecto del manzate sobre el envejecimiento del área foliar que prolonga la vida de las hojas verdes esto no fue posible demostrar en este estudio, ya que este fungicida reduce la severidad de H. maydis y por lo tanto rería el área foliar muerta.

Está claro que para lograr un control efectivo una aplicación es insuficiente mientras que seis aplicaciones disminuyen la severidad del patógeno no hasta valores mínimos.

El difolatán no fue suficiente en el control de la enfermedad ni tampoco influyó en la altura de las plantas.

3.3. Confección de un modelo que relacione la severidad de H. maydis con el rendimiento de la variedad de maíz dekalb-666.

Para determinar el efecto de severidad de H. maydis y de las demás variables observadas en este experimento sobre el rendimiento de plantas individuales fue desarrollado un modelo múltiple lineal a base de los datos tomados en 69 plantas en la semana 8. Las variables determinadas en esta semana fueron:

- Porcentaje de área foliar enferma por H. maydis (Por Hm)
- Porcentaje de área foliar enferma por virus (Por V)
- Porcentaje de área foliar enferma por bacterias (Por B)
- Porcentaje de área foliar comida por Spodoptera frugiperda (Por I)
- Altura en centímetros (altura)
- Superficie foliar total (área foli)
- Porcentaje de área foliar muerto (Porcam).

Además se utilizó la variable de altura de la semana 6. La razón para la cual se determinó elaborar un modelo múltiple a base de los datos de semana 8 fue que en esta semana la severidad de H. maydis alcanzó niveles promedio máximo (por encima de 5.9%) en todo el ensayo.

El criterio utilizado para seleccionar las 69 plantas de las 160 plantas observadas fue que las plantas preferiblemente no debían tener mucho daño causado por virus, bacterias e insectos. El promedio del daño causado por todos estos organismos en las 69 plantas seleccionadas no fue mayor que 4.3% para los virus, 0.4% para bacterias y 0.2% para Spodoptera frugiperda.

La consecuencia de esta forma de seleccionar las 69 plantas es que prácticamente toda reducción en el rendimiento puede ser atribuida a la presencia de H. maydis. La desventaja de este enfoque es que aquí no podemos

obtener información si existe una interacción entre *H. maydis* y los demás factores dañinos identificados. A la vez implica una limitación del modelo a confeccionarse solo puede ser utilizado en condiciones con baja severidad de otros patógenos foliares y poco daño al follaje por insectos.

En base a los datos de las 69 plantas fueron calculados las diferentes correlaciones lineares entre las variables mencionadas (Véase apéndice 9). A partir de los valores de correlación lineal entre las variables de la tabla 2, se busca el modelo múltiple que describió en mayor grado posible la variación en el rendimiento Y. El modelo que resultó fue el siguiente:

$$Y = 0.428 X_1 - 2.722 X_2 \text{ donde}$$

Y = Rendimiento en gramos por planta

X_1 = Altura de la planta en cm., 61 día después de la germinación del maíz.

X_2 = Porcentaje de superficie foliar afectada por *H. maydis* a los 75 días después de la germinación del maíz.

En el apéndice 10 el análisis de varianza de este modelo, este modelo cumple el requisito que tanto altura como la severidad de *H. maydis* demuestran una interacción lineal con el rendimiento (Véase apéndice II) y que las dos variables no demuestran una interacción entre ellas.

Lo que llama la atención en este modelo es la siguiente:

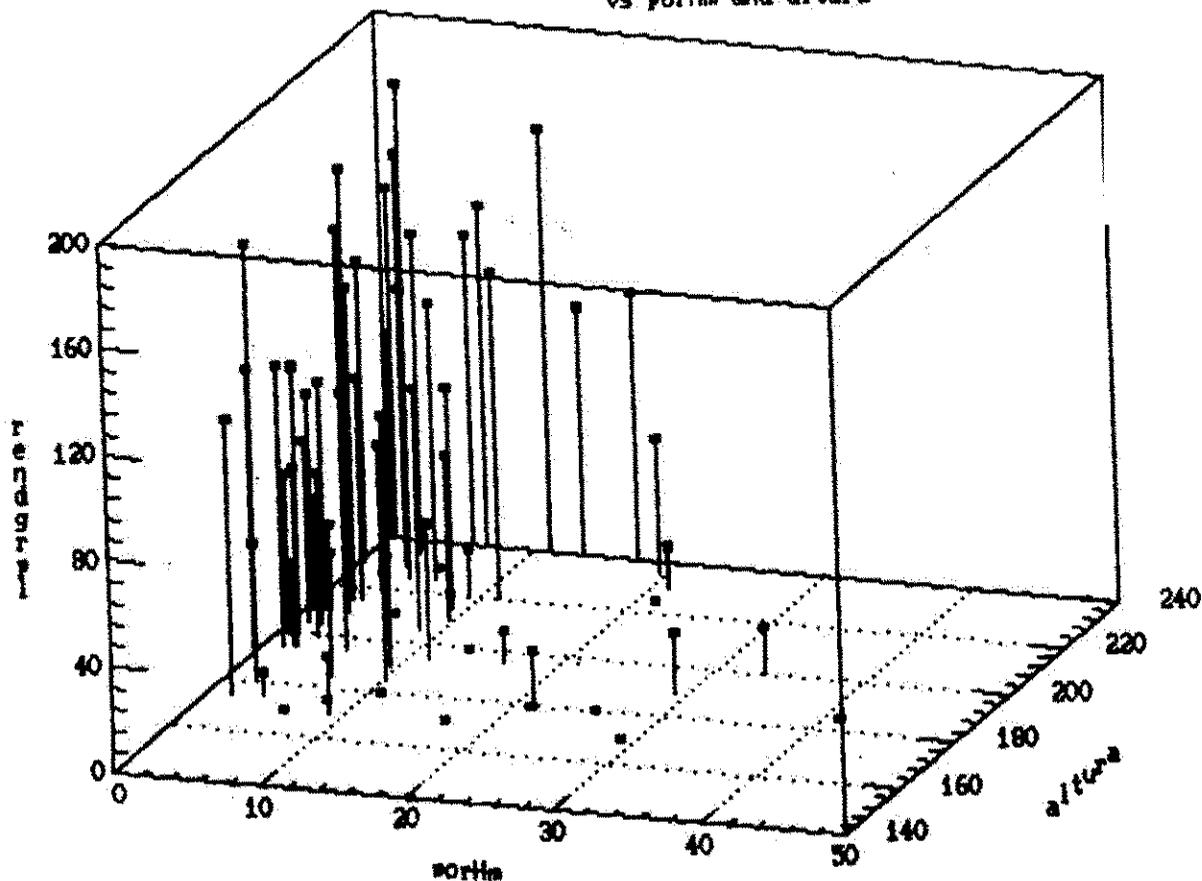
1. La variable altura de 61 días de la germinación describe de forma más precisa la variación del rendimiento por planta que la altura a los 75 días.

