

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

**“(Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint) EN EL CULTIVO
DEL SORGO Y RAZAS FISIOLÓGICAS EN
TAMAULIPAS, JALISCO Y NAYARIT.”**

T E S I S

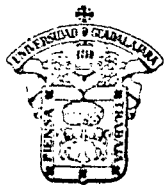
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

JOSE ALFREDO HERRERA

GUADALAJARA, JALISCO. 1983



2 de Marzo de 1962

C PROFESORES

DR. ALBERTO BERNACOURT VALLEJO . Director
DR. SALVADOR HURTADO Y DE LA VERA, Asesor
CEN. VICTORICA NAVARRO HIDALGO, Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis :

" EL CARBON DE LA PANOLA (Schizolobos zolliana Kuhn Clint) , EN EL CULTIVO DEL SORGO (Sorghum bicolor L Moench) Y DETERMINACION DE LAS REZAS FISIOLOGICAS PREDOMINANTES EN TAMAULIPIS Y JALISCO, dictamen del pasante JOSE ALBERTO HERRERA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

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

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJO"
EL SECRETARIO

ING JULIAN SANCHEZ GONZALEZ



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

EXPEDIENTE

NUMERO

Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco. 2 de Marzo 1982.

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

P R E S E N T E .

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JOSE ALFREDO HERRERA. Titulada:

" (Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint) EN EL CULTIVO DEL SORGO Y
RAZAS FISIOLÓGICAS EN TAMAULIPAS, JALISCO Y NAYARIT."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO.

ASESOR.

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

ASESOR.

QFB. VERONICA NAVARRO HIDALGO

DEDICATORIAS.

A mi Madre.- Con el agradecimiento por su esfuerzo realizado para la culminación de mi carrera y a quién tanto debo.

A mi hermana Elvis.- Por la confianza y apoyo que me brindo - para realizarme.

A mi hermano Héctor.- Por su estímulo para seguir adelante.

A mi abuelita Lupe.- Con mucho cariño.

A mi tía Beatriz.- A quién recuerdo.

A mis amigos.- Ing. Artemio Gómez Arias; Ing. Maximiliano --- Huerta Cisneros; Ing. Pedro Moreno García; Ing. Andrés María Ramírez; Ing. J. Carlos Labeaga; -- Ing. Humberto Delgadillo J; Ing. J. Jesús Luna R; Ing. Benjamín Moreno S; Ing. Ramón Gutiérrez L;- Ing. Cuauhtemoc Villegas; Ing. J. Manuel Gutiérrez, y muy en especial al Ing. J. Ernesto Suárez Jiménez por brindarme su amistad y confianza.

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

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Con gratitud por brindarme la oportunidad de ser parte de ella.

A LA ESCUELA DE AGRICULTURA.

Por la formación profesional recibida.

AL PH.D. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO.

Con respeto y admiración por los valiosos consejos, asesoría y ayuda prestada para la elaboración de esta tesis.

AL M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA.

Por sus atinadas observaciones y sugerencias para la revisión de la tesis así como sus consejos para el futuro desarrollo - de mi carrera profesional.

A LA Q.F.B. VERONICA NAVARRO HIDALGO.

Por su desinteresada cooperación y facilidades para realizar este trabajo, así como sus oportunos consejos.

AL ING. VIRGILIO ZUÑIGA PARTIDA.

Por su ayuda prestada.

AL M.C. JULIO I. AGUIRRE R.

Por facilitarme las colecciones de carbón del Estado de --
Tamaulipas.

A LA UNIVERSIDAD DE TEXAS (TEXAS A&M).

Por obsequiarme las variedades diferenciales.

Hay quién obedece a sus propias reglas
porque se sabe en lo cierto;
quién cosecha un especial placer
en hacer algo bien, quién adivina
algo más que lo que sus ojos ven;
quién prefiere Volar a comprar y comer
todos ellos harán verdadera amistad
con Juan Salvador Gaviota.

Richard Bach.

Cuatro cualidades caracterizan al sabio; escuchar y reflexionar, no plantear preguntas sin respuesta; responder ordenadamente; decir "yo no sé" cuando algo ignora; que es todo lo contrario de lo que hace el necio.

Israel.

RESUMEN.

El carbón de la panoja es causado por el hongo -----
Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint, y este representa uno de los riesgos de producción en muchas regiones donde se cultiva el sorgo en forma comercial. El daño de esta enfermedad en el cultivo, se considera como altamente devastadora, ya que con índices del 1.0% de infección la producción se abate en un 0.7%. El presente trabajo tuvo como fin determinar las razas fisiológicas del carbón de la panoja que existen en 3 regiones donde se cultiva el sorgo. Para tal efecto se dió una descripción general del hongo, la sintomatología clásica del daño en el sorgo y el empleo de la técnica de inoculación artificial para la determinación y selección de posibles fuentes de resistencia al patógeno. Se utilizarón líneas diferenciales y la técnica consistió en inyectar hipodérmicamente esporidias de S. reiliana en la zona meristemática (zona de crecimiento) en plantas jóvenes de sorgo. Las líneas diferenciales mostrarón infección y se concluyó que en Tamaulipas-- están presentes las 'razas 1,2 y 3' del carbón.- En Jalisco se encuentran también las 'razas 1, 2 y 3' y en Nayarit se encontraron las 'razas 1 y 3' del patógeno. Se puede afirmar que la técnica de inoculación artificial es un medio eficiente para buscar materiales resistentes al patógeno.

INDICE.

Capítulo.		Página.
I	INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
II	REVISION DE LITERATURA	4
	Enfermedades que atacan al sorgo	4
	Carbón de la panoja	5
	El patógeno	12
	Morfología	12
	Clasificación.	13
	Etiología	14
	Ciclo biológico	14
	Penetración y desarrollo	15
	Histopatología.....	17
	Fisiología	21
	Viabilidad	21
	Variabilidad	21
	Fuentes de resistencia	25
	Mejoramiento por resistencia	26
III	MATERIALES Y METODOS.....	29
	A. Materiales	29
	Colecciones	29
	Variedades diferenciales	30

Capítulo.	Página.
	Medios de cultivo 30
	Aparatos e instrumentos utilizados 31
	B. Métodos..... 32
	Siembra de las líneas diferenciales32
	Inoculación artificial32
	Descripción de la técnica de Edmunds ...33
	Modificación de la técnica anterior35
IV	RESULTADOS 37
	Inoculación de los diferenciales37
	Razas prevalecentes 39
V	DISCUSION 41
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
	A. Conclusiones 44
	B. Recomendaciones 45
VII	BIBLIOGRAFIA 47
	APENDICE 50

LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS

	pág
Cuadro 1.- Variedades diferenciales y su reacción conocida a <u>Sphacelotheca reiliana</u> .	24
Cuadro 2.- Razas de Carbón identificadas de acuerdo a la reacción de la variedad diferencial.	30
Cuadro 3.- Porcentaje de infección de <u>Sphacelotheca reiliana</u> a las líneas diferenciales de las 5 localidades muestreadas.	38
Cuadro 4.- Principales enfermedades del sorgo en México.	51
Cuadro 5.- Distribución mundial del carbón de la panoja.	52
Cuadro 6.- Comparación sobre la incidencia del carbón de la panoja <u>Sphacelotheca reiliana</u> en cruzas -- simples, triples y dobles con cero, una, dos y cuatro fuentes de resistencia.	53
Cuadro 7.- Algunas líneas resistentes al carbón de la -- panoja identificadas por la Universidad de -- Texas A&M e ICRISAT.	54

- Cuadro 8.- Localización geográfica de las tres zonas sorgeras de donde se obtuvieron las colecciones de carbón. 55
- Cuadro 9.- Efecto de Sphacelotheca reiliana sobre el rendimiento en el cultivo del sorgo. 56
- Cuadro 10.- Algunos híbridos comerciales que mostrarán susceptibilidad al carbón de la panoja. 57
- Cuadro 11.- Algunos híbridos comerciales con resistencia al carbón de la panoja. 58
- Gráfica 1.- Relación en porcentaje de la raza prevalente en las tres zonas muestreadas. 59
- Fotografías.- 1, 2, 3, 4 y 5.
Tomadas del; Sorghum Diseases in the United States and their control, U.S.D.A. (1975) Agriculture Hand book 468.
- Fotografías a color.-
Tomadas del Manual para la identificación de las enfermedades del sorgo y mijo.
ICRISAT Boletín informativo No. 2.

