

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EVALUACION DE LA REACCION DE DOCE VARIEDADES
HIBRIDAS DE SORGO GRANIFERO (Sorghum bicolor L. (MOENCH))
A LA INOCULACION ARTIFICIAL CON Macrophomina phaseolina
(TASSI) GOID.

JOSE RAMON PERALTA VIDEA

TESIS

1975

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EVALUACION DE LA REACCION DE DOCE VARIETADES HIBRIDAS
DE SORGO GRANIFERO Sorghum bicolor L. (MOENCH) A LA I-
NOCULACION ARTIFICIAL CON Macrophomina phaseolina (TAS
SI) GOID.

POR

JOSE RAMON PERALTA VIDEA

TESIS

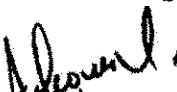
Presentada como requisito parcial para obtener el grado
profesional de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA:



Asesor Principal

Fecha



Jefe del Departamento

Fecha



Director de la Escuela

Fecha

1975

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EVALUACION DE LA REACCION DE DOCE VARIETADES HIBRIDAS DE
SORGO GRANIFERO (Sorghum bicolor L. (MOENCH)) A LA INOCU-
LACION ARTIFICIAL CON Macrophomina phaseolina (TASSI) GOID.

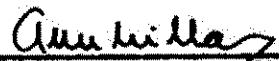
POR

JOSE RAMON PERALTA VIDEA

TESIS

PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE COMITE EXAMI-
NADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO PROFI-
SIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

COMITE EXAMINADOR:


ING. AURELIO LLANO
Asesor Principal


DR. ENRIQUE BUCHNER
Asesor


DR. OSCAR HIDALGO S.
Asesor


ING. ANGEL SALAZAR
Asesor


ING. JEAN L. SABATIE
Asesor

1975

DEDICATORIA

A mi esposa:

María Elena

A mis hijos:

Manuel Ignacio

María Auxiliadora

Eduardo José

Armin Ariel

A mis padres:

Félix Pedro

Rosa Adilia

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido a su formación profesional.

En esta página se anotan los nombres de las que participaron con mayor relevancia y ellos son:

Mis hermanos y mis abuelos, quienes me ayudaron en la medida de sus posibilidades.

Doña Celia Larios y Sergio Matus, que de manera desinteresada, contribuyeron en todos los aspectos de mi formación profesional.

La señora Adelina López de Gámez y su familia por la ayuda espiritual y material que me proporcionaron durante los años de la enseñanza Primaria.

El Br. Oscar Corea Molina, a nombre del Club de Leones de Estelí, que me proporcionó una Beca para realizar el Ciclo Diversificado del Bachillerato.

El Ing. Aurelio Llano, que me asesoró acertadamente tanto en el trabajo de campo como en la revisión Bibliográfica y el Dr. Victorio García V. quien tomó mucho empeño en que se realizara bien el trabajo de laboratorio, el Ing. Javier Icaza, que colaboró desinteresada y eficientemente en el análisis estadístico de los resultados.

CONTENIDO

Sección	Página
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
REVISION DE LITERATURA	4
MATERIALES Y METODOS	14
RESULTADOS	18
DISCUSION Y CONCLUSIONES	20
RESUMEN	24
LITERATURA CITADA	30

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Tamaño promedio de la lesión inducida en diferentes variedades híbridas de sorgo granífero traumatizadas con y sin la presencia del hongo <u>M. phaseolina</u>	19
A1	Análisis de varianza de los datos obtenidos...	25
A2	Rangos mínimos significativos al 5% y 22 g.l para la prueba de Duncan.....	26
A3	Prueba de Duncan para las medias de tratamientos.....	27
A4	Fechas importantes que se tomaron en cuenta - durante el desarrollo del ensayo.....	28
A5	Estado del cultivo del sorgo en los últimos años.....	29
A6	Análisis de suelos.....	30
A7	Precipitación pluvial.....	34

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Diferencias entre lesiones de plantas inoculadas y no inoculadas.....	21
2	Gráfica ordenada de acuerdo al tamaño de las lesiones observadas en diferentes variedades de sorgo.....	22
A1	Temperaturas del suelo tomadas a partir de la inoculación hasta la evaluación del material.	32

INTRODUCCION

En los últimos años, el sorgo granífero rojo ha tomado importancia como cultivo industrial, pasando a constituir un elemento básico en la preparación de raciones para alimento animal; sin dejar de ser, las variedades de grano blanco, el principal sustituto del maíz en la dieta de la población campesina.

Las variedades enanas altamente productoras sustituyeron poco a poco a la variedad "Cziollo", sembrada desde hace mucho tiempo en nuestro país. Con estas nuevas variedades el área sembrada con sorgo granífero incrementó hasta llegar a ser similar al área de maíz o de frijoles, de tal manera que en la década de los años 60 se sembró un promedio de 75,707 manzanas, en tres años, aunque por falta de tecnología y factores climáticos se obtuvo un bajo rendimiento.

En los últimos cinco años el área promedio sembrada de sorgo granífero ha sido menor, (ver cuadro A5 en el apéndice), no obstante el rendimiento se incrementó debido a las mejores técnicas utilizadas.

A pesar de haberse obtenido un aumento en la producción se observa que todavía los rendimientos son bajos. Si bien es cierto que hay plagas que atacan al sorgo, últimamente se ha determinado que el factor más limitante de la producción es una enfermedad llamada comunmente Pudrición Carbonosa, causada por el hongo Macrophomina phaseolina (TASSI) Goid.

Este patógeno se encuentra distribuido en todos los suelos agrícolas del mundo con predominio en los trópicos y sub-trópicos. LeClerc (14) estima que en los Estados Unidos de Norteamérica las pérdidas por enfermedades en sorgo granífero ascienden a un 9 por ciento, de los cuales el 4.5 por ciento corresponden a la Pudrición Carbonosa.

En la región del Pacífico de Nicaragua, posiblemente debido a la poca humedad y alta temperatura en el suelo especialmente durante la siembra de postrera, este hongo causa pérdidas considerables, favorecidas también por la susceptibilidad de las variedades sembradas y la virulencia del patógeno.

Debido a la falta de conocimiento sobre este hongo aquí en Nicaragua, los agricultores no se percatan del grave daño producido por el mismo, y no toman por consiguiente ninguna medida de control. Hasta ahora algunos técnicos sugieren, como única medida de control sembrar en fechas que permitan la existencia de suficiente humedad en el suelo después de la floración.

La justificación más importante para realizar este trabajo fue la de identificar variedades de sorgo granífero rojo con resistencia a la pudrición carbonosa, entre las que mayormente se siembran en Nicaragua.

OBJETIVOS

El presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar la reacción a la inoculación artificial con Macrophomina phaseolina, de doce variedades híbridas de sorgo granífero rojo, escogidas entre las más usadas por los agricultores nicaraguenses.

REVISION DE LITERATURA

DISTRIBUCION Y DAÑOS

El género Macrophomina se encuentra distribuido en todos los suelos agrícolas del mundo, pero sus ataques son más severos en las regiones tropicales (12).

La patogenicidad de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en sorgo fue demostrada por Hsi (11). Livingston (16) y Edmunds (10). Tar (27) menciona que fue reportado por primera vez en la India en 1930 y en los Estados Unidos de Norteamérica en 1932.

En Nicaragua, sobre todo en los años de menor precipitación, el hongo que causa la Pudrición Carbonosa del Tallo ha producido serios daños en las plantaciones de sorgo granífero, sobre todo en la Zona del Pacífico, en donde según Tapia (comunicación personal), la cosecha de 1971 - 72 se vio reducida en un 60 por ciento por causa del hongo. Salazar (25) menciona que para esta misma cosecha hubo grandes pérdidas en la zona de Carazo, Granada y Masaya. Leukel et al (15) mencionan que la Pudrición Carbonosa del tallo ha causado serias pérdidas en la faja maicera de los Estados Unidos de Norteamérica. LeClerc (14) señala que durante los años de 1951 a 1960 la reducción en rendimiento de las cosechas de grano, como resultado de las enfermedades, fue estimada en un 9 por ciento, de los cuales el 4.5 se debió a la Pudrición de tallos y raíces ocasionada por M. phaseolina (Tassi) Goid.

En Nebraska, la pudrición de los tallos causada por M. phaseolina y Fusarium moniliforme es la enfermedad más seria del sorgo de grano (5). Wysong y Kerr (33) encontraron reducciones del 11 por ciento en 1968 y del 4.4 por ciento en 1970 en el Estado de Nebraska. En otros Estados Americanos las pudriciones de tallo redujeron de un 7 a 10 por ciento la cosecha de maíz y en 4.5 la de sorgo granífero (14).

Young (34) menciona que este hongo ataca 284 especies de plantas y Barreto et al (2) mencionan que ha sido constatado por investigadores en más de un centenar de plantas cultivadas.

Sinonimia

El primero que describió este hongo fue Tassi en 1901 con el nombre de Macrophoma phaseolina (12), desde entonces ha sido objeto de muchos estudios y ha recibido múltiples nombres siendo conocido en Castellano como "Putridión Carbonosa del Tallo" o "Putridión seca del Tallo" y en Inglés es conocido por "Charcoal rot".

La sinonimia utilizada en cuanto al nombre científico es la siguiente:

<u>Macrophoma phaseolina</u>	Tassi	1901
<u>Macrophoma phaseoli</u>	Maub.	1905
<u>Sclerotium bataticola</u>	Taub.	1913
<u>Macrophoma corchori</u>	Saw.	1916
<u>Macrophoma cajani</u>	Syd. y Butl.	1916
<u>Macrophoma sesami</u>	Saw.	1922
<u>Macrophomina philippines</u>	Petr.	1923
<u>Rhizoctonia lamellifera</u>	Small.	1924
<u>Rhizoctonia bataticola</u>	(Taub) Britton-Jones	1925
<u>Dothiorella cajani</u>	Syd. y Butl.	1923
<u>Macrophomina phaseoli</u>	(Maub.) Ash.	1927
<u>Macrophomina phaseolina</u>	(Tassi) Goid	1947

Este último es el nombre definitivamente aceptado por el Commonwealth Mycological Institute CMI (12). Young (34) y Thirumalachar (28) se-

halan que existen tres subespecies de Macrophomina: típica, sesámica e intermedia, y según Roger (24) estos sinónimos pueden acomodarse en 3 grupos:

- a) Macrophomina phaseolina, que comprende todas las clases de Rhizoctonia bataticola que producen picnidios y que están probablemente emparentados con un ascomiceto.
- b) Rhizoctonia bataticola, conocida por sus esclerosios.
- c) Rhizoctonia lamellifera, especie conocida únicamente por su forma estéril, siendo diferente de las demás.

Ashby, mencionado por Tarr (27), asegura que Macrophoma y Macrophomina philippines Petr. son idénticas. Thirumalachar (28) menciona que M. phaseolina es el mismo Botriodiplodia phaseoli (Maub) Thirum.

SINTOMATOLOGIA

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen cuando las plantas están cerca de la maduración siendo mayor la virulencia del hongo en este período, debido a que hay poca humedad disponible en el suelo y la temperatura del mismo es mayor (10, 23, 24, 29).

Al examinar la base de la planta, los tallos se notan decolorados y se sienten blandos al tacto, la médula se ha desintegrado y las fibras vasculares se han desprendido (9, 15, 16). La pudrición esponjosa y el desquebrajamiento eventual de los tejidos parenquimatosos deja las fibras vasculares agrupadas y algunos tejidos mecánicos intactos (8).

En las plantas de sorgo granífero atacadas, los granos son más pequeños y de menor peso que los de las plantas sanas (23, 29), generalmente ocurre el secamiento prematuro de los tallos y en algunas variedades ocurre el acame (24, 29).

El organismo incitante de la pudrición carbonosa se hospeda en la planta y pudre los tallos ocasionando una maduración prematura; al rasgar un tallo enfermo se notan en la parte basal unos corpúsculos negros llamados esclerocios que son las estructuras de reproducción vegetativa del hongo (9, 15, 16).

Ammon (1) señala que el crecimiento inicial de M. phaseolina es a través de los espacios intercelulares y al medio de la lamela, con posterior colonización introcelular.

El patógeno crece a través del tejido cortical y dentro del xilema. En relación a la destrucción de la lamela, Bryant y Wyllie (3) y Dhingra, citado por Ilyas y Sinclair (13), menciona que probablemente ocurre por la acción de una enzima pectolítica y toxinas segregadas por el hongo, acompañadas por el crecimiento intercelular del patógeno.

DESCRIPCION DEL HONGO:

a) Taxonomía

M. phaseolina está clasificado de la manera siguiente:

Subdivisión:	Deuteromycotina
Clase:	Coelomycetes
Orden:	Sphaeropsidales
Familia:	Sphaeropsidaceae
Género:	<u>Macrophomina</u>
Especie:	<u>phaseolina</u>

b) Morfología

El micelio de M. phaseolina tiene coloración oscura ceniza y des-

pués de algunos días presenta microesclerocios negros cuyas dimensiones varían entre 68 y 125 micras, pero no presenta esporas o fructificaciones (2). Tiene hifas septadas color café, con crecimientos casi angulares.

c) Esclerocios

Los esclerocios aparecen cuando hay temperatura de 27°C y cuando están maduros son lisos, duros y brillantes y pueden atravesar hasta un milímetro o más en plantas leñosas (24, 27, 28).

Smith (26) basado en experimentos con exudados de raíz sugiere que las raíces no suberizadas desarrollan en la vecindad los esclerocios de M. phaseolina, los aminoácidos presentes en el exudado inducen al esclerocio a germinar.

d) Reproducción

Ammon (1) observando en el microscopio electrónico la germinación del esclerocio, encontró que las hifas irradian en todas direcciones, y no presentan un patrón de crecimiento definido que pueda reconocerse cuando crece sobre la raíz.

Dhingra y Sinclair (6) en 1972 cultivaron el hongo en agar con papa y dextrosa (PDA) a temperaturas de 15, 20, 25, 30 y 35°C, encontrando que a 30°C todos los aislamientos de raíz de soya (Glycine max L.), fueron parcialmente mullidos y los del resto de la planta mostraron crecimiento de apresoria.

Thirumalachar (28) encontró micelios semejantes a las subespecies típica y sesámica en aislamientos de plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en los parecidos a típica primero hubo coloración blanca y al envejecer se tornó grisáceo y de los micelios aparecieron nuevamente los esclerocios.

Cook et al (5) señalan que un tallo de sorgo afectado llega a tener hasta 28,000 esclerocios y uno de maíz hasta 56,000, y aseguran que si no se incorporan los residuos de cosecha, aumenta el tiempo en que el hongo es protegido por los tejidos vegetales.

Cultivando continuamente el maíz y el sorgo en el mismo terreno se favorece la sobrevivencia, la reproducción y la infección por Macrophomina.

Dhingra (7) determinó en 1973, que después de 4 días los esclerocios aislados de raíz de soya, tuvieron un rango de 122 - 128 x 77 - 127 micras, y los de tallo de la misma planta, un rango de 84 - 100 x 60 - 7 micras, concluyendo que los esclerocios varían en sus dimensiones cuando proceden no sólo de plantas diferentes, sino que entre diferentes partes de la misma planta.

e) Picnidios

Roger (24) menciona que bajo condiciones de campo este hongo produce picnidios en muy raras ocasiones; y han sido observados en algodón pero todavía no se han visto en sorgo. En Nicaragua se han observado sólo en frijol común. Este hongo se caracteriza por picnidios aislados, algunas veces en grupos. Generalmente no van acompañados de estroma y si se forma es pequeño e irregular; tiene conidios pequeños, elípticos clongados y protegidos por una membrana.

Watanabe (32) encontró en 1972, que de cincuenta aislamientos de plantas de frijol sólo tres produjeron picnidios bajo condiciones especiales de luz y temperatura (2,000 a 3,000 luz y 30C).

Dickson (8) menciona que los picnidios son subcarbonáceos y la mayoría miden de 100 a 200 micras y poseen pequeños ostiolos. Los conidios son hialinos, no septados, café rojizos, con los

células dependiendo de la temperatura y la edad.

f) Habitat

M. phaseolina es un hongo del suelo que sobrevive en forma de esclerocio o que vive como un saprófito facultativo en forma de micelio en los desechos de cosecha, pero los esclerocios son las estructuras más importantes en la propagación. El comportamiento del esclerocio varía según el huésped y se ha demostrado que con temperaturas de 31 a 35C, humedad disponible en el suelo de 25 a 30 por ciento y pH de 6 a 7, son las condiciones óptimas para desarrollarse la enfermedad, pero si la temperatura del suelo llega a 35C el esclerocio muere (18, 19, 21, 24).

Cook et al (5) señalan que este hongo sobrevive como esclerocio en los residuos de maíz y sorgo por 16 y 18 meses respectivamente, pero los esclerocios reducen su patogenicidad o medida que envejecen. La germinación de los esclerocios puede ser retardada por los exudados de raíz y factores fungicidas en el suelo.

Norton (22) en 1954 encontró que el hongo de la pudrición carbonosa es inhibido en su crecimiento por otros organismos del suelo como Thielavia terricola, trichoderma ignorum, Aspergillus flavus, A. rugosus, A. terreus y Bacillus cereus.

INOCULACION ARTIFICIAL

Edmunds (10) inoculó con palillos infectados de M. phaseolina siguiendo el método de Young (33), plantas de sorgo en estado de maduración y sometidas por espacio de 4 a 7 días antes de ser inoculadas a condiciones de 35 a 40C de temperatura del suelo, 40C de temperatura ambiental y de 25 a 80 por ciento de humedad disponible del suelo. No encontró infección en las plantas que tenían 80 por ciento o más de hu-

medad disponible del suelo.

Hsi (11) empezó un experimento en 1959, usando un método de inoculación en la capa superior de un suelo preparado para sembrar sorgo granífero, combinándolo con el método de inoculación de Young (33). Sembró dos plantas por golpe e inoculó con el palillo una de ellas 14 días después de la floración, y al examinar los tallos posteriormente encontró una infestación que variaba entre el 22 y el 78 por ciento. En 1960 continuando con el experimento, encontró infestaciones sobre el 90%, sugiriendo que la siembra continua del cultivo en el mismo sitio agranda los riesgos de ataque de M. phaseolina.

CONTROL

a) Preventivo

Zaumeyer y Thomas (35) señalan que un factor que incide sobre la gravedad que tiene Macrophomina, es el hecho de ser transmitido por las semillas, pudiendo destruir muchas plántulas en estado de germinación antes que emerjan del suelo y recomiendan el tratamiento químico de las semillas antes de sembrar.

b) Prácticas culturales.

Wall y Ross (30) señalan que el control de la pudrición carbonosa ha sido difícil y que cualquier tratamiento que disminuya las condiciones de vigor de las plantas durante su desarrollo puede ser pernicioso para la cosecha. Sería recomendable dejar un mayor espacio entre plantas, evitar suelos extremados o ligeramente bien drenados, adicionar abono verde cada dos o tres años. Estas prácticas culturales pueden resultar muy beneficiosas si llegan a presentarse condiciones adversas al cultivo y que favorezcan el desarrollo de la enfermedad.

Holliday y Punithalingam (12) mencionan que el control debe orientarse a corregir las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad, por ejemplo: aumentar los niveles de humedad, los factores nutricionales y hacer la plantación en el tiempo correcto. Es importante el tratamiento de la semilla y la rotación de cultivos. Es posible que si se intercalan dos o más cultivos talvez se reduzca la enfermedad.

c) Resistencia Varietal.

Miller et al (20) y Leukel et al (15) mencionan que el control puede realizarse a base de resistencia varietal, siendo los Milo muy afectados; el grupo Feterita, Hegari y el pasto Sudán son un poco menos afectados y los Kafir y Sorgos son un poco resistentes. Al parecer las variedades tempranas son más afectadas que las tardías.

Salazar (25) menciona que esta enfermedad es difícil de controlar ya que no hay aún variedades comerciales con alto grado de resistencia genética; las variedades con gran vigor y resistencia a la sequía que provienen de germoplasma amarillo son tolerantes a la enfermedad.

Malm y Hsi (17) trabajando en New México, E.U.A., seleccionaron una línea resistente, la New México 31, que fue obtenida de un cruce de Westland Red Line 60 en 1963, en un esfuerzo por producir fácilmente una línea con características agronómicas para usarse en sitios secos. Esta línea ofreció un alto grado de resistencia a la pudrición carbonosa en condiciones de invernadero, pero poca en el campo y ninguno de sus híbridos fue similar en resistencia al progenitor.

Edmunds y Voight, citados por Doggett (9), encontraron que tipos machos estériles no desarrollaron la enfermedad si la semilla no maduró en las panículas y la susceptibilidad para desarrollar la pudrición fue relacionada con la cantidad de semilla sobre la panoja.

Wall y Ross (30) mencionan que incorporando los factores de resistencia encontrados por Malm y Hsi y un posterior mejoramiento por hibridación y si los híbridos se adaptan, pueden ganar la aceptación del mercado.

MATERIALES Y METODOS

1. Localización del estudio.

El trabajo de Laboratorio se llevó a cabo en el "Laboratorio de Fitopatología" de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería de Nicaragua (ENAG).

El ensayo se realizó en los campos de cultivos de la misma Escuela, ubicados a 12 kilómetros de la ciudad de Managua sobre la carretera Norte, con altura de 56 metros sobre el nivel del mar y temperatura ambiental promedio de 28.6C en el mes de Noviembre de 1973 y de 26.3C en el mes de Diciembre.

2. Variedades Usadas.

Las variedades híbridas estudiadas fueron suministradas por la Estación Experimental Agrícola "La Calera", escogida entre las más sembradas en Nicaragua. Estas variedades fueron las siguientes: Bravis R, Double Tx y Dorado Tx. A - 25, C - 42A y E-57, NK 133A, NK 121 y NK 280, P - 818, P - 843 y P-8202.

3. Preparación del inóculo.

El patógeno fue aislado de tallos de sorgo granífero que presentaban síntomas de infección y que provenían de campos de cultivos de La Calera.

Pequeños trozos de la base del tallo se lavaron varias veces con agua corriente y agua destilada, luego se abrieron longitudinalmente y con un bisturí aséptico se cortaron las muestras, se pusieron en una solución desinfectante (Clorolux al 25 por ciento de hipoclorito de sodio) por tres minutos al cabo de los cuales

se lavaron con agua destilada, se colocaron en cajas de petri que contenían el medio de cultivo: papa - dextrosa - agar (PDA) y se pusieron a incubar con temperatura ambiental por tres días.

De las colonias obtenidas se hizo transferencias a otras cajas petri que contenían el mismo medio de cultivo, se mantuvieron por 2 semanas al cabo de las cuales se mandó una muestra a los Estados Unidos de Norteamérica para que el patógeno fuera identificado.

La identificación fue hecha por el Doctor L. R. Batra, Micólogo, del Laboratorio de Micología del Instituto de Protección Vegetal Ministerio de Agricultura de esa nación, quien confirmó que se trataba de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.

Se hizo una nueva transferencia a cajas de petri con el medio cultivo antes mencionado y se esperó hasta que los micelios crecieron a cobertura total conseguida en tres días. Se colocaron entonces encima del cultivo, mondadientes de manera de 2 cm. de longitud, previamente hervidos por tres horas y esterilizados por 20 minutos en el autoclave. Al cabo de dos semanas se inoculó con estos palillos plantas de sorgo que tenían 14 días de florecidas, siguiendo la técnica de Young (34).

Después de 14 días se aislaron muestras de estas plantas para re-aislar el patógeno y preparar el inóculo definitivo que se iba a utilizar en el ensayo de campo.

4. Inoculación en el Campo.

Las plantas se inocularon 21 días después de la floración con los palillos que contenían el micelio y esclerocios del hongo. La inoculación se realizó de la manera siguiente: Con un punzón se hizo un orificio en el segundo entrenudo de la planta.

En este orificio se introdujo el palillo contaminado con el hongo se selló al rededor del orificio con vaselina esterilizada para disminuir la contaminación natural, dejando el palillo insertado hasta la maduración de la planta.

5. Diseño experimental usado.

El diseño experimental usado fue el de Látice Rectangular, con tres repeticiones y 24 tratamientos correspondiendo a un diseño de parcelas subdivididas. Cada repetición estaba formada por 12 parcelas grandes, conteniendo cada una de ellas una de las 12 variedades utilizadas. Cada parcela estaba constituida por una hilera de plantas sembradas a chorrillo, en surcos de un metro de largo y con una distancia entre surcos de medio metro.

Las subparcelas o sub-tratamientos estaban constituidas por cinco plantas inoculadas escogidas al azar en la primera mitad del surco y cinco plantas escogidas al azar en la segunda mitad del surco.

Para los testigos se usó un procedimiento similar al de las plantas inoculadas, diferenciándose de estas en que el palillo no llevaba inóculo.

6. Establecimiento del ensayo.

La siembra se hizo en forma manual el 17 de Agosto de 1973, tratando antes las semillas con acetato de mercurio fenílico al 1.5% (Ceresan) en dosis de 50 gramos de producto comercial por 100 kilogramos de semilla.

La fertilización se hizo en dos etapas, la primera al momento de la siembra con Urea (45% N) depositada en el fondo del surco en dosis de 50 kilogramos de N por hectárea y la segunda aplicación se hizo a los 25 días después de la primera con la misma dosis de Nitrógeno.

Las labores culturales se realizaron en forma manual, la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda a los 25 días coincidiendo con la segunda aplicación de N., no hubo necesidad de controlar plagas.

7. Medición de lesiones.

Las lesiones se midieron 20 días después de la inoculación y para tal efecto, se cosecharon plantas inoculadas y testigo, se abrieron los tallos longitudinalmente y se midió en milímetros el tamaño de la lesión.

8. Datos Metereológicos.

El único dato meteorológico que se tomó en cuenta fue la precipitación de la zona donde estaba el ensayo (Cuadro A7). Además de la precipitación se midió la temperatura del suelo (Figura A1). Estos datos se tomaron desde la inoculación hasta la evaluación del material. Los datos correspondientes a los análisis físicos y químicos del suelo donde estaba el ensayo pueden observarse en el Cuadro A6.

RESULTADOS

En este experimento se pudo comprobar que entre las doce variedades evaluadas se observan diferencias en la reacción a la inoculación con el hongo que causa la pudrición carbonosa del tallo, hasta un nivel de 1 por ciento de significancia, según muestra la prueba de F, Cuadro A1.

Tanto las plantas inoculadas como los testigos presentaron lesión, sin embargo la lesión de las plantas testigos fue mucho menor, y con pocas excepciones fue aproximadamente la mitad del valor de la lesión en la planta inoculada. La magnitud de la diferencia en el tamaño de la lesión dependió de la susceptibilidad de la variedad (Cuadro 1 y Figura 1). El tamaño promedio de la lesión en las plantas causadas por la inoculación en presencia y en ausencia de M. phaseolina puede observarse en la Figura 2.

La variabilidad en la respuesta de las variedades de sorgo usadas para el experimento, permite agruparlas según la prueba de Duncan, (Cuadro A3), en tres tipos, de acuerdo al tamaño de la lesión producida. El tipo 1 agrupa aquellas variedades cuya lesión es menor de 25 milímetros, aquí encontramos las siguientes: Dorado Tx, C-42A, E-57 y Pioneer 8202. El tipo 2 agrupa aquellos cuya lesión es menor de 60 mm. y mayor de 25, estas son: NK 280, Pioneer P 843, NK 121, Pioneer P-818 y NK 133A. El tipo 3 agrupa aquellas variedades cuya lesión es mayor de 60 mm., estas son: Dekalb A-25, Bravis R y Double Tx.

Convencionalmente se ha establecido una escala de susceptibilidad, en donde cada tipo representa el grado, así:

Tipo 1: Variedades resistentes.

Tipo 2: Variedades moderadamente resistentes.

Tipo 3: Variedades susceptibles.

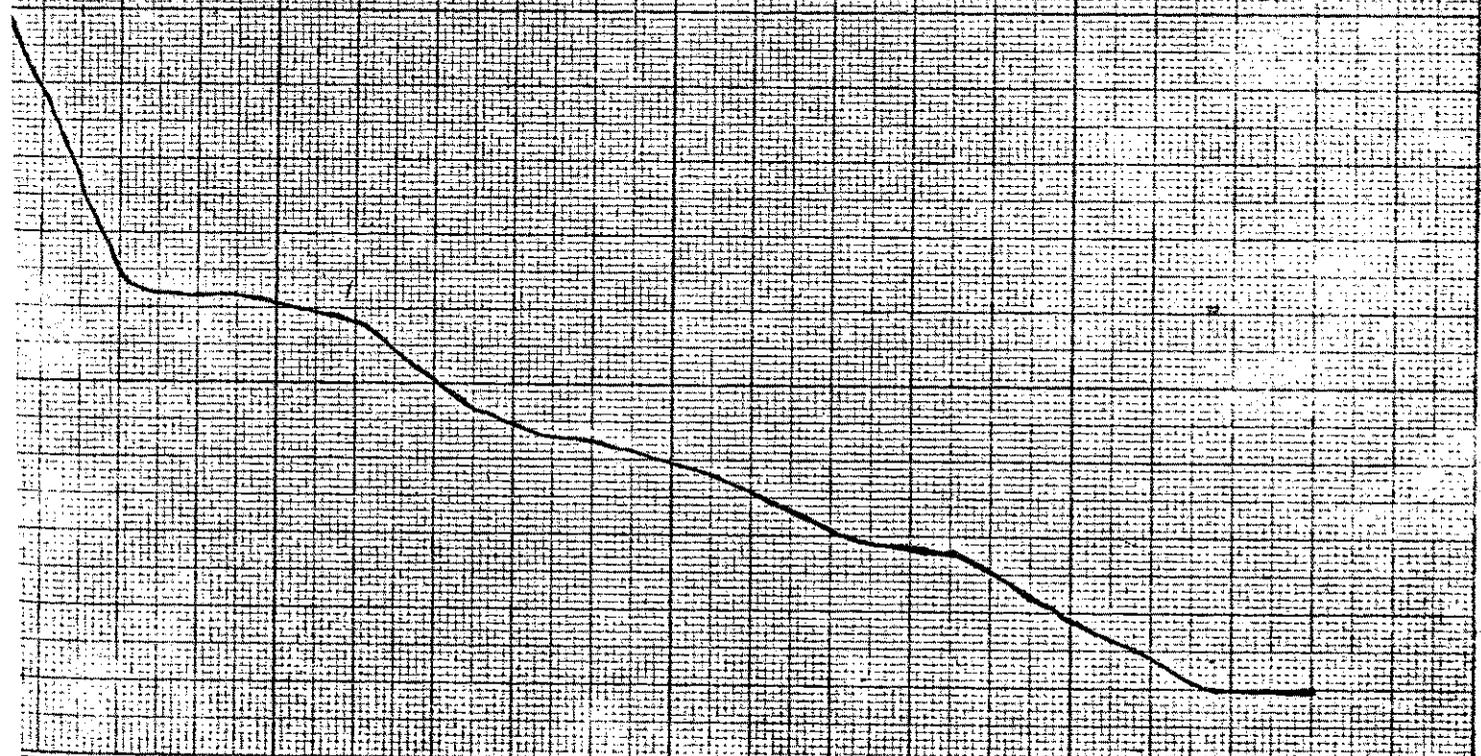
Los datos correspondientes al tamaño de la lesión se presentan como cifras promedio de todas las observaciones de cada repetición como se observa en el Cuadro adjunto.

Cuadro 1. Tamaño promedio de la lesión inducida en diferentes variedades híbridas de sorgo granífero traumatizadas con y sin la presencia del hongo M. phaseolina.

TAMAÑO DE LA LESION EN MILIMETROS

Variedades	Con <u>M. phaseolina</u>	Testigos
Bravis R	78.3	47.3
Double Tx	99.6	50.0
Dorado Tx	15.6	10.3
C - 42A	13.6	4.6
E - 57	20.0	14.6
A - 25	76.	47.0
NK 121	55.3	27.3
NK 133A	56.3	41.0
NK 280	45.6	24.3
P 843	54.0	30.6
P 818	56.0	37.0
P 8202	23.3	9.3

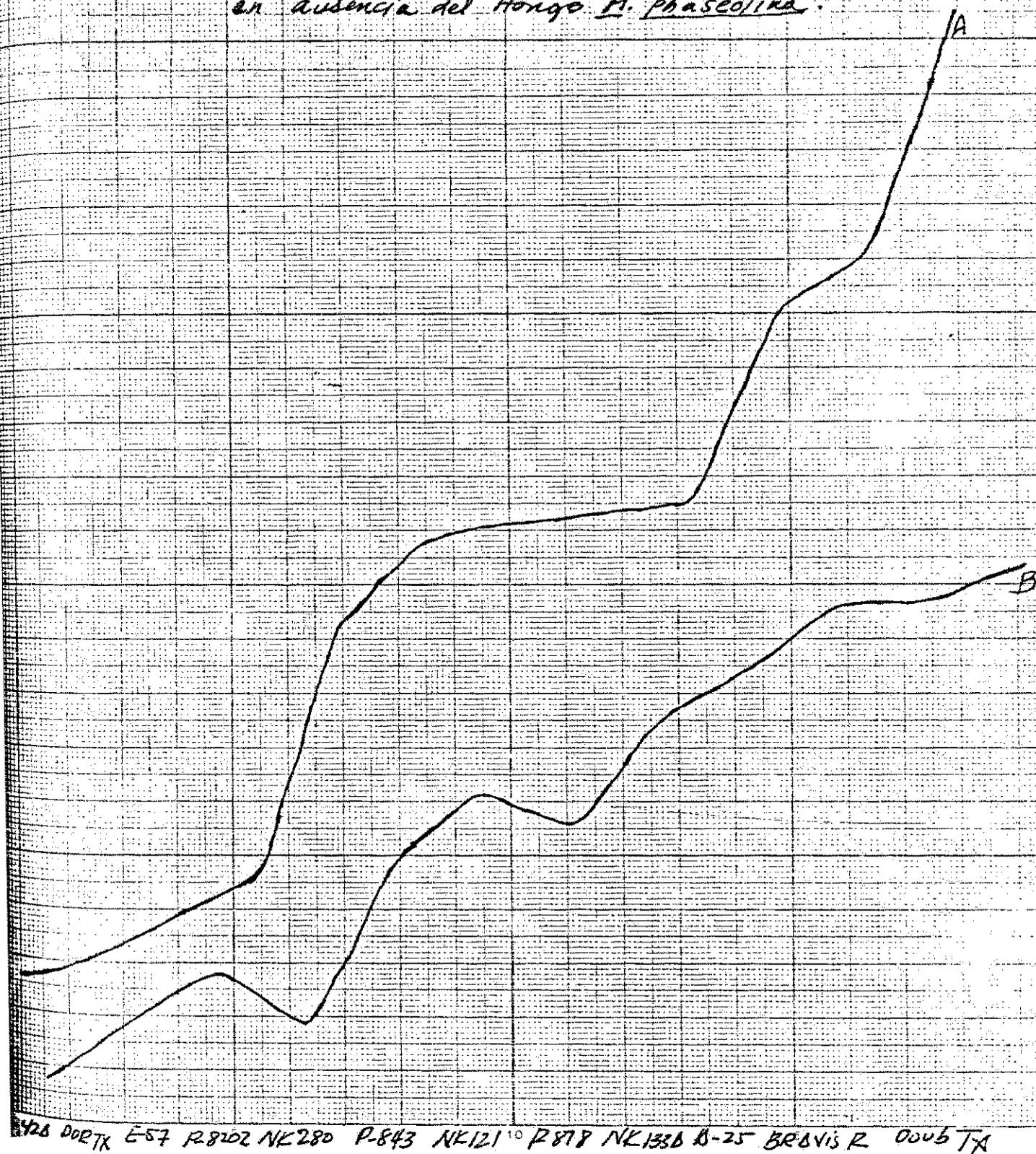
FIGURA 1 - DIFERENCIAS ENTRE LESIONES DE PLANTAS
INOCULADAS Y NO INOCULADAS



TX NK121 BR6VSR 8-25 P-843 NK180 10 P-818 NK 1338 P-8202 E-426 E-57 corTX

VARIETADES

FIGURA 2— GRAFICA ORDENADA DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LAS LESIONES OBSERVADAS EN DIFERENTES VARIEDADES DE SORGO.
 LA CURVA A REPRESENTA PLANTAS QUE FUERON LESIONADAS EN PRESENCIA DEL HONGO M. phaseolina.
 LA CURVA B REPRESENTA PLANTAS QUE FUERON LESIONADAS EN AUSENCIA DEL HONGO M. phaseolina.



DISCUSION Y CONCLUSIONES

Este trabajo fue diseñado con el objeto de determinar si existen diferencias entre las variedades de sorgo granífero que más se siembra en Nicaragua, en la reacción a la inoculación con el hongo M. phaseolina.

Los resultados obtenidos indican que con la metodología usada, es posible clasificar las variedades de sorgo probadas en cuanto a la resistencia que ofrecen al desarrollo del hongo.

Con este experimento preliminar no se puede clasificar a las variedades en que más se desarrolló el hongo, como las más susceptibles bajo condiciones de siembra comercial, por que el experimento se llevó en condiciones de inoculación artificial y la excesiva precipitación fue desfavorable para el desarrollo del hongo.

Sin embargo se puede establecer la hipótesis, sujeta a un nuevo experimento bajo condiciones de riego controlado a inoculación artificial, de que las variedades que permitieron mayor desarrollo del hongo, serán los más susceptibles bajo condiciones de campo.

Para hacer la prueba más concluyente, se recomienda que la inoculación se lleve a cabo antes de la floración y que las plantas se sometan a un período de sequía para favorecer el desarrollo del patógeno. También se recomienda que los ensayos evalúen el efecto del patógeno en el rendimiento obtenido.

En este experimento, aunque no se controlaron los factores de humedad y temperatura, las condiciones en que se desarrolló fueron similares a las que utilizó Edmunds (10) en un experimento que realizó en 1964, exceptuando la temperatura del ambiente que fue mayor a la temperatura ambiental que se obtuvo aquí cuando se desarrolló el ensayo. Los resultados obtenidos en este experimento puede decirse que

son similares a los obtenidos por Edmunds (10) y por esa razón es posible, que proveyendo al hongo de mejores condiciones para su desarrollo, la respuesta hubiese sido más concluyente. Sin embargo, estos resultados nos dan una idea en relación a las variedades que se pueden considerar como más seguras para sembrarse en la Zona del Pacífico, en relación a su resistencia al hongo que ocasiona la pudrición carbonosa del tallo.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado para evaluar resistencia a la Pudrición Carbonosa del Tallo, causada por el hongo Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., en doce variedades híbridas de sorgo granífero.

El ensayo se condujo en los campos de cultivo de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG), en el departamento de Managua, Nicaragua.

El método de inoculación usado fue el de los palillos (mondadientes) de Young (33). El hongo fue colectado de residuos de cosecha de los campos de la Calera, se cultivó en PDA y se inoculó cuando las plantas tenían 21 días de florecidas, haciendo la evaluación 20 días después de la inoculación.

El diseño utilizado fue el de Látxice rectangular, con 3 repeticiones, los tratamientos fueron distribuidos en parcelas subdivididas utilizando en cada repetición 5 plantas inoculadas con el hongo y 5 con ausencia de éste.

En el análisis estadístico se encontró diferencia entre las variedades al nivel del 5%, y la prueba de Duncan permite la separación de las variedades de acuerdo a la susceptibilidad, considerándose en este estudio preliminar como resistente al hongo el grupo formado por las variedades C- 42A, E- 57, Dorado Tx y P 8202.

APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de los datos obtenidos. ENAG.
1974. Managua, Nicaragua.

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
P. Principal	35 35	40148.49		
Variedades	11	30247.15	2749.74	6.18 ⁺
Bloques	2	124.36	62.18	
Error (a)	22	9776.98	444.40	
Sub-parcelas	71	56514.99		
Inóculo	1	7667.35	7667.35	30.13 ⁺
Var. x inóculo	11	2592.49	235.68	0.93
Error (b)	24	6106.66	254.44	

⁺ = Significativa al 1%

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó siguiendo la metodología para el diseño de parcelas dividida.

Cuadro A2. Rangos mínimos significativos al 5% y 22 g.l. para la prueba de Duncan.

p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
r_p	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.45
$R_p = S_{\bar{x}} r_p$	26.4	27.6	28.3	28.8	29.0	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.6

El factor $S_{\bar{x}}$ se obtiene de la fórmula:

$$S_{\bar{x}} = \frac{CM \quad Ea}{rb}$$

Cuadro A3. Prueba de Duncan para las medias de tratamientos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
99.66	78.33	73.66	56.33	56.00	55.33	54.00	45.66	23.33	20.00	15.66	13.66

+ Los valores comprendidos por cada barra no presentan diferencia significativa.

Cuadro A4. Fechas importantes que se tomaron en cuenta durante el desarrollo del ensayo.

Variedades	Floración	Inoculación	Cosecha
NK 280	24/10/73	10/11/73	1/12/73
" 133A	18 " "	7 " "	28/11/73
" 121	" " "	" " "	" " "
Bravis R	" " "	" " "	" " "
Double Tx	" " "	" " "	" " "
Dorado Tx	24/10/73	10/11/73	1/12/73
C- 42A	22 " "	8 " "	29/11/73
A - 25	16 " "	5 " "	26 " "
E - 57A	22 " "	8 " "	29 " "
B 843	18 " "	7 " "	28 " "
B 818	20 " "	8 " "	29 " "
8202	" " "	" " "	" " "

Cuadro A5. Estado del cultivo del sorgo en los últimos años⁺

Años	59-62	62-65	65-68	68-73
Area Mz.	75,707	68,980.6	74,268	64,538.2
Producción Miles qq.	915.6	1,002.7	1,082.46	1,024.27
Rendimiento qq/Mz.	12.26	14.6	14.63	15.59

⁺ = Fuente: Banco Central de Nicaragua
Informe Anual 1971.

MINISTERIO DE DEFENSA

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

LABORATORIO DE SUELOS — LA CALERA — MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

SERIE DE SUELOS

LD CUCSEA

30

Nº de Laboratorio	Profundidad Cm.	Horizonte	Textura	Arena % (2.0-0.5)	Limo % (0.5-0.02)	Arcilla % (<.002)	% >20	PH		CO ₃ Ca	CO %	MO %	N Total %	C/N	Al me/100g	ALLO-PHANE	Fe Ext. %
								Pasta	1:1 KCl								
299	0-14		Fa	57.5	26.5	16		9.3		9.6	3.47	1.14	1.96	0.120	9	10.3	1.12
300	14-26		Fa	52.5	27.5	20		9.0		9.3	12.45	1.22	2.10	0.120	10	10.4	3.20
301	26-41		Fa	75	16	9		9.0		9.0	12.40	0.57	0.98	0.051	11	10.2	1.75
302	50+		aF	77.5	18.5	4		9.0		9.1	9.75	0.05	0.09	0.030		10.2	0.52

Nº de Laboratorio	Intercambiables. me/100g					C.L.C.		Sat. de Bases%		Densidad		COLE f	Bor % H ₂ O		DRA.	Fertilidad		C _e E x10 ³	% Sat	Yeso me/100g
	Ca	Mg	Na	K	H	Sum	NH ₄ OAc	Sum	NH ₄ OAc	V ₃	OD		V ₃	15		P	K			
299	15.80	10.00	20.00	8.35	0	54.15	37.56				1.11		33.08	6.53	17/19	4	1430	5.70	38	
300	16.40	14.40	16.40	7.75	0	54.95	38.33				1.04		39.0	37.36	24/25	3	1.250	2.45	39	
301	16.40	17.00	9.50	6.50	0	49.70	31.36				0.88		29.9	19.2		2	1.040	1.45	45	
302	7.20	11.60	3.07	4.85	0	26.72	23.62						19.69	18.69	21	2	1.520	1.13	47	

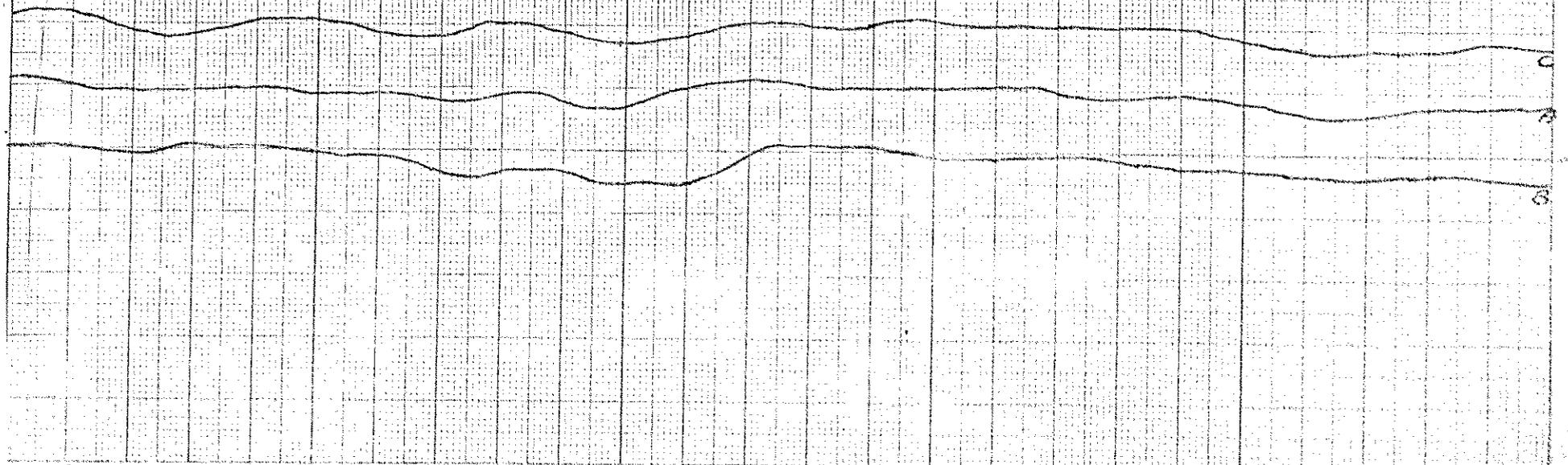
FIG. A1. - TEMPERATURAS DEL SUELO TOMADAS PARTIR DE LA INOCULACION

HASTA LA EVOLUCION DEL MATERIAL.

A: TEMPERATURA MEDIO

B: TEMPERATURA A LAS 10 A.M.

C: TEMPERATURA A LAS 2 P.M.



MES DE NOVIEMBRE 1973

LITERATURA CITADA

1. AMMON, V. and T. D. WYLLIE. 1972. Penetration and host-parasite relationships of Macrophomina phaseolina on Glicine max. *Phytopath.* 62: 743.
2. BARRETO, M. F. J. TERANISHI y R. M. G. CARDOSO. 1969. Incidencia de Macrophomina phaseoli (Maub.) Ash. (Rhizoctonia bataticola taub.) em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) e outras plantas cultivadas. *O biológico* 35 (5) 105-109.
3. BRYANT, W. E. and T. D. WYLLIE. 1970. Pectolitic enzymes involved in charcoal rot disease of Soybean. *Phytopath.* 60 1286-1287. (Compendio).
4. COCHRAN, W. G. and G. M. COX. 1971. Diseños experimentales. Edit. Trillas, México. 661. pp. (No aparece en el texto).
5. COOK, G. E. et al. 1973. Survival of Macrophomina phaseoli in corn and sorghum stalk residue. *Plant Disease Reporter* 57: 873-875.
6. DHINGRA, O. D. and J. B. SINCLAIR. 1972. Variation among isolates of Macrophomina phaseoli (Rhizoctonia bataticola) from the same Soybean plant. *Phytopath.* 62: 108.
7. DHINGRA, O. D. 1973. Location of Macrophomina phaseoli on Soybean plants related to culture characteristics and virulence. *Phytopath.* 63: 934-936.
8. DICKSON, J. G. 1956. Diseases of field crops. Second edition. Mc Graw Hill Book co. Inc. New York, Toronto, London. 197-198.
9. DOGGETT, H. 1970. Sorghum. London, Longmans. 336-337.

10. EDMUNDS, L. K. 1964. Combined relations of plant maturity, temperature, and soil moisture to charcoal stalk rot development in grain sorghum. *Phytopath.* 54 (5) 514-517.
11. HSI, C. H., 1961. An effective technique for screening sorghum to charcoal rot. *Phytopath.* 56: 876.
12. HOLLIDAY, P. and E. PUNITHALINGAM. 1970. Macrophomina phaseoli. C. M. I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 275. London, England. 2 pp.
13. ILYAS, M. B. and J. B. SINCLAIR. 1974. Effects of plant age upon development of necrosis and occurrence of intraxylem sclerotia in Soybean infected with Macrophomina phaseoli. *Phytopath.* 64: 156-157.
14. LeCLERG, E. L. 1965. Losses in agriculture. USDA Agriculture Handbook No. 291. Agr. Research Service. 120 pp.
15. LEUKEL, R. W., J. M. MARTIN and C. L. LEFERBURE. 1960. Sorghum diseases and their control. USDA Farmers Bulletin No. 1959: 38-40.
16. LIVINGSTON, J. E. 1945. Charcoal rot of corn and sorghum. University of Nebraska, College of Agriculture. Agricultural Experiment Station. Research Bulletin 136. 31 pp.
17. MALM, N. R. and D. C. H. HSI. 1964. New Mexico 31, a charcoal rot resistant grain sorghum line. Agricultural Experiment Station, New Mexico State University. Research report 93 8 pp.
18. MCCAIN, A. H. and R. S. SMITH. 1972. Quantitative assay of Macrophomina phaseoli from soil. *Phytopath.* 62: 1908.

19. MEYER, W. A., J. B. SINCLAIR and M. N. KHARE. 1973. Biology of Macrophomina phaseoli from soil studied with selective media. *Phytopath.* 63: 613-620.
20. MILLER, E. A., L. C. COFFEY and W. B. COKE. 1952. Growing grain sorghums. Texas A&M College System. B 210. 15 pp.
21. NORTON, D. C. 1953. Linear growth of Sclerotium bataticola through soil. *Phytopath.* 43: 633-636.
22. _____ . 1954. Antagonism in soil between Macrophomina phaseoli and selected soil inhabiting organism. *Phytopath.* 44: 522-524.
23. RODRIGO Y SERRANO, J. M. 1968. El cultivo del sorgo granero. Edit. Venográfica C.A. Caracas, Venezuela. 83-91 pp.
24. ROGER, L. 1951. *Phytopathologie des pays chaudes*. Vol. II. Paul Lechevalier Edituer. Paris. 1704-1716 pp.
25. SALAZAR, B. A. 1973. Información sobre las enfermedades del sorgo llamadas "Pudrición seca del tallo y Antzacosis". Director de operaciones de semillas Dekalb para Centroamérica y Panamá. 4 pp.
26. SMITH, W. H. 1969. Germination of Macrophomina phaseoli sclerotia as affected by Pinus lambertiana root exudate. *Can. J. Microbiol.* 15: 1378-1391.
27. TARR, S. A. J. 1962. Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn. C. M. I., Kew, Surry 73-84 pp.
28. THIRUMALACHAR, M. J. 1953. Pycnidial stage of charcoal rot inciting fungus with a discussion on its nomenclature. *Phytopath.* 43: 608-610.

29. USDA. 1953. Plant diseases. The yearbook of agriculture. 376 pp.
30. WALL, J. S. and W. M. ROSS. 1970. Sorghum production and utilization. Wesport, AVI Publishing co. inc. 225-226 pp.
31. WATANABE, T., R. S. SMITH and W. C. SNYDER. 1970. Populations Macrophomina phaseoli in soil as affected by fumigation and cropping. Phytopath. 60 (12) 1717-1719.
32. WATANABE, T. 1972. Pycnidial formation by fifty different isolates of Macrophomina phaseoli originated from soil of kidney bean seed. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 38: 106-110.
33. WYSONG, D. S. y E. KERR. 1969. Hybrid corn yield by stalk and root rot in Nebraska. Plant diseases reporter 53: 326-329.
34. YOUNG, H. C. 1949. Charcoal roto of plant in Texas. Texas Agricultural Experiment Station Bull. 712. 33 pp.
35. ZAUMEYER, W. J. and THOMAS, R. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA tecni-cal bul. No. 868. 255 pp.