

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA  
(*Sphacelotheca reiliana*) DEL MAIZ, MEDIANTE  
TRATAMIENTO A LA SEMILLA CON FUNGICIDAS  
SISTEMICOS EN EL VALLE DE ZAPOPAN, JAL.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A

**RAFAEL SANCHEZ LOPEZ**

GUADALAJARA, JAL.

1984

17340/31534  
A 9/16  
EJ

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 25 de Noviembre 1982

ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA


Habiendo sido revisada la Tesis del  
PASANTE RAFAEL SANCHEZ LOPEZ  
Titulada: "CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA ( Sphacelotheca reiliana)  
DEL MAIZ, MEDIANTE TRATAMIENTO A LA SEMILLA CON FUNGICIDAS SISTEM\_  
COS EN EL VALLE DE ZAPOPAN, JAL."  
Damos nuestra aprobaci3n para la --  
impresi3n de la misma

DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO

ASESOR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR A HURTADO Y DE LA PEA  
eml.  
\_\_\_\_\_  
ING. RAYMONDO VELASCO MUOZ

## A G R A D E C I M I E N T O S

A La Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadajalajara por haberme dado la oportunidad de realizar mi formación profesional.

Al Dr. Alberto Betancourt Vallejo por su acertada dirección, revisión del presente escrito, y sus valiosas enseñanzas.

Al M.C. Raymundo Velasco Nuño por la revisión del presente escrito y por la gran influencia que tuvo en mi formación profesional.

Al M.C. Salvador Hurtado de la Peña por la revisión del presente escrito. Su apoyo y consejos en el desempeño de mi formación profesional.

Al M.C. José Luis Martínez por la ayuda desinteresada para el presente trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por brindarme los medios necesarios para la realización del presente trabajo.

A todos los Ings. del (CAAVZ) Campo Agrícola Auxiliar Valle de Zapopan, por su valiosa ayuda en especial al Biólogo Jorge Ledesma.

A mis compañeros y amigos: J. Trinidad Serrato, Oscar Rosales, Antonio Urquieta, Luis A. Spence, Ernesto Alcantar, Crisanto Sánchez, Sergio Soto, Luis F. Sánchez y Nicolás Ruiz.

## DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Rafael Sánchez y Esperanza López,  
con cariño y admiración por su -  
esfuerzo y sacrificio para verme  
formado.

A MI HERMANA:

Por su constante apoyo para lograr  
mi formación.

A MIS HERMANOS:

Con afecto

A MIS MAESTROS:

Por los conocimientos adquiridos

A LOS M.C.:

Raymundo Velasco y Salvador Hurtado:  
Con afecto y gratitud

A TODOS MIS AMIGOS:

Es especial al Sr. José L. Medina P.

## C O N T E N I D O

	PAG.
RESUMEN .....	1
I INTRODUCCION .....	3
II REVISION DE LITERATURA .....	6
Características del patogeno y síntomas de la enfermedad	6
Importancia de la enfermedad a nivel mundial.....	8
Importancia a nivel nacional .....	9
Importancia a nivel Zapopán, Jalisco .....	10
Control químico de las enfermedades .....	11
Principios de control químico .....	11
Control químico de carbones en cereales .....	12
Control químico del carbón de la espiga del maíz .....	13
III MATERIALES Y METODOS .....	15
Descripción del Area de Estudio .....	15
Material Genético .....	15
Productos Químicos Utilizados .....	16
Aparatos Climáticos Utilizados .....	16
Preparación de la semilla .....	17
Diseño y Parcela Experimental .....	19
Siembra y Labores de Cultivo .....	19
Toma de datos .....	21
Modelo Estadístico .....	22
Prueba de Medias .....	23

	PAG.
IV RESULTADOS .....	26
Por ciento de Semillas Germinadas .....	26
Por ciento de Plantas enfermas .....	26
Rendimiento .....	30
Análisis Económico .....	30
Técnica de inoculación .....	32
Comparación de Medias .....	33
Datos Climáticos .....	33
V DISCUSION .....	37
VI CONCLUSIONES .....	40
VII BIBLIOGRAFIA .....	41
VIII APENDICE .....	46

LISTA DE CUADROS

	PAG.
Productos Utilizados para el control del carbón de la espiga <u>S. reiliana</u> con sus respectivas dosis .....	18
Forma General del Análisis de Varianza correspondiente al Modelo Lineal del Experimento Factorial en Parcelas divididas en bloques al azar .....	25
Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Semillas Germinadas .....	28
Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Plantas Enfermas .....	29
Análisis de Varianza para la Variable Rendimiento de Grano .....	31
Prueba de Duncan de los promedios de Rendimiento por producto .....	34
Prueba de Duncan para medias de Rendimiento de la Interacción .....	35
Porcentaje de Plantas Enfermas para Productos y Dosis Transformados a grados bliss .....	36



Comparación de porcentajes de Germinación de Campo y Laboratorio del producto Tilt .....	49
---	----

## LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Distribución de las Temperaturas Máximas y Mínimas medias de cada mes .....	47
Distribución de la precipitación total de cada mes	48

## R E S U M E N

Uno de los principales problemas que han tenido los agricultores en los últimos años en el Valle de Zapopan, Jal., ha sido la enfermedad denominada carbón de la espiga (Sphacelotheca reiliana) del maíz, en el cual se han observado pérdidas que varían de 40% al 100% de la producción de este cereal.

Por tal motivo en el ciclo primavera-verano 1982 se realizó una prueba para el control químico del carbón de la espiga del maíz, que se sembró bajo el sistema de humedad residual, en parcelas con suelos inoculados artificialmente. La semilla se trató con fungicidas sistémicos utilizados en tres dosis. En el presente experimento se utilizó una distribución de parcelas divididas en un diseño de bloques al azar en 3 repeticiones, donde la parcela experimental constó de 4 surcos de 9.10 m.

Con este ensayo se logró disminuir la incidencia de la enfermedad de un 37.9% que presentó el testigo sin tratar, hasta un 6.5% que se tuvo con el mejor tratamiento. Los productos que dieron mejores resultados fueron Tilt y Baytan a la dosis de 5 ml/kg. de semilla.

Con esto podemos concluir que con los fungicidas Tilt y Baytan, se puede erradicar la germinación de las teliospo-

ras que invernan en el suelo y así reducir la fuente de inócu  
lo del patógeno con la dosis más apropiada.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## CAPITULO I

### I N T R O D U C C I O N

El carbón de la espiga del maíz (Sphacelotheca reiliana) (Kuhn) Clinton. Es considerado como el más perjudicial de los carbonos que ataca a este cereal, ya que destruye las - - inflorescencias masculinas y femeninas, llegando a reducir a cero el rendimiento de la planta.