CAPITULO I.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

Debido al fuerte incremento en la demanda de alimentos básicos por la población mundial, como son -- los cereales tradicionales (Trigo, Maíz, Arroz), el sorgo ha venido a ser una alternativa eficaz puesto que se utiliza en la industria pecuaria en países -- con una agricultura tecnificada y como alimento humano en Asia y Africa.

El sorgo ha adquirido mucha importancia en los últimos años a nivel mundial, debido a que puede sustituir o complementar al trigo, al maíz o al arroz - en muchos de sus usos comerciales y domésticos, asimismo posee características ya conocidas como son; - resistencia a la sequía, gran adaptabilidad en suelos pobres, fácil mecanización, etc.

En algunas areas de nuestro país sobre todo con alta humedad relativa y temperaturas de moderadas a altas (22° a 28°C) el cultivo intensivo de este cereal ha propiciado que se haya observado un aumento en la presencia de plagas y de enfermedades que están afectando en forma notoria los rendimientos unitarios, -

lo anterior ocurre en la Ciénega de Chapala en Jalisco, en el norte de Tamaulipas y más recientemente en el Bajío. "a.

Para que los rendimientos del sorgo tengan un nivel aceptable y que el cultivo sea remunerativo es necesario que se abata la incidencia de enfermedades y otros factores que reducen la producción ocasionando pérdidas económicas considerables, (alrededor del 43% de la cosecha).

El carbón de la panoja (S. reiliana) que actualmente -- esta causando problemas en el Norte de Tamaulipas, es una de las enfermedades endémicas y potencialmente destructivas en nuestro país, dado que posee habilidades para cambiar a formas más virulentas y vencer la resistencia de los híbridos comerciales, este hecho está ilustrado en los reportes de cuatro razas fisiológicas que prevalecen en Texas y que están -- causando problemas económicos de consideración, aunado al -- hecho de que el daño casi siempre es detectado en la época de la cosecha.

Betancourt 1981 (3).- reporta que la repercusión económica de esta enfermedad es muy importante ya que es considerada como altamente devastadora ; esto es, que con índices de 1.0 por ciento de infección en el cultivo, la producción se abate con un 0.7 por ciento (2.7 a 44.5 kg/ha) y en áreas subtropicales y tropicales de México con temperaturas de 27°C en adelante el carbón es una de las enfermedades que pueden -

"a. Comunicación personal, Dr. A. Betancourt ,1982.

causar fuertes pérdidas económicas.

Objetivos.-

De acuerdo al planteamiento anterior la presente investigación se llevó a cabo con los siguientes objetivos:

1. Describir la etiología y ciclo de vida del hongo ----- (Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint) causante del carbón de la panoja en el sorgo.
2. Describir la metodología sobre la técnica de inoculación artificial para seleccionar posibles fuentes de resistencia al patógeno, utilizando información lo más completa posible para así evitar el desarrollo de nuevas razas que puedan causar una epidemia en el futuro.
3. Determinar las razas fisiológicas predominantes en --- Tamaulipas, Jalisco y Nayarit.

Hipótesis.-

Ho Existe en la actualidad una sola variante o raza fisiológica del carbón en Tamaulipas, Jalisco y Nayarit.

Ha La variabilidad del patógeno ha determinado que se haya desarrollado más de una raza fisiológica en las áreas muestreadas.

CAPITULO II.

REVISION DE LITERATURA.

Frowd, 1978 (10) establece que el sorgo se cultiva en un promedio de 52 millones de hectáreas en el trópico, en los subtrópicos y zonas templadas de los cinco continentes con una producción estimada alrededor de los 69 millones de toneladas de grano por año.

Por lo tanto son necesarias variedades y/o híbridos altamente productivos y sobre todo resistentes al ataque de plagas y enfermedades que vengan a dar al productor la confiabilidad de obtener buenos resultados y a la vez evitar en lo posible los gastos que ocasionan el uso de plaguicidas y fungicidas.

Enfermedades que atacan al cultivo del sorgo.

De acuerdo a Robles 1978 (12), el sorgo puede ser afectado desde que nace hasta que se cosecha y estas enfermedades se pueden clasificar como:

1. Las que afectan las semillas durante la germinación, reduciendo así la población durante la primer etapa del cultivo,
2. Las que causan pudrición en las ----

raíces y los tallos e impiden el desarrollo normal de las --- plantas o su maduración oportuna; 3. Las que afectan a las ho- jas, reduciendo el valor forrajero de las plantas e influyendo negativamente aunque en pequeña escala, en la producción de - grano; 4. Las que afectan las panículas, destruyendo el grano en formación o cuando ya se ha formado.

Los daños por enfermedades en el sorgo dependen de; el - grado de susceptibilidad de las plantas; la cantidad de plantas infectadas; los factores termopluviométricos favorables; la - patogenicidad, virulencia y agresividad del patógeno.

Betancourt, 1978 (5) indica que las principales enferme- dades del sorgo en México, por orden de importancia son las-- que se muestran en el cuadro 4 del apéndice.

Carbón de la panoja.

Muchos aspectos de la importancia de las enfermedades -- del sorgo por carbón han sido y siguen siendo tema de declara- ciones incompatibles en la literatura. Desde la publicación - en 1962 del libro de Tarr sobre las enfermedades del sorgo,-- ha aparecido mucho material adicional sobre la Biología y con- trol del carbón del sorgo. Sin embargo todavía se necesita -- más información sobre ciertos aspectos de esta enfermedad,--- Frowd, 1978 (10), cita por ejemplo lo relacionado a su distri- bución e importancia relativa en diversas áreas del mundo, --

caracterización de especies, longevidad de esporas en reposo y las condiciones requeridas para su germinación e infección a la hospedera y medidas de control más eficientes y más aceptables.

Rosenow 1963 (13), indica que el carbón de la panoja es una enfermedad ampliamente distribuida y se ha establecido en muchas áreas dedicadas al cultivo intensivo del sorgo. Esta enfermedad fué reportada por primera vez en Egipto en el año de 1868, en los Estados Unidos se reportó en los años de 1920 en el Estado de Texas, incrementándose en los años 50's en -- California, Nuevo México, Colorado, Oklahoma, Kansas y Nebraska, algunos de ellos situados en la frontera con México.

Betancourt 1978 (5), consignó que los primeros reportes de esta enfermedad en México fueron de alrededor de 1960, --- principalmente en el Estado de Tamaulipas. Una de las principales causas del rápido incremento de esta enfermedad fué que los primeros híbridos liberados en esa época eran altamente - susceptibles a este patógeno.

Frowd 1978 (10) cita que el carbón de la panoja se ha reportado en muchas partes del mundo. Estonia y los Estados Unidos son los límites más al Norte de su distribución y Chile y Nueva Zelanda son sus límites más al Sur (ver cuadro 5 del -- ápendice). Hay reportes de esta enfermedad en 7 países de -- Africa Occidental; Camerún, Chad, Ghana, Níger, Nigeria, Senegal y Alto Volta.

Betancourt 1981 (3) reporta las principales causas por las cuales el carbón de la panoja del sorgo ha sido hasta ahora un problema continuo para los mejoradores y fitopatólogos; los investigadores no han podido encontrar resistencia consistente; la resistencia que se incorpora, al cabo de un par de años es vencida por el patógeno; no hay tratamiento químico para controlarlo (organismo que inverna en el suelo), es un daño más severo en terrenos bajo riego y suelos arcillosos; el daño puede ser devastador para el rendimiento, ya que si se presenta en forma temprana no hay producción de grano, en la mayoría de los casos hay una relación lineal entre rendimiento-daño; arriba del 10 por ciento de infección se sufre una pérdida sustancial; la rotación del cultivo es una solución temporal.

