
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL
CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA (*Sphacelotheca*
reiliana) Kuhn Clinton, DEL MAIZ EN
ZAPOPAN, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

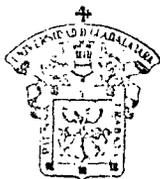
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

ANTONIO GONZALEZ MANZO

GUADALAJARA, JALISCO MARZO 1988



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Febrero 9, 1987.

C. PROFESORES

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA. DIRECTOR.

ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ. ASESOR.

ING. M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiéndolo sido aprobado el Tema de Tests:

"FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA (Sphacelotheca reiliana) kuhn, Clint DEL MAIZ EN ZAPOPAN, JAL."

presentado por el PASANTE ANTONIO GONZALEZ MANZO han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



ESCUELA DE AGRICULTURA

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Febrero 9, 1987.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante _____

ANTONIO GONZALEZ MANZO _____, titulada -

"FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL CONTROL DEL CARBON
DE LA ESPIGA (Sphacelotheca reiliana) kuhn, Clint DEL MAIZ EN
ZAPOPAN, JAL."

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ASESOR

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ.

ASESOR

M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ.

Al contestar e: o oficio sirvase citar fecha y numero

FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL CONTROL
DEL CARBON DE LA ESPIGA (*Sphacelotheca reiliana*) -
Kuhn Clinton, DEL MAIZ EN ZAPOPAN, JALISCO.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la Universidad de Guadalajara, por admitirme en su seno y haber contribuido a continuar mi formación profesional.

A la Facultad de Agricultura por haberme dado la oportunidad de realizar y concluir mis estudios profesionales.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, - - Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por darme las facilidades necesarias para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Horacio Sánchez Anguiano, por su desinteresada, valiosa y oportuna ayuda en los trabajos de campo y revisión del escrito.

Al Ing. Agr. Salvador Mena Munguía, por su acertada dirección del trabajo y enseñanzas recibidas.

Al Ing. Agr. José María Ayala Ramírez, por sus consejos y ayudas durante mi formación profesional.

Al Ing. Agr. M.C. Nicolas Solano Vázquez por su asesoría - del presente trabajo.

A todos los Ingenieros del CIFAP-JAL por su estímulo profesional y en especial a los Ingenieros, Francisco Castellanos Barba, Margarito Chuéla B., Francisco Ramírez V., Enrique Calderon Carlos M. Naranjo y M.V.Z. Laura Beatríz Saavedra López.

A mis compañeros de generación Ricardo López Martínez, Jaime López Guerrero, Heraclio Castro Carrillo, José Casillas Limón Luis Rafael Ledesma Rivera y Samuel Sahagun Garibay.

A la Sra. Rosy Enciso R., por su excelente trabajo mecánico-gráfico.

A todas aquellas personas que han contribuido de una u - - otra forma en la realización de mi formación profesional y anhelos.



DEDICATORIAS

A mis Padres:

Antonio González Flores

Ana María Manzo Chávez

Por su inmenso cariño, comprensión y lucha, a --
quienes me une un gran amor y agradecimiento sincero; a los que
en momentos difíciles me abrieron sus manos y me rebozaron de --
dicha y felicidad, A ELLOS.

A mis hermanos:

Mona

Martín

Francisco Javier

Patricia

Raúl

Ana Lilia

Con quienes he compartido momentos difíciles, --
por su apoyo firme en la realización de mis proyectos y por con-
vivir con ellos cada instante de la vida.

A mi esposa:

R. Delia.

Por darme tanta felicidad, apoyo y brindarme momentos agradables y nobles, por su sinceridad y amor que me profesas.

A todos aquellos con que me une la familiaridad y en especial a; Ma. Jesús, Consuelo, Daniel, Gilberto, Ma. del Carmen, Ma. Elena, Raúl, Javier, José, Gloria Alicia, Braiam y Teófilo.



LA AGRICULTURA
ES LA PROFESION
PROPIA DEL SABIO
LA MAS ADECUADA
AL SENCILLO Y
LA OCUPACION MAS
DIGNA PARA TODO
HOMBRE LIBRE.

Cicerón.

CONTENIDO

	página
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE	v
SUMMARY	vi
RESUMEN	viii
1 INTRODUCCION	1
2 REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Descripción de la enfermedad	5
2.2 Importancia del carbón de la espiga	6
2.2.1. Nivel Mundial	6
2.2.2. Nivel Nacional	8
2.2.3. Nivel Local	9
2.3 Taxonomía	11
2.4 Sinonimías	11
2.5 Sintomatología	12
2.6 Etiología	16
2.7 Ciclo biológico del carbón de la espiga.	16

2.8.	Penetración y desarrollo.	19
2.9.	Viabilidad.	21
2.10.	Especialización del patógeno.	21
2.11.	Métodos de control.	22
2.11.1.	Control cultural.	22
2.11.2.	Control mediante resistencia genética.	24
2.11.3.	Control químico de la enfermedad.	27
3	MATERIALES Y METODOS	37
3.1.	Ubicación del experimento.	37
3.1.1.	Localización.	37
3.1.2.	Clima.	37
3.1.3.	Suelo.	37
3.2.	Material genético.	38
3.3.	Productos químicos utilizados.	40
3.4.	Preparación del terreno.	40

3.5. Tratamiento a la semilla.	40
3.6. Diseño experimental y Tratamiento.	42
3.7. Siembra e inoculación de carbón.	42
3.8. Condición agronómica.	44
3.8.1. Fecha de siembra.	44
3.8.2. Aclareo.	44
3.8.3. 1a. Escarda.	44
3.8.4. 1a. Fertilización.	44
3.8.5. 2a. Escarda.	45
3.8.6. 2a. Fertilización.	45
3.8.7. Control de malezas.	45
3.8.8. Control de plagas.	45
3.8.9. Cosecha.	46
3.8.10. Análisis de datos.	46
4 RESULTADOS.	47
4.1 Pruebas de germinación.	47
4.2 Emergencias de plantas.	47
4.3 Porcentaje de incidencias de carbón de la espiga.	48
4.4 Rendimiento de grano.	48
4.5 Prueba de comparación de medias (Duncan) para porcentaje de incidencia.	49

página

4.6	Pruebas de comparación de medias (Duncan) para rendimiento de grano.	50
5	DISCUSION.	60
6	CONCLUSIONES.	66
7	BIBLIOGRAFIA.	68
8	APENDICE.	79

INDICE DE CUADROS

página

1.	CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DE LA LOCALIDAD DE NUEVO MEXICO, PROFUNDIDAD DE 20 cm. PV-1987.	39
2.	METODO DE APLICACION, FORMA DE ACCION, PRODUCTO, DOSIS, COMPUESTO Y TIPO DE FUNGICIDA PROBADOS PARA EL CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ, Nuevo México, Zap. Jal. PV-1987.	40
3.	DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS -- PROBADOS PARA EL CONTROL DE <i>S. reiliana</i> APLICADOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV-1987.	43
4.	ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE MAIZ, H-311 TRATADO CON FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE <i>S. reiliana</i> , Zapopan, Jal. PV-1987.	52
5.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <i>S. reiliana</i> EN EL MAIZ H-311 CON TRATAMIENTOS DE FUNGICIDAS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO, Zapopan, Jal. PV-1987.	53

6.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ H 311 TRATADO CON -- FUNGICIDAS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV.1987.	54
7.	PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS - - (Duncan) PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <i>S. reiliana</i> CON TRATAMIENTOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS. Zapopan, Jal. -- PV-1987.	55
8.	PORCENTAJE DE CONTROL DE <i>S. reiliana</i> EN TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS. Zapopan, Jal. PV-1987.	56
9.	PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS - - - (Duncan) PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ EN TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS PROBADOS CONTRA <i>S. reiliana</i> . Zapopan, Jal. PV-1987.	57
10.	EFFECTOS SOBRE LA ENERGENCIA, INCIDENCIA Y RENDIMIENTO DE CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ H-311 DE 12 FUNGICIDAS APLICADOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO, Zapopan, Jal. PV-1987.	58
11.	PORCENTAJE DE GERMINACION DE MAIZ, -- TRATADO CON FUNGICIDAS CONTRA EL CARBON DE LA ESPIGA.	59

12. EFECTIVIDAD DE LOS FUNGICIDAS CON--
TRA CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ -
H-311 EN APLICACION A LA SEMILLA, FO
LLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal.PV-1987.65

INDICE DE FIGURAS

	página
1. CICLO BIOLOGICO DE <i>Sphacelotheca reiliana</i> ADAPTADO POR MARTINEZ, 1983 y ALEXOPOULOS 1976.	18
2. PENETRACION Y DESARROLLO DE <i>Spha</i> <i>celotheca reiliana</i> AL HOSPEDERO.	20



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

INDICE DE FIGURAS DEL APRENDICE

página

1A PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ *Sphacelotheca reiliana* EN FUNGICIDAS CON TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV-1987.80

2A PORCENTAJE DE CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ EN TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV-1987.81

3A RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ EN FUNGICIDAS CON TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan Jal. PV-1987.82

4A FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ *Sphacelotheca reiliana* Khun, Clint. UBI-CACION DE PARCELIAS EN CAMPO.83



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

SUMMARY

The constant preoccupation by the harm caused by the plant diseases has given us a conclusion which is to fight against these diseases around the world. In the Republic of México in 1958 the fight started against the Head Smut *Sphacelotheca reiliana* - Kuhn, Clint of Maize, which is found in every harvest, and residual humidity. This disease has affected the plant mainly in the production of corn and the formation of healthy ones, reducing the productivity considerably.

In the Zapopan valley in the State of Jalisco the Head Smut has acquired a great importance (lately) in the last few years. That's why in the summer of 1987 experiments have been taking in order to control the head Smut *Sphacelotheca reiliana* of the residual humidity with artificially inoculated grounds.

12 fungicides were tested of action sanitation, protective and systemic which was applied to the soil, seeds and foliage. The measures for the plot were 6 meters length with 4 divisions with a separation of 0.8 meters. The hybrid utilized was H-311.

The results of the experiment permit us to decrease the incidence of the disease about 15.55 percent that presented the

witness without treatment to an 1.52, 2.10, 4.7 and 5.55 that -- had the best treatment. The products that gave the best results were TILT 250 EC in application to the seed in a 2.5 ml/kg of dosage, PCNB 75% PH in application to the soil with 10 kg/ha, BAYTAN 150 Fs in application to the seed in a 5.0 ml/kg of dosage, and RAXIL 10 Fs in application to the seed in a 5.0 ml/kg of dosage. Nevertheless the first one produced a fitotoxicity during the plant emergency in the lands, decreasing the germination in about 20.5 %. Talking about the yield the highest were PCNB 75% PH in application to the soil (10,803.5 kg/ha), VITAVAX 200 Fs in application to the seed (9,653.1 kg/ha), BAYFIDAN 250 Sc in application to the seed (9,637.9 kg/ha), and RAXIL 10 Fs in application to the seed (9,052.5 kg/ha).

In this way we can conclude that the appropriate fungicides to control Head Smut including its highest were PCNB 75% PH in application to the soil, BAYTAN 150 Fs and RAXIL 10 Fs in application to the seed, but it could decrease the incidence of Head Smut and eliminated the germination of the teliospores that stay in winter under ground, reducing the soilborne and obtain higher possibilities.

RESUMEN

La constante preocupación por el daño causado por las enfermedades de las plantas, ha dado por resultado la firme lucha contra estas en todo el mundo. En México una de las enfermedades - contra las que se ha luchado desde su aparición como problema en 1958, es el carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clinton) del maíz, que se presenta sobre todo en siembras de riego y de humedad residual y que afecta a la planta en la producción de mazorcas y en la formación de espigas sanas y viables, - reduciendo el rendimiento considerablemente. En el Valle de Zapopan en el edo. de Jalisco, es una zona donde el carbón de la espiga a adquirido importancia en los últimos años. Por esta -- causa se realizó un experimento en el ciclo Primavera-Verano - - 1987 para el control del carbón en el sistema de humedad residual en suelos inoculados artificialmente con este hongo. Se probaron 12 fungicidas de acción desinfectante, protectora y sistémica con aplicaciones al suelo, semilla y follaje, utilizandose un diseño experimental de Bloques al Azar con 4 repeticiones, donde la parcela experimental constó de 4 surcos de 6 m. de largo y -- una separación de 0.8 m. Se utilizó el híbrido H-311 (PRONASE).

Los resultados del presente trabajo nos permitieron disminuir la incidencia de la enfermedad de un 15.55% que presentó -

el testigo sin tratar a un 1.52, 2.10, 4.7, 5.55, 7.9 y 8.2 % - que tuvieron los mejores tratamientos. Los productos que mejor control ejercieron sobre la enfermedad fueron: TILT 250 EC en aplicación a la semilla en dosis de 2.5 ml/kg., PCNB 75% en aplicación al suelo en dosis de 10 kh/ha., BAYTAN 150 FS en aplicación a la semilla en dosis de 5.0 ml/kg., RAXIL 10 FS en aplicación a la semilla con dosis de 5.0 ml/kg., VITAVAX 200 FS en dosis de 6.5 ml/kg en aplicación a la semilla y BAYFIDAN 250 SC 6.5 ml/kg, en aplicación a la semilla. Sin embargo el primer producto provocó una fitotoxicidad en la semilla en el momento de la emergencia en campo, disminuyendo la germinación en un 20.5%. En lo que se refiere a los rendimientos, los más altos se lograron con PCNB 75% en aplicación al suelo seguido de VITAVAX 200 FS en aplicación a la semilla, BAYFIDAN 250 SC en tratamiento a la semilla, RAXIL 10 FS en tratamiento a la semilla y BAYTAN 150 FS 5.0 ml/kg en aplicación a la semilla.

Así podemos concluir que con los fungicidas PCNB 75% en aplicación al suelo, BAYTAN 150 FS, RAXIL 10 FS en aplicaciones a la semilla y VITAVAX 200 FS en aplicación a la semilla se puede disminuir la incidencia del carbón y obtener buenos rendimientos, eliminando la germinación de teliosporas que invernan en el suelo reduciendo la fuente de inóculo.

1. INTRODUCCION

La enfermedad fungosa llamada " Carbón de la espiga " o -- " Cuervo " es causada por el hongo *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clint y se ha convertido en una amenaza potencial para la producción de maíz debido a que no existen variedades resistentes, ya que pueden presentarse nuevas razas virulentas que ataquen a los híbridos cuando sean formados con resistencia.

El control químico no ha sido adecuado para controlar la enfermedad y la resistencia de materiales aún no ha sido satisfactoria.

El hongo ataca tanto a maíz como a sorgo, en ambos cultivos causa graves daños. y se ha presentado en los últimos años en varias regiones de México, así como en Norteamérica y otras partes del Mundo. Es común encontrar este patógeno en zonas con siembra de humedad residual y de riego y a últimas fechas se ha incrementado su preferencia en algunos estados de la República Mexicana como son: Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y Jalisco. En este último estado el carbón de la espiga ha adquirido importancia económica sobre todo en la zona maicera de Zapopan, observándose híbridos comerciales hasta con un 40% de infección y un gran número de híbridos han salido del mercado por su susceptibilidad.

El Valle de Zapopan lo integran los municipios de Zapopan, Ixtlahuacan del Rio, Cuquio, Tlajomulco, Guadalajara, Tonalá y _

Tlaquepaque, en el cual se siembran 122,567 hectáreas de temporal y 48,380 hectáreas de maíz de humedad residual, sumando un total de 170,947 hectáreas sembradas de maíz, por lo que es una de las mejores zonas maiceras del país dados sus rendimientos por hectárea.