Esta enfermedad se considera como endémica en el Bajío donde es bien conocida por los agricultores de esa región. En algunas ocasiones se ha presentado a niveles epifitióticos como en el año 1958, en que llegó a causar pérdidas de hasta un 30% (4). A partir de esa epifiticia se tomaron algunas medidas tendientes a solucionar el problema del carbón de la espiga como el de ensayar productos químicos en tratamiento a la semilla, pero sólo se tuvo éxito parcial ya que los productos probados, como era de esperarse, sólo pudieron eliminar las teliosporas que iban en la semilla, no así las que quedan en el suelo de un ciclo a otro y que son capaces de infectar el hipocotilo de la plántula (10).

En los últimos años el problema del carbón de la espiga del maíz vuelve a surgir, sólo que ahora en el Valle de Zapopan, Jal., como ocurrió anteriormente en el Bajío.

La incidencia ha ido aumentando año con año llegando a observarse en el año de 1981, parcelas con hasta un 40% de plantas dañadas, lo que ha causado alarma entre productores y dependencias oficiales que participan en el sector agrícola de la zona.

El problema es bastante grave debido a que los híbridos que más se siembran en la región son de elevada capacidad de rendimiento pero muy susceptibles a esta enfermedad, por lo que los agricultores se muestran renuentes a cambiar de semilla para la siembra.

Por otra parte el control genético es una alternativa a largo plazo y se cuenta con limitadas fuentes de resistencia. La alternativa a corto plazo consiste en determinar si es posible el control químico con fungicidas sistémicos. Esta alternativa se llevó a cabo mediante el empleo de un experimento factorial en el que se probaron siete productos con 3 diferentes dosis.

Por lo anterior se plantearon los siguientes objetivos en el presente trabajo.

a) Encontrar el o los fungicidas que inhiban la germinación de las teliosporas que invernan en el suelo y que causan infecciones en las plantas susceptibles para reducir al -

máximo la incidencia de la enfermedad; b) reducir la fuente - de inóculo del patógeno; c) encontrar la dosis más apropiada del producto; d) hacer un análisis económico para el mejor - producto resultante; e) determinar la eficiencia de la técnica de inoculación.

Las hipótesis a probar son: a) los fungicidas a probar controlan efectivamente el carbón de la espiga de maíz en forma similar; b) existen diferencias en efectividad.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### CARACTERISTICAS DEL PATOGENO Y SINTOMAS DE LA ENFERMEDAD

Las clamidosporas son de color amarillo-café o café-rojizo, de pared gruesa, esféricas o ligeramente irregulares, de 9 a 12 micras de diámetro y finamente equinuladas. Germinan por medio de un promicelio generalmente de cuatro células, en el cual se producen las esporidias. Estas difieren fisiológicamente, llamárseles positivas o negativas; se reproducen por gemación en un medio artificial adecuado. Las condiciones de temperatura y humedad necesarias para el desarrollo de la enfermedad varían ampliamente, pues se ha observado que temperaturas comprendidas entre 20°C y 30°C, así como variaciones del 20% al 80% de humedad le son altamente favorables (4).

La masa de polvo negruzco que ocurre en el sorio está compuesta de teliosporas. Estas teliosporas son diseminadas grandemente por la lluvia y aire y ellas invernan en el suelo (13). Como estructuras invernantes que pueden resistir temperaturas bajo cero y aún germinar (28). Halisky (13) encontró una incidencia más alta de infección con esporas que habían estado bajo condiciones naturales de clima, que con las que -



no habían estado. Esto apoyó a una afirmación temprana de que las teliosporas requerían de un período de maduración de 3 a 4 meses anterior a la germinación (17). Frederiksen (9) en cambio, notó que esporas frescas de carbón exhibieron tremenda capacidad de germinación bajo condiciones de laboratorio.

Los síntomas más visibles por (Sphacelotheca reiliana) se presentan cuando se han formado las espigas y mazorcas. - Antes, sólo un ligero amarillamiento y pequeñas manchas necróticas se observan en plántulas infectadas (4). Algunos estudios han mostrado que la espiga puede ser infectada completa o parcialmente (12). Reed et al, (29) encontró espigas de maíz con carbón con estambres normales. Las mazorcas típicamente infectadas, conocidas como sorios son completamente reemplazadas por una masa de esporas de carbón encerrados por un peridio blanco membranoso (29). Dentro de las mazorcas hay fibras distintivas que son desperdicios del sistema vascular del hospedero (5, 8, 22). Halisky (12) notó la inflorescencia femenina puede ser abortada completamente.

Halisky (13) consideró el acortamiento de los internodos como un sistema secundario de infección del carbón (S. reiliana.) Foster (7) notó que esto ocurrió consistentemente con inflorescencias carbonizadas, sin embargo en varios grados.

En 1935 Tyler y Shumway (32) encontraron que algunas plantas infectadas exhibieron síntomas de flecking clorótico anterior a la emergencia de la inflorescencia. Natkin (22) -- notó que la clorosis foliar no siempre estaba asociada con la esporulación.

#### IMPORTANCIA DE LA ENFERMEDAD A NIVEL MUNDIAL

Esta enfermedad fue descrita primeramente por KÜhn en 1875 a partir de un material colectado en Egipto (29); desde entonces la enfermedad puede considerarse que está distribuida en todo el mundo en zonas donde se cultiva el maíz y sorgo extensivamente.

La enfermedad por primera vez fue reportada en EE.UU. en 1890 en el cultivo de sorgo y se cree que fue introducida aquí por semilla contaminada importada desde Africa y Europa (22). En 1895 Norton hizo la primera identificación del carbón de la espiga del maíz en los EE.UU. en Kansas (25). Mackie (21) identificó la primera incidencia de carbón en California. Dena y Zundel encontraron la enfermedad en maíz en Washington. Parker (27) encontró carbón en maíz dentado y maíz dulce en varias zonas grandemente separadas en Washington. También se encontraron campos infestados de carbón en el Oeste de Oregon e Idaho (30). En 1912 se reportó carbón por McAlpine en Australia y por Mundy en Sudáfrica (28). En la República de Chi-

na en el año de 1975 el carbón fué reportado como una de las enfermedades más importantes del maíz (24). Bressman y Barrs (3) enuncian una epifitía en el año de 1930 en el cual destruyó el 90% de las cosechas en las cercanías de Salem, Oregon - Occidental. Muller (23) en el año de 1949 encontró la enfermedad en las cercanías de Antigua, Guatemala, con porcentajes de 1 y 12% de incidencia respectivamente.