Frowd 1978 (10) reportó que el carbón de la panoja se considera una enfermedad secundaria en países con una precipitación pluvial menor de 635 mm, pero por ejemplo en el norte de Nigeria se considera como la enfermedad del sorgo más grave y más destructiva. El carbón causó graves pérdidas en los Estados Unidos a fines de la década de los 50's y los híbridos resistentes desarrollados subsecuentemente han demostrado ser susceptibles a nuevas razas de S. reiliana las que han venido desarrollándose en forma notoria desde 1960.

Aguirre 1981 (1) reportó que esta enfermedad en México se ha observado desde finales de 1950 pero no se había manifestado en forma grave hasta el año de 1977, a partir de esa fecha

se le ha detectado en los Estados de Sinaloa, Jalisco, Guanajuato, Nayarit y Tamaulipas. En este último Estado el carbón esta adquiriendo importancia económica observándose híbridos comerciales hasta con un 40 por ciento de infección. Un gran número de híbridos han resultado susceptibles. En reportes recientes del año de 1982 en Río Bravo, Tamaulipas se han localizado infecciones del 28 por ciento en cultivos bajo riego mientras que en cultivos de temporal el daño causado fluctúa entre el 15 y 18 por ciento. "b.

Aguirre 1981 (1) describió la sintomatología del carbón el cual forma una pared lisa sorosa de 8 a 10 cm de largo y de 2.5 a 3 cm de ancho, que reemplaza a la inflorescencia. - Este soro o cuerpo del carbón cuando madura, esta compuesto por millones de esporas, el mismo autor establece que en el ergo existe una gran variación en los rangos de presentación de los síntomas, pero a medida que transcurre el tiempo presentan achaparramiento y una tendencia a la madurez prematura en las plantas enfermas, probablemente porque el hongo es tímula el desarrollo de la planta. El primer signo de la infección aparece cuando la joven inflorescencia dentro de la " hoja bandera " es reemplazada por agallas blanquecinas. Se pueden encontrar plantas de sorgo enfermas con la inflorescencia parcialmente estéril con soro, en ese caso algunas -- inflorescencias de la parte superior de la panoja escapan a la infección aunque son usualmente estériles; así se tienen-

"b. Comunicación personal, M.C. J. Aguirre, 1982.

plantas con la inflorescencia estéril formada por falsas ---
hojas que son la elongación de las brácteas florales y plan-
tas con la inflorescencia totalmente reemplazada por agallas
sorosas.

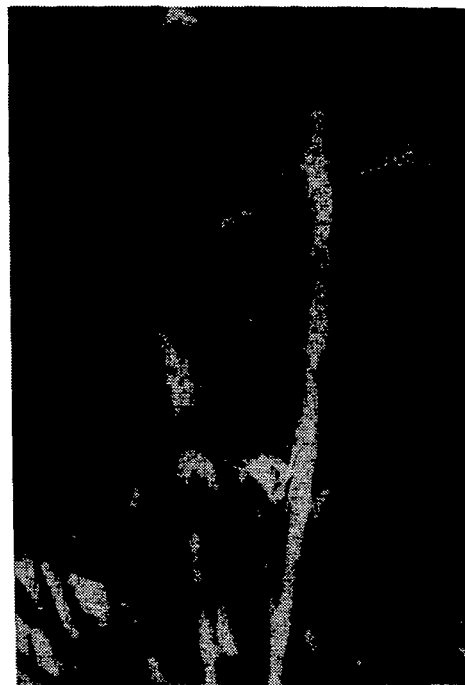
Williams et-al 1978 (16) describen los síntomas del car-
bón indicando que al principio los soros están cubiertos por
una membrana de color blanco grisáceo la cual se rompe gene-
ralmente antes de que la panoja haya salido completamente --
afuera, exponiendo una gran cantidad de polvo color café o -
negro (esporas), entre el cual se encuentran filamentos lar-
gos y delgados de color oscuro, los cuales son los haces --
vasculares pertenecientes a la panoja enferma. Las esporas -
son diseminadas por el viento, poniendo al descubierto los -
filamentos oscuros. Las panojas infectadas o partes de la -
misma, son destruídas completamente. En raras ocasiones algu-
nos soros se forman sobre las hojas de la planta enferma.

Frederiksen 1977 (8), señala que la variación de los --
síntomas fluctúan desde formación de un soro que sustituye -
completamente a la inflorescencia y achaparramiento de la --
planta a la aparición de inflorescencias parcialmente acarbo-
nada, panojas estériles y de hojas estériles. Después que --
las esporas han sido soltadas de una planta acarbonada es --
común la filodia ó desarrollo de retoños hojosos en el area-
de la inflorescencia.

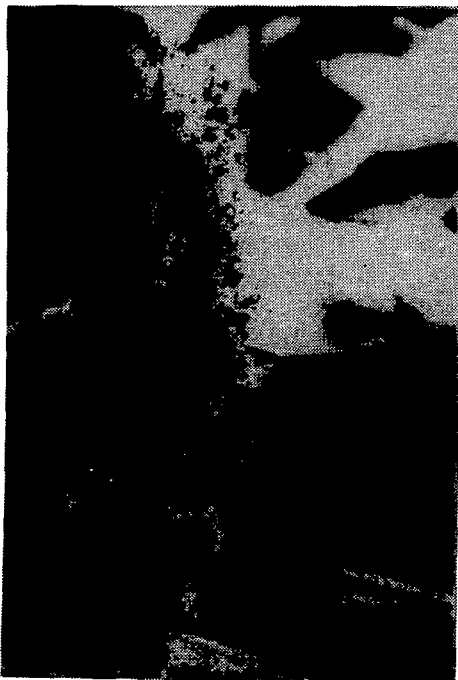
En lo que respecta a las condiciones favorables al desa-
rrollo de S. reiliana, Frowd 1978 (10) reportó que los suelos



Inflorescencia parcialmente acarbo-
bonada y estéril



Inflorescencia totalmente acarbo-
nada.



Inflorescencia estéril completa-
mente y sin acarbonamiento.



Formación de soros en las hojas.
(Raras ocasiones)



A.



B.



C.

VARIACION EN LOS SINTOMAS POR Sphacelotheca reiliana.

secos y frescos conducen a la infección del sorgo por el hongo. Las temperaturas óptimas oscilan entre 24°C con un contenido de humedad del suelo del 15 por ciento y de aproximadamente 28°C cuando la humedad del suelo es del 25 por ciento. La enfermedad puede ser grave en años de "sequía" aunque se considera más común en años "mojados", la relación entre suelo seco y un pH alto ha sido asociada con una elevada incidencia de la enfermedad, pero en general las temperaturas altas son más efectivas para promover la germinación de las esporas.

El patógeno.

Alexopoulos, 1976 (2) consignó que los carbonos, generalmente son designados así porque forman masas pulverulentas de esporas que se parecen al hollín o tizne, Estos parasitan a los vegetales aunque su parasitismo no es obligado. El micelio secundario, cuyas células son binucleadas, constituyen la fase sómica importante de estos hongos.

Morfología.

La forma de las esporas es esférica, finamente equinulada, de color café oscuro, con un diámetro que oscila entre las 8 y 13 micras, y el basidio que se desarrolla forma las basidiósporas (cuatro) papilares, positivas y negativas.



Foto 5. Forma y dimensiones de las basidiósporas de Sphacelotheca reiliana.

Clasificación.

Sphacelotheca reiliana es un hongo perteneciente a la - clase de los Basidiomycetes; a continuación se muestra su - clasificación taxonómica de acuerdo a Aloxopoulos 1976 (2).

- Reino Vegetal
- División Eumycetes
- Clase Basidiomycetes
- Sub-clase Heterobasidiomicetos
- Orden Ustilaginales
- Familia Ustilaginaceae

Género Sphacelotheca
Especie reilliana
Variedad Reilliana.