Es obvio que la altura como variable es mucho más fácil medir que por ejemplo: el área foliar y por lo tanto es preferible. Sin embargo, en estudios futuros será necesario enfocar un mecanismo biológico que explique porque la altura a los 61 días muestra una correlación mayor que altura a los 75 días o que la superficie foliar.

2. El coeficiente de X_2 en la ecuación es considerable: cada porcentaje del área foliar afectado por H. maydis a los 75 días de la germinación reduce el rendimiento con 181 Kg/ha. (Densidad de siembra 66.500 planta por ha.).

Cabe señalar que no siempre fue fácil distinguir entre una área foliar afectada por H. maydis y una área muerta, producto de la enfermedad. En otras palabras; es factible que parte de el área foliar muerta debe ser atribuida al efecto del patógeno, así afectando el valor del coeficiente encontrado en el modelo presentado aquí.

Plot of rendgrpl
vs porHm and altura



Gráfica tridimensional de los factores porcentaje de H. maydis y altura que describen el rendimiento a nivel de planta individuales, los factores tienen efecto significativo sobre el rendimiento dentro de los límites encontrados para el modelo. Los límites para los factores del modelo son:

altura 140 - 240 cm.	Promedio = 207.5 cm.
Porc. H.m. 0,2 41.4 %	Promedio = 5.9 %

3.4. CONCLUSIONES:

1. El patógeno H. maydis puede presentarse en la etapa temprana del ciclo agrícola y cuando se dan condiciones favorables para el patógeno de humedad relativa y temperatura, la severidad puede alcanzar niveles altos de infestación, causando bajo rendimiento al cultivo del maíz.
2. Se encontraron diferencias en el rendimiento en dependencia del número de aplicaciones de fungicida, siendo menor con seis aplicaciones de Manzate, esto corresponde con las variaciones en la severidad de H. maydis.
3. No hubo relación entre las aplicaciones de Manzate y difolantán con la altura de la planta.
4. El modelo $Y = 0.42X_1 - 2.722X_2$ describe en alto grado la variación del rendimiento (Y) en función de la altura (X_1) y porcentaje de superficie foliar afectada por H. maydis (X_2) a los 75 días después de la germinación del maíz.
5. El modelo es válido para aquellas condiciones con baja severidad de otros patógenos foliares, poco daño por insectos y con condiciones de clima y suelo similares a las de este experimento.

RECOMENDACIONES:

- Desarrollar experimentos en los cuales se relacione la severidad de la enfermedad y el efecto sobre esta mediante diferentes estados de crecimiento del cultivo con un sistema de riego para determinar el momento de la manifestación, como el grado de severidad de la enfermedad.
- Seguir estudiando el comportamiento de H. maydis en relación a diferentes variables para continuar perfeccionando el modelo, incluyendo los estudios en Zonas donde haya mayor incidencia de daño.
- Completar las pruebas para el control químico, para H. maydis, haciendo experimento de fungicidas para justificar el control de esta enfermedad.

ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO

IV. PERIODICIDAD EN EL VUELO DE LAS ESPORAS:

1. INTRODUCCION:

Robert, 1971 anotó que uno de los objetivos para resolver problemas del tizón surco en raíz es reconocer la manera en la cual el patógeno sobrevive y es dispersado en el cultivo de raíz.

Cuando el cultivo de raíz está infectado por Helminthosporium maydis, muchos conidios se encuentran dispersos dentro del área y a los alrededores del cultivo. Con esta cantidad de conidios dispersos en el cultivo se puede determinar la periodicidad en el vuelo de las esporas de H. maydis lo que esto tiene como objetivo detectar el inóculo y predecir incrementos rápidos de la enfermedad.