El carbón de la espiga del maíz *Sphacelotheca reiliana* - - (Kuhn) Clint comenzo a notarse en el Valle de Zapopan desde -- 1977 en siembras de humedad residual, durante 1980 se le observó con un grado de infección del 35% en 40 hectáreas del mismo Valle, para 1981 el problema se localizó en 1800 ha. con rangos de infección del 10 al 40%. De 1982 a la fecha el problema se localiza practicamente en toda el área cultivada con maíz de humedad residual en porcentajes de infección variables que alcanzan hasta el 40% de infección.

Se ha observado que las condiciones que favorecen la infección del carbón de la espiga en el Valle de Zapopan son:

- a) Siembra de humedad residual, consideradas del 15 de abril al 15 de mayo.
- b) Presencia del inóculo en el Valle.
- c) Ausencia de control e inspección fitosanitaria.
- d) Condiciones climáticas favorables a la infección.
- e) Uso de variedades susceptibles.

En 1982 la SARH, Representación Jalisco, estableció medidas

fitosanitarias para reducir el inóculo, las cuales son: a) eliminación del mercado de variedades susceptibles (B-666, B-670, -- B-680 comercializadas por Semillas Híbridas, S.A. de C.V. y - -- H-309 comercializadas por PRONASE, b) Quema y destrucción de mazorcas y espigas infectadas antes de la cosecha. Este problema ha ocasionado que en algunas localidades del Valle de Zapopan se este sustituyendo al cultivo del maíz por otros más rentables, - como la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y el Sorgo (*Sorghum bicolor*).

Debido a la problemática suscitada a partir de 1982, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias -- (INIFAP) en el Valle de Zapopan ha enfocado sus investigaciones sobre control a los siguientes aspectos:

1) Control Químico, mediante tratamiento a la semilla, aplicaciones foliares y tratamiento químico al suelo con fungicidas sistémicos. 2) Control Cultural (Fechas de siembra con relación a la incidencia y el efecto de fertilización) y 3) La Resistencia Genética (desarrollo y formación de variedades de polinización -- libre y de híbridos resistentes a la enfermedad).

Dentro del presente trabajo se han planteado los siguientes objetivos: a) Encontrar los fungicidas y los métodos de aplicación de estos que inhiban la germinación de las teliosporas que invernan en el suelo y que causan infección en las plántulas susceptibles, para reducir al máximo la incidencia de la enfermedad b) reducir la fuente del inóculo del patógeno

Las hipótesis a confirmar son: a) los fungicidas y métodos_ a probar controlan eficazmente el Carbón de la Espiga del Maíz - en forma similar y b) existen diferencias en efectividad tanto - en fungicidas como en métodos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de la Enfermedad.

De León (12) señala que; el hongo puede causar daños económicos de importancia en algunas zonas maiceras, indica que la infección es sistémica, es decir, que el hongo penetra en estado de plántula y crece sistémica sin mostrar síntomas hasta que las plantas llegan a la floración. Los síntomas mas sobresalientes son: a) desarrollo anormal de las espigas (panojas), que aparecen malformadas y con desarrollo excesivo b) masas carbonosas de color negro, de peso muy ligero, que se logran observar al abrir las hojas que envuelven a la mazorca.

El primer signo de infección en maíz, señalado por Foster y Fredericksen (17) aparece en las inflorescencias, el carbón de la espiga causa masas carbonosas en la mazorca o en la espiga, también puede ser en ambas inflorescencias (mazorcas y espiga). En las hojas usualmente no existen síntomas, aunque indican que pequeños soros carbonosos pueden aparecer en el haz de las hojas de las plantas infectadas.

El carbón es descrito por Sarasola y Rocca (65) como una formación carbonosa sobre las inflorescencias de maíz y sorgo.

Muchas plantas infectadas, aunque no presentan carbón en la superficie, ostentan el acortamiento de los tallos, especialmente en las plantas de maíz. Debido al acortamiento de los últimos internudos, las agallas apicales aparecen rodeadas por numerosas hojas en roseta. Se producen casos en que las panojas, espigas y mazorcas están solo parcialmente transformadas en carbón.

Es importante no confundir el falso carbón de la espiga (*Ustilaginoidea virens*) con el carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*), el falso carbón de la espiga no produce malformación de la espiga, ni infección en la mazorca, como lo hace el verdadero carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*), solamente unas pocas florecillas en la espiga muestran masas verde oscuro (soros). También difiere del carbón común (*Ustilago maydis*) en que no se producen, las agallas o malformaciones. Así mismo el carbón común es parásito local, el daño en las mazorcas es parcial, quedando intactos el raquis y la mayoría de las semillas, tampoco provoca multiplicaciones en los órganos florales del maíz. Entre otras diferencias el carbón ataca las hojas y los tallos (De León (12)).

2.2 Importancia del Carbón de la Espiga.

2.2.1 Nivel Mundial

La enfermedad fué descrita por Kuhn en 1875 de un material

colectado en Egipto, desde donde se cree se ha diseminado por todo el mundo donde se cultiva maíz y sorgo.

La enfermedad fue reportada en EE.UU. por primera vez en -- 1890 en Manhattan Kansas en el cultivo del sorgo y se cree que - introducida por semilla contaminada desde Africa y Europa, Mar-- kin (43). Norton (51) la señala en maíz en 1895. Passerini (54) en 1896 la identifica en Italia, Cooke (10) en 1896 en India en_ Sorgo, Busse (8) la observó en Alemania en 1904, Horis (28) en Japón en 1907, Mc Alpine (47) en 1910 menciona al carbón en Aus- tralia, Mundy (50) Evans (14) la observan en Sudafrica en 1910- 1911, Mackie (42) en 1920 lo registra en lotes comerciales en -- Washington, Parker (53) en 1921 cita carbón de la espiga en maíz dentado en zonas cercanas a Washington, Reed *et al* (57) en 1927, en los Estados Unidos da las primeras descripciones de la enfer- medad tanto en maíz como en Sorgo, Viegas (73) en 1944 señala -- campos infectados en los estados de campinhas y minas Gerais en_ Brasil, Muller (49) en 1949 menciona al carbón en las cercanias de la Antigua Guatemala, con incidencias de 1 - 12 %, Georghia- nov y Fischer (23) en 1952 lo registran en maíz dentado en Uru- guay y Argentina, Mankin (43) en 1953 señala carbón en el sur de Washington, en México en 1959 López F. *et al* (40) señalan el car- bón como una enfermedad que ataca severamente al cultivo del - - maíz, Halisky y Smeltzer (24) en 1961 lo indican como una de las enfermedades más importantes del maíz con incidencias de hasta - el 90% en China, Simpson (66) en 1966 observó campos infectados_

en Oregon e Idaho, Tusa *et al* (72) en 1981 lo mencionan en Rumania en 1972 - 1973 con incidencias que alcanzaron 85% y pérdidas en campo del 80.4 % y por último Stromberg (71) en 1981 lo reporta en Minnesota en cuatro localidades (Tail, Stearns, Todd y Wadena).

2.2.2 Nivel Nacional

La enfermedad en México es ya conocida en algunos estados con siembras de maíz y se ha ido diseminando entre otros debido al desconocimiento de agricultores y a la falta de cuidados de dependencias oficiales.

Las primeras investigaciones sobre el carbón de la espiga del maíz en México comenzaron en 1958, López F. *et al*(41) en el verano de este año encontraron que el carbón de la espiga, atacó severamente los cultivos de maíz del Bajío, en recuentos hechos en lotes comerciales y en parcelas experimentales revelaron cifras al 30% de plantas enfermas. Fuentes (20) en 1962 menciona que se presenta en varios estados de la República y que existen ejemplares de plantas enfermas en el herbario criptogámico de la Oficina de Estudios Especiales(OEE) dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) procedente del Sur de Oaxaca. Así mismo Fuentes (20) colectó muestras en La Piedad Michoacán, Pénjamo, Corralejo, Silao, Jaral de Progreso, Cortazar, Celaya y Rincón de Romos en el Edo. de Guanajuato y en los alrededores de

la Ciudad de Querétaro. Aguirre (2) en 1978 observó carbón de la espiga en los estados de Sonora y Tamaulipas. En este último estado el carbón está adquiriendo importancia económica, observándose híbridos comerciales hasta con 25% de infección, de esta forma un gran número de híbridos han resultado susceptibles.

En informe (1982 - 86) del Campo Agrícola Auxiliar " Valle" de Zapopan" del INIA, se menciona la presencia del carbón de la espiga en los municipios de Zapopan, Cuquio, Ixtlahuacan del Rio y Tlajomulco en el Valle de Zapopan.

Castro (comunicación personal) en 1986, señala al carbón de la espiga en el estado de Hidalgo, como una de las enfermedades del maíz de importancia económica.

2.2.3 Nivel Local

En muestreos realizados en maíz de humedad residual y Temporal efectuados por Ledesma (36) en el Valle de Zapopan en 1980 - para observar el comportamiento y manifestación de las diferentes enfermedades que atacaron al maíz, señala que la enfermedad más severa que atacó al maíz fue el carbón de la espiga, esto en maíz de humedad residual (ya que en temporal posiblemente el cultivo escape al patógeno) encontrando incidencias hasta en un 36 % de plantas enfermas en lotes comerciales.

Reportes de Sanidad Vegetal de la SARH (5) señalan que el carbón de la espiga comenzó a manifestarse en los ciclos P-V 1977 y 1979 en siembras de humedad residual, en 1980 se le observó con una infección del 35% en 40 hectáreas en el Valle de Zapopan, para 1981 el problema se localizó en 1017 ha. con incidencias del 10 al 40%, de 1982 a la fecha el problema se localiza en toda el área cultivada con maíz de humedad residual con infecciones variables de hasta el 40%.

Actualmente el carbón se ha manifestado sobre la distribución e importancia en las enfermedades del maíz en Zapopan; Sánchez A.(59) en 1986 señala que el carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*) fué encontrado con daños en la región "Valle de Zapopan" en siembras de humedad residual. En dicha región de 91 lotes muestreados el 78.0 % tuvo presencia de carbón de la espiga. Las áreas que presentaron un mayor grado de ataque fueron Nextipac con promedio de 11.2 % y un rango de afectación de 1 hasta 29.5 %. El Carmen con 9.9 % y rango de 1 a 20.5 %; Cuquío con 8.1 % y 1 a 32.3 % de rango y Tesistan con 6.3 % y rango de 1 a 15.5 %. El promedio de incidencia de las parcelas afectadas en el Valle de Zapopan fué de 4.9 % con rango de 1 a 32.3 %. Las localidades menos afectadas fueron Tlajomulco, San Juan de Ocotan, Toluquilla e Ixtlahuacan del Rio. Las condiciones favorables que se encuentran en el Valle de Zapopan para el desarrollo de la enfermedad son: a) una amplia distribución de la enfermedad, b) condiciones climáticas favorables al patógeno y c) uso -

de variedades susceptibles.

2.3 Taxonomía.

La clasificación taxonómica dada por Alexopoulos (3) es la siguiente:

REINO	Vegetal
DIVISION	Eumycetes
CLASE	Basidiomycetes
SUBCLASE	Heterobasidiomycetes
ORDEN	Ustilaginales
FAMILIA	Ustilaginaceae
GENERO	<i>Sphacelotheca</i>
ESPECIE	<i>reiliana</i>

2.4 Sinonimias.

Se han indicado las siguientes sinonimias (Betancourt (7)).

<i>Sphacelotheca reiliana</i>	(Kuhn) Clint.
<i>Sorosporium reilianum</i>	(Kuhn) Mc Alpine
<i>Ustilago reiliana</i>	(Kuhn)
<i>Ustilago pulveracea</i>	Cook
<i>Ustilago reiliana</i> F. zease	(Kuhn) Pass.
<i>Cintractia sorghi</i>	(Link) Hirsh

2.5 Sintomatología

Los síntomas más sobresalientes se presentan en la floración del maíz, Fuentes (20), la señala como un patógeno sistémico es decir que sus hifas progresan a través de los haces vasculares de la planta huésped y que al alcanzar los órganos florales forman abundantes teliosporas o esporas de verano contenidas en estructuras con aspecto de agallas, estas quedan recubiertas por las brácteas florales de las espiguillas o de la mazorca y a medida que maduran, abren o rompen dichas brácteas, quedando expuestas al exterior una masa negruzca, carbonosa de teliosporas.

Fischer (16) da la siguiente descripción: las teliosporas del carbón de la espiga son oscuras de forma esférica o irregular, poseen una cubierta gruesa con delicadas equinulaciones y miden de 9 - 12 micras de diámetro, siendo un poco mayores que las del carbón común (*Ustilago maydis*). Después de un período de reposo y maduración de 3 - 4 meses a través del invierno, las teliosporas germinan en el suelo produciendo un basidio septado, con cuatro basidiosporas laterales (Fig. 1), estas basidiosporas pertenecen a 2 grupos de compatibilidad sexual que se designan como positivas o negativas. Las basidiosporas germinando dan lugar a hifas infectadas, las hifas provenientes de una sola basidiospora pueden penetrar los tejidos de la planta huésped, -



pero carecen de vigor y no progresan. En cambio existen apareamientos entre hifas de signo contrario que originan un micelio - dicariótico con suficiente vigor para penetrar y establecer la - infección. Las infecciones tempranas del hongo reducen notablemente el desarrollo de la planta huésped y las espiguillas no alcanzan a formarse y aparece en su lugar una masa negra de teliosporas. En la mazorca la sustitución de raquis y semilla por teliosporas es total. Otro de los síntomas comúnmente observados es una tendencia a la proliferación excesiva en las brácteas de las espiguillas, en este caso se produce poco o ningún carbón y las espiguillas resultantes son estériles. En la mazorca hay también tendencia a la proliferación, pero cada una de las pequeñas mazorcas formadas si contiene teliosporas. Durante la madurez y cosecha del maíz las teliosporas caen al suelo, convirtiéndose en la fuente del inóculo principal para el siguiente ciclo de siembra. El viento, el agua, los insectos, la semilla contaminada y los instrumentos de labranza son algunos de los agentes importantes de diseminación del patógeno de un mismo campo o a distancias considerables.

En pruebas llevadas a cabo por Radulescu (56) entre los años 1954 - 1959 para determinar algunos aspectos de la infección con *Sphacelotheca reiliana* concluyo: que según los datos obtenidos el estado de infección ocurre en plántulas, cuando estas tienen de 16 - 24 días de nacidas (emergencia). Las plántulas son susceptibles a la infección hasta que alcanzan la altura de 24-26 cm.

Un intenso ataque fue observado durante el primer estado de emergencia cuando las planta tuvieron una altura de 2-3 mm, durante el estado de emergencia puede ocurrir la invasión del hongo a lo largo de toda la plantula. Arriba de la profundidad de 8 cm la invasión del hongo tiene un desarrollo progresivo, mientras que abajo de esta profundidad la invasión del hongo permanece más o menos al mismo nivel.

La variación de síntomas puede ser relativa o total, dependiendo de la resistencia de los materiales, de la diferenciación meristemática del hospedero, tiempo de colonización por el patógeno, también hay que agregar la dificultad para colonizar, ya que algunos soros tiene bajos niveles de infección en las plántulas. En maíz esencialmente todos estos síntomas ocurren, pero el típico es el diagnóstico de masa carbonosa en la mazorca y espiga, Fredericksen (18).

En ensayos efectuados en China por Zhu *et al* (78) en que los daños no se basaron a los grados de resistencia a la susceptibilidad en *Sphacelotheca reiliana*, sino a los reelevantes estados de vulnerabilidad de los organos y tejidos. El cultivo más resistente tuvo un período más corto de susceptibilidad vulnerable. El *hipocotilo* y *coleoptilo* fueron los primeros organos infectados y los tejidos más jóvenes de más susceptibilidad, posiblemente relacionados con células fisiológicas maduras y a la resistencia de penetración de la hifa.