Etiología.

Léon 1961 (11) en un estudio sobre el patógeno determina que el inóculo que existe en el suelo es el origen principal de la infección, las basidiósporas que se forman en el promicelio son uninucleadas, necesitándose la fusión de dos de ellas (positivas y negativas) para la producción de un micelio binucleado (fase dicáriotica), condición para que se efectúe la penetración al hospedero. El inóculo primario es el que se produce de la panoja 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.

Ciclo Biológico.

Alexopoulos 1976 (2) y Wilson et- al 1970 (17) describieron el ciclo biológico del hongo como sigue; La teliospora joven sufre cariogamia y cuando madura se transforma en una espora binucleada diploide (fig 1-a), esta espora puede germinar inmediatamente o necesitar un periodo de reposo para poder hacerlo, al tiempo de la 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 promicelio, sufre meiosis y los cuatro núcleos haploides que resultan se distribuyen uniformemente en el promicelio (fig bc) luego se forman los tabiques que separan a cada núcleo del vecino, de modo que el promicelio tabicado está constituido por células uninucleadas. Cuando los núcleos se dividen por mitosis, uno emigra a la yema que se desarrolla lateralmente en cada célula promicélica, mientras que el otro permanece en la célula, estas células uninucleadas son las basidiósporas (fig df). Después de la descarga de las basidiósporas, se produce la germinación de las mismas y entonces pueden copular dos basidiósporas secundarias pertenecientes a cepas diferentes ó bien unirse a una hifa de una basidióspora diferente.

Ocurre fusión de basidiósporas haploides compatibles en el suelo y hay penetración subsiguiente de la hospedera por las hifas dicárioticas, las haustorias que salen de las hifas dicárioticas penetran en las células de la hospedera.

Penetración y desarrollo.

Walker 1973 (14) señala que 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 los meristemas apicales de los primordios durante la primera etapa de la infección.

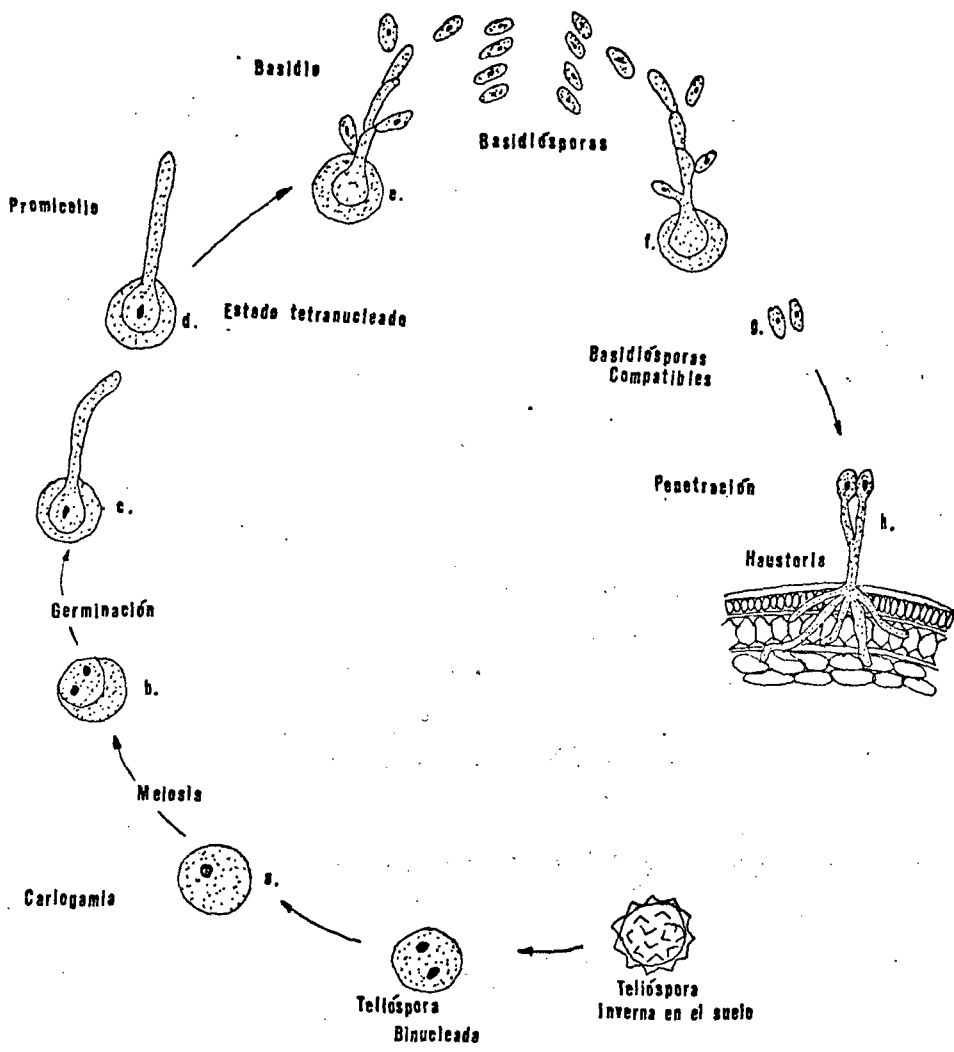


Figura 1. CICLO BIOLÓGICO DE *Sphacelotheca reiliana*..

Por otra parte Wall et-al 1975 (15) indica que inmediatamente después de la exersión de las panojas, 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 el crecimiento vegetativo del hongo se convierte en espores diploide de color oscuro convertidas en masa dentro de una membrana que les sirve de hésped (peridio).

Frederiksen 1977 (7), afirma que a la madurez, las esporas son redistribuidas al suelo y consecuentemente estos carbonos son patógenos endémicos; estas esporas no pueden propagarse de planta a planta dentro de una misma estación de crecimiento (ciclo), ver figura 2.

Histopatología.

Wilson y Frederiksen 1970a (17), en un estudio describieron la forma de infección y tipo de soro producido, indicando que las plantas infectadas de Sorghum bicolor exhiben solo -- síntomas leves hasta la aparición de la inflorescencia, la enfermedad se manifiesta de varios modos; la panoja puede ser reemplazada parcial o totalmente por el soro del carbón, cuando es parcialmente reemplazada, la porción de la panoja libre de soro es estéril. Otra reacción común es la ausencia completa de un soro con una panoja estéril y a veces filodiada.