Meredith, 1970 reportó que los conidios de Helminthosporium turcicum responde a la periodicidad y que la rápida liberación de conidios ocurre de 8 AM alcanzando un pico al mediodía y decrece durante la tarde y por la noche, pocos conidios son atrapados.

El objetivo de este experimento es demostrar la íntima relación del subproceso del ciclo de infección de los hongos con factores medio ambientales.

2. MATERIALES Y METODOS:

El 27 de agosto de 1986, se realizó una prueba para determinar la periodicidad del vuelo de las esporas en el ensayo de raíz afectado por el raydis. En esta prueba se utilizó un caso espora tipo Rotorod, en cada brazo lleva una estaca con vaselina para facilitar la adherencia de las esporas.

Las casa esporas fueron colocadas en un soporte a tres diferentes alturas, esto se hizo en dependencia con la altura de la planta, para determinar que cantidad de esporas se encuentran arriba del follaje, en el centro u en la parte baja del follaje.

Las muestras fueron realizadas cada 30 minutos en diferentes lugares del cultivo, haciendo un total de 8 muestras. Al mismo tiempo que funcionaba el collector de esporas se midió la velocidad del viento usando un anemómetro de mano; la nubosidad se tomó de acuerdo al número de oktas Meerman, 1985. La temperatura y la humedad relativa fueron registradas en el termohigrógrafo ubicado en la estación experimental.

Para cuantificar la cantidad de esporas atrapadas las estacas fueron observadas al microscopio y se contó el número de esporas atrapadas.

El collector saca o muestrea alrededor de 60 litros de aire por minuto en una estaca, pero como son dos estacas hay 120 ls de aire/minuto en 30 minutos es igual a 3600 ls. de aire, esto equivale a 3.6 m^3 de aire para obtener el total de esporas en 30 minutos se cuenta el número de esporas de las dos estacas y se divide entre 3.6 m^3 obteniendo el número de esporas en m^3 .

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. RESULTADOS:

Cuadro 2. Número de esporas capturadas de Helminthosporium maydis y las condiciones ambientales registradas el 27 de agosto de 1986.

Tiempo	Velocidad del viento en m/s.	Nubes en Oktas	Temperatura en °C.	% de H.º.	Esporas en la parte de arriba en m ³ follaje	Esporas en la parte centro follaje	Esporas en la parte abajo m ³ follaje	Total de esporas capturadas.	Total de esporas por m ³ .
655-725	0.03	7/8	25	100	6.94	5.28	3.6	111	16.7
735-805	0.08	2/8	28	95	8.33	5	2.22	56	15.55
815-845	0.07	5/8	29	80	2.77	5	6.66	52	14.44
855-925	0.01	6/8	30	75	9.44	9.72	5.83	90	25
935-1005	0.11	2/8	33	70	25	39.16	3.33	243	67.5
1015-1045	0.08	4/8	34	60	42.5	23.33	11.38	278	77.21
1055-1125	0.08	2/8	34	55	16.94	16.11	21.38	196	54.44
1135-1205	0.08	2/8	35	55	15.83	16.38	16.38	175	48.61

3.2. DISCUSION:

La literatura menciona 3 métodos de liberación de los conidios.

1. Leach, 1977 reportó que las esporas pueden ser liberadas por lluvia o por salpicadura.
2. Waggoner, 1972 menciona que las esporas pueden ser dispersadas por el viento, pero cuando la velocidad del viento es de 3-6 m/s.
3. Benzer, 1970 reportó que las esporas son renovadas debido al cambio en la humedad relativa. En el campo se ha demostrado que gran cantidad de esporas son liberadas entre 8:00 a.m. y 12 m., cuando la humedad relativa decrece.

En este experimento los conidios de *A. nuydis* representaron una periodicidad marcada durante el día alcanzando picos altos cerca del medio día, el rápido incremento en la cantidad de conidios se presentó de 9:30 a 11:30 de la mañana, esto coincide con el tiempo en que la humedad relativa fue decreciendo.

La muestra estimada recorri fue a las 10:15-10:45 a.m., encontrándose 77.21 conidios/m³ después del medio día decrece la cantidad de conidios atrapados. (Ver figura 4).

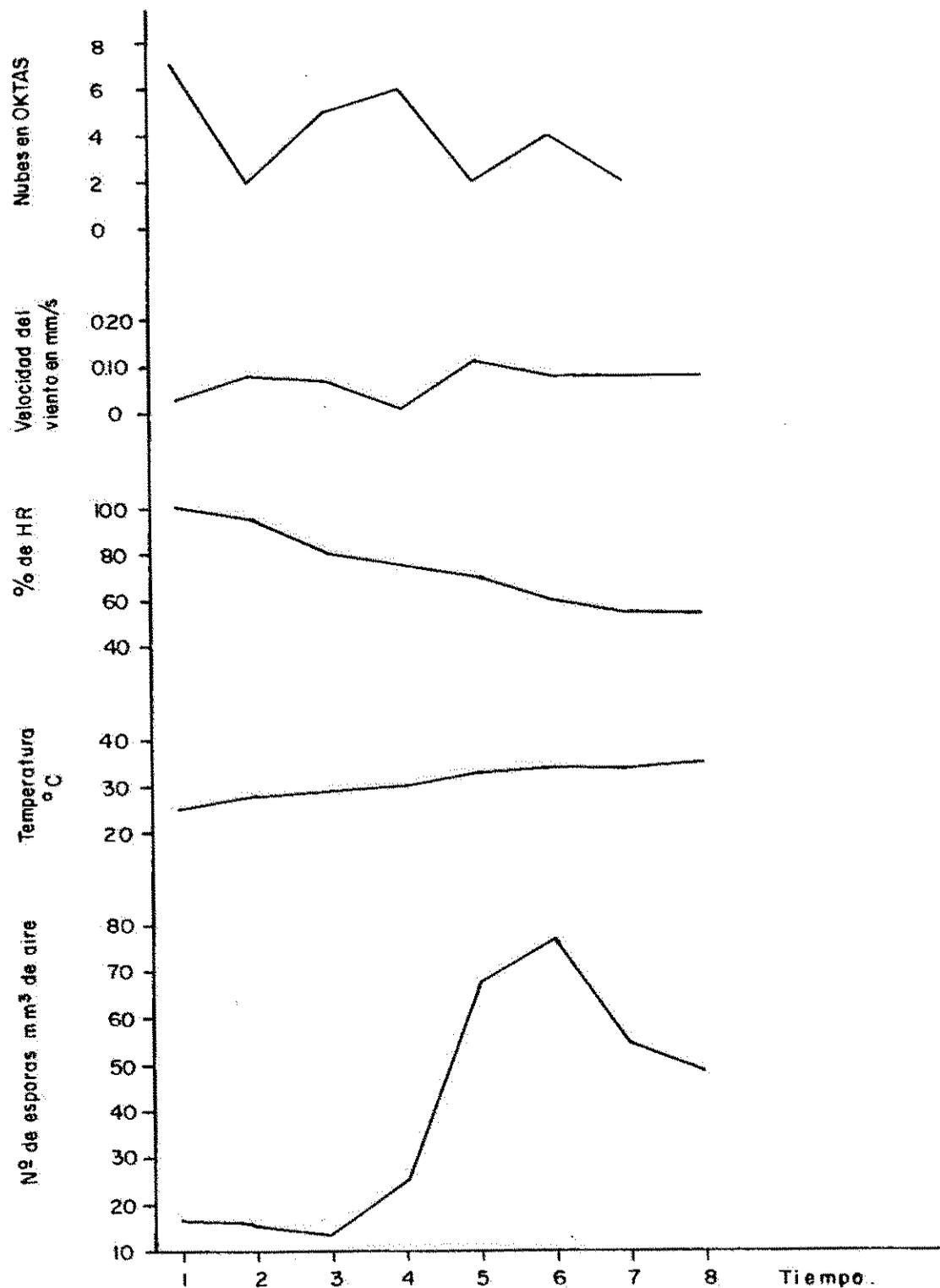


FIGURA 4. Número de esporas de Helminthosporium maydis capturados en diferentes momentos, con las condiciones del ambiente para cada momento.

4. CONCLUSIONES:

1. Este experimento indica que la humedad relativa es un factor que influye en el proceso de liberación de los conidios, ya que a medida que la humedad relativa decrece la cantidad de conidios dispersados es mayor.

El viento y la nubosidad pueden influir en el decrecimiento de la humedad relativa y de tal forma ejerce su efecto sobre la liberación de conidios.

2. Debido a que Helminthosporium laydis presenta una periodicidad marcada es factible repetir las pruebas para determinar la íntima relación del sub-proceso del ciclo de infección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Anonimo (1976), Manual del agricultor. Decasa, Managua, 38 páy.
2. Ayers, J.H.; R.R. Nelson, L.L. Castor; M.H. Blanco. (1976) Yield losses in corn caused by Helminthosporium maydis Plant Dis. Reprtr. 60:331 - 335.
3. Aylor, D.E., y R.J. Lukens. (1974) Liberation of H. maydis Spores by wind in the field. Phytopathology 64:1136 - 1138.
4. Bekele, E. y D.R. Sumner, (1983) Epidemiology of southern corn leaf blight in continuous corn culture. Plant Disease 67: 738 - 742.
5. Berger, P.L (1970) Forecasting Helminthosporium turcicum attacks in Florida Sweet corn. Phytopathology 60: 1284.
6. Bergstrom, G.C. y Nicholson, L. (1983) Microbionidity chamber for quantitative inoculation of attached corn leaves with fungal pathogens. Phytopathology 73: 1040 - 1042.
7. Bolton, A.T (1974) Preliminary studies to determine effect of southern leaf blight on yield of corn in eastern Ontario. Can. Plant. Dis. Surv. 54: 152 - 154.
8. Constock, J.C.; C.A. Martinson, A.H. Epstein. (1974) fungicidal control of southern corn leaf blight on texas malesterile corn. Plant. Dis. Reprtr. 56: 104 - 107.
9. Dinjra O.A, y J.B. Sindair. (1985) In Basic plant pathology methods C.R.C. press In c. Boca Ratón, Florida.
10. Ellis, M.B. (1971) Dematiaceous Hyphomycetes; Kew Surrey England.

11. F.A.O. (1979) Guía de control integrado de plagas en maíz y sorgo INIA/EPO, Managua.
12. Fischer, E.E., A.L. Hooker, S.M. Lin; D.R. Smith (1976) Leaf infection and yield loss caused by four helminthosporium leaf diseases of corn. *Phytopathology* 66: 942 - 944.
13. Gregory, L.V., Ayers, J.E., R.R. Nelson, (1978) Predicting Yield losses in corn from southern corn leaf blight *phytopathology* 66: 517 - 521.
14. Gómez, K.A. (1981) statistical procedure for agricultural research segunda edición. Los Baños, Laguna, Philipinas.
15. Hanway, J.J. (1966) How a corn plant develops. Iowa state univ. Ames, Iowa, special report, 46 (17 pág).
16. Hilu, H.M., A.L. Hooker (1965) Localized infection by H. turcicum on corn leaves. *Phytopathology* 55: 189 - 192.
-
17. Hooker, A.L. (1954). Relative efficiency of various methods of inducing field infections with Helminthosporium turcicum and Puccinia sorghi. *Plant Dis. Reprtr.* 38: 173 - 177.
18. Hooker, A.L. (1972). Southern leaf blight of corn - present status and future prospects. *J. Environ. Quality* 1: 244-246.
19. Hyre, R.A. (1974). Effect of relative humidity of sporulation by Helminthosporium maydis on corn (Zea mays L.)
20. Issa, E. (1983) Controle químico de Helminthosporium turcicum pass. em milho pipoca, Zea mays L. *Biológico* 49: 41 - 44.

21. Leach, C.M., R.A. Fullerton, K. Young, (1977). Northern leaf blight of maize in New Zealand: release and dispersal of conidia of Drechslera turcica. Phytopathology 67: 360 - 367.
22. Lukens, R.J., P.L. Waggoner, J.G. Horsfall, J.G. (1971) G. maydis race T and disease components of oat-corn hybrids. Crop science 14: 190 - 195.
23. Llano, A. (1983) Enfermedades del maíz y su control manual del maíz. Vol. 1: 52 - 60.
24. Madden, L.V., S.P. Pennypacker, C.E. Antle, C.H. Kingsolver (1981) A loss model for crops. Phytopathology 71: 683 - 689.
25. Matsuyama, M.S. Pich. (1974). Funch inoculation for measuring resistance of corn leaf tissue to Helminthosporium maydis. Phytopathology 64: 429 - 430.
26. Meredith, S.D. (1966). Airborne conidia of Helminthosporium turcicum in Nebraska. Phytopathology 56: 949 - 952.
27. Neerman, F. 1985. Manual de Agro,eteorología (incluyendo manejo de equipo meteorológico), Nicaragua. 91 pág.
28. Potter J.M., H. Tiffany, C.A. Martinson (1980). Substrate effects on Helminthosporium maydis race T conidium and germ tube morphology 70: 715 - 719.
29. Richard, D.D. (1973). Helminthosporium turcicum lesion numbers related to number of trapped spore and fungicid sprays phytopathology 63: 930 - 933.

30. Schenck, N.C., T.J. Stelter, (1974) southern corn leaf blight development relative to temperature, moisture and fungicide applications. *Phytopathology* 64: 619 - 624.
31. Tapia, H. (1983) Las áreas de validación tecnológica en la capacitación para producir más maíz, MIDINRA. 16 pág.
32. Waggoner, P.E (1973) The removal of Helminthosporium maydis spore by wind. *Phytopathology* 63: 1252 - 1255.
33. Wallin J.R. and Daniel V. Loonan (1973) Air Sampling to detect spore of Helminthosporium maydis Race 1. *Phytopathology* 64: 41 - 44.

INDICE DE APENDICES

Apéndice N° :	Página
1. Lecosta del medio Extracto de Hoja de Raíz-Sacacosa-Agar (HEA)	37
2. Técnicas para contar esporas	38
3. Análisis químico del suelo realizado en el Laboratorio Gewassonderzoek (Solanta)	39
4. Dibujo del Diseño Experimental	40
5. Dibujo de la ubicación de las parcelas	41
6. Valor F de un análisis de varianza con separación de medios usando el método Single degree of freedom contrast, para el rendimiento del raíz en seis tratamientos, el rendimiento es expresado en Kg/ha.	42
6a). Promedio del rendimiento de los tratamientos	42
7. Valores F de un análisis de varianza para determinar el efecto de aplicación de fungicidas sobre la severidad de la enfermedad causada por <u>Helminthosporium maydis</u> establecido a los 75 días después de la germinación del cultivo .	43
8. Valores F de un análisis de varianza sobre la altura de la semilla seis o 61 días después de la germinación del cultivo	44

Apéndice N° :

9	Análisis de matriz de correlación lineal del rendimiento gramo por planta con severidad de ataque	45
10	Resultados de ajuste para el Modelo y Análisis de varianza para toda la Regresión	46
11	Valores para los diferentes Modelos	47
12	Requisitos que cumple el Modelo	48
13	Datos de las 69 plantas incluidas en el análisis de regresión	49

Apéndice 1. Receta del medio extracto de hoja de maíz - sacarosa - agar (EMSA).

Para preparar un litro del medio EMSA se necesita autoclavar 125 gr. de hoja de maíz en 875 ml. de agua. Posteriormente el agua se filtra y se coloca en un beaker, se afora a 1000 ml. de agua y se pone a hervir agregándole 30 gramos de sacarosa y 20 gramos de agar, cuando se disuelve el agar y la sacarosa se pone a esterilizar el medio.

Tanto al inicio como al final el tiempo de esterilización es de 15-20 minutos a 121°C.

Apéndice 2. Técnica para contar esporas.

Una técnica para contar el número de esporas es através de un hematócuento. Esta cámara de conteo consiste en una lámina de cristal con una dimensión aproximada a la de una lámina de portaobjetos. Tiene ranuras en forma de H, con rieles a cada lado que sostienen un cubreobjetos grueso especial a una distancia de 0.1 mm. por encima de las dos porciones interiores de la H, que forman dos cámaras entre éstas y el cubreobjeto.

El fondo de cada una de las cámaras tiene un rayado 'Neubauer' de 9 mm^2 dividido en 9 cuadros principales (CP) de 1 mm. de lado, de los cuales se cuenta arbitrariamente el contenido de cinco: los cuatro de las esquinas y el central para calcular la concentración de los propágulos se suma el número de esporas de 5 cuadro principales y se multiplica por 2000 obteniendo número de esporas por mililitro.

Apéndice 3. Análisis químico del suelo realizado en el laboratorio Gewasonterszoek (Hollandia).

pH_{KCl} = 6

Materia orgánica = 5.10

CaCO₃ = 0.2%

Arcilla = 5%

Lina = 55%

Arena = 40%

Fosfóro (p) 19 ppm.

Potasio (k) 17 mg/100 gr.

Sodio (Na) 7 ppm.

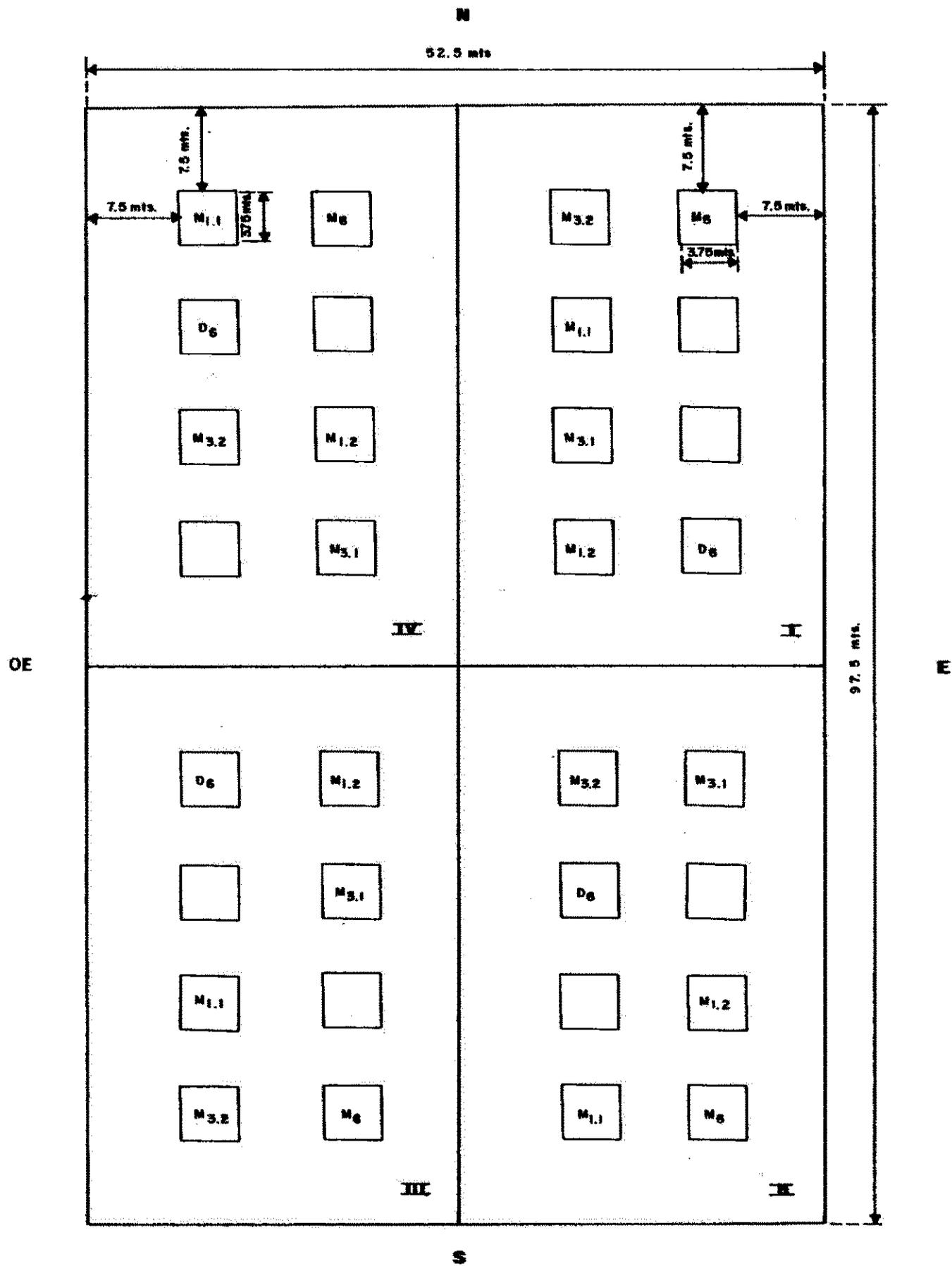
Magnesio (Mg) 13.17 mg/100 gr.

Boro (Bo) 86 ppm.

Calcio (co) 38.4 ppm.

Manganeso (Mn) 8.74 ppm.

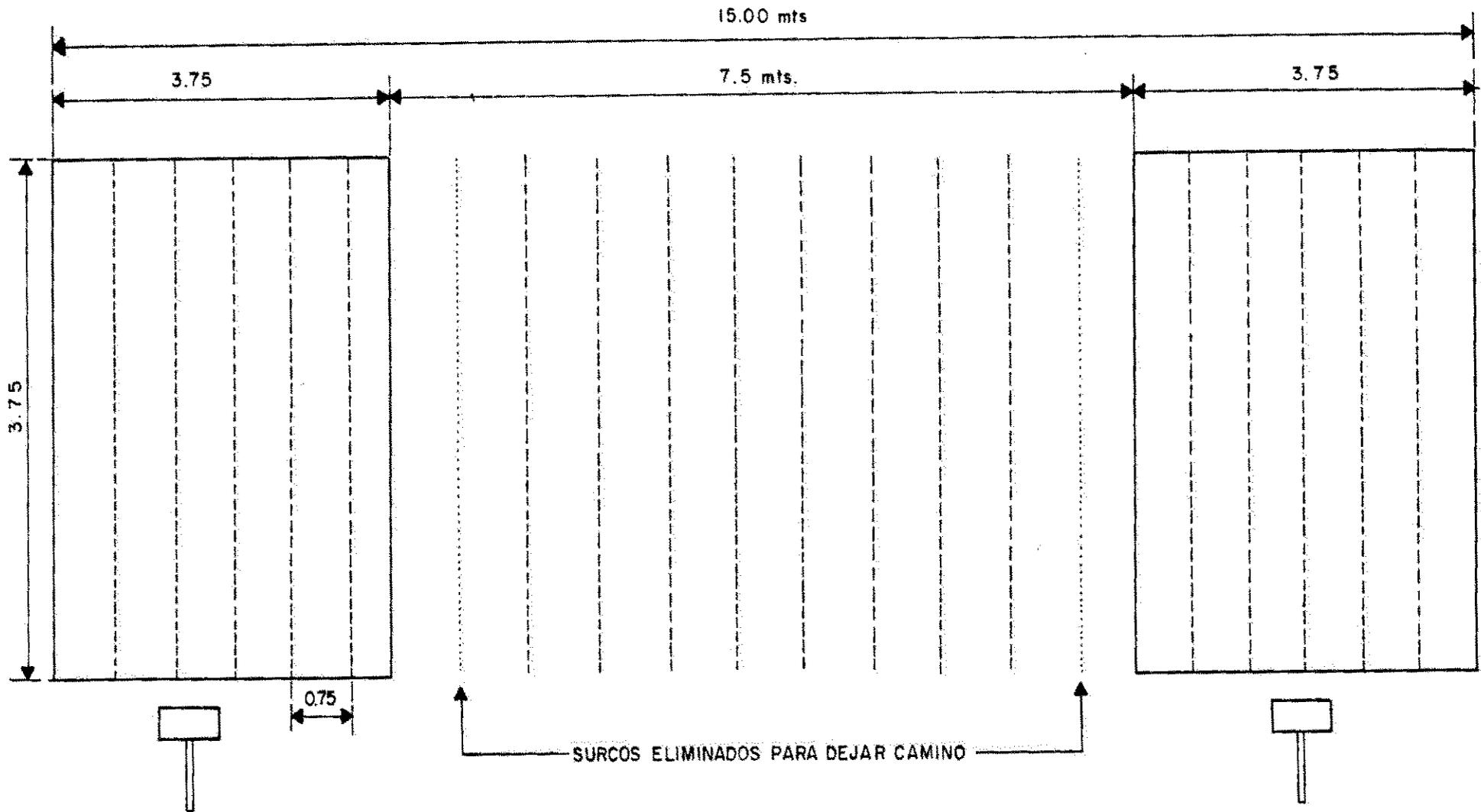
APENDICE 4



DISEÑO EXPERIMENTAL

APENDICE 5

UNIDAD EXPERIMENTAL.



Apéndice 6. Valores F. de una análisis de varianza con separación de medias usando el método Single degrees of freedom contrast para el rendimiento del maíz en seis tratamientos, el rendimiento es expresado en Kg/ha.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados.	Cuadrados Medios	Fc.	F. tabulada	
					5%	1%
Bloque	3	1.03.107	3.433.333.3	4.07	3.29	5.42
Tratamiento	5	5.772.106	1.154.000	1.369	2.9	4.56
M ₆ Vs M _{1.1} D ₆ . 2	1	4.860.900.1	4.860.900.1	5.77*	4.54	8.68
M ₆ Vs M ₃₋₁ M ₃₋₁	1	1.864.837.5	1.864.837.5	2.21 ns		
M ₆ Vs D ₆	1	690.000.1	690.000.1	0.81 ns		
M ₃ Vs M ₁	1	31.626.12	31.626.12	0.08 ns		
Error	15	1.264.107	842.666.7			

* Significante al nivel de 5%
ns no significativo

Promedio del Rendimiento en el ensayo = 5059.5 Kg/ha = medida en 6 m. por tratamientos.

Coefficiente de variación: 18.14

6 a). Promedio de rendimiento de los tratamientos.

- M₆ = 5.886.3 Kg/ha.
- D₆ = 5.298.5 Kg/ha.
- M₃₋₁ = 4.829.8 Kg/ha.
- M₃₋₂ = 5.270.3 Kg/ha.
- M₁₋₁ = 4.704.0 Kg/ha.
- M₁₋₂ = 4.368.3 Kg/ha.

Desviación estandar = 1.117.2

Apéndice 7. Valores F. de una análisis de varianza con separación de medias usando el método Single degree of freedom contrast para el efecto de aplicación de fungicidas (Manrate y Difolatan) sobre la severidad de la enfermedad causada por Helminthosporium maydis establecida a los 75 días después de la germinación del cultivo.

Nota: Como la enfermedad fue medida en porcentaje para este análisis los datos fueron transformados en arco seno.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.	Suma de Cuadrados.	Cuadrados Medios.	Valor de F.	F. tabulado	
					5%	1%
Bloque	3	87.42	29.14	1.47	4.76	9.76
Tratamientos	3	128.56	42.85	2.17	4.76	9.76
M ₀ Vs M _{1.1} M _{1.2}	1	120.4	120.4	0.08*	5.99	13.74
D ₀ Vs M _{1.1} M _{1.2}	1	1.4886	1.4886	0.07 ns		
M ₀ Vs D ₀	1	73.75	73.75	3.75 ns		
Error	6	118.76	19.79			

* Significante

ns no significativo

Promedio de la severidad en el ensayo 14.43% medido en 10 plantas coeficiente de variación 36.9 por repetición de tratamiento.

Promedios de los tratamientos.

M₀ = 6.55 Porcentaje del área foliar total

D₀ = 12.63 Enferma por Helminthosporium maydis

M_{1.1} = 13.54

M_{1.2} = 13.01

Apéndice 8. Valor de F. de un análisis de varianza sobre la altura de la semana seis o 61 días después de la germinación.

Fuente de variación.	Grados de Libertad.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	F. tabulado.	
					5%	1%
Bloque	3	566	189	1.60 <u>ns</u>	4.76	9.78
Tratamiento	3	228	76	0.64 <u>ns</u>		
Error	6	705	118			
Total	15	1499				

ns: No significativa

Coefficiente de variación = 650846

Procedio de la altura = 202 cm.

Procedio de la altura en los tratamientos.

M_6 207

V_6 202

M1.1 202.5

M1.2 197.8

Desviación standar = 29.5

Apéndice 9. Análisis de matriz de correlación lineal del rendimiento gramos por plantas con severidad de ataque.

	Rendimien- to gr/pl	Area foli	Altura	Altura 2	Por Hm	Por cam	Por I	Por V
Area foli	- 37955							
Altura	- 51851	.33347						
Altura 2	.39610	.32744	.70734					
Por hm	-.51077	-.23767	.28180	.35020				
Por cam	-.42277	-.14831	.20774	-.13391	.46471			
Por I	.18557	.03696	.20368	.16265	-.14320	-.16166		
Por V	-.04627	-.11947	.11433	-.10952	-.18860	.02775	-.04228	
Por B	.11825	.04228	-.05153	-.13266	-.10395	.22923	-.07748	-.09277

Apéndice 10. Resultados de ajuste para el modelo.

VARIABLES	Coeficiente	Error standar	Valor de T.	Probabilidad
Altura	0.427633	0.034193	13.2827	0.000
Por km.	- 2.722422	0.535073	-5.0879	0.000

Análisis de varianza para toda la Regresión

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F.	Prob. (F)
Modelo	337850.39	2	168925.44	101.41	0.00
Error	111604.01	67	1665.73		
Total	449454.90	69			

R. Cuadrado = 0.75169

R. Cuadrado (ADJ por Grados de libertad) = 0.747984

Error Standar de Estimación = 40.8134

Apéndice 11. La siguiente tabla representa los valores encontrados en los diferentes modelos para determinar la independencia entre altura y porcentaje de H. maydis relación entre altura y rendimiento grano por planta y relación entre porcentaje de H. maydis y rendimiento grano por planta.

Modelo	Factores	Valor F.	Valor r.
* Linear	Rend. gr pl por %m	22.24	-. 0.50
<u>Multiplica</u> <u>tivo.</u>	"	24.17	-. 0.51
Exponen- cial.	"	26.53	-. 0.50
Recíproque	"	21.76	0.44
* Linear	Rend. gr pl altura	15.65	0.20
<u>Multiplica</u> <u>tivo.</u>	"	2.84	0.32
Exponen- cial.	"	7.61	-.0.19
Recíproque	"	2.60	-. 0.14

* Valor 0.05 nivel de significación.

Apéndice 12. Requisitos que cumple el Modelo.

1. Independencia entre altura y porcentaje de:

Helminthosporium maydis. Valor F = 1.37

Valor r = 0.05

2. Relación lineal entre altura y rendimiento granos por planta

Valor F = 15.65

Valor r = 0.20

3. Relación lineal entre porcentaje de Helminthosporium maydis y
rendimiento granos por planta.

Valor F = 22.24

Valor r = -0.50