#### IMPORTANCIA A NIVEL NACIONAL

Esta enfermedad no es desconocida en la República Mexicana; se ha presentado en varios estados de nuestro país, y se ha ido diseminando a otros, debido a la falta de cuidados por parte de agricultores y de las dependencias oficiales.

Cecar, L.L. et al (4) encontraron en el verano de 1958 que el carbón de la espiga atacó severamente los cultivos de maíz en el Bajío. En recuentos hechos en lotes comerciales y en parcelas experimentales revelaron cifras arriba del 30% de plantas enfermas.

La Sección de Maíz de la Oficina de Estudios Especiales, SAG\* encargada del programa de mejoramiento del maíz para la región del Bajío se interesó en la obtención de cruza

---

\* Actualmente I.N.I.A. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

o variedades que mostraron resistencia genética al patógeno - como un camino posible a la solución del problema.

La misma sección de maíz encargada del programa regional procedió a hacer algunos conteos en siembras comerciales y experimentales para saber el % de ataque en los maíces mejorados, y así se obtuvieron algunos datos durante 3 años consecutivos y observaron una gran diversidad de resistencia genética, de los diversos materiales.

R. Núñez et al (26). En 1959 en sus trabajos realizados sobre la influencia de la fertilización y la densidad de población en el ataque del carbón, obtuvo los resultados siguientes: El aumento de fertilización nitrogenada tiende a -- disminuir el % de plantas enfermas a medida que se incrementa la densidad de población.

#### IMPORTANCIA A NIVEL ZAPOPAN, JALISCO

Ledesma (19) realizó una serie de muestreos para detectar las diferentes enfermedades en el cultivo de maíz, de humedad residual y de temporal, encontrando que la enfermedad más severa que ataca a este municipio es el carbón de la espiga del maíz (S. reiliana), encontrando incidencias de un 36%, plantas enfermas en la mayoría de los lotes comerciales. En 1982 Martínez (20) menciona resultados de incidencia de car--

bón de la espiga en humedad residual y temporal en 6 fechas - de siembra, y observó claramente la tendencia de que a fechas más tardías es menor la incidencia de la enfermedad.

## CONTROL QUIMICO DE LAS ENFERMEDADES

### PRINCIPIOS DE CONTROL QUIMICO

Los primeros métodos de control químico para carbón - fueron por el año de 1914. Pootter (28) hacía el uso de control químico y térmico del carbón utilizando semillas de sorgo y resultó ser inefectivo. Halisky (13) usó hexachloro benzene en un tratamiento usado para controlar (Common bunt) en muestras seleccionadas de semilla. Halisky y Peterson (11) - exploraron tratando a la semilla con Ceresan M y Panogen 15 - pero sin ningún éxito.

Mankin (22) probó 6 químicos diferentes y no encontró reducción significativa en la incidencia de la enfermedad. -- Jacks y Graham (16) encontraron alguna reducción en la incidencia de carbón del maíz después de espolvorear la semilla - con mercurio orgánico, Thiram o Dichlone. Algunos años des---pués, en aplicaciones en surcos de Pentachloro Nitrobenzeno - (PCNB); también probó ser efectivo en controlar el carbón (6).

## CONTROL QUIMICO DE CARBONES EN CEREALES

Smeling y Kulka citado por Baver (2) descubrieron el efecto sistémico de las oxatinas y al probar el producto Vita vax en tratamiento a la semilla, lograron prácticamente erradicar el carbón desnudo de la cebada (Ustilago nuda), sustituyendo así la práctica de desinfección con agua caliente que ocasionaba problemas de germinación en semilla tratada. Hoffman (14) reporta que logró controlar el carbón común del trigo (Tilletia caries y T. foetida), al tratar la semilla con el fungicida sistémico Thiebendazol 60% y que se eliminan las teliosporas presentes en el suelo.

Haffman (15) informa de los resultados obtenidos durante 10 años de prueba de fungicidas contra el carbón de trigo (Tilletia caries y T. foetida), para eliminar tanto las teliosporas unidas a la semilla como teliosporas presentes en el suelo. Este investigador señala que los productos que controlaron mejor el inóculo del suelo fueron Carboxin, CGA-64251, Fenapanil, Hexachlorobenzene, Methofuroxan, Nuarimol, Pentachloronitrobenzene (PCNB), Thiabendazoles, Triadimefon, Triadimenol, menciona además que CGA-64251, Methofuroxan y Tridimenol parecen ser más potentes que Hexachlorobenzene para controlar carbón.

## CONTROL QUIMICO DEL CARBON DE LA ESPIGA DE MAIZ

Fuentes (10) informa de resultados negativos al tratar de controlar (Sphacelotheca reiliana) con los productos fungicidas: Arasan 75, Quinosan T, Granosan M, Ep-125, Rhizocotol, Dow 9-B, Phygol XL, Panagen 15 y Tillantina al aplicarlos en tratamiento a la semilla.

Koepsell y Bagget (18) reportan los resultados que obtuvieron con los fungicidas: Baytan y CGA-64250 al probarlos contra carbón de la espiga del maíz en tratamiento a la semilla, en aspersiones en surcos y aplicando al suelo en formulaciones granulares. Estos investigadores señalan que las aplicaciones al surco lograron un buen control con ambos productos; sin embargo se observó algo de toxicidad con dosis altas del producto CGA-64250 y que el Baytan aplicado a la semilla también proporcionó buen control. Anónimo (1) dió a conocer los resultados de las pruebas efectuadas con el producto Bayleton y Baytan para controlar carbón de la espiga del maíz. En este reporte se señala que en los tratamientos con esos productos se tuvieron porcentajes de plantas infestadas de 17.0 a 0.0%, mientras que el testigo tuvo un 28.3%.

En 1982 Stienstra, W.C. et al (31) realizaron pruebas de control químico de carbón de la espiga de maíz en parcelas con suelo inoculado artificialmente y en 3 fechas de siembra.

Se hicieron tratamientos a la semilla, al surco o en banda y aspersiones al follaje. Los productos que eliminaron o redujeron la incidencia de carbón fueron: Baytan, CG88531 y CG64250. El Vitavax generalmente no redujo la incidencia de carbón de la espiga. Los tratamientos de semilla (Baytan y CG88531) y aplicaciones granulares en el surco o en banda sobre la superficie (CG64250) pueden formar parte de un sistema de manejo del carbón de la espiga.



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**



## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el Carmen, Municipio de Zapopan, Jalisco. En terrenos prestados al Campo Agrícola Auxiliar "Valle de Zapopan" (CAAVZ), como parte del programa de Fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el cual depende de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

Esta localidad se localiza en el meridiano  $103^{\circ} - 26.2'$  al Oeste de Greenwich y en el paralelo  $20^{\circ} 44.1'$  de latitud Norte; la altura sobre el nivel del mar es de 1 630 m.

El clima según clasificación de Köppen modificada por García (1973), es A Wo (W) (e) g, definiéndose como clima cálido con temperatura media anual de  $22^{\circ}$  a  $26^{\circ}\text{C}$  y la temperatura media del mes más frío es mayor de  $18^{\circ}\text{C}$ , con lluvias en verano que oscilan entre 885.6 mm. anuales, es extremoso y el mes más caliente (mayo) ocurre antes del solsticio de verano.

#### MATERIAL GENETICO

El material genético utilizado en este trabajo fué --

el híbrido-comercial Dekalb B-666 por ser uno de los materiales más susceptibles a carbón de la espiga, el cual tiene los siguientes datos\* agronómicos promedios.

- Días a floración masculina	92
- Días a floración femenina	96
- Altura de planta	243
- Altura de mazorca	137
- % de acame de raíz	1
- % de acame de tallo	1
- % de mala cobertura	15 a 25

#### PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS

Los productos utilizados son fungicidas que se mencionan en la literatura como efectivos contra carbones en trigo y maíz principalmente; estos productos se mencionan en el -- CUADRO 1.

#### APARATOS CLIMATICOS UTILIZADOS

Se utilizó un termómetro de máximas y mínimas para la temperatura ambiente y un pluviómetro sofisticado para la precipitación.

---

\* Sacados del ensayo del CCVP(1982) INIA CIAB CAEAJAL

## PREPARACION DE LA SEMILLA

Se trataron 300 gr. de semilla con cada una de las dosis de los productos antes mencionados; como la semilla comercial ya viene tratada con fungicida, se limpio con un trapo para quitarle el fungicida que usualmente se emplea y agregarle el de cada tratamiento.

Las formulaciones líquidas miscibles en agua fueron aplicadas en diluciones 1:4 v/v con agua. Las formulaciones en polvo humectable se mezclaron con una cantidad de agua apropiada y aplicada como pasta.

CUADRO 1 Lista de productos utilizados para el control del carbón de la espiga (S. reiliana) con su respectiva dosis.

PRODUCTOS 1)	D O S I S 2)			y	c	3)
	a	b				
Thiabendazol (Tecto 60)	60%	1.0	2.1	y	4.0	gr.
Triadimefon (Bayleton)	25%	1.0	2.5	y	5.0	gr.
Triadimenol (Baytan)	15%	1.0	2.5	y	5.0	ml.
CGA-64250 (Tilt)		1.0	2.5	y	5.0	ml.
Benomol (Benlate)	50%	4.2	8.3	y	10.4	gr.
Carboxin + Thiran 17% + 17% (Vitavax)		2.5	6.5	y	13.0	ml.
Testigo (Captan + Metoxicloro) 65% + 10%		2.0	2.0	y	2.0	gr.

1) Entre paréntesis nombre comercial del producto

2) Gramos o mililitros de ingrediente activo por kg/semilla

3) a, b y c primera, segunda y tercera dosis respectivamente.

Las formulaciones en polvo se hicieron aplicadas directamente a la semilla. El peso teórico o volumen de fungicida por unidad de semilla fué incrementado en un 10% para compensar la pérdida del fungicida durante el tratamiento. La cantidad apropiada de fungicida polvo, líquido o pasta fué colocada en matraces de 1 litro de capacidad; se giró el matraz para que el fungicida se depositara sobre las paredes, se agregó la semilla y se agitó vigorosamente el matraz hasta que el fungicida y la humedad desaparecieran de la pared del recipiente.

#### DISEÑO Y PARCELA EXPERIMENTAL

En el presente experimento se utilizó una distribución de parcelas divididas en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones; la parcela experimental constó de 4 surcos de 9.10 m. de largo para cada tratamiento, donde la parcela útil fue de 8.06 m. de los surcos centrales.

#### SIEMBRA Y LABORES DE CULTIVO

#### PREPARACION DEL TERRENO

Se llevó a cabo como el tradicional método zapopano, el cual consiste en sembrar con humedad residual del ciclo anterior, en terreno previamente arropado para utilizar las lluvias del verano.

## SIEMBRA

La siembra se efectuó el 30 de Abril de 1982, bajo el sistema de humedad residual en un terreno que el ciclo anterior presentó una alta incidencia de carbón; se sembró con sembradora dejando 150 semillas por cada surco de 9.10 m. de largo; el suelo se inoculó con una suspensión de teliosporas en agua, usando 3 gr. teliosporas por litro agua por cada surco de 9.10 m. de largo al mismo tiempo de la siembra. Esto se logró adaptando dos embudos a cada uno de los chuzos de la sembradora, en uno se vació la suspensión de teliosporas y por el otro la semilla. Luego se hizo un aclareo para dejar una población de 50 - 70 plantas por surco.

## FERTILIZACION

Se fertilizó con el tratamiento 180-60-00 aplicando la mitad de Nitrógeno y todo el Fósforo en la primera escarda y el resto en la segunda escarda.

## COMBATE DE PLAGAS

Durante el desarrollo del cultivo se hizo necesaria la aplicación de Lorsban 480 E. (0.75 ml/ha. en cada aplicación). En dos ocasiones para controlar el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).

## COMBATE DE MALEZAS

Las malezas se controlaron eficientemente con la aplicación de la mezcla de Karmex 1.5 Kg/ha. + 2, 4-D amina 1 lt/ha. y una limpia manual.

## COSECHA

La cosecha se realizó cuando se consideró que las plantas tenían un grado de madurez avanzado.

## TOMA DE DATOS

Porcentaje de semillas germinadas.- Doce días después de la siembra se tomó el porcentaje de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos para detectar posible fitotoxicidad.

Porcentaje de plantas enfermas.- Se contó el número de plantas enfermas dentro de la parcela útil de cada tratamiento.

## PRODUCCION DE GRANO

Se cosechó la parcela útil para obtener el rendimiento para el análisis económico.

## TOMA DE DATOS CLIMATOLÓGICOS

Se tomó la temperatura del ambiente y la precipitación pluvial, ya que son de gran interés, siendo aun más de importancia la temperatura y humedad del suelo para el desarrollo del carbón de la espiga del maíz como lo menciona la literatura.

## MODELO ESTADÍSTICO

El modelo utilizado para el análisis estadístico de la información obtenida, durante la conducción del campo del experimento es el siguiente: y corresponde a un factorial en parcelas divididas en bloques al azar.

$$Y_{ijk} = M + R_i + T_j + RT_{ij} + P_k + RP_{ik} + TP_{jk} + RTP_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación en la  $i$ -ésimo repetición  $j$ -ésimo tratamiento y  $k$ -ésimo producto.

$M$  = Media general

$R_i$  =  $i$ -ésimo repetición

$T_j$  =  $j$ -ésimo tratamiento

$P_k$  =  $k$ -ésimo producto



RT<sub>ij</sub> = Representa la interacción de repetición por tratamiento y se le denomina error de la parcela grande (se asume que esta interacción no existe).

RP<sub>ik</sub> = Representa la interacción de repetición por producto es también considerada como no existente y se combina con la interacción RTP<sub>ijk</sub> y se le denomina error subparcela.

TP<sub>jk</sub> = Representa la interacción del i-ésimo tratamiento con el k-ésimo producto.

RTP<sub>ijk</sub> = Error sub-parcela

En el CUADRO 2 se observa el Análisis de Varianza que resultó al aplicar este modelo.

#### PRUEBAS DE MEDIAS

Para la comparación estadística de medias de rendimiento, porcentaje de germinación, porcentaje de plantas enfermas, se utilizó la prueba de Duncan la cual permitió hacer las combinaciones posibles entre medias que están no necesariamente contiguas entre sí; la fórmula es la siguiente:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

T = t múltiple obtenida en las tablas de Duncan para  
= 0.05 y = 0.01

$$S_{\bar{X}} = \text{Error estandar de la media} = \frac{S^2}{n}$$

$S^2$  = Varianza del error experimental

n = Número de repeticiones

CUADRO 2 Forma general del Análisis de Varianza correspondiente al Modelo Lineal del Experimento Factorial en Parcelas divididas en bloques al azar.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculada
Bloques	n-1	$\frac{\sum X^2}{ab} k - F C$	$\frac{S.C. \text{ bloque}}{n-1}$	$\frac{C.M. \text{ Bloque}}{C.M. \text{ Error (A)}}$
Productos	a-1	$\frac{\sum X^2}{bn} i - F C$	$\frac{S.C. \text{ Producto}}{a-1}$	$\frac{C.M. \text{ Producto}}{C.M. \text{ Error (A)}}$
ERROR (A)	$(a-1)(n-1)$	$= S.C. \text{ pg} - (S.C. \text{ bloq} + C. \text{ prod})$	$\frac{S.C. \text{ error (A)}}{(a-1)}$	$\frac{(n-1)}{(n-1)}$
Parcela grande	an-1	$\frac{\sum X^2}{b} ik - F C$	$\frac{S.C. \text{ parcela G.}}{an-1}$	$\frac{C.M. \text{ Parcela G.}}{C.M. \text{ error (B)}}$
Dosis	b-1	$\frac{\sum X^2}{an} j - F C$	$\frac{S.C. \text{ dosis}}{b-1}$	$\frac{C.M. \text{ dosis}}{C.M. \text{ error (B)}}$
Interacción A X B	$(a-1)(b-1)$	$\frac{\sum X^2}{n} ij - F C$	$\frac{S.C. \text{ interacción AXB}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{C.M. \text{ interacción}}{C.M. \text{ error (B)}}$
ERROR (B)	$a(b-1)(n-1)$	$S.C. \text{ Total} = (S.C. \text{ pg} + S.C. \text{ dosis} + X.C. \text{ interacción})$	$\frac{S.C. \text{ error (B)}}{a(b-1)}$	$\frac{(n-1)}{(n-1)}$
TOTAL	abn - 1	$\sum X^2 ijk - F. C$		

## CAPITULO IV

### R E S U L T A D O S

Los análisis de varianza para cada uno de los datos obtenidos se presentan a continuación.

#### PORCIENTO DE SEMILLAS GERMINADAS

En el CUADRO 3 se observa el análisis de varianza para % de germinación de la semilla. Se puede observar que hubo diferencias significativas entre repeticiones; también se encontró que hubo diferencias altamente significativas para productos y dosis.

Por lo que el análisis revela, se pensó que todos los fungicidas empleados fueron fitotóxicos por lo que se llevaron a cabo pruebas de germinación en el laboratorio con resultados negativos.

#### PORCIENTO DE PLANTAS ENFERMAS

En el CUADRO 4 se observa el análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas enfermas, y se obtuvieron los siguientes resultados: Se observa que en la interacción producto x dosis se encontraron diferencias significativas; en las variables producto y dosis se encontraron diferencias - -

altamente significativas por lo que se deduce que existieron diferencias en efectividad en los productos empleados con sus respectivas dosis.

CUADRO 3 Análisis de Varianza para la variable porcentaje de semillas Germinadas. Zapopan, Jal., 1982

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F <sub>T</sub>	
					0.05	0.01
Repetición	2	416.89	208.45	4.81*	3.89	6.93
Producto	6	1847.34	307.89	7.11**	3.00	4.82
Error A	12	519.99	43.34			
Dosis	2	294.89	147.45	6.72**	3.34	5.45
Producto x dosis	12	431.33	35.95	1.64	2.12	2.90 NS
Error B	28	614.45	21.95			
Total	62	4 124.89				

\* Significativo al 5% de probabilidad

\*\* Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No Significativo

C.V. 7.0%

CUADRO 4 Análisis de Varianza para la Variable por Ciento de Plantas Enfermas. Zapopan, Jal., 1982.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.		
					0.05	0.01	
Repetición	2	212.36	106.18	2.71	3.89	6.93	NS
Producto	6	3 801.13	633.52	16.19**	3.0	4.82	
Error A		459.44	39.12				
Dosis	2	336.60	168.30	12.18**	3.34	5.45	
Producto x Dosis	12	475.26	39.61	2.87*	2.12	2.90	
Error B	28	387.0	13.82				
Total	62	5 681.79					

\*\* Altamente significativo al 1% de probabilidad

\* Significativo al 5% de probabilidad

NS No Significativo

C.V. 16.08%

## RENDIMIENTO

En el CUADRO 5 se observa el análisis de varianza para la variable Rendimiento, donde se detectaron diferencias altamente significativas para la variable Productos y Diferencias significativas para Repeticiones.

## ANALISIS ECONOMICO

Para el análisis económico se utilizó el precio del mejor producto (Tilt \$ 1800.00 litro en noviembre de 1982) a la mejor dosis. Para sembrar una hectárea se usan 20 kilos de semilla, para tratar esos 20 kg. con la mejor dosis (5 ml/kg de semilla) del fungicida, se necesitan 100 ml., lo que representa un costo de \$ 180.00. Si se compara el rendimiento del testigo que fué de 5 767.00 kg/ha., contra el rendimiento obtenido con el mejor tratamiento que fue de 9621.17 kg/ha., se observa un incremento en el rendimiento de 3854.17 kg/ha. tomando en cuenta un precio de garantía para el maíz de \$ 10,200.00 pesos la tonelada, se observa una ganancia de \$ 39,312.53, lo cual justifica ampliamente el tratamiento químico a la semilla para el control del carbón de la espiga.



CUADRO 5 Análisis de Varianza para la variable Rendimiento de Grano al 12% de Humedad - en Kg/ha. Ajustado por Plantas Cosechadas. Zapopan, Jal., 1982. Humedad Residual.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	7 207 430.38	3 603 715.19	4.31*	3.88	6.93
Producto	6	52 608 767.08	8 768 127.85	10.48**	3.00	4.82
Error A	12	10 030 803.81	835 900.32			
Dosis	2	3 554.557.17	1 777 278.58	2.85	3.34	5.45 NS
Producto x Dosis	12	12 090 219.92	1 007 518.33	1.62	2.12	2.90 NS
Error B	28	17 413 397.58	621 907.06			
Total	62	102 905 175.94				

\*\* Altamente significativo al 1% de probabilidad

\* Significativo al 5% de probabilidad

NS No Significativo

C.V. 10.37%

## TECNICA DE INOCULACION

La técnica de inoculación utilizada resultó barata y efectiva, pues se logró incrementar la incidencia de carbón de la espiga de un 21.64% que se obtuvo en el testigo sin - - inocular, hasta un 37.98% que presentó el testigo inoculado.

## COMPARACION DE MEDIAS

En el CUADRO 6 se observan los promedios de rendimiento por producto en el cual se deduce que los primeros 4 productos son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05%.

La prueba de Duncan para medias de rendimiento de la interacción se observa en el CUADRO 7 en el cual podemos observar que los primeros nueve productos son iguales estadísticamente y el porcentaje de plantas enfermas para productos y dosis con la transformación a grados Bliss se presenta en el CUADRO 8.

## DATOS CLIMATICOS

En las gráficas números 1 y 2 del apéndice se observan la temperatura ambiente y precipitaciones presentadas durante todo el ciclo del cultivo.

CUADRO 6 Prueba de Duncan de los promedios de Rendimiento por producto.

PRODUCTO	RENDIMIENTO PROMEDIO Kg/ha.
Tilt	8 685.89
Benlate	8 253.80
Vitavax	8 118.20
Baytan	8 056.41
Tecto	7 490.75
Bayleton	7 290.91
Testigo	5 767.00

D.M.S. .05 = 939.14 kg/ha.

Productos unidos con la línea no difieren estadísticamente de acuerdo a Duncan al 0.05 de probabilidad.

CUADRO 7 Prueba de Duncan para medias de Rendimiento de la -  
interacción.

PRODUCTO	DOSIS	RENDIMIENTO PROMEDIO kg/ha.
Tilt	3	9 621.17
Baytan	3	9 144.10
Benlate	2	8 572.50
Baytan	2	8 330.99
Vitavax	3	8 258.43
Benlate	3	8 236.50
Tilt	2	8 231.14
Tilt	1	8 205.40
Vitavax	2	8 138.06
Vitavax	1	7 958.14
Benlate	1	7 952.39
Tecto	2	7 799.63
Bayleton	2	7 478.22
Baytan	1	7 361.14
Bayleton	3	7 201.73
Tecto	3	7 200.81
Bayleton	1	7 192.78
Tecto	1	6 138.47
Testigo		5 767.00

Promedio General = 7 602.65 Kg/Ha.

D.M.S. .05 = 1 428.10 Kg/Ha.

C.V. = 10.37%

Productos unidos con la línea no difieren estadísticamente de acuerdo a Duncan al 0.05 de probabilidad.

CUADRO 8 Porcentaje de Plantas Enfermas para Productos y Dosis Transformados a Grados Bliss.

PRODUCTO	DOSIS	% DE PLANTAS ENFERMAS
Bayleton	1	24.89
	2	19.87
	3	15.80
	$\bar{X}$	20.19
Vitavax	1	21.05
	2	16.39
	3	15.86
	$\bar{X}$	17.77
Tilt	1	17.63
	2	12.41
	3	14.29
	$\bar{X}$	14.78
Benlate	1	18.53
	2	20.98
	3	17.64
	$\bar{X}$	19.05
Tecto	1	34.67
	2	28.61
	3	30.97
	$\bar{X}$	31.41
Baytan	1	30.52
	2	16.76
	3	13.30
	$\bar{X}$	29.19
Testigo	$\bar{X}$	37.98

## CAPITULO V

### D I S C U S I O N



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Al observar los resultados del análisis de varianza - para % de semillas germinadas en el campo y las pruebas de - germinación realizadas en el laboratorio, se puede afirmar - que no se encontraron efectos fitotóxicos con la aplicación - de los productos como se observa en el CUADRO 9 del apéndice; únicamente se observaron quemaduras en el borde de las horas en los tratamientos con Vitavax y en sus dosis más altas, - aunque las plantas se recuperaron rápidamente.

Lo anterior apoya la posibilidad de que la baja germinación observada fue debido a la heterogeneidad del suelo sobre sus niveles de humedad.

Los porcentajes más bajos de plantas enfermas se lograron con el producto Tilt a las dosis 2 y 3 correspondientes a 2.5 y 5.0 ml/kg de semilla, así como el Baytan y Vitavax en su dosis 3 correspondiente a 5.0 y 13. ml/kg. de semilla. Estos resultados concuerdan con lo reportado en otros países que se puede tener buen control químico del carbón de la espiga del maíz.

Stienstra, W.C. et al (31) reportaron buen control -

del carbón de la espiga del maíz con los productos Baytan - - Tilt. Se hicieron tratamientos a la semilla, al surco y al - follaje en parcelas con suelo inoculado artificialmente.

Anónimo (1) reportó resultados positivos con el pro- ducto Baytan para controlar el carbón de la espiga del maíz. En este reporte señala que los porcentajes de plantas infecta- das fueron de 17.0 a 0.0% mientras el testigo tuvo un 28.3%.

Con respecto al rendimiento de grano, los mejores pro- ductos fueron Tilt, Benlate, Vitavax y Baytan, como era de es- perarse puesto que el efecto del carbón (en % de plantas en- -fermas) está directamente correlacionado con bajas drásticas en el rendimiento. El Benlate no se debe tomar muy en cuenta. En lo referente al % de plantas enfermas, por los problemas - que ha tenido con gran cantidad de patógenos que han desarro- llado resistencia a este producto, y otras evidencias indican que parece ser mutagénico y acelera la aparición de razas pa- togénicas resistentes a este producto.

Con respecto al Vitavax (Carboxina) se usa generalmen- te como tratamiento a la semilla y es efectivo contra varios carbones de los cereales; por lo tanto los resultados obteni- dos con este producto confirman su efectividad tal y como se reportan en los trabajos (2).



Al comparar los promedios de rendimiento de la interacción producto x dosis, el mejor producto fue Tilt en sus 3 dosis, seguido de Baytan, Benlate y Vitavax.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- La técnica de inoculación utilizada es efectiva para incrementar la incidencia de carbón de la espiga del maíz y resulta muy barata.
- 2.- Los productos que dieron los mejores resultados son Tilt a la dosis de 5 ml/Kg. de semilla y Baytan a la dosis de 5 ml/Kg. de semilla.
- 3.- El análisis económico reveló que el Tilt es un producto barato que proporcionó incrementos en rendimiento del orden de 3.8 Ton/ha. lo que constituye una ganancia neta para el productor de \$ 39 312.53
- 4.- El tratamiento de fungicida a la semilla es efectivo usando variedades susceptibles pero rendidoras.
- 5.- El costo del tratamiento puede ser absorbido por las compañías productoras de semillas.

## CAPITULO VII

### B I B L I O G R A F I A

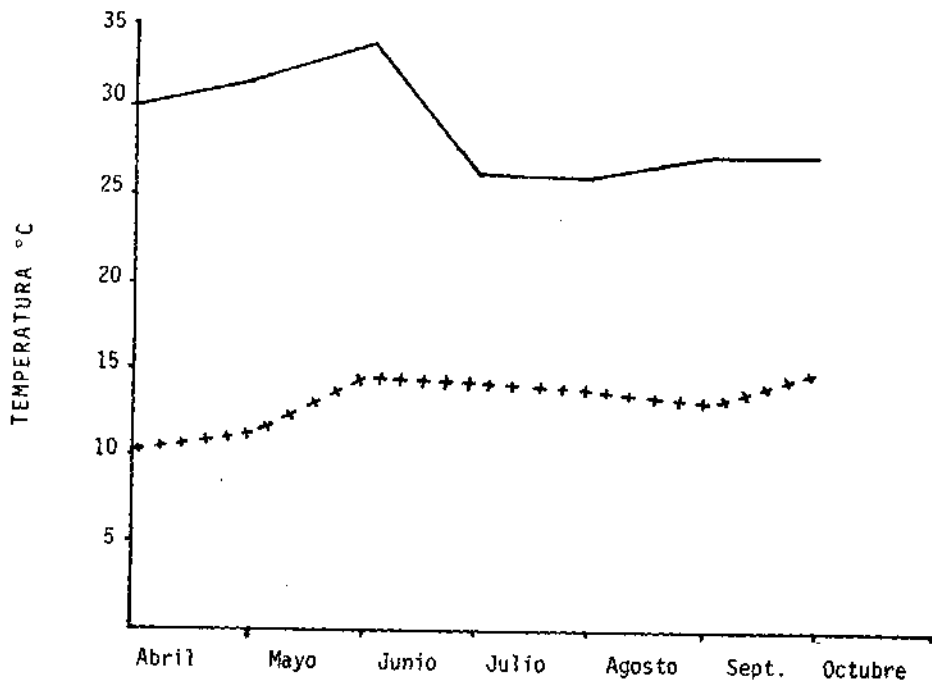
- 1.- Anónimo. 1980. Reporte del Summer grain Center of Department of Agricultural Technical Services de Sudamérica para la Compañía Bayer.
- 2.- Baucer, Ma. de Lourdes de la I. de 1979. Principios de Fitopatología. Apuntes del Centro de Fitopatología C.P. Chapingo, México.
- 3.- Bressman E.,N. and H.P. Barss. 1933. Experiments with -- heard Smut of Corn in Western Oregon, Phytopathology 23: 396-403.
- 4.- Cesar L., L. Covarrubias C., R. y Niderhauser. 1959. Síntomas del Carbón y Descripción del Patógeno O.E.E. SAG. Agricultura Técnica en México No. 8.
- 5.- Dana B., F. and G.L. Zunder, 1920: A New Corn Smut in Washington. Phytopathology 10:328 - 330.
- 6.- Fenwick H., S. and W.R. Simpson. 1967. Suppression of Corn Head Smut by in-furrow application of pentachloro nitrobenzene. Plant Dis. Repr. 51: 626 - 628.

- 7.- Foster J., H. 1979. Study of the Etiology and Inheritance of resistance to maize head Smut (Sphacelotheca reiliana) (Kuhn).- Clint. M. S. Thesis, Texas, A & M University 56 p.
- 8.- Frederiksen R., A. R.W. Berry, and J.H. Foster. 1976. - - Head Smut of maize in Texas. Plant Dis. Repr. 60: 610-611.
- 9.- Frederiksen R., A. 1977. Head Smuts of Corn and Sorghum. In "Proceedings of the 32nd Annual Corn and - - Sorghum Research Confence. Chicago, 111. 6-8 - Dec. 1977. Wilkinson Publishers, Washington, - D.C.
- 10.- Fuentes F., S. 1962. Estudio sobre algunos métodos de prevención contra (Sphacelotheca reiliana) (Kuhn) - Clint. del Maíz en la zona del Bajío. México - (Ustilaginales, Ustilaginaceae). Tesis de Biología, Instituto Politécnico Nacional, 62 p.
- 11.- Halisky P., M. and L. J. Peterson. 1961. Pathogenicity - and Systemic development of (Sphacelotheca reiliana) in Sourghum Species Phytopathology 51: 65. - (Abstr).

- 12.- Halisky P., M. 1962. Prevalence and pathogenicity of *Sphaerellotheca reiliana* Causing head Smut onfield - -  
Corn in California. *Phytopathology*, 52: 199-202.
- 13.- Halisky P., M. 1963. Head Smut of Sorghum, Sudangrass, -  
and Corn caused by (*Sphaerellotheca reiliana*) - -  
(Kuhn) Clint. *Hilgardia* 34: 287 - 304.
- 14.- Hoffmann J., A: 1971. Control of common and dwarf bunt of  
wheat by seed treatment with Thiabendazole. - -  
*Phytopathology* 61: 1071 - 1074.
- 15.- Hoffmann H., A. and J.T. Waldher. 1981. Chemical Seed - -  
Treatments for Controlling Seedborne and Soil--  
borne Common Bunt of Wheat. *Plant Disease* 65: -  
256-259.
- 16.- Jacks, H. and J. Graham. 1955. Control of Head Smut of -  
Maize. *New Zealand J. of Sci. and Tech.* 37: 141  
-145.
- 17.- Kispatic, J. and V. Lasin. 1951. Head Smut of maize. *Rev.*  
*Appl. Mycol.* 33: 291 - 292.
- 18.- Koepsell P., A. and J. R. Baggett 1980. Chemical Control of  
Corn Head Smut on Corn. *Fungicide and Nematicide*  
*Tests* 36:

- 19.- Ledesma M., J. 1981. "Enfermedades que afectan a los principales cultivos agrícolas en el área de influencia del Campo Agrícola Auxiliar Valle de Zapopan", Informe Anual INIA, CIAB, CAEAJAL.
- 20.- Martínez R., J. L. 1982. Condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del carbón de la espiga del maíz en el Valle de Zapopan, Jalisco, Informe Anual INIA, CIAB, CAEAJAL.
- 21.- MacKie W., W. 1920. Head Smut in Sorghum and Maize, *Phytopathology* 10: 307 - 308.
- 22.- Mankin C., J. 1953. Studies in the biology of (Sphacelotheca reiliana) causing head smut on corn. PH. D. - Diss., Wash. State Coll. 65 p.p.
- 23.- Muller A., S. 1949. Corn Diseases in Guatemala. Res. Bull. Iowa. Agric. Exp. Sta., 371: 597 - 602.
- 24.- National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1975. Plant Studies in the people's Republic of China: A - - trip report of the American Plant Studies delegation. 229 pp.
- 25.- Norton H., B. S. 1895. Ustilago reiliana on corn. *Bot. Gaz.* 20: 463.

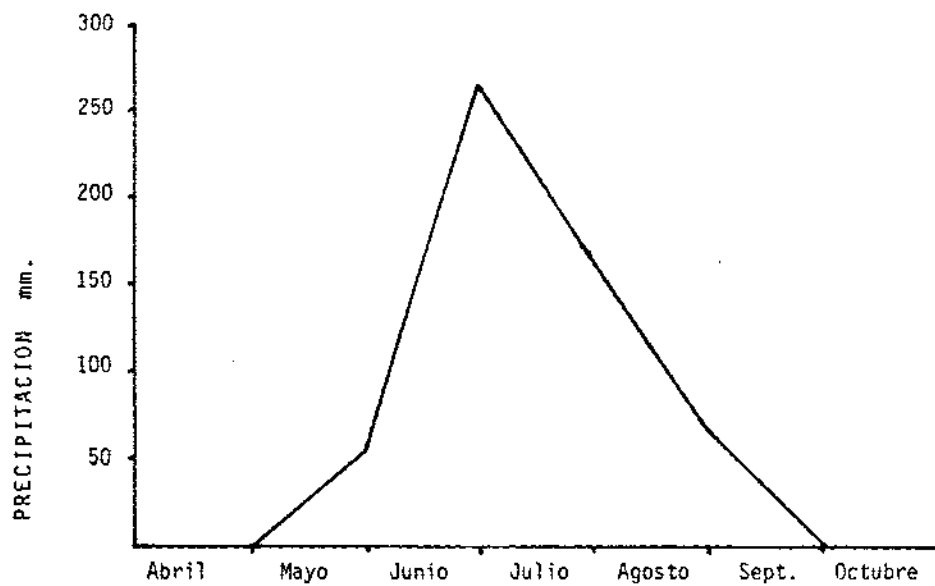
- 26.- Nuñez, R. et al. 1959. La fertilización y densidad de población influyen en el ataque del carbón. Of. - de Est. Esp. SAG Agricultura Técnica en México No. 8.
- 27.- Parker C., S. 1921. Head Smut of Corn in Washington. Phytopathology 11: 515.
- 28.- Potter A., A. 1914. Head Smut of Sorghum and Maize J. -- Agric. Res. 2: 339 - 372.
- 29.- Reed G. M., M. Swabey and L. Koik. 1927, Experimental - Studies of Head Smut of Corn and Sorghum. Torrey Bot. Club bull. 54: 295 - 310.
- 30.- Simpson W., R. 1966. Head smut of corn Idaho. Plant Dis. Repr. 50 : 215 - 217.
- 31.- Stienstra W., C., Erik Stromberg, Thor Kommedhl and Carol E. Windels 1982. Fungicide suppression of corn - head smut. Abstracts 74 th. annual meeting of - the American Phytopathology.
- 32.- Tyler L., J. and C.P. Shumway. 1935. Hybridization between (Sphacelotheca reiliana) Phytopathology 60: 828 - 832.



- Temperatura máxima
- + Temperatura mínima

GRAFICA 1 Distribución de las Temperaturas Máximas y Mínimas medias en cada mes, Zapopan, Jal., 1982





GRAFICA 2 Distribución de la Precipitación Total de Cada Mes. Zapopan, Jal., 1982

CUADRO 9 Comparación de porcentajes de germinación de campo y laboratorio del producto Tilt.

PRODUCTO	% DE GERMINACION EN CAMPO	% DE GERMINACION EN LABORATORIO
Tilt	54.89	98.0
Testigo	69.11	99.0