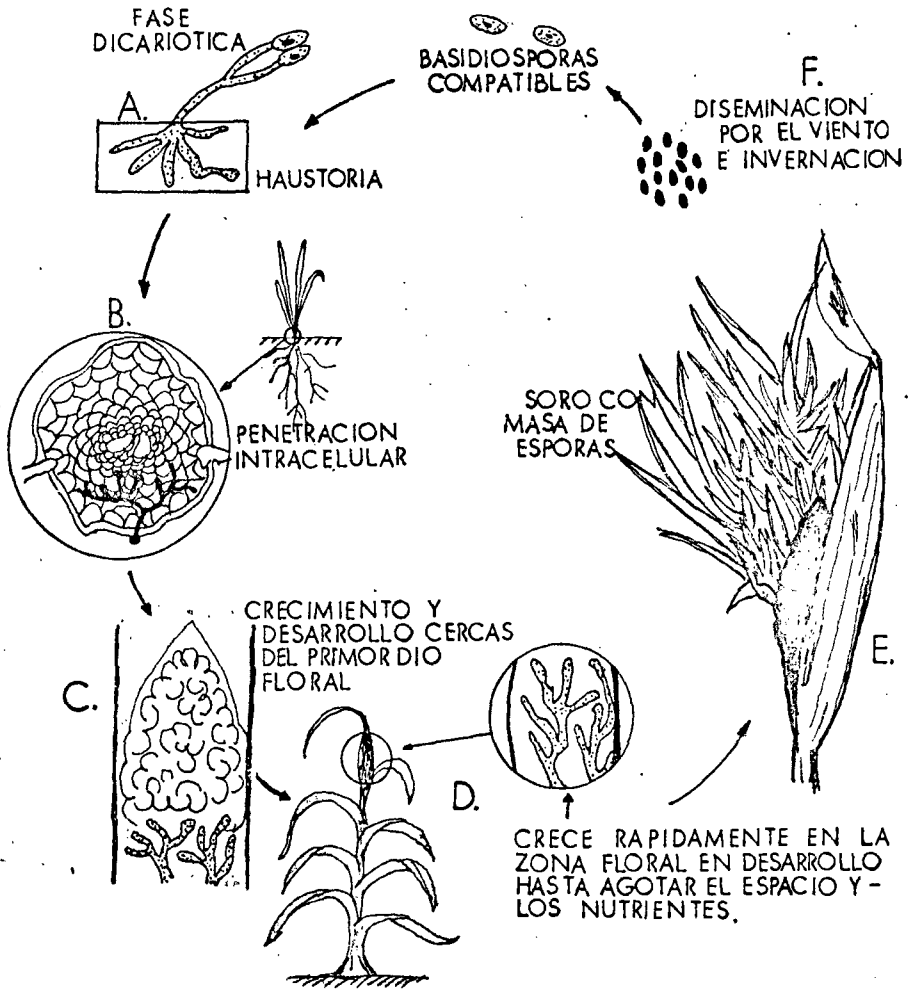
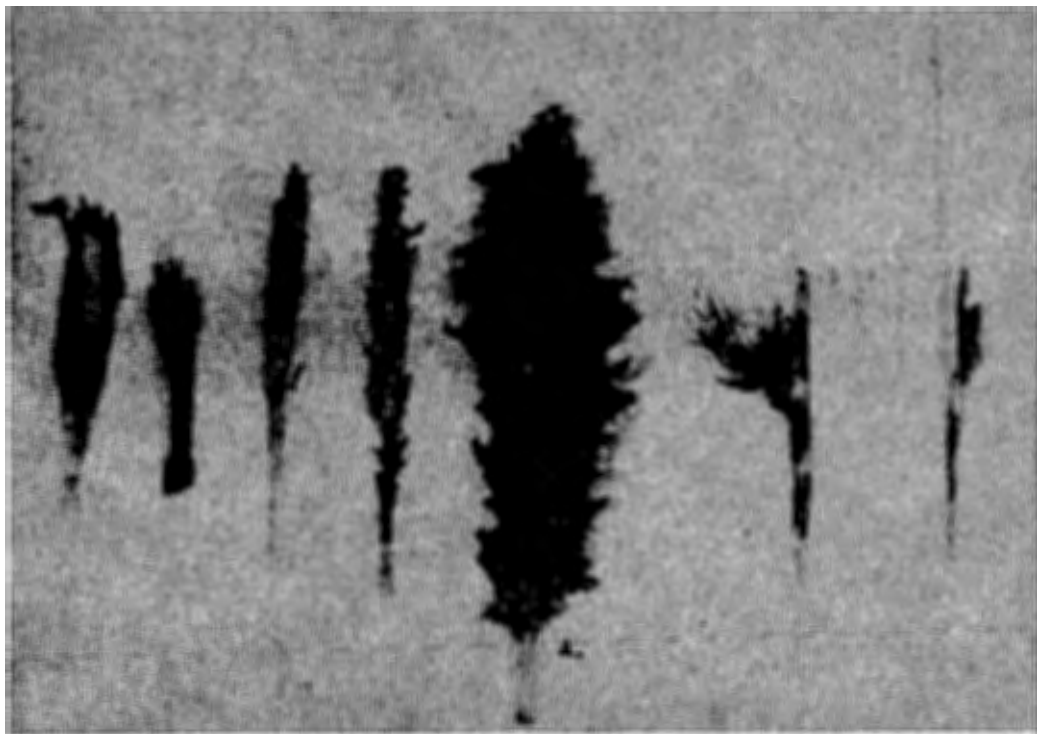


Figura 2. PENETRACION Y DESARROLLO DE *Sphacelotheca reiliana* AL HOSPEDERO.

El carbón de la panoja solo se desarrolla en el tejido meristemático del hospedero con un crecimiento activo. Se pueden encontrar tres tipos de micelio en un soro en desarrollo: Un delgado micelio parasitante intercelular con haustorias.-- Un micelio grande, reproductivo que produce esporas desde los centros de las regiones intervasculares. El peridio que puede consistir en un micelio segmentado reproductivo, rodeado de una delgada capa de células hospederas.

La distribución de micelio en el meristemo apical determina el tipo de soro producido, este micelio es llevado por las células elongantes a áreas de la inflorescencia en desarrollo a la iniciación del ciclo reproductivo del hospedero, si hay una extensa colonización del meristemo apical al principio de la elongación y diferenciación floral, da como resultado la formación de un soro liso. Cuando el micelio se encuentra limitado a las regiones basales del meristemo apical antes de la elongación y diferenciación y los primordios florales no son colonizados el resultado es una panoja estéril o vegetativa (filodiada). Si el micelio es llevado a las regiones más bajas de los primordios florales, se produce un soro pequeño en la base de la inflorescencia estéril. Un micelio amplio pero esparcido al tiempo de la elongación da como resultado un soro en forma de una inflorescencia diferenciada. Las células reproductivas y peridiales del hongo en un soro en desarrollo son principalmente uninucleadas.



Variación en la presentación de los síntomas causados por --
Sphacelotheca reiliana. A.- Panoja sana.

Fisiología.

El comportamiento y desarrollo del patógeno (S. reiliana) para estudios de laboratorio, fué determinado por León en --- 1961 (11), y obtuvo los siguientes resultados; el mejor medio de cultivo fué Papa-Dextrosa-Agar (PDA), el pH óptimo osciló entre 6 y 8 con un período de incubación de tres días a 28°C con luz continúa.

Como fuente de Carbono, la Levulosa (10 gr/litro de medio) como fuente de Nitrógeno; Agar al 2% y Asparagina. La máxima esporulación con glucosa (40 gr/litro de medio) y una combinación de varias vitaminas (Biotina, Piridoxina, Tiamina e Inositol), para un buen crecimiento.

Viabilidad.

Frowd 1978 (10) reportó como el máximo período de viabilidad de S. reiliana de 8 años; y más reciente aún fué establecido que estas pueden sobrevivir hasta 10 años. De estos reportes parece ser probable que las esporas de S. reiliana pueden ser viables por largos períodos durante los cuales pueden ocurrir esporádicas germinaciones cuando las condiciones son favorables.

Variabilidad.

Frederiksen 1977 (7), cita que Al-Sohaily y colaboradores

describieron dos variedades de Sphacelotheca reiliana; una de ellas S. reiliana var. reiliana que ataca al sorgo y S. reiliana var. zeae que ataca al maíz. Dividieron las especies con base a la especificidad del hospedero de sus cultivos, aunque por lo menos un cultivo del sorgo atacó al maíz.

Desde la publicación de los trabajos de Eriksson, citado por Walker 1973 (15), las estirpes que presentan diferencias patogénicas, dentro de una especie morfológica, ha recibido distintos nombres tales como forma especializada, raza especializada, forma o raza biológica, especies biológicas y forma o raza fisiológica. Por acuerdo del Congreso Botánico Internacional de Amsterdam, de 1935, se adoptó el término RAZA FISIOLÓGICA, la definición, tal como se presentó en las actas del Congreso, es la siguiente:

Se recomienda que la expresión "raza fisiológica" sustituya a la de forma fisiológica, ya que la primera parece ser más apropiada. Se recomienda además que la palabra "raza" se utilice en general para -- designar biotipos o grupos de biotipos que se diferencien entre sí por sus caracteres fisiológicos.