Las manchas cloróticas contenidas en el desarrollo de la hifa, citado por Matyac *et al* (46) son infectadas en plántulas -- con 4 ó 5 hojas. Los datos del análisis demuestran que los síntomas en las plántulas, son igualmente producidos en las inflorescencias y soros.

El carbón de la espiga del maíz en mazorca y espiga se desarrolla sobre un sistema de hifa intracelular con haustorio, el -- cual ocurre en tejido nodal, pero no en parenquima adyacente. -- La hifa crece abundantemente entre columnas de alta vascularización de tejidos del hospedero y son soros maduros (Matyac y Kommedahl (45).

Christensen (9) registró que la temperatura y textura del -- suelo en el tiempo de la siembra determinan la ocurrencia y severidad del carbón de la espiga en semilla de maíz, la máxima infección ocurrió en 28°C produciendo infecciones más altas que de 28-30°C. Arriba de 36°C no hubo incidencias de carbón de la espiga.

Es común que los síntomas del carbón de la espiga *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clint se confundan con el carbón común *Ustilago maydis*. López F. *et al* (40) han descrito características diferenciales entre la sintomatología de ambas enfermedades -- en la mayoría de los casos el carbón común es parásito local que

forma agallas en cualquier porción de la parte aérea de la planta huésped, solo en raras ocasiones se establece en el sistema vascular, el daño es parcial en las mazorcas, quedando intactos el raquis y la mayoría de la semillas y la formación de agallas en la espiga no es frecuente y tampoco induce proliferaciones en los órganos florales del maíz.

2.6 Etiología.

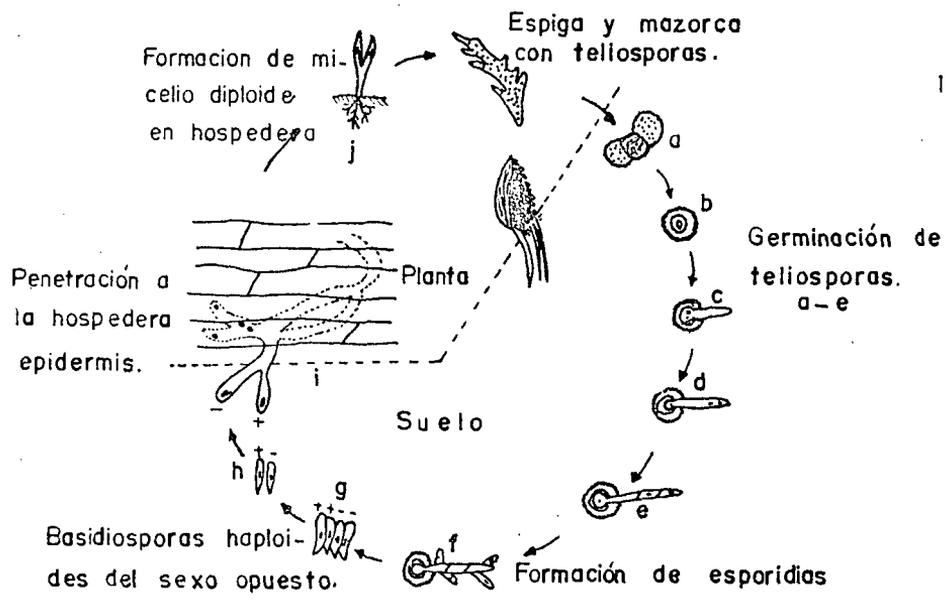
En un estudio sobre el patógeno León (39) determina que el inóculo que existe en el suelo es el origen principal de la infección. Las basidiosporas que se forman en el promicelio son uninucleadas, necesitando la fusión de 2 de ellas (positivas y negativas) para la producción de un micelio binucleado (fase dicariótica) condición para que se efectúe la penetración al hospedero. El inóculo primario es el que se produce en la mazorca enferma, el cual es diseminado por el viento, eventualmente el inóculo que resta de la cosecha anterior y permanece en el suelo es suficiente para estimular una alta incidencia de la enfermedad.

2.7 Ciclo Biológico del Carbón de la Espiga.

El ciclo biológico del hongo es descrito por Alexopoulos (3) y Wilson (76); la teliospora joven sufre cariogamia y cuando madura se transforma en una espora binucleada diploide, está espo-

ra puede germinar inmediatamente o necesitar de un período de reposo para poder hacerlo, al tiempo de germinación la pared de la espora se rompe y se abre y el promicelio sale en forma de un -- corto tubo germinal. El núcleo del cigoto pronto pasa al promi- celio, luego se forman los tabiques que separan a cada núcleo -- del vecino, de modo que el promicelio tabicado está constituido_ por células unicelulares. Cuando los núcleos se dividen por mi- tosis, uno emigra a la yema que se desarrolla lateralmente en -- cada célula promicelica, mientras que el otro permanece en la cé- lula, estas células uninucleadas son las basidiosporas. Después de la descarga de las basidiosporas, se produce la germinación - de las mismas y entonces pueden acoplarse dos basidiósporas se- cundarias, pertenecientes a cepas diferentes o bien unirse a una hifa de una basidióspora diferente. Ocurre fusión de basidióspo- ras haploides compatibles en el suelo y hay penetración subsi- - guiente de la hospedera por las hifas dicarióticas, los hausto- rios que salen de las hifas dicarióticas penetran en las células de la hospedera. Figura No. 1

En las agallas sorosas las cuales son frágiles y se rompen - con facilidad están encerradas las clamidosporas (teliosporas) que caen al suelo, las cuales después de un período de reposo, - germinan e infectan plántulas jóvenes, probablemente durante la_ elongación del hipocotilo o inmediatamente después de la emergen- cia, sugiriendo que la germinación de las semillas, estimula la_ germinación de las teliosporas, aunque esto no ha sido probado.



CICLO BIOLÓGICO DE Sphacelotheca reiliana
 ADOPTADO POR MARTINEZ J.L. 1983.

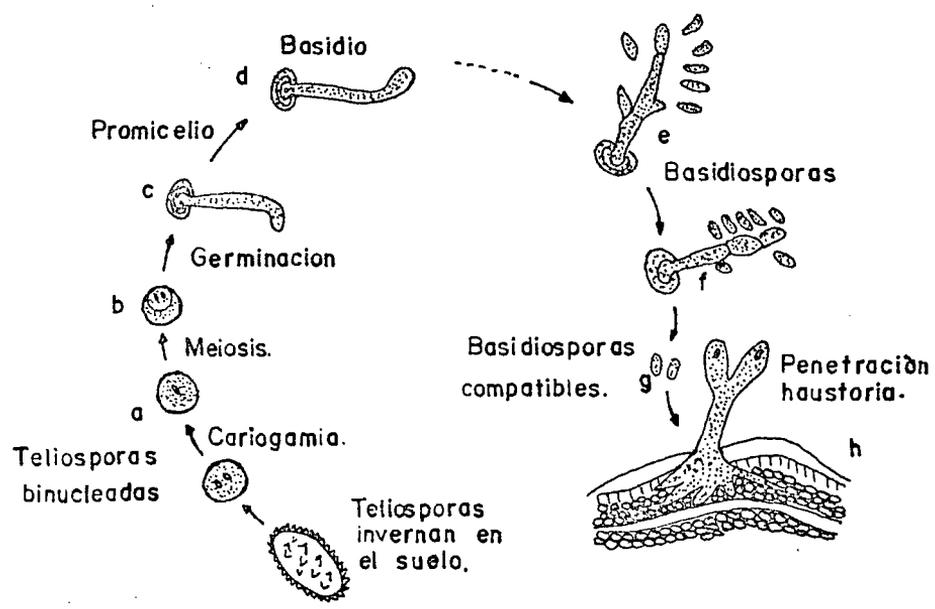


FIG. 1. CICLO BIOLÓGICO DE Sphacelotheca reiliana
 ADOPTADO POR ALEXO PAULOS 1976.

El patógeno coloniza el tejido adyacente al meristemo y avanza por el tejido meristemático, como el hospedero aprovecha la floración, el patógeno induce la formación de una agalla sorosa en lugar de una mazorca, la agalla contiene las teliosporas y en la madurez son redistribuidas en el suelo, consecuentemente estos carbonos son endémicos. Esta enfermedad no puede dispersarse de planta a planta, dentro de un mismo ciclo de cultivo, Aguirre -- (2).

2.8 Penetración y Desarrollo.

Después de la penetración, el desarrollo del hongo es intracelular, siguiendo de cerca a los tejidos del punto vegetativo y penetrando en los primordios florales, todo esto sucede durante el estado de plántula, donde el hongo es llevado por meristemos apicales de los primordios florales durante la primera etapa de infección, Walker (74).

Inmediatamente después de la excursión de las mazorcas, los hongos crecen con mucha rapidez en las partes florales en desarrollo, hasta agotar el espacio y los elementos nutritivos, luego se desarrollan los soros, durante esta última etapa de crecimiento vegetativo el hongo se convierte en esporas diploide de color oscuro, convertidas en masa dentro de una membrana que le sirve de huésped (peridio) Wall y Ross (75). Figura No. 2.

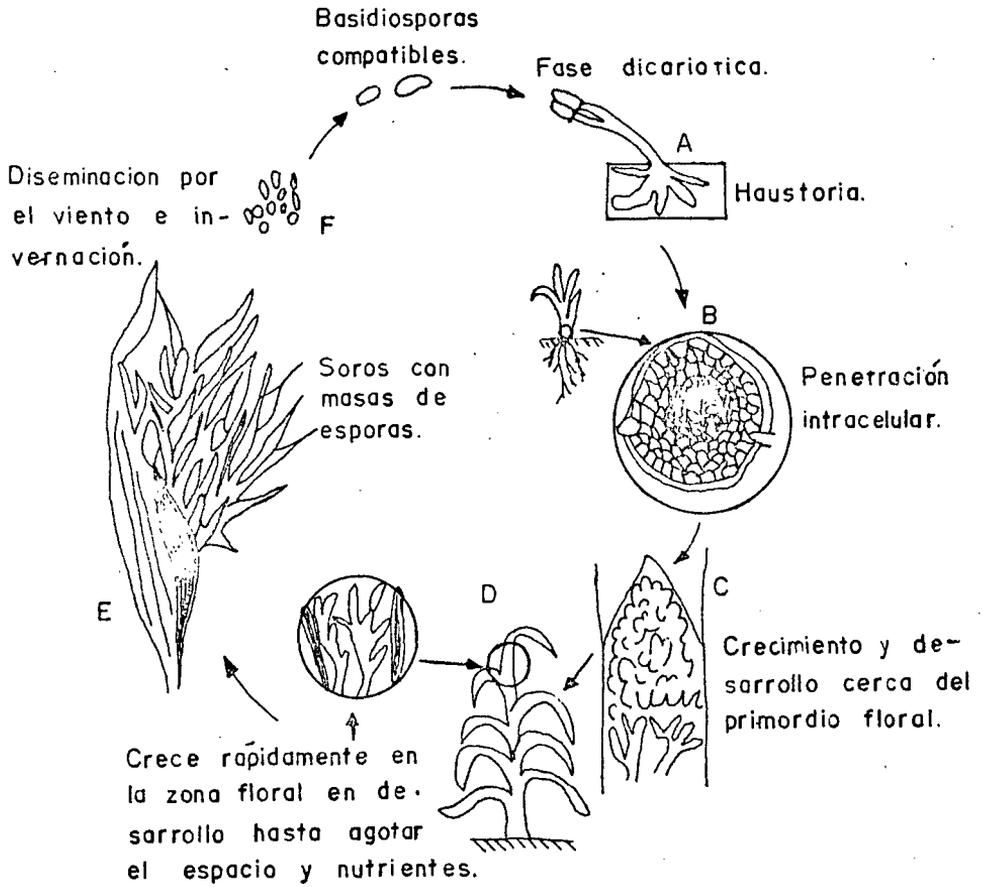


FIG. 2. PENETRACION Y DESARROLLO DE Sphacelotheca relliana AL HOSPEDERO.

2.9 Viabilidad.

El máximo período de viabilidad, señalado por Frowd (19) es de 8 años; y más reciente aún fué establecido por este que pueden sobrevivir hasta 10 años, de estos reportes es probable que las esporas del carbón de la espiga del maíz pueden ser viables por largos períodos durante los cuales pueden ocurrir esporádicas germinaciones, cuando las condiciones son favorables.

2.10 Especialización del Patógeno.

A partir de que fué identificado el carbón de la espiga, se señala Mc Clung (48) que una considerable información se ha estado obteniendo en lo que corresponde a infección y especialización. Así se señala que hay 2 tipos distintos de razas de carbón de la espiga, uno sobre maíz y otro sobre sorgo. El carbón de la espiga en maíz es específico en este cultivo al cual ataca únicamente. El otro carbón tiene un rango más amplio de ataque, ocasionando no solamente ataques en sorgo, sino también en otros cultivos.

El carbón de la espiga además de atacar a maíz, ataca a distintas especies de sorgo y algunos pastos, como son: *Sorghum cafforum* Beauv, *Sorghum halepenses* Pers., *Sorghum vulgare* Pers. -- *Sorghum caudatum*, *Andropogon arundinaceus*, *Andropogon distachyus* L. *Cleisthne sorgoide* y *Euchlaena mexicana* Schard, (Fuentes F. (20).

2.11 Métodos de Control.

2.11.1 Control Cultural.

Nuñez (52) llevó a cabo trabajos en 1959 acerca de la influencia de la fertilización y la demanda de población en el ataque del carbón, señalando que el aumento de fertilización nitrogenada tiende a disminuir el porcentaje de plantas enfermas a medida que se incrementa la densidad de población.

En parcelas experimentales sembradas durante 1960 y 1961 -- por Fuentes (20) en Villagran Gto. (Bajío) el porcentaje mayor de plantas enfermas que observó fué en las siembras efectuadas en el mes de abril, disminuyendo sensiblemente hacia las siembras de junio, el supone que este abatimiento de la incidencia se relaciona con la germinación de las teliosporas del hongo depositadas en el suelo como fuente de inóculo principal, puesto que estas teliosporas pueden germinar en el mes de abril en condiciones favorables de humedad y temperaturas.

En experimentos efectuados por Matyac y Kommedahl (44) para analizar el carbón de la espiga de maíz en relación con factores como humedad, Temperatura y Fertilidad del suelo, Profundidad de siembra y Tipo de suelo, encontró lo siguiente: la mayor canti--

dad de infección ocurrió en Temperatura del suelo entre 23-30°C. El nivel más bajo de infección ocurrió en 10°C y el más alto a los 25°C. La siembra en suelos secos con altas temperaturas tuvo más alta incidencia de carbón de la espiga que en suelos húmedos con bajas temperaturas. En cuanto al efecto del potencial osmótico en la germinación fué de 78% y el más bajo en 20%. Los efectos de la humedad del suelo en el campo indicaron que las parcelas regadas tuvieron incidencias de carbón de 22% y las parcelas con humedad baja en el suelo tuvieron 28 y 30%. En los efectos de la incidencia de la enfermedad en la fertilidad del suelo se observó que aplicaciones de Sulfato de Amonio en 120 y 140 kg/ha. resultaron con 34.4 % y 31.9 %, estas fueron las incidencias más bajas. Así mismo la aplicación de Nitrato de Calcio causó pequeños, pero no significativos incrementos. En los experimentos no hubo diferencias en la frecuencia de incidencias de al sembrarse a profundidad de 2.5 y 8.0 cms.

En experimentos llevados a cabo por Sánchez, A. (61) durante el ciclo primavera - verano de 1986 en Zapopan, Jal. utilizando tres híbridos H-311 (PRONASE), B-830 y B-810 (Semillas Híbridas, S. A. de C.V.) mediante 6 fechas de siembra (1a, 18 de abril; 2a. 2 de mayo, 3a, 16 de mayo; 4a. 30 de mayo; 5a. 12 de junio; 6a. 2 de julio) observaron una alta incidencia de carbón de la espiga en las fechas de siembra comprendidas del 18 de abril (1a. fecha) al 30 de Mayo (4a. fecha), consecuentemente

encontrando así que no se cuenta con una fecha de siembra que escape a la incidencia de carbón, ya que las siembras de maíz de humedad residual en el Valle de Zapopan deben efectuarse del 15 de abril al 15 de mayo.

Stienstra *et al* (69) señala 3 prácticas para controlar la propagación de la enfermedad siendo: 1) rotación de cultivos, 2) siembra de híbridos resistentes al carbón de la espiga del maíz y 3) limpieza de maquinaria cuando se mueva de campo a campo.

2.11.2 Control Mediante Resistencia Genética.

La sección del maíz de la oficina de Estudios Especiales, SAG* encargada del programa de mejoramiento del maíz para la región del Bajío, citado por López F., *et al* (41) se interesó en obtención de cruza o variedad que mostraron resistencia genética al patógeno como posible solución al problema. La misma sección procedió a hacer algunos conteos en siembras comerciales y experimentos para saber el porcentaje de ataque en los maíces mejorados y observaron una gran variedad de resistencia genética de los materiales.

En Estados Unidos, Halisky Smeltzer (24), en observaciones efectuadas en una parte de la Faja Maicera, registraron muy susceptibles las variedades de maíz, King Philip de brácteas delga-

* SAG. Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Pioneer 352, Pioneer 302, Kingcrost KY7A, PGA-323 y PAG-347.

Fuentes de Resistencia

Sarasola y Rocca (65) menciona que durante los últimos años debido al incremento de ataque producidos por el carbón de la espiga se multiplicaron las investigaciones relacionadas con su control con los estudios de fuentes de resistencia y con los de especialización fisiológica, confirmaron las observaciones de Reed y Swabey (Sarasola y Rocca (65)) sobre la especificidad del carbón de la espiga, ya que el carbón de la espiga del maíz ataca a maíz solamente y el carbón de la espiga en sorgo, ataca a sorgo y maíz. Así mismo, esta especie se cruza con *Sphacelotheca sorghi* | Tyler y Shumway con *Sphacelotheca cruenta* | Vahcedudin. Los cruzamientos en las primeras especies originan nuevas formas culturales y un tipo de soro que las aparta de las especies progenitoras y resultan muy semejantes a las del género *Telysposporium*.

En ensayos de material básico de maíz en razas Mexicanas -- efectuadas por Fuentes (20) en 1962 obtuvo tres grupos de resistencia contra *Sphacelotheca reiliana*, cuyos porcentajes en plantas enfermas mostraron diferencias significativas. Razas con resistencia alta (0 a 5.0 % de plantas enfermas); Dulce, Cacahuacintle, Comiteco, Cónico Norteño, Cónico Toluca, Arrocillo Amari

llo, Chalqueño y Palomero Toluqueño. Moderadamente resistentes - (5.1 a 15 %); Tablocillo, Jala Harinoso de 8, Bolita, Pepiti-lla y Celaya II. Con resistencia baja (15.1 % en adelante); Re-ventador, Nal-tel, Olotillo Blanco, Chapalote, Zapalote Grande, Tuxpeño y Zapalote Chico. También observó la relación entre la resistencia y la altura sobre el nivel del Mar. Entre los maices mejorados (híbridos, variedades sintéticas y variedades loca-les), los híbridos de la mesa central resultaron resistentes a la enfermedad, los tropicales susceptibles. De los maices reco-mendados para el Bajío, los híbridos H-220, H-230, H-309 y H-352 así como variedades locales poseen resistencia moderada, solo 2 variedades locales presentaron resistencia alta y fueron Colora-do de Apaseo y Criollo de Zapopan.

Fed"ko, Morshchatskii y Kovalev (15) seleccionaron y evalua-ron material para resistencia del carbón de la espiga en maíz en Rusia, bajo condiciones artificiales de infección, obteniendo la línea JUW-158 como resistente a *Sphacelotheca reiliana* y a *Ustilago maydis*.

Mecanismos de Resistencia.

Hay plantas que son resistentes a ciertos patógenos por va-rias razones. Aunque algunas son inmunes a un patógeno en parti-cular aún en condiciones más favorables para su desarrollo. - -

Otros muestran cierta resistencia casi en todas las condiciones ambientales y hay otras que, en realidad susceptibles a los patógenos, pero pueden parecer resistentes por las condiciones en que se desarrollan. Algunas variedades muy susceptibles muestran una resistencia aparente. Dicha variedad puede escapar a la enfermedad, debido a su rápido crecimiento o temprana madurez y una cualidad inherente que las hace resistentes durante alguna etapa de su vida (sea temprana o tardía) y que al sembrarse pueden coincidir con el período de abundancia del inóculo. Otras variedades presentan tolerancia a una enfermedad y pueden producir una buena cosecha a pesar de haber sido infectadas, ya sea por vigorosas o porque tienen una estructura rígida, incluso hay algunas que no son infectadas por tener pocos estomas, están demasiado cerradas o están obstruidos con masas de células, también por tener una cubierta cerosa. En otro caso las verdaderas variedades resistentes son aquellas en que el patógeno y el hospedero son incompatibles entre sí, o la planta hospedera puede defenderse por sí misma de los ataques del patógeno mediante muchos mecanismos de defensa, que son activados como respuesta a la infección patogénica. Si la resistencia de una planta a un patógeno es resultado de uno o varios mecanismos de defensa, dicha resistencia es específica o vertical (monogénica u oligogénica), Agrios N.G. No. 1

2.11.3 Control Químico de las Enfermedades.



Control de los Carbones en Cereales. **ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

Simpson y Fenwick (67) mencionan que Carboxin (vitavax) resultó efectivo al aplicarlo al surco para controlar el carbón de la cebada *Ustilago nuda* Jens. Así mismo indica que el carboxin es altamente tóxico a los Basidimycetes, pero inofensivo a la mayoría de los Ascomycetes, Phycomycetes y Deuteromycetes. Carboxin redujo la infección del carbón de la cebolla *Urocystis cepulae* Frost. También redujo la infección de la Roya del Cártamo - *Puccinia cartami* cda. Kisgland mencionado por Simpson y Fenwick (64) utilizó carboxin para el control del tizón de la cebada producida por *Helminthosporium gramineum* Rabh.

Al tratar la semilla con fungicida sistémico thiabendazol - 60% Hoffman (26) logró controlar el carbón del trigo *Tilletia caries*, *Tilletia foetida*, así también elimina las teliosporas presentes en el suelo.

Smeling y Kulka citado por Bauer (6) señalan el efecto sistémico de la oxantinas, y al probar el producto vitavax 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.

Hoffman y Waldher (27) durante 10 años probaron fungicidas_ contra el carbón del Trigo *Tilletia caries* y *Tilletia foetida* - para eliminar las teliosporas unidas a la semilla como las que - se encuentran en el suelo, estos investigadores señalan que los_ productos que controlan mejor el inoculo del suelo fueron carbo- xin, CGA-64251, Fenopani1, Hexaclorobenzeno, Methofuroxan Nuari- mol, Pentacloronitrobenzeno, (PCNB), Thiabenduales, Triadimefon, también menciona que CGA-64251 y Triadimefon suelen ser más po- tentes que Hexaclorobenzeno para controlar carbón de la espiga - del maíz.

Control Químico del Carbón de la Espiga.

El primer intento por controlar el carbón de la espiga data de 1914 cuando Potter (55) hizo uso del control químico con productos mercuriales y métodos térmicos con semilla de sorgo, y re- portó que los tratamientos resultaron ser inefectivos para el -- control.

En 1951 Jacks (29) efectuó tratamientos químicos al suelo y logró evitar al patógeno mediante métodos de control Físicos y - Químicos. Aplicó a la semilla vapor de agua a 65°C y efectuó -- aplicaciones de cloropicrina concentrada, de Bisulfuro de carbo- no y formol emulsificado a distintas concentraciones. Los resul

tados de campo indicaron que cloropicrina DD y los Isobromos 1 y 2 redujeron la incidencia.

Con aplicaciones de sustancias químicas y protectoras a la semilla Kispatic y Lusin (33) en 1952 obtuvieron buenos resultados utilizando fungicidas mercuriales de tipo Ceresan y Duphar.

Mankin (43) en 1953 probó para controlar el carbón de la espiga productos químicos (fungicidas) y señala que no encontró reducciones significativas en la incidencia de la enfermedad.

Jacks y Graham (30) en 1955 encontraron reducción significativa para el control del carbón de la espiga del maíz al espolvorear en la semilla mercurio orgánico (Thiram o Dichlone).

Anónimo (4) en 1980 indica que el Pentacloronitobenzeno - - (PCNB) en aplicaciones al surco, resultó ser efectivo para controlar el carbón de la espiga del maíz.

Kuhnel (35) realizó ensayos en Alemania y demostró que la aplicación de cloronitrobenzono en el suelo fué más efectivo para el control del carbón, que el tratamiento a la semilla.

En los Estados Unidos se informa de resultados señalados -- por Simpson y Fenwick (67) al tratar semilla de maíz con carbo-

xin (vitavax) para el control del carbón de la espiga, obteniendo lo siguiente; al tratar la semilla en dosis de 2.5 grm/kg. se redujo en un 59.3% la infección. Con 5.0 grm/kg. redujo la infección en un 78.4%. Así no encontraron diferencias significativas en dosis de 5 y 7.5 grm/kg. El tratamiento fue más efectivo cuando se usaron líneas de maíz que poseen alguna resistencia genética al carbón de la espiga.

Koepsell y Eagget (34) indican los resultados que obtuvieron con los fungicidas Baytan y CGA-54250 (Tilt) al probarlos contra carbón de la espiga en maíz, mediante tratamientos a la semilla en aplicaciones al surco y aplicaciones al suelo en formulaciones granulares, señalan que las aplicaciones al surco lograron un buen control con ambos productos, sin embargo se observó algo de toxicidad con dosis altas de CGA-64250 (Tilt). El Baytan aplicado a la semilla proporcionó un buen control. También dieron a conocer pruebas efectuadas con Bayleton para controlar carbón de la espiga en maíz, en este reporte señalan que el tratamiento con este producto tuvo infestaciones de plantas de 0.0 a 17.0% en tanto el testigo tuvo un 28.3 %.

Apartir de que fué reportado el carbón de la espiga en maíz en Minnesota en 1980, Stienstra *et al* (69) comenzaron a experimentar con tratamientos químicos aplicados a la semilla, en mai-

ces híbridos establecidos en suelos artificialmente infestados en 3 fechas de siembra (28 Abril; 12 y 27 de Mayo). Los maíces fueron tratados con 4 fungicidas y 3 métodos de aplicación; en tratamiento a la semilla (TS), granulado (G) con aplicaciones al surco en la superficie de la banda y como aplicación foliar (AF). Los siguientes productos eliminaron o redujeron la incidencia; Baytan (TS), CG-88531 (TS) y CG-64250 (Tilt) (G). El tratamiento químico con vitavax no redujo la incidencia del carbón de la espiga, los tratamientos experimentales con Baytan y CG-64250 (Tilt) en aplicaciones granulares al surco y en la superficie de la banda pueden ser parte del sistema de manejo del carbón de la espiga.

En el área Vacacional del Instituto Técnico de la Universidad de Minnesota (UMM), Stientra *et al* (68) llevaron a cabo estudios en 3 fechas de siembra, señalando la siguiente; Tilt aplicado a la semilla resultó efectivo y como aplicación foliar fue inefectivo. Baytan en tratamientos a la semilla redujo la incidencia en híbridos susceptibles y moderadamente susceptibles, mientras que vitavax como tratamiento a la semilla no redujo la incidencia del carbón de la espiga; así mismo señala que los tratamientos químicos no afectaron la germinación, maduración y el porcentaje de plantas.

Los mismos autores concluyen que el manejo es posible usando Tilt granulado en el surco o en aplicaciones en la superficie de la semilla, ya que está tiene más oportunidad de no ser infectada, menciona además que Baytan puede ser usado para tratamiento a la semilla, aunque esté contaminada por esporas de carbón de la espiga.

En México el control químico del carbón de la espiga se inició en 1959 mediante el uso de fungicidas, cuando López *et al* -- (40) prueba tratamientos con Tillantina o Semesan Jr., en el Bajío, señalando que Tillantina resultó ser inefectivo así como Semesan Jr., ya que los 2 productos tuvieron infestaciones de 33 - 35%.

Fuentes (20) en 1962 señala resultados negativos al tratar de controlar el carbón de la espiga con los productos fungicidas Arasan 75, Quinosan T, Granosan M, Ep 125, Rhizoctol, Dow 9 B, - Phigol XL, Panagen 15 y Tillantina, al aplicarlos en tratamientos a la semilla y en 3 fechas de siembra.

En Jalisco en el Valle de Zapopan Ledesma M (37) en 1982 -- efectuó experimentos, evaluando seis fungicidas (Tilt, Vitavax, Benlate, Baytan, Bayleton y Tecto 60) en 3 dosis (alta, normal y baja) y reporta que todos los productos (excepto Tecto 60).

a dosis Alta y Normal disminuyeron la incidencia de carbón, a un promedio de infección de 14.78% para Tilt, 17.77% para Vitavax, 19.05% para Benlate, 20.19% para Baytan y Bayleton, 31.41% para Tecto 60, el testigo presento 37.98%. Se detecto fitotoxicidad en Bayleton y Tilt sobre la germinación de la semilla.

Ledesma (38) en 1983 probó 6 fungicidas (Baytan 150 FS, -- Bayleton 25% PH, Tilt 250 EC, Sibutol Combi a dosis de 2.5, 5.0 y 7.5 ml/kg y Vitavax 200 FS a dosis de 2.5, 6.5 y 13 ml/kg. de semilla). Los resultados indicaron que los fungicidas Bayleton 25% y Tilt 250 EC redujeron la emergencia de plantas en forma -- significativa. Así mismo Baytan 150 FS, Vitavax 200 FS y Sibutol Combi a dosis (Alta) 7.5 y 13.0 ml/kg de semilla, lograron un buen control de la enfermedad, cuando el testigo presentó 48.25%

En 1984 Sánchez A. y Ledesma M. (58) probaron 3 fungicidas en 3 dosis (Vitavax 34 FS, Baytan 150 FS y Tilt 250 EC), reportando que Baytan fué el mejor producto en dosis superior a la comercial, para el control del Carbón de la Espiga del Maíz así mismo para la emergencia los fungicidas Baytan y Vitavax no afectaron la germinación de las semillas tratadas, pero Vitavax 34 FS no ofrece un buen control del carbón de la espiga. En cuanto al fungicida Tilt 250 EC funciono de excelente forma para el control del carbón de la espiga pero es descartado como posible so-

lución al problema, ya que afectó severamente la germinación de las semillas tratadas.

Sánchez L. (63) en 1984 probó Tilt, Benlate, Vitavax, Baytan, Tecto 60 y Bayleton en el Valle de Zapopan en un híbrido susceptible al carbón de la espiga (B-666) señalando que los productos que dieron los mejores resultados son Tilt a la dosis de 5 ml/kg de semilla, aunque esta dosis afectó la germinación y -- mostro efectos fitotóxicos en la semilla y Baytan a la dosis de 5 ml/kg de semilla, en cuanto al tratamiento con fungicida a la semilla es efectivo usando variedades susceptibles, pero rendido ras.

Sánchez A. (60) en 1986 en experimentos efectuados en el Valle de Zapopan con 4 fungicidas sistémicos (Baytan 150 FS, Raxil 10 FS Vitavax 34 F y Vitavax 200 FS) en 3 dosis para el control del carbón de la espiga del maíz, utilizando el híbrido B-810, señala que los tratamientos ensayados redujeron la incidencia del carbón de la espiga desde 32.1% hasta 67.2% y los rendimientos superaron al testigo en 19.2 % a 45.3 % (972 a 2288 kg/ha) así mismo las dosis más efectivas para el control del carbón de la espiga fueron las Altas y Medias, los productos que mostraron mejor control y más estabilidad en sus diferentes dosis fueron Vitavax 200 FS y Baytan 150 FS, por último los fungicidas --

probados en sus diferentes dosis no afectaron la germinación, ni mostraron efectos fitotóxicos.

3. MATERIALES Y METODOS.



3.1 Ubicación del Experimento.

3.1.1. Localización.

El experimento estuvo localizado en el ejido Nuevo México, Municipio de Zapopan, Jalisco; que se encuentra en el paralelo - 20°43' de latitud Norte y en el Meridiano 103°23' de longitud -- Oeste, con una altura promedio de 1590 MSNM. Sánchez L. (63).

3.1.2. Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación de Koppén modificado por García E. (22) el clima del Valle de Zapopan pertenece al grupo Ao (w) (e) g, que es un clima cálido, con una temperatura media anual entre 22 y 26°C y una temperatura media del mes más frío mayor de 18°C, es el más seco de los climas cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y menos del 5% de lluvia invernal, el mes más caliente (Mayo) ocurre antes del solsticio de verano. La precipitación anual promedio es de 885.6 mm.

3.1.3. Suelo

De acuerdo a la carta DETENAL el suelo predominante en el Valle de Zapopan es Regosol cútrico asociado con Ferozom háplico como suelo secundario. Un regosol se caracteriza por no presentar capas distintas, en general son claros y muy parecidos a la roca que las subyace. Frecuentemente son suelos someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está prácticamente condicionado a su profundidad y al hecho de que no presentan pedregosidad. Son de susceptibilidad variable a la erosión.

Con la finalidad de contar con un mayor conocimiento del suelo se efectuó un análisis de sus propiedades Físicas y Químicas y Fertilidad. (Cuadro No. 1)

3.2. Material Genético.

Se utilizó el híbrido H-311 de cruza doble de ciclo intermedio y alta producción, su ciclo vegetativo es de 145 días, las plantas son de porte medio de 2.70 m. de altura con hojas anchas de color verde oscuro, grano semicristalino dentado de color ambar, el totomoxtle cubre bien la mazorca, es recomendado para zonas templadas entre 1200 y 1800 MSNM. Este híbrido fué seleccionado por ser susceptible al carbón de la espiga del maíz - - (*Sphacelotheca reiliana*).

CUADRO 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DE LA LOCALIDAD DE NUEVO MEXICO, PROFUNDIDAD DE 20 cm. CICLO PV-1987.*

<u>DETERMINACION</u>		<u>NUEVO MEXICO</u>
	Materia orgánica	1.4
	PH (1 : 2)	4.60
TEXTURA	Arena (%)	57.7
	Arcilla (%)	17.3
	Limo (%)	25.0
	CLASIFICACION TEXTURAL	Fa
	CIC (me/100 g)	17.26
Cationes Intercambiables	Calcio (me/100 g)	5.0
	Magnesio (me/100 g)	4.4
	Sodio (me/100 g)	0.8931
	Potasio (me/100 g)	0.598
NUTRIENTES	Calcio (ppm)	Muy Bajo
	Potasio (ppm)	Ex - Rico
	Magnesio (ppm)	Bajo
	Manganeso (ppm)	Med - Alto
	Fósforo (ppm)	Bajo
	Nitrógeno Nítrico (ppm)	Medio
	Nitrogeno Amoniacal (ppm)	Medio
SALINIDAD Y SODICIDAD		NORMAL

* Análisis practicado al establecimiento del experimento.

3.3 Productos Químicos Utilizados.

Los fungicidas probados son de acción; Protectora, Desinfectante y Sistémica así como de formulación para tratamiento a la Semilla, Follaje y Suelo, estos y sus dosis se presentan en el cuadro No. 2.

3.4 Preparación del Terreno.

La preparación del terreno fue llevada a cabo en la forma tradicional de la región y consiste en que después de la cosecha que se realiza en Noviembre, se efectúa un paso de rastra incorporando los residuos de ésta, posteriormente se continúa la misma labor por lo general cuando aparecen algunas malezas o después de alguna lluvia, con lo que se rompe la capilaridad del suelo para evitar la evaporación del agua y al mismo tiempo 'arropar' el suelo, así se asegura buena humedad para la siembra del siguiente ciclo agrícola que por la fecha en que se efectúa la siembra se ubica entre el 15 de abril y 15 de Mayo.

3.5 Tratamiento a la Semilla

El tratamiento a la semilla se efectuó en forma manual mediante el uso de bolsas plásticas de la siguiente manera: se pe-

CUADRO 2.

METODO DE APLICACION, FORMA DE ACTUAR, PRODUCTO
 DOSIS, ORIGEN Y GRUPO PERTENECIENTE, PROBADOS
 PARA EL CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL --
 MAIZ, NUEVO MEXICO. Zapopan, Jal. PV-1987.

VARIEDAD	METODO	ACCION	N. COMERCIAL	N. COMUN	DOSIS	COMPANIA	DERIVADO DEL GRUPO.
H-311	SEMILLA	DESINFECTANTE	PCNB 75% PH	QUINTOZENO	5 gm/kg	CYDSA	CLOROBENZENO
			BUSAN 30 Fs	TCMTB	2.5 ml/kg	BUCKMAN	BENZOTIAZOL
			BUFEN 16.7 Fs	BUFEN 16.7	1.5 ml/kg	HELIOS	ACETATO DE FENIL MERCURIO
	SEMILLA	SISTEMICO	BAYTAN 150 Fs	TRADIMENOL	5.0 ml/kg	BAYER	TRIAZOL
			TILT 250 EC	PROPICONAZOLE	2.5 ml/kg	CIBA-GEYGI	PRIMIDAS
			RAXIL 10 FS	TERBUCONAZOLE	5.0 ml/kg	BAYER	AZOLICO
			VITAVAX 34 Fs	CARBOXIN	3.0 ml/kg	UNIROYAL	CARBOXIMIDAS
			VITAVAX 200 Fs	CARBOXIN + THIRAM	6.5 ml/kg	UNIROYAL	CARBOXIMIDAS
			BAYFIDAN 200 SC	TRIIDIMENOL	2.5 ml/kg	BAYER	TRIAZOL
	FOLLAJE	SISTEMICO	TILT 250 EC	PROPICONAZOLE	0.75 lt/ha	CIBA-GEIGY	PRIMIDAS
			BAYFIDAN 250 SC	TRIIDIMENOL	0.75 lt/ha	BAYER	TRIAZOL
SUELO	PROTECTOR	PCNB 75 % PH	QUINTOZENO	10 kg/ha	CYDSA	CLOROBENZENO	

saron 400 gramos de semilla y se depositaron en la bolsa de plástica, ahí mismo se le agrego la dosis de fungicida adicionada de 3 ml. de agua y se agitó por varios minutos hasta que visualmente se observará que el fungicida se había impregnado uniformemente a todas las semillas.

3.6 Diseño Experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela experimental consistió en 4 surcos de 6 mts. de largo y 0.80 m. de separación. Se utilizó una densidad de población de 50,000 plantas/ha. Los tratamientos probados fueron 13 (12 - productos/dosis + 1 testigo) dando un total de 52 unidades experimentales, (Cuadro 3),

3.7 Siembra e Inoculación de Carbón de la Espiga.

La siembra se efectuó en forma mecánica, con tractor al cual se le colocó en la parte trasera un implemento con 2 "chuzos"; uno para depositar la semilla y el otro para depositar las teliosporas del carbón de la espiga a razón de 1 gm/m lineal, -- con la finalidad de asegurar la infección.

Para el fungicida el cual se aplicó al suelo (PCNB 75% PH)



CUADRO 3. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS PARA EL CONTROL DE *S. reiliana* APLICADOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV-1987.

<u>PRODUCTO</u>	<u>DOSIS</u>	<u>METODO DE APLICACION</u>
Tratamiento		
1. Busan 30 FS	2.5 ml/kg.	a la semilla
2. PCNB 75% PH	5.0 gm/kg.	a la semilla
3. Bufen 16.7 FS	1.5 ml/kg.	a la semilla
4. Baytan 150 FS	5.0 ml/kg.	a la semilla
5. Tilt 250 EC	2.5 ml/kg.	a la semilla
6. Raxil 10 FS	5.0 ml/kg.	a la semilla
7. Vitavax 34 FS	3.0 ml/kg.	a la semilla
8. Bayfidan 250 SC	2.5 ml/kg.	a la semilla
9. Vitavax 200 FS	6.5 ml/kg.	a la semilla
10. Tilt 250 EC	0.75 lt/ha	al follaje
11. Bayfidan 250 SC	0.75 lt/ha	al follaje
12. PCNB 75% PH	10 kg/ha.	al suelo
13. TESTIGO SIN TRATAR	—	—

al tiempo de la siembra, se depositaron 1.0 gm/m lineal por medio del " chuzo "

En el fungicida para tratamiento al follaje se aplicó a la dosis de 0.75 lt/ha a los 5 días de emergencia la planta (13 Mayo) y 10 días (19 Mayo) respectivamente.

3.8 Conducción Agronómica.

3.8.1 Fecha de Siembra: Se efectuó la siembra el día 29 de --
Abril de 1987.

3.8.2 Aclareo: Se realizó el 15 de Junio en forma manual, dejando una distancia entre planta y planta de -
25 cm. estimando una población de 50,000 plantas/ha.

3.8.3 1a. Escarda: Se efectuó en forma mecánica el 25 de Junio de 1987.

3.8.4 1a. Fertilización: Se llevó a cabo el 25 de Junio de --
1987, aplicando la fórmula 100-80-00
(Urea, Superfosfato Triple).

- 3.8.5 2a. Escarda: Se efectuó en forma mecánica el día 10. -
de Julio de 1987.
- 3.8.6 2a. Fertilización: Se realizó en suelo húmedo el día 13
de Julio de 1987., aplicando la fórmula 100-00-00 (Urea).
- 3.8.7 Control de Malezas: Se llevó a cabo el día 15 de Julio
aplicando una dosis de 3 lt/ha. de
Primagram + 3 lt/ha de Gesaprim 500
FW. Esto para eliminar Zacates - -
como: Pasto Sabana (*Brachiria plan*
tágrinea), Zacate Jhonson (*Sorghum*
halepense), chayotillo (*Sicyos lan*
gínata).
- 3.8.8 Control de Plagas: El día 29 de Mayo se aplicó, Lors--
ban 480 E a dosis de 1 lt/ha para -
controlar Gusano cogollero (*Spodop*
tera frugiperda). El día 20 de --
Julio se aplicó Lorsbam 480E a dó--
sis de 1 lt/ha. para controlar Gusa
no Soldado (*Pseudaletia unipuncta*)

3.8.9 Cosecha. Se realizó en forma manual el día 12 de Noviembre de 1987, cuando se considero que las plantas tenían un grado de madurez avanzado, cosechándose los 4 surcos de 6 mts. de largo.

3.8.10 Análisis de Datos

Se estimó el porcentaje de plantas enfermas para observar la eficacia de los fungicidas, dicho porcentaje fue transformado a Grados Bliss para disminuir el error estadístico causado por las poblaciones cuyo número de individuos no es constante.

El rendimiento fue ajustado al 12% de humedad y corregido (el peso de campo) por la fórmula de Iowa, con el objeto de disminuir el error por las fallas de plantas en las parcelas.

Por último se efectuaron análisis de varianza y Pruebas de Duncan.

4 RESULTADOS

4.1 Pruebas de Germinación.

Se llevaron a cabo pruebas de germinación en el laboratorio de control de calidad de semillas, perteneciente a la planta PRONASE de Guadalajara, los ensayos presentaron buenos resultados; con un rango de germinación de 90-97% exceptuando el tratamiento con RAXIL 10 Fs ya que presentó una germinación de 81% -- (Cuadro No. 11), aunque en campo se observó una emergencia similar a la de los mejores fungicidas probados. En las observaciones de laboratorio en lo referente a vigor inicial únicamente en el tratamiento con TILT 250 EC en aplicación a la semilla, se redujo ya que se observó un menor desarrollo del hipócotilo, aumentando la longitud de la raíz, y el peso de la misma. (Cuadro 11)

4.2 Emergencia de Plantas

De acuerdo al análisis de varianza Cuadro No. 4, para el porcentaje de emergencia de plantas, entre los tratamientos a la semilla con fungicidas no hay diferencias estadísticas significativas, en tanto para los bloques se establece que si las hay, (esto por la diferencia de fertilidad y/o humedad del suelo). En lo que respecta a observaciones de campo pudo notarse que el tra

tamiento con TILT 250 EC retrasó y redujo la emergencia de las plántulas, esto se explica por el menor desarrollo del hipócotilo observado en las pruebas de germinación, lo que afecta directamente al vigor inicial. Su coeficiente de variación fué de -- 13.12%.

4.3 Porcentaje de Incidencia de Carbón de la Espiga.

El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de carbón, arrojó diferencias altamente significativas para los fungicidas probados (Cuadro No. 5), lo que demuestra la diferencia existente en la efectividad de estos. En los bloques (repeticiones) se encontraron diferencias significativas (relacionado con la humedad y fertilidad donde se localizaron los diferentes productos). Su coeficiente de variación (CV) fue de 23.0%.

4.4 Rendimiento de Grano.

En el análisis de varianza (Cuadro No. 6) para este factor, existe un coeficiente de variación de 11.86%, así mismo hay diferencias altamente significativas para fungicidas, esto relacionado con la eficiencia de algunos productos para controlar la enfermedad. Para los bloques (repeticiones) no existen diferencias significativas.

4.5 Pruebas de Comparación de Medias (Duncan) para porcentaje de Incidencia.

De acuerdo al Cuadro No. 7 correspondiente a la incidencia del Carbón de la Espiga se observa que existen 5 grupos de tratamientos estadísticos diferentes. En lo que respecta al primer grupo se encuentran los fungicidas TILT 250EC en aplicación a la semilla, PCNB 75% PH en aplicación al suelo, BAYTAN 150 Fs y Raxil 10 Fs en aplicaciones a la semilla, con incidencias de 2.52, 2.1, 4.7 y 5.55%; el primero es descartado como posible solución al problema ya que afecta la emergencia de plántulas en campo y al rendimiento, los otros tres tratamientos del primer grupo son los que representan una mejor opción, ya que no mostraron efectos fitotóxicos, ni afectan la germinación, sumado a su baja incidencia son los que resultaron con los más altos rendimientos de grano/ha. El segundo grupo lo integran PCNB 75% 10 kg/ha, BAYTAN 150 Fs 5 ml/kg; RAXIL 10 Fs 5.0 ml/kg, VITAVAX 200 Fs 6.5 ml/kg y BAYFIDAN 250 SC 2.5 ml/kg, estos presentaron en lo que se refiere a control de la enfermedad en un rango de 86.5 a 47.26% con respecto al testigo, siendo de los grupos más efectivos. El tercero lo forman BAYTAN 150 Fs 5.0 ml/kg, RAXIL 10 Fs 5.0 ml/kg, VITAVAX 200 Fs 6.5 ml/kg BAYFIDAN 250 SC 2.5 ml/kg, TILT 250 EC 0.75 lt/ha y VITAVAX 34 Fs 3.0 ml/kg con 4.7, 5.55, 7.9, 8.2, 10.4 y 10.5 % de incidencia. En el cuarto grupo estadístico se encuentran VITAVAX 200 Fs 6,5 ml/kg, BAYFIDAN 250 Sc

2.5 ml/kg, TILT 250 EC 0.75 lt/ha, VITAVAX 34 Fs 3.0 ml/kg, BUFEN 16.7 Fs 1.5 ml/kg, BAYFIDAN 250 SC 0.75 lt/ha y PCNB 75% 5 grm/kg, siendo la respuesta al control de la enfermedad baja, ya que presentaron infestaciones desde 7.9 hasta 13.92%. En el último grupo están TILT 250 EC 0.75 lt/ha, VITAVAX 34 Fs 3.0 ml/kg, BUFEN 16.7 1.5 ml/kg, BAYFIDAN 250 SC 0.75 lt/ha, PCNB 75% 5 grm/kg, BUSAN 30 Fs 2.5 ml/kg y el testigo con porcentajes de infección de 10.4 a 15.55; lo cual se consideran como los ineficaces para el control del Carbón de la Espiga.

4.6 Prueba de Comparación de Medias (Duncan) para Rendimiento de Grano.

Se realizó la prueba correspondiente (Cuadro 9) para rendimiento de grano, resultando 3 grupos estadísticos. En el primero lo componen los tratamientos con PCNB 75% 10 kg/ha, VITAVAX 200 Fs 6.5 ml/kg y BAYFIDAN 250 SC 2.5 ml/kg, siendo los que presentaron los más altos rendimientos/ha en campo. El otro lo integran VITAVAX 200 Fs 6.5 ml/kg, BAYFIDAN 250 SM 2.5 ml/kg, RAXIL 10 Fs 5.0 ml/kg, BUSAN 30 Fs 2.5 ml/kg, VITAVAX 34 Fs 3.0ml/kg, TILT 250 EC 0.75 lt/ha, BAYTAN 150 Fs 5.0 ml/kg BUFEN 16.7 1.5 ml/kg, PCNB 75% 5 grm/kg y TILT 250 EC 2.5 ml/kg, con rendimiento desde 7,942.2 hasta 9,653.1 kg/ha. El tercer grupo lo forman VITAVAX 34 Fs 3.0 ml/kg, TILT 250 EC 0.75 lt/ha, BAYTAN 150 Fs 5.0 ml/kg, BUFEN 16.7 Fs 1.5 ml/kg, TESTI-

GO, PCNB 75% PH 5 grm/kg, TILT 250 EC 2.5 ml/kg, BAYFIDAN 250 - SC 0.75 lt/ha; los tratamientos anteriores son de los más bajos en cuanto a rendimiento, inclusive los 3 últimos estuvieron abajo del testigo.

CUADRO 4 ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE MAÍZ, H-311 TRATADO CON FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *S.zeiliana*. Zapopan, Jal. PV-1987.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Fungicidas	12	12'892.31	1'074.36	1.25 NS	2.00	2.66
Bloques	3	7'693.16	2'564.39	2.99 *	2.84	4.31
Error Experimental	36	30'859.84	857.22			
T o t a l	51	51'445.31				

NS = No Significativo

* = Significativo

CV = 13.12 %

MEDIA = 223.11

CUADRO 5 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE *S. zeicola* EN EL MAIZ H-311 CON TRATAMIENTOS DE FUNGICIDAS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PY-1987.

F V	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Fungicidas	12	1'401.06	116.75	7.78 **	2.00	2.66
Bloques	3	165.44	55.14	3.67 *	2.84	4.31
Error Experimental	36	540.26	15.00			
T o t a l	51	2'106.76				

* Significativo

** Altamente Significativo

CV = 23.0 %

Media = 16.84

CUADRO 6 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ H-311
 TRATADO CON FUNGICIDAS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO.
 Zapopan, Jal. PV-1987.

F V	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Fungicidas	12	43'262.176	3'605.181.33	3.38**	2.00	2.66
Bloques	3	4'542.523	1'514.174	1.42 NS	2.84	4.32
Error Experimental	36	38'390.050	1'066.390.28			
T o t a l	51	86'194.749				

NS = No Significativo

** Altamente Significativo

CV = 11.86 %

Media = 8'700.60

CUADRO 7 PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS (DUNCAN) PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE *S. reiliana* CON TRATAMIENTOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS. Zapopan, Jal. PV-1987.

FUNGICIDAS	METODO DE APLICACION	DOSIS	PROMEDIO DEL % INCIDENCIA.	DUNCAN 0.05 *		
TILT 250 EC	Sm	2.5 ml/kg	1.52	a		
PCNB 75% PH	S1	10 kg/ha	2.1	a	b	
BAYTAN 150 FS	Sm	5.0 ml/kg	4.7	a	b	c
RAXIL 10 FS	Sm	5.0 ml/kg	5.55	a	b	c
VITAVAX 200 FS	Sm	6.5 ml/kg	7.9		b	c d
BAYFIDAN 250 SC	Sm	2.5 ml/kg	8.2		b	c d
TILT 250 EC	F11	0.75 lt/ha	10.4		c	d e
VITAVAX 34 FS	Sm	3.0 ml/kg	10.5		c	d e
BUFEN 16.7 FS	Sm	1.5 ml/kg	13.29			d e
BAYFIDAN 250 SC	F11	0.75 lt/ha	13.47			d e
PCNB 75 % PH	Sm	5 gm/kg	13.92			d e
BUSAN 30 FS	Sm	2.5 ml/kg	15.27			e
TESTIGO	—	—	15.55			e

* Fungicidas unidos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Duncan 5 % = 5.56 - 6.60

C V + 23.0 %

Promedio General = 9.41 %



CUADRO 8 PORCENTAJE DE CONTROL DE *S. reiliana* EN TRATAMIENTO LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS. Zapopan Jal. PV-1987.

FUNGICIDAS	METODO DE APLICACION	DOSIS	% DE CONTROL
TILT 250 EC	Sm	2.5 ml/kg	90.23
PCNB 75 % PH	Sl	10 kg/ha	86.5
BAYTAN 150 FS	Sm	5.0 ml/kg	69.78
RAXIL 10 FS	Sm	5.0 ml/kg	64.64
VITAVAX 200 FS	Sm	6.5 ml/kg	49.2
BAYFIDAN 250 SC	Sm	2.5 ml/kg	47.26
TILT 250 EC	F11	0.75 lt/ha	33.11
VITAVAX 34 FS	Sm	3.0 ml/kg	32.47
BUFEN 16.7 FS	Sm	1.5 ml/kg	14.53
BAYFIDAN 250 SC	F11	0.75 lt/ha	13.37
PCNB 75 % PH	Sm	5 gm/kg.	10.48
BUSAN 30 FS	Sm	2.5 ml/kg.	1.8
TESTIGO	---	-----	0.0

CUADRO 9. PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS (DUNCAN) PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ EN TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO CON FUNGICIDAS PROBADOS CONTRA *S. reiliana* Zapopan, Jal. PV-1987.

FUNGICIDAS	METODO DE APLICACION	DOSIS	REND. PROMEDIO Kg/ha.	DUNCAN 0.05*
1 PCNB 75% PH	Sl	10 kg/ha	10 803.5	a
2 VITAVAX 200 FS	Sm	6.5 ml/kg	9 653.1	a b
3 BAYFIDAN 250 SC	Sm	2.5 ml/kg	9.637.9	a b
4 RAXIL 10 FS	Sm	5.0 ml/kg	9 052.5	b
5 BUSAN 30 FS	Sm	2.5 ml/kg	8 780.8	b
6 VITAVAX 34 FS	Sm	3.0 ml/kg	8 619.8	b c
7 TILT 250 EC	F11	0.75 lt/ha	8 481.1	b c
8 BAYTAN 150 FS	Sm	5.0 ml/kg	8 461.9	b c
9 BUFEN 16.7 FS	Sm	1.5 ml/kg	8 378.2	b c
10 TESTIGO (Sin Trat.)	-	- o -	8 340.2	b c
11 PCNB 75% PH	Sm	5 gm/kg	8 011.4	b c
12 TILT 250 EC	Sm	2.5 ml/kg	7 942.2	b c
13 BAYFIDAN 250 SC	F11	0.75 lt/ha	6 945.1	c

* Fungicidas unidos con la misma letra no difieren estadísticamente.

Promedio General = 8 700.6

DUNCAN 5 % = 1.482.31 - 1 760.16

CV + 11.86

CUADRO 10 EFECTOS SOBRE LA EMERGENCIA, INCIDENCIA Y RENDIMIENTO, DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ H-311 DE 12 FUNGICIDAS APLICADOS A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV - 1987.

FUNGICIDAS	METODO DE APLICACION	DOSIS	% EMERGEN.	* % INCIDEN.	REND. kg/ha
TILT 250 EC	Sm [⊖]	2.5 ml/kg.	60.0	1.52	7 942.2
PCNB 75 % PH	S1 ^{⊖⊖}	10 kg/ha.	75.39	2.10	10 803.5
BAYTAN 150 FS	Sm	5.0 ml/kg.	63.12	4.70	8 461.9
RAXIL 10 FS	Sm	5.0 ml/kg.	75.31	5.55	9 052.5
VITAVAX 200 FS	Sm	6.5 ml/kg	73.9	7.90	9 653.1
BAYFIDAN 250 SC	Sm	2.5 ml/kg.	76.30	8.20	9 637.9
TILT 250 EC	F11 ^{⊖⊖⊖}	0.75 lt/ha.	69.10	10.40	8 481.1
VITAVAX 34 FS	Sm	3.0 ml/kg	68.20	10.50	8 619.8
BUFEN 16.7 FS	Sm	1.5 ml/kg	68.75	13.29	8 378.2
BAYFIDAN 250 SC	F11	0.75 lt/ha	69.10	13.47	6 945.1
PCNB 75 % PH	Sm	5 gm/kg.	73.90	13.92	8 011.4
BUSAN 30 FS	Sm	2.5 ml/kg	64.3	15.27	8 780.8
TESTIGO	---	---	69.10	15.55	8 340.2

* Fungicidas ordenados de acuerdo a la menor incidencia.

⊖ Tratamiento a la Semilla

⊖⊖ Tratamiento al Suelo

⊖⊖⊖ Tratamiento al Follaje

CUADRO 11.

PORCENTAJE DE GERMINACION DE MAIZ, TRATADO CON FUNGICIDAS
CONTRA EL CARBON DE LA ESPIGA. *

No. TRATAMIENTO	NOMBRE DEL TRATAMIENTO	FECHA INICIO	GERMINACION	VIGOR	FECHA DE LECTURA
1	BUSAN 30 FS 2.5 ml/kg.	19-Mayo/87	90%	B	28-Mayo/87
2	PCNB 75% PH 5 gm/kg	19-Mayo/87	91%	B	25-Mayo/87
3	BUFEN 16.7 FS 1.5 ml/kg	19-Mayo/87	97%	B	25-Mayo/87
4	VITAVAX 200 FS 6.5 ml/kg	19-Mayo/87	93%	B	25-Mayo/87
5	BAYTAN 150 FS 5.0 ml/kg	19-Mayo/87	95%	B	25-Mayo/87
6	TILT 250 EC 2.5 ml/kg	19-Mayo/87	97%	R	25-Mayo/87
7	RAXIL 10 FS 5.0 ml/kg	19-Mayo/87	81%	B	25-Mayo/87
8	VITAVAX 34 FS 3.0 ml/kg	19-Mayo/87	97%	B	25-Mayo/87
9	BAYFIDAN 250 SC 2.5 ml/kg	19-Mayo/87	96%	B	25-Mayo/87
13	TESTIGO (Sin tratar)	19-Mayo/87	95%	B	25-Mayo/87

* Pruebas realizadas en PRONASE.

5 DISCUSION

Al revisar los resultados del análisis de varianza para porcentaje de germinación en campo y las pruebas de germinación en laboratorio, se puede observar que no hubo efectos fitotóxicos con la aplicación de los productos (fungicidas), excepto con el producto TILT 250 Ec en aplicación a la semilla.

Con lo anteriormente expuesto se apoya la posibilidad de que el bajo porcentaje de emergencia de algunos tratamientos, es el resultado de la heterogeneidad del suelo.

En lo que corresponde al mejor fungicida, con una baja incidencia y un alto rendimiento en grano, fue el PCNB 75% PH en tratamiento al suelo, los mismos resultados fueron obtenidos en los trabajos de la Compañía Bayer, Anonimo (4) 1980.

Para el producto TILT 250 EC en aplicación a la semilla, redujo la incidencia de carbón, solo que se obtuvo un bajo rendimiento debido a la fitotoxicidad en el desarrollo inicial, los mismos resultados son indicados por Koepsell y Bagget (34) y Sánchez (63).

En el caso del tratamiento con BAYTAN 150 Fs se observó que

tuvo un control satisfactorio de la enfermedad y aunque no fue el tratamiento más sobresaliente se ha observado consistencia a través de los años, así Stientra *et al* (68) en trabajos llevados a cabo en Minnesota, reporta que BAYTAN 150 FS en tratamientos a la semilla, resultó efectivo; así mismo para Ledesma (37) el cual redujo la incidencia en 19%, para Sánchez y Ledesma (58) demostró buen control BAYTAN 150 FS; Sánchez A. (60) menciona buenos resultados sobre la incidencia. En el rendimiento e incidencia, el BAYTAN 150 FS, presentó un buen control, pero su rendimiento es más bajo que la de otros, esto por la falta de fertilidad del suelo.

Con respecto al VITAVAX 200 FS en tratamiento a la semilla Simpson y Fenwick (67) obtuvieron una reducción del 78.4% al aplicarlo a dosis de 5 gr/kg, lo que también fue observado en el presente trabajo a la misma dosis. Sin embargo en experimentos realizados por Stientra *et al* (68) en Minnesota el fungicida no redujo la incidencia, no así para Ledesma (37) en que el VITAVAX 200 FS redujo la incidencia en 17.77% y para Sánchez (60) encontró resultados positivos logrando un control de la enfermedad en 67.2%.

RAXIL 10 FS en tratamiento a la semilla en dosis de 5.0 ml/kg fue uno de los fungicidas que presentaron buenos resultados para el control de la incidencia (64.64% de control), resultados similares obtuvo Sánchez A. (60) con el fungicida con-

trolando la enfermedad en un 58.3% con respecto al testigo; no -
mostrando efectos fitotóxicos.

Uno de los fungicidas que no mostraron en forma significativ
va control de la enfermedad (33% de control con respecto al test
tigo) fue VITAVAX 34 Fs en tratamiento a la semilla, coincidiendo
con los resultados obtenidos por Sánchez A (60), esto posiblem
ente sea debido a la ausencia del fungicida Thiram en la formul
ación del producto (a diferencia del VITAVAX 200 Fs) .

El fungicida TILT 250 EC como aplicación foliar fue inefect
tivo para el control del Carbón de la espiga, asi también lo menu
ciona Stienstra *et al* (68). Este fungicida es utilizado generall
mente en aspersiones foliares para controlar mildius, royas y --
otras enfermedades foliares en cereales y vid. En el caso del -
Carbón de la espiga, debido a que la infección ocurre en estadou
de plántula el producto no puede ser translocado antes de que ocur
ra la infección o está ocurre antes de la emergencia.

En lo que se refiere a productos mercuriales usados para el
control del Carbón de la espiga, estos fueron probados por Jacks
y Graham (30) en 1955 en el cual encontraron reducción significav
tiva al espolvorear en la semilla mercurio orgánico (adicionado
de Thiram), lo que también fue observado con el producto VITAVAX
200 Fs (ya que su ingrediente activo lleva Thiram), más no asi -

con el producto BUSAN 30 Fs, lo primero se debe posiblemente a - que uno funcione como sistémico y el otro (segundo) como protec - tor.

El producto PCNB 75% fue probado en aplicación al suelo y a la semilla; en la aplicación al suelo se obtuvieron excelentes resultados; no así en aplicación a la semilla. Esto se debe a que se ha comprobado que la principal fuente de infección se encuentra en el suelo, por lo tanto la aplicación al suelo controla la infección que ocurre y protegido en forma significativa a la plántula, en cambio, cuando la aplicación se realiza con este producto a la semilla, la plántula es infectada, ya que no alcanza a protegerla de la infección durante el período de emergencia.

Kispatic y Lusin (33) en aplicaciones de sustancias químicas mercuriales protectoras, obtuvieron resultados positivos lo que no fue observado con el producto empleado en el presente trabajo (Bufen 16.7Fs).

En el aspecto de infestación artificial, la técnica utilizada para la presente investigación, resultó efectiva, además de práctica y de fácil manejo, ya que esta fue aceptable por haberse observado uniformidad en la distribución de la infección en todas las parcelas en estudio.

CONSIDERACIONES Y DETERMINACION DE LOS TRATAMIENTOS
MAS EFECTIVOS.

En el presente estudio se consideró con prioridad la incidencia de carbón de la espiga y rendimiento como punto de referencia para la elección de los mejores tratamientos (productos). La germinación, emergencia y vigor inicial se consideraron para determinar la posible fitotoxicidad de los fungicidas empleados. En el cuadro 12 se presentan en orden decreciente los productos según su efectividad.

CUADRO 12 EFECTIVIDAD DE LOS FUNGICIDAS CONTRA CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ H-311 EN APLICACION - A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV-1987.

FUNGICIDAS*	METODO DE APLICACION	DOSIS	% EMERGENCIA	% INCIDENCIA	RENDIMIEN. Kg/ha
PCNB 75% PH	S1	10 kg/ha	75.39	2.10	10,803.5
RAXIL 10 Fs	Sm	5.0 ml/kg	75.31	5.55	9,052.5
BAYTAN 150 Fs	Sm	5.0 ml/kg	65.12	4.70	8,461.9
VITAVAX 200 Fs	Sm	6.5 ml/kg	73.9	7.90	9,653.1
BAYFIDAN 250 SC	Sm	2.5 ml/kg	76.30	8.20	9,637.9
VITAVAX 34 Fs	Sm	3,0 ml/kg	68.20	10.50	8,619.8
TILT 250 EC	Sm	2.5 ml/kg	60.0	1.52	7,942.2
TILT 250 EC	F11	0.75 1t/ha	69.10	10.40	8,481.1
BUFEN 16.7	Sm	1.5 ml/kg	68.75	13.29	8,378.2
PCNB 75 % PH	Sm	5 grm/kg	73.90	13.92	8,011.4
BUSAN 30 Fs	Sm	2.5 ml/kg	64.3	15.27	8,780.8
BAYFIDAN 250 SC	F11	0.75 1t/ha	69.10	13.47	6,945.1
TESTIGO	—	—	69.10	15.55	8,340.2

* Fungicidas ordenados de acuerdo a su efectividad.

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se cumplieron con los objetivos e hipótesis plantados, concluyéndose lo siguiente:

- 1- Existen diferencias de efectividad tanto en fungicidas como en métodos de aplicación.
- 2- Mediante la aplicación de fungicidas se logró disminuir la incidencia de Carbón de la espiga de 15.55 % que presentó el testigo a un 1.52 , 2.1, 4.7, 5.55, 7.9 y 8.2%, que presentaron los mejores tratamientos.
- 3- Los tratamientos probados no afectaron la germinación de las semilla, ni presentaron efectos fitotóxicos, excepto con TILT 250 EC en aplicación a la semilla.
- 4- Se logró incrementar los rendimientos desde 1,298 kg/ha hasta 2,463 kg/ha con el uso de fungicidas para el control del Carbón de la espiga.
- 5- En los métodos de aplicación el más efectivo fué el tratamiento al suelo, seguido de la aplicación a la semilla.

- 6- Las aplicaciones de fungicidas sistémicos específicos dirigidos al follaje son inefectivos para controlar el Carbón de la espiga.
- 7- Los productos que mostraron menor incidencia y un rendimiento aceptable se obtienen al usar los tratamientos PCNB 75% PH 10 kg/ha, BAYTAN 150 Fs 5 lt/ton, RAXIL 10 Fs 5 lt/ton, VITAVAX 200 Fs 6.5 lt/ton. y BAYFIDAN 250 SC 2.5 lt/ton.
- 8- El tratamiento al suelo y semilla con los fungicidas se complementa y es más efectivo, utilizando variedades que poseen alguna resistencia genética a la enfermedad.
- 9- El tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos es más práctico, efectivo y económico para el control del carbón de la espiga que el tratamiento al suelo.
- 10- Al lograr disminuir la enfermedad con los tratamientos más efectivos, se reduce la fuente del inóculo, sumado a la aplicación de fungicidas al suelo, reduciendo así el patógeno existente en el mismo.
- 11- La técnica de inoculación artificial de *S. reiliana* resultó efectiva, económica y de fácil manejo.

Sugerencias:

Se sugiere dar continuidad al presente trabajo, principalmente a la aplicación de fungicidas en tratamiento al suelo, para reafirmar, si es el método más efectivo en la reducción de la enfermedad.

7 BIBLIOGRAFIA

ESCUELA DE AGRICULTORES
BIBLIOTECA

- 1 Agrios, G. N. 1985., Fitopatología; Editorial Limusa, Versión Española por Manuel Guzmán Ortíz. Primera Edición en Español México, pag. 113-114.
- 2 Aguirre R. J. 1978, Ciclo Biológico de *Sphacelotheca reiliana*. Informe Anual CAERIB, CIAGON, INIA, SARH.
- 3 Alexopoulos J., 1976., Introducción a la Micología, Edit. Universitaria de Buenos Aires, Argentina, Argentina.
- 4 Anónimo 1980. Report of Summer Grain Center of Department of Agricultural Technical Services to Sudamérica for the Bayer Company.
- 5 Anónimo 1985., Antecedentes sobre la incidencia de Carbón de la Espiga del Maíz *Sphacelotheca reiliana* en el Distrito Agropecuario y Forestal No. 1 en Zapopan, Jal. Informe Inédito SARH. Representación Jalisco.
- 6 Bauer Ma. de L. de la I., 1979. Principios de Fitopatología. Centro de Fitopatología. CP. Chapingo, México.
- 7 Betancourt V. A. 1978. Mejoramiento por Resistencia al Carbón de la Panoja *Sphacelotheca reiliana* - - (Kuhn) Clint, en *Sorghum bicolor* L. Moench. Informe Anual de Investigación. CAEAJAL, CIAB INIA, SARH. pp. 133 - 136.
- 8 Busse W. 1904. Untersuchungen uber die krankheiten der - - *Sorghum* Hirse. In Arb. K. Gsndhtsamt. Bol. - Abt. Boll. Berlin 4 pág. 319.

9. Christensen, J.J. 1926. The relation of soil temperature and Soil to moisture to the development of Head Smut of Sorghum *Phytopathology* 16: 353-357.
10. Cooke P. H. 1904. Studies of Head Smut in Indian *Phytopathology* 05: 114 - 124.
11. Dana B. F. and G.L. Zundel 1920. A New Corn Smut in Washington *Phytopathology* 10: 328 - 330.
12. De León C. 1984. Enfermedades del Maíz. Una Guía para su Identificación en el Campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 3era. Edición pág. 46, 47, 53 y 54.
13. Detenal 1980. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Carta de Suelos.
14. Evans I. B. Pole 1911. Maize Smut or " Brand " *Sorosporium relian* (Kuhn) *Mc. Alp. Inf. Agr. Jour* - Unión S. Africa volumen I No. 5 pág. 697.
15. Fed'ko IA; Morshcatskii, AA; Kovalev, AM 1982. Forms of maize useful for the ir immunity. *Seleksiya i Semenovodstvo USSR*. No. 8, 24 - 25. *Vsesoyunnyi institut kukuruzy Dnepropetrovsk, Ukrainian SSR. Maize Abstracts*. November 1985. Volume I No. 6 pág. 318.
16. Fischer G. W. 1953. *Manual of the North America Smut Fungi*, the Ronald Press co. New York 343 pp.

17. Foster J.H. and Frederiksen RA 1977. Syntoms of head Smut in Maize seedlings and evaluations of hybrids and inbreds, Texas Agricultural Experiment st. p. 1 - 2.
18. Frederiken R. A. 1977. Head Smut of Corn and Sorghum. Proceeding 32 Annual corn and Sorghum research - cong. 32. pp. 99 - 105 Chicago, Illinois.
19. Frowd J.A. 1978. A world review of sorghum Smuts proceeding of the International Workshop on Sorghum diseases. Hyderabad India. pp. 331 - 373.
20. Fuentes F. S. 1962. Estudio sobre algunos métodos de prevención contra *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clint) del maíz en la Zona Bajío, México. - (Ustilaginales, Ustilaginaceae). Tesis de Biología IPN. 62 pág.
21. García A., 1984. Patología Vegetal Práctica. Edit. Limusa, Segunda Edición México pp. 31 - 32.
22. García E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía UNAM. México.
23. Gheorghianov V., y G.J. Fischer 1952. " Smut " in Maize. Archivo Fitotécnia de Uruguay 5 : 175 Resumen.
24. Halisky PM and D. G. Smeltzer 1961. Head Smut established in California Calif. Agric. 15: 10-12.

25. _____ and L. J. Peterson 1961. Pathogenicity and systemic development of *Sphacelotheca reiliana* - Kuhn Clint in Sorghum Species Phytopathology 51: 65 (Abst.)
26. Hoffman J. A. 1971. Control common and dwarf bunt of wheat by seed treatment with thiabendazole: Phytopathology 61: 1071 - 1074.
27. _____ and J. T. Waldher 1981. Chemical seed treatment for controlling seedborne and soilborne common bunt of wheat. Plant. Disease 65: 256 259.
28. Hori Seitero 1907. Seed infection by Smut fungi in cereals Inf. Bull. Imp. Cent. Agr. Exp. St. Japan (Nishigahara, Tokio) V. I No. 2 pag. 163.
29. Jack H., 1951. Soil disinfection x Preliminary report on control of head smut *Sorosporium reilianum* -- Kuhn Mc. Alpine. of Maize (*Zea mays* L.) - New Zealand. Journal Sci. Tech. Secc. A 33: 37 - 44.
30. _____ and G.J. Graham 1955. Seed disinfection XI. Control of Head Smut (*Sorosporium reilianum*). (Kuhn) Mc. Alpine of Maize, New Zealand - - Journal Sci. Tech. Secc. A 37: 8 - 16.
31. _____ 1955. Control of Head Smut of Maize. New Zealand, Journal of Sci and Tech. 37: 141 - 145.

32. Kispatic J., 1948. *Sorosporium reilianum* Mc. Alpine Jedna nova snijet kukuruza nas *Sorosporium reilianum* Mc. Alpine, (un nuevo carbón de maíz en nuestro país) Ann Trad. Agric. Sei Belgrado 5: 90 - 101.
33. _____ and Vera Lusin 1952. Prasna anijet kukuruza - (carbón de la espiga del maíz) Zacht Bilja (Plant Prot Beograd) Belgrado 12: 18 - 29
34. Koepsell P. A. and J. R. Bagget 1980. Chemical control of Corn Head Smut on Corn Fungicide and Nematocide Tests 36: Oregon st. University.
35. Kuhnel W. 1959. Samenubertrabars Maiskrankheiten unidehre Bekämpfung (Enfermedades transmitidas por la semilla de maíz y su combate). Bachrbl dtsh. Pfl. sd. Dieust. Berlin 13: 166 - 169.
36. Ledesma, M.J. 1981. " Enfermedades que afectan a los principales cultivos Agrícolas en el área de Influencias del Campo Agrícola Auxiliar Valle de Zapopan" Informe Anual Inédito. CAEAJAL, CIAB, INIA, SARH.
37. _____ 1982. Tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos para el control del carbón de la espiga del maíz: PV-1982. Informe Anual - Inédito. CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.
38. _____ 1983. Tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos para el control de la espiga del maíz, PV-1983. Informe Anual Inédito CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.

39. León G. 1961, Estudio preliminar sobre Morfología, Fisiología y Genética de *Sphacelotheca reiliana* - (Kuhn) Clint. Tesis M.C. CP. Chapingo, México 73 páginas.
40. López F.C. Covarrubias R. y Nisderhauser 1959. Síntomas - del carbón y Descripción del Patógeno. OEE. SAG. Agricultura Técnica en México No. 8 pp. 32 - 36.
41. _____ El carbón
de la espiga del Maíz Agricultura Técnica en México 8: 11 - 13.
42. Mackie W.W. 1920. Head Smut in Sorghum and maize, Phytopathology 10: 307 - 308.
43. Mankin C. J. 1953. Studies in the Biology of (*Sphacelotheca reiliana*) causing Head Smut on Corn PH D. Diss. Washington ST. Coll. 65 pp.
44. Matyac C.A. and Kommedahl 1985. Factors affecting the Development of Head Smut caused by *Sphacelotheca reiliana* on Corn. Phytopathology 75: 577 - 581.
45. _____ 1982. Histological Development of Sori and Symptom variation of *Sphacelotheca reiliana* on *Zea mays* Phytopathology 72: - 973.

46. _____ 1985. Ocurrence of chlorotic Spots on Corn Seedling infectd with *Sphacelote ca reiliana* and their use in evaluation of - - Head Smut resistance. Maize Abstracts. November volume 1 No. 6 pág. 357.
47. Mc. Alpine Daniel 1910. The Smut of maize abd it's treatment. In. Jour Depart. Agr. Victoria v. 8 pp - 290 - 298.
48. Mc. Clung AM 1980. Inheritance of resistance to *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clint. in *Zea mays* L. MS.Thesis Texas E. University 64 p.
49. Muller, A. S. 1949. Corn diseases in Guatemala Ressearch - Boll Iowa Agric. Exp. st. 371: 597 - 602.
50. Mundy H. G. and Evans 1910. Maize Smut (Rodhesia) Dept. Agric. Boll. 46 pág. 4 SouthAfrica.
51. Northon H.B.S. 1985. *Ustilago reiliana* on corn Bot. Gaz. 20: 463.
52. Nuñez *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.
53. Parker C.S. 1921. Head Smut of corn in Washington Phytopathology II: 515.

54. Passerini Giovani 1986. *Ustilago reiliana* J. Kuhn In. Rabenhorst. G.L. fungi Europaei Exsiccati. Edit Nova. Italia No. 2096.
55. Potter, A. A. 1914. Head Smut of Sorghum and Maize J. - - - Agric. Res. 2: 339 - 372.
56. Radulescu E. 1961. Apropos de L'infection de mais par le Sorosporium Holci Sorghi (Riu) Moesz F. - - - zaeae (Pass) Savul Boll Res. Counc of Israel vol. 10 D pág. 254.
57. Reed, G.M. M Swabey amd L. Kolk 1927. Experimental Studies of head Smut of Corn and Sorghum. Torrey Bot. Club Boll. 54: 215 - 217.
58. Sánchez A. H. y Ledesma M.J. 1984. Tratamiento a la semilla con fungicida sistémico para el control del carbón de la espiga del maíz. PV-1984. Informe Inédito. CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.
59. Sánchez A.H. 1986. Incidencia, Distribución e Importancia de las enfermedades del maíz en las Regiones de Zapopan, Ameca y Sur de Jalisco (PV-1986) Informe Inédito. CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.
60. _____ 1986. Tratamiento a la semilla con Fungicidas sistémicos para el control del carbón de la espiga del Maíz (PV-1986) Informe Inédito CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.

61. _____ 1986. Incidencia del carbón de la espiga *Sphacelotheca reiliana* (Kuhn) Clinton en seis - fechas de siembra de maíz en el Valle de Zapopan (PV- 1986). Informe Inédito. CAAVAZ, -- CIAB, INIA, SARH.
62. _____ 1986. Avances en la Investigación sobre Carbón de la Espiga *Sphacelotheca reiliana* Kuhn, Clint. del Maíz en Humedad residual en el Centro de Jalisco. Informe Inédito. CAAVAZ, CIAB, INIA, SARH.
63. Sánchez L. R. 1984. Control del carbón de la Espiga *Sphacelotheca reiliana* del Maíz, mediante tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos en el Valle de Zapopan, Jal. Tesis Profesional, Universidad de Guadalajara. Facultad de Agricultura. México. 45 páginas.
64. Sánchez S. O. 1980. La Flora del Valle de México Edit. Hertero. México. pág. 37.
65. Sarasola, A. A. y Rocca, A. M. 1975. Fitopatología, Curso Moderno, Tomo II, Edit. Hemisfério Sur S.R.L. Primera Edición. pág. 66 - 67 Argentina.
66. Simpson, W. R. 1966. Head Smut of corn, Idaho Plant Disease Repr. 50: 215 - 217.
67. _____ and Fenwick H.S. 1971. Suppression of corn Head Smut with Carboxim seed treatments. - - Plant. Disease 55: 501 - 502

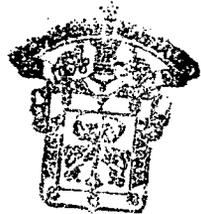
68. Stienstra W. C. Stromberg E.L. Kommedahl T. and Windels C. E. 1982. Fungicide Suppression of corn head Smut (Abst.) Phytopathology 72: 973.
69. Stienstra W. C., Kommedahl T., Matyac C. A. Windds C.E. and Gadelmann J.L. 1983. Corn Head Smut Control by Hibrid selection and Chemical Seed treatment (Abst.) Phytopathology 73: 844.
70. _____ 1985. Suppression of Corn -- head Smut with seed and soil treatment, plant Disease 69 : 301 - 302.
71. Stromberg E. L. 1981. Head Smut of maize a new Disease - in Minnesota, (Abst.) Phytopathology 71: -- 906.
72. Tusa C., Craiciu D., Doncila A., Vonica I., Buhnea Z. Olan giu M *et al* 1981. Possibilities of integrated control of *Sphacelotheca reiliana* on Maize. Probleme de protectia plantelor 9: 4 Funde- 1 lea, Calarasi Romania pp. 327 - 340.
73. Viegas, A.P. 1944. Alguns. fungos do Brasil III Ustilaginales, Bragantia, S. Paulo Brasil 4: 739-751
74. Walker, J.C. 1973. Patología Vegetal. Ediciones Omega, -- S. A. Barcelona, España.
75. Wall, J. S. and Ross, W. M. 1975. Producción y Usos del -- Sorgo, Editorial Hemisferio Sur S.R.L. pág. - 398. Argentina.

76. Wilson J. M. and Frederiksen R. A. 1970. Hystopathology of the interaction of *Sorghum bicolor* and *S. rei* liana. *Phytopathology* 60: 828 - 832.
77. Zenteno, Z., Martha *et al* 1985. Primera Lista de Hongos - de México, arreglada por huéspedes. Oficina - de Est. Esp. SAG. México Folleto Téc. 14 pág 43.
78. Zhu Y. G., Song, Z. H., Liu, Y. 1984. On the differences of susceptibles agesamong Corn varieties to -- Head Smut. *Acta Phytopathologica. Sinica Shen yang Agric. Coll. China.*



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

8. APENDICE



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

FIG. 1 A PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ *Sphacelotheca reiliana* EN FUNGICIDAS CON TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jalisco PV - 1987

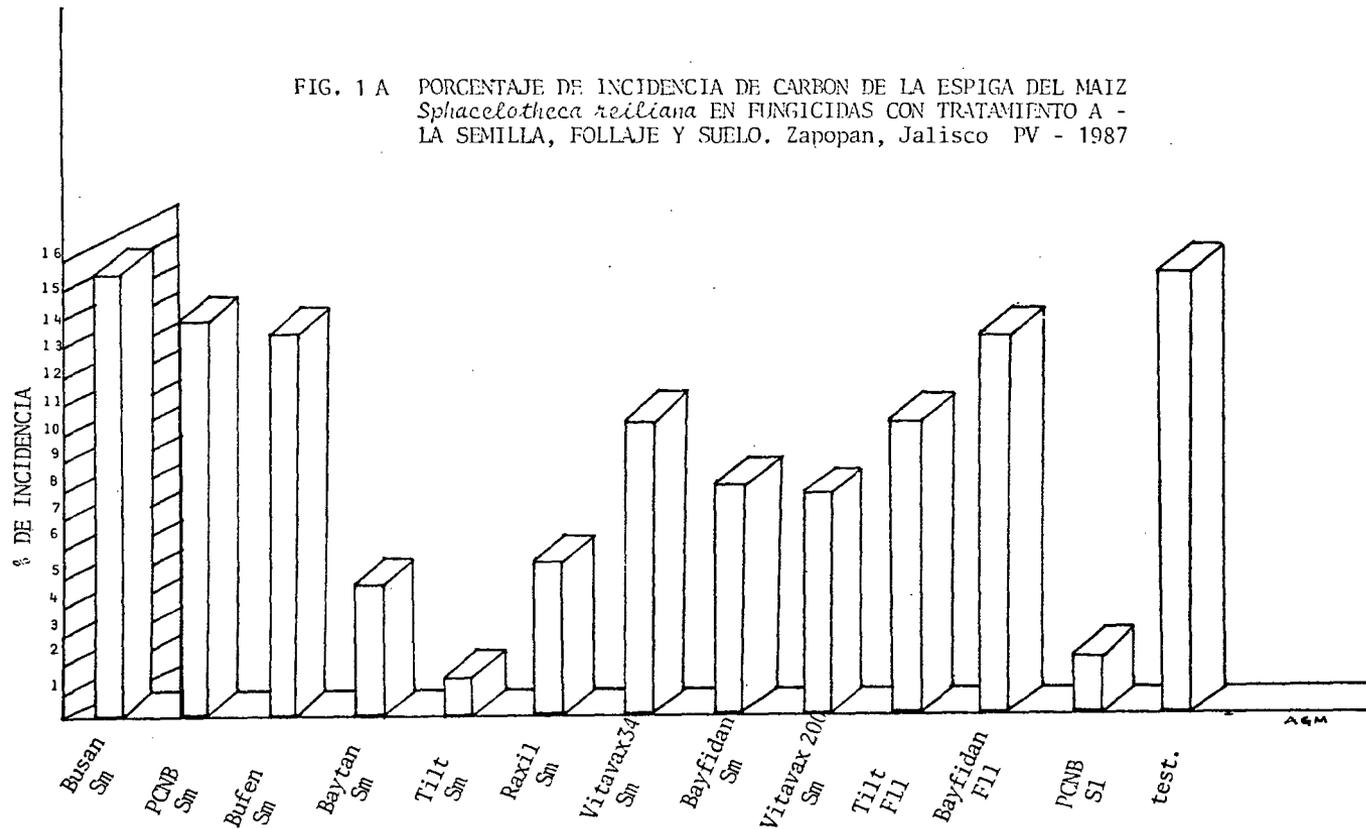


FIG. 2A PORCENTAJE DE CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ EN TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV - 1987.

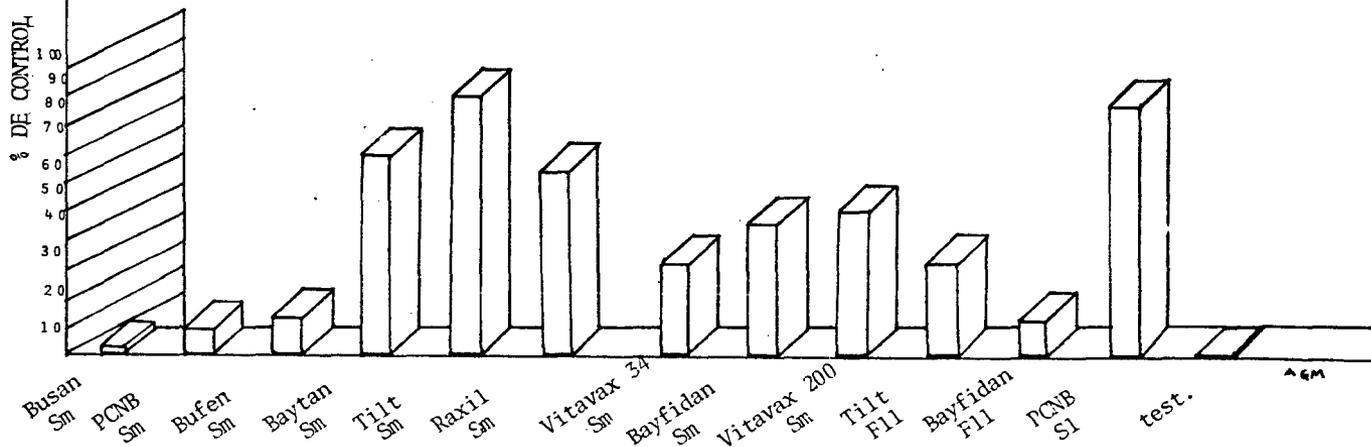


FIG. 3A RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ EN FUNGICIDAS CON TRATAMIENTO A LA SEMILLA, FOLLAJE Y SUELO. Zapopan, Jal. PV - 1987.

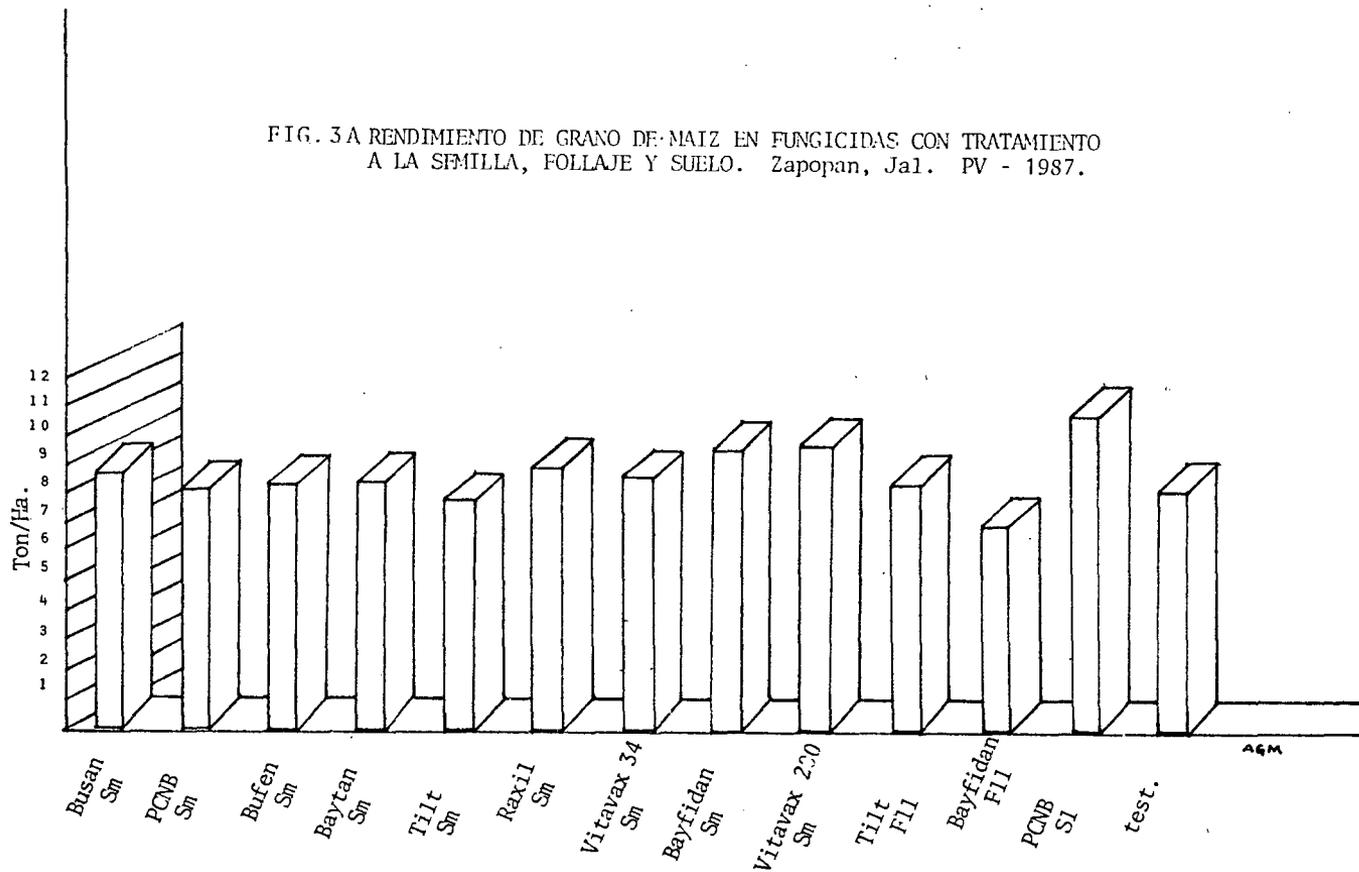


FIG. 4A FUNGICIDAS Y METODOS DE APLICACION PARA EL CONTROL DEL CARBON DE LA ESPIGA DEL MAIZ *Sphacelotheca reiliana* Kuhn, Clint UBICACION DE PARCELAS EN CAMPO

PCNB S1 1	BS Sm 2	PCNB Sm 3	Bn Sm 4	V200 Sm 5	Bf Sm 6	V34 Sm 7	Bt Sm 8	T1 Sm 9	Rx Sm 10	test. 11	T1 F11 12	Bf F11 13	I
26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	II
PCNB S1	test	T1 F11	Bf F11	Bn Sm	PCNB Sm	Bs Sm	V200 Sm	Rx Sm	V34 Sm	Bt Sm	Bf Sm	T1 Sm	
PCNB S1 27	Bf Sm 28	Bt Sm 29	Rx Sm 30	T1 Sm 31	V34 Sm 32	V200 Sm 33	test. 34	T1 F11 35	Bf F11 36	Bs Sm 37	Bn Sm 38	PCNB Sm 39	III
52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	IV
PCNB S1	T1 Sm	V34 Sm	V200 Sm	Bt Sm	Rx Sm	Bf Sm	Bs Sm	PCNB Sm	Bn Sm	T1 F11	Bf F11	test.	

PCNB = Pentacloronitrobenzato 75 % PH
Bs = Busan 30 Fs
Bn = Bufen 16.7 Fs
Bt = Baytan 150 Fs

T1 = Tilt 250 EC
Rx = Raxil 10 FS
V34 = Vitavax 34 FS
V200 = Vitavax 200 FS

Bf = Bayfidan 250 Sc
test. = Testigo (Sin trat.)
Sm = Semilla S1 = Suelo
F11 = Follaje.