En la actualidad se reconoce la variabilidad de hongos y bacterias. El estudio genético de los hongos ha demostrado que la variabilidad de estos organismos, como la de las plantas superiores, pueda ser genético o provocado por el medio ambiente. La aparición de nuevas razas, representa básicamente, la-

consecuencia de la reproducción sexual del hongo que permite nuevas combinaciones genéticas por hibridación y segregación entre las razas ya conocidas.

Otro método por el cual pueden aparecer razas fisiológicas nuevas es el de mutación. Actualmente no existe duda acerca de la aparición de mutaciones en bacterias y hongos. Otra fuente de variación que puede conducir a la aparición de nuevas razas, se basa en el fenómeno denominado de parasexualidad. En los hongos imperfectos, los núcleos son generalmente haploides y con cierta capacidad ocasional de mutación. A veces dos núcleos haploides pueden fusionarse, dando lugar a la aparición de núcleos diploides en el talo. Es posible que estos núcleos diploides se dividan a veces meióticamente y de esta forma den lugar a la aparición de núcleos haploides genotípicamente distintos del núcleo haploide original.

En algunos casos, la aparición de nuevas razas depende de un cambio en la población predominante de variedades de la planta hospedera. Cuando una variedad o híbrido resistente a muchas de las razas comunes, esta variedad llega a predominar en una localidad gracias a esta resistencia, aquellas razas no pueden multiplicarse más y en casos de ser parásitos obligados llegan a desaparecer.

Frederiksen et-al 1975 (8), reportan que el carbón de la panoja ha sido controlado mediante el uso de híbridos resistentes de sorgo. Consecuentemente, se está desarrollando una relación evolutiva hospedero-patógeno. Después de pocos años-

de la introducción de híbridos resistentes al carbón de la --
panoja apareció una nueva raza de Sphacelotheca reiliana.

Estas razas de carbón son identificadas empleando las --
siguientes variedades diferenciales, de acuerdo a Frederiksen
1977 (7), ellos han propuesto la siguiente nomenclatura; ----
'raza 1' ó raza común, ataca a Tx 7078; 'raza 2', la cual di-
fiere de la raza 1 en que ésta tiene la habilidad de atacar a
SA 281, Early hegari; 'raza 3', la cual ataca o vence la re-
sistencia que hay en Tx 09, un derivado de Feterita; 'raza 4'
fué reportada por atacar a SCO 170-6-17 una línea convertida-
en resistente a la raza 3 y a otras enfermedades importantes-
del sorgo.

Cuadro 1.- Variedades difernciales y su reacción conocida a -
Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint, "c.

Designación varietal	Reacción a la raza			
	1	2	3	4
Combine 7078 (Tx 7078)	S	S	S	S
Early hegari (SA 281)	R	S	S	S
Feterita blanco (Tx 09)	R	R	S	S
TAM 2571 (SCO 170 der.)	R	R	R	S
Kafir blanco (PI 48770)	R	R	R	R

S.- Susceptible

R.- Resistente.

"c. Tomado de Frederiksen 1977 (7).

Frowd 1978 (10) cita que es probable que aparezca una -- nueva raza en Nigeria, a la que se le considera como una subdivisión de la misma. La aparición de nuevos genes de virulencia en Sphacelotheca reiliana es de mucha importancia en cualquier parte del mundo donde se cultive el sorgo.

Frederiksen 1977 (7), menciona que básicamente los genes de virulencia en el carbón de la panoja son aditivos; así la población de la raza 4 desarrollada de la población de la raza 1, por ejemplo, no ataca a la variedad diferencial de la raza 3, pero una raza 4 derivada de las razas 1,3 ataca a todas -- las diferenciales excepto al diferencial de la raza 2.

Fuentes de resistencia.

Wilson y Frederiksen 1970b. (18), encontraron que dentro de los grupos de sorgo con importancia económica (es decir, -- Feterita, Milo, Hegari y Kafir), poseen por lo menos una línea resistente, ellos usaron variedades de cada grupo, como por -- ejemplo; Combine Shallu SA 294 (S); Combine Feterita blanco - Tx 09 (R); Early hegari SA 281 (R); Lahoma FC 32127 (R); ---- Martin Atx 398 (S); Redlan Atx 378 (S); Kafir resistente al -- carbón B65L-5427-3 (R); Kafir blanco PI 48770 (R) y poblaciones F_1 de cruzas (R)x(S). Con el fin de examinar histopatológicamente la interacción hospedero-parasito y demostrar los -- diferentes tipos de resistencia expresada en los genotipos de varios de los hospederos resistentes. Encontraron que dentro-

de los grupos de sorgo con importancia económica, poseen genes de resistencia en contra del patógeno, como lo encontraron en Tx 09 en el cual la resistencia es controlada por un solo gene dominante. En los Hegari la resistencia es compleja y parece ser dominada por genes no alélicos. Mientras que en los Feteritas encontraron genes alélicos para la resistencia.

Betancourt, 1981 (3), menciona que existe variación aditiva al estimar los componentes genéticos de varias líneas endogámicas (puras), al usarse como progenitores para buscar resistencia a Sphacelotheca reiliana; este autor afirma que para conferir resistencia efectiva en contra del patógeno deben usarse cuando menos dos fuentes de resistencia; siempre y cuando se trate de genes dominantes mayores que se combinen entre sí, como en el ejemplo de Spur Feterita con Kafir Blanco Rax R en este caso se están agrupando en un solo genotipo dos genes mayores y consecuentemente no se observa infección (los genes verticales de cada una de las líneas están actuando juntos -- confiriendo resistencia horizontal). La ventaja de estas dos fuentes al emplearse en cruza triples o dobles, siempre mostrarán resistencia, ver cuadro 6 del apéndice.

Mejoramiento por resistencia.

Betancourt 1981 (4) afirma que la resistencia que se ha incorporado a los híbridos ha sido vencida por el patógeno en unos pocos años; esto debido principalmente a que dentro de--

los programas de mejoramiento contra este patógeno se ha utilizado tradicionalmente la resistencia vertical donde básicamente un gene dominante o de una sola fuente ha sido incorporada a las líneas progenitoras de los híbridos.

French 1980 (9), comenta que todo cultivo tiene cierto nivel de resistencia de campo y para poder determinar el nivel de esta resistencia cuando el hospedero también tiene resistencia vertical, hay que exponerlo a todas las razas posibles del patógeno.

Betancourt 1981 (4), propone algunas estrategias para el uso efectivo de la resistencia vertical; como son el empleo de multilíneas, acumulación de genes de resistencia, despliegue de genes, etc. Afirma también que la combinación de por lo menos dos fuentes de resistencia es altamente efectiva para el control de la enfermedad. Así mismo indica que se pueden seguir varias estrategias de mejoramiento por resistencia; -- a.-) retrocruzamientos de diferentes genes dominantes portadores de resistencia hacia líneas elite; b.-) recombinación de diferentes fuentes formando un compuesto balanceado con líneas que hayan mostrado cierto nivel de resistencia y por el método poblacional aislar líneas que contengan genes diferentes-- efectivos contra el patógeno y c.-) combinación de las dos -- líneas progenitoras de los híbridos que contengan diferentes genes de resistencia vertical, para obtener un efecto similar a la resistencia horizontal, es decir tanto el progenitor femenino como el masculino deben de ser resistentes.

French 1960 (9), asegura que las posibilidades de realizar el mejoramiento genético, depende de la disponibilidad de materiales resistentes, lo cual requiere de la presencia de un amplio espectro genético. (ver cuadro 7 del ápendice).

CAPITULO III.

MATERIALES Y METODOS.

A.-) Materiales.

Colecciones.

Las colecciones de carbón del Estado de Tamaulipas fueron proporcionados por el M.C. Julio I. Aguirre R. investigador del CIAGON (Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte), perteneciente al INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), de las siguientes localidades; San Fernando;-- (La Loma; San G3rman; El Canelo); Valle Hermoso (El Vaso) y R3o Bravo.

La colecci3n de carb3n del Estado de Jalisco -- fu3 procedida por el Dr. A. Betancourt V. investigador del CIAB (Centro de Investigaciones Agrícolas del Baj3o), perteneciente al INIA; en la localidad de Ocotl3n (La Labor Vieja).

La colecci3n de carb3n del Estado de Nayarit fu3 recolectada por A. Herrera en el campo del CAESIX -- (Campo Agr3cola Experimental Santiago Ixcuintla) que pertenece al CIAP3N (Centro de Investigaciones Agr3-

colas del Pacífico Norte) también del INIA. (ver cuadro 8)

Variedades diferenciales.

Las líneas diferenciales utilizadas en el presente estudio fueron proporcionadas por la Universidad de Texas, la rama de Agricultura (Texas A&M University), las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.- Razas de Carbón identificadas de acuerdo a la --
reacción de la variedad diferencial.

Variedad diferencial	Raza de Carbón
Combine Tx 7078	Raza común ó raza 1
SA 281 (Hegar1)	Raza 2
Tx 414	Raza 3
SCO 170-6-17	Raza 4
PI 48770 (Kafir Blanco)	Raza 5
SCO 241-12 <u>E</u> (Testigo)	Super susceptible.

Medios de Cultivo.

Los medios de cultivo empleados fueron los siguientes:

Papa-Dextrosa-Agar (PDA).

Papas en rebanadas 200 grs.
Dextrosa 20 grs.
Agar 17 grs.
Estreptomina 2 c.c.
Agua 1000 ml.

Caldo de Papa-Dextrosa. (PDB).

Papas en rebanadas 200 grs.
Dextrosa 20 grs.
Estreptomina 2 cc.
Agua 1000 ml.

Aparatos e Instrumentos de Laboratorio utilizados.

Microscopio

Agitador rotatorio

Balanza analítica

Estufa de incubación

Cajas de petri

Caja de porcelana

Vaso de precipitado

Matraces Erlenmeyer

Tubos de ensayo

Mecheros Fisher

Autoclave

Pipetas
Gradillas
Jeringas hipodérmicas
.....
Soportes
Telas de asbesto
Refrigerados
Espátulas.

B.-) Métodos.

Siembra de las variedades diferenciales.

La siembra de los diferenciales se llevó a cabo el día - 2 de Agosto de 1982; se fertilizó con el tratamiento 150-60-0 y se mantuvo bajo riego constante. La siembra se hizo en macetas colocando cuatro plantas por cada una de ellas, dando un total de 16 plantas por tratamiento ó colección.

La inoculación artificial se llevó a cabo el día 30 de - Agosto del mismo año.

Inoculación artificial.

La técnica de inoculación artificial con jeringa hipodérica que se utilizó para determinar la incidencia de las ra-- zas de carbón de la panoja fué adaptada de L.K. Edmunds 1963, (6). El uso de esta técnica da como rsultado una incidencia--

más alta de carbón que en las condiciones naturales. La inoculación hipodérmica es un método en el cual se asegura que todas las plantas que son incluidas en la prueba reciben una cantidad igual de inóculo. Pruebas realizadas con anterioridad garantizan que es la técnica que posee más confiabilidad, --- Betancourt 1981 (3) y Rosenow 1963 (13).

Descripción de la técnica.

Se recogen muestras de clamidiosporas (teliosporas), de plantas enfermas que presenten una gran masa de esporas y se transportan en bolsas de papel.

Se procede a cernir el material, es decir las muestras se pasan a través de un tamiz lo más fino posible y se recogen las teliosporas en un papel encerado para después guardarse.

Las muestras se almacenan en tubos de ensayo ó en frascos de vidrio a una temperatura de 4°C.

Se preparan porciones de papa-dextrosa-agar (PDA); al cual se le adicionan 200 ppm de Sulfato de estreptomycin para inhibir al desarrollo de alguna bacterias, (PDAS), para la maduración de las teliosporas. Las teliosporas se colocan en una caja de porcelana para desinfectarlas, se les añade 2 ml de Alcohol etílico al 95% para quitar algunos contaminantes de la muestra.

Una vez que el alcohol se ha evaporado, una pequeña cantidad de clamidiosporas se transfieren a las cajas de petri -

para realizar el cultivo en estría, sobre el PDAS, usando una asa estéril ó bien una brocha de pelo de camello.

Las cajas de petri con PDAS, se transfieren a una incubadora a 29°C por un lapso de 24-48 horas para que germinen las teliosporas. Las teliosporas que logran germinar sin contaminación y produciendo las cuatro esporidias primarias se --- seleccionan individualmente con la ayuda de un microescalpelo y una jeringa hipodérmica esterilizada y se transfieren también en forma individual a un tubo de ensayo con PDAS. Se deja que se formen las colonias. (como los tipos de apareamiento compatible representados en los cuatro esporidios primarios - de cada clamidiospora germinada no se fusionan prontamente en el cultivo, predomina la gemación activa y progresa rápidamente a temperatura ambiente).

El inóculo se prepara transfiriendo esporidias con una aguja de cada una de las colonias típicas a matraces Erlenmeyer de 250 ml de capacidad con 50 ml de caldo de papa-dextrosa (PDB) y con 200 ppm de Sulfato de estreptomicina (PDBS) y se colocan sobre un agitador rotatorio durante 3 a 5 días donde ocurre gemación profusa durante todo este lapso de tiempo y el contenido de cada matraz se vuelve turbio, con variación de color considerable entre ellos.

La inoculación es hecha lo más pronto posible, después de que se retiran los matraces del agitador y se combina su contenido, después de mezclarlos, la suspensión de esporidias

se toma con la jeringa hipodérmica y se inyecta a la plantita con el tallo de un centímetro de grueso, con el punto de crecimiento a 3 ó 4 cm sobre el suelo y con 3 a 4 hojas bien definidas y con 4 a 6 semanas de nacidas, entonces se coloca el inóculo en la zona de diferenciación (meristemo de crecimiento). El inóculo que se aplica en exceso brota por el cuello de la plantita, síntoma de una buena aplicación.

Modificación a la técnica de Edmunds para la inoculación artificial en sorgo, por Betancourt 1981 (3).

Esta técnica consiste en pesar 15 mg de esporas (tamizadas y limpias), las cuales se colocan en una caja de porcelana estéril y se le agrega 1 cm de hipóclorito de sodio, el cual se deja alrededor de 3 a 5 minutos.

Por medio de la técnica de dilución las esporas se transfieren a una serie de tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada estéril (1×10^{-3}).

Con 0,1 ml de inóculo concentrado se rocía dentro de las cajas de petri con PDAS usando una pipeta graduada. Las cajas de petri se incuban a 29°C por 3 a 4 días y se observa el desarrollo de las colonias típicas. Las colonias típicas seleccionadas se transfieren a un matraz Erlenmeyer de 250 ml de capacidad con 50 ml de PDBS. Estos se colocan sobre un agitador rotatorio por un lapso de 3 a 4 días, hasta que se obtiene la concentración de esporidias.

La inoculación se hace siguiendo los pasos anteriormente descritos, la inoculación artificial concuerda generalmente con la reacción de campo.

CAPITULO IV.

RESULTADOS.

Inoculación artificial a las variedades diferenciales.

Las plantitas inoculadas artificialmente mostraron cierto grado de daño ó malformación, dado que la técnica generalmente produce heridas que son causadas por la aguja durante la inyección hipodérmica.

Los diferenciales inoculados presentaron variación en los síntomas clásicos de la infección por el hongo Sphacelotheca reiliana, y solamente en dos de las localidades se presentaron Soros con carbón en forma -- clásica.

El porcentaje de infección por carbón varió notablemente, encontrándose un alto porcentaje de infección en el diferencial para la 'raza 3' (Tx 414) y un bajo porcentaje de infección en el diferencial testigo (SCO 241-Sel). Los diferenciales que mostrarón reacción a la infección se muestran en el cuadro 3, por localidad y porcentaje de infección.

Tamaulipas.- Se encontró que los diferenciales - que mostrarón infección fuerón; Tx 7078 con porcentajes del 50.0; 37,5 y 54,0 para las localidades de Río Bravo, Valle Hermoso y San Fernando.- SA 281 con 31,3% 43,8% y 54,1% para las mismas localidades y Tx 414 --

Cuadro 3.- Porcentaje de infección a Sphacelotheca reiliana - a las líneas diferenciales de las 5 localidades muestreadas.

LOCALIDAD	VARIEDAD DIFERENCIAL	PLANTAS INOCULADAS	PLANTAS INFECTADAS	PORCIENTO DE INFECCION.
Río Bravo	SCO 241-Sel	16	13	80,0
	Tx 7078	16	8	50,0
	SA 281	16	5	31,3
	Tx 414	16	10	62,5
	SCO 170-6	16	0	0,0
	PI 48770	16	0	0,0
Valle Hermoso	SCO 241-Sel	16	2	13,0
	Tx 7078	16	6	37,5
	SA 281	16	7	43,8
	Tx 414	16	4	25,0
	SCO 170-6	16	0	0,0
	PI 48770	16	0	0,0
San Fernando	SCO 241-Sel	48	36	75,0
	Tx 7078	48	24	54,0
	SA 281	48	26	54,1
	Tx 414	48	33	68,7
	SCO 170-6	48	0	0,0
	PI 48770	48	0	0,0
Ocotlán	SCO 241-Sel	16	12	75,0
	Tx 7078	16	8	50,0
	SA 281	16	4	25,0
	Tx 414	16	9	56,3
	SCO 170-6	16	0	0,0
	PI 48770	16	0	0,0
Santiago Ixc.	SCO 241-Sel	16	11	69,0
	Tx 7078	16	8	50,0
	SA 281	16	0	0,0
	Tx 414	16	9	56,3
	SCO 170-6	16	0	0,0
	PI 48770	16	0	0,0

* Tres colecciones de 16 plantas c/una.

Plantas sembradas el 2 de Agosto de 1982 e inoculadas el 30 de Agosto del mismo año.

con 62,5%; 25,0% y 68,7% también para las mismas localidades, el testigo promedio un 77,0% de infección.

Jalisco.- Los diferenciales que mostrarón reacción fuerón Tx 7078 con un 50,0% de infección; el SA 281 con 25,0% de infección y Tx 414 con un 56,3% y con un 75,0% de infección - para el testigo SCO 241-Sel.

Nayarit.- Los únicos diferenciales que mostrarón infección fueron el Tx 7078 con un 50,0% y el Tx 414 con un 56,3% y con una infección del testigo SCO 241-Sel. del 69,0%.

Razas prevalecentes de acuerdo a la respuesta de las variedades diferenciales.

De acuerdo al cuadro 3, las razas prevalecentes en el -- Estado de Tamaulipas fueron en orden de importancia la 'raza 3', la 'raza 1' y 'raza 2'.

La 'raza 3' predomina mayormente en San Fernando y Río Bravo, mientras que en Valle Hermoso la distribución de esta raza es más restringida.

La 'raza 1' en orden de importancia prevalece en San Fernando, Río Bravo y Valle Hermoso.

La 'raza 2' en San Fernando, Valle Hermoso y Río Bravo respectivamente.

En Jalisco se observarón resultados simialres a Tamaulipas con las 'razas 3, 1 y 2' en orden de importancia.

En Nayarit no se detectó la raza 2, la raza 3 y la raza 1 mostraron la misma importancia.

En forma global puede afirmarse que la 'raza 3' es la -- raza más común en las localidades muestreadas. (ver gráfica 1)

CAPITULO V.

DISCUSION.

De acuerdo a lo presentado en el cuadro 3, del capítulo de Resultados se encontró que la metodología de inoculación fué eficiente, sin embargo se tiene - que llevar a cabo con precisión y cuidado, se necesi - ta además disponibilidad de tiempo, ya que es una -- técnica laboriosa y requiere de una cierta especiali - zación para efectuar las inoculaciones.

Resultados algo inesperados aseveran lo anterior, ya que el testigo empleado reaccionó en contra de - lo previsto; la línea SCO 241 -12E (SS), casi no mos - tró infección en un grupo diferencial de Tamaulipas, (El Vaso, Valle Hermoso); mientras que en los dife-- renciales Tx 7078, SA 281 y Tx 414 sí mostrarón in-- fección, esto se atribuye a una mala y deficiente -- inoculación, posiblemente no se llevó a cabo en la-- región meristemática y por lo tanto los porcentajes-- fueron bajos.

Puede notarse también que para Santiago Ixcuin - tla, no se obtuvo infección en la diferencial SA 281, Hegari, lo anterior puede indicar que la raza no pre - valece en la región ó que la metodología de inocula -

ción no haya sido efectiva, por lo tanto es deseable ampliar el tamaño de muestra de los diferenciales de 16 a 32 plantas por tratamiento, sobre todo cuando no se tenga destreza en la metodología.

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con los descritos por otros investigadores, en lo referente a la técnica de inoculación, Betancourt 1981 (3); Frederiksen 1977 (7), Edmunds 1963 (6) y Rosenow 1963 (13); en lo relacionado a la identificación de razas, Aguirre 1982 ² ha señalado como prevaleciente en Río Bravo la 'raza 3' de Sphacelotheca reilliana, en otras áreas como Jalisco y Nayarit, la 'raza 3' ha prevalecido porque no ha sido sometida a presión de selección por híbridos resistentes y por lo tanto es probable que permanezca en equilibrio con sus hospederos, mientras las condiciones ambientales no favorezcan su presencia, como lo asegura Frowd 1978 (10).

Los resultados de este trabajo indican que en la actualidad el carbón de la panoja es una amenaza potencial en áreas subtropicales y tropicales de México ya que se detectó la 'raza 3' y dado la variabilidad del patógeno es posible que adquiera nuevas formas de virulencia según afirman Frowd 1978, (10) y Frederiksen 1977 (7), se puede agregar por lo tanto que Sphacelotheca reilliana, es un hongo que causa un fuerte daño en el cultivo del sorgo, produce un efecto devastador en el rendimiento, además esta adquiriendo nuevas formas virulentas y es un organismo que generalmente se transmite por el suelo.

En cultivos comerciales se han detectado infecciones de hasta un 40 por ciento, en los híbridos susceptibles (ver -- cuadro 10 del ápendice).

La importancia de la técnica de inoculación hipodérmica- empleada estriba en que dentro de los métodos tradicionales - de mejoramiento genético, es una laternativa más en la busque da de nuevos materiales que proporcionen resistencia al patógeno, ya que debido a la fuerte presión de selección a las que se someten los materiales, solo responden favorablemente aquellos que poseen genes de resistencia.

El medio más eficiente y permanente de control sobre el patógeno es la incorporación de resistencia genética utilizando genes dominantes de resistencia a híbridos con características agronómicas deseables por medio del mejoramiento genético y los fitotecnistas pueden utilizar la resistencia natural del hospedero y lograr altos niveles de resistencia, la resis tencia horizontal propuesta por Betancourt 1981 (3), parece - ser la alternativa más deseable.

Cualquiera que sea el método de mejoramiento elegido, -- retrocruzas ó genealógico, debe ayudara que esta enfermedad - sea considerada como de poca importancia.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

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

- 1.- Se encontró que este patógeno inverna en el suelo, su viabilidad es de 3 a 10 años, es endémico y no se disemina de planta a planta, su variabilidad es extremadamente alta produciendo razas fisiológicas en periodos breves de tiempo, los genes de virulencia son de naturaleza aditiva. Se necesita más información -- sobre la biología fungal, sobre las condiciones ambientales que favorecen la infección del patógeno al hospedero, los tipos de herencia genética del sorgo para conferir resistencia al patógeno y enfatizar el mejoramiento genético por resistencia horizontal (general).
- 2.- Sobre la técnica de inoculación hipodérmica para probar la resistencia del sorgo al carbón de la panoja es un medio prometedor para realizar pruebas extensas y obtener resultados satisfactorios.

Se requiere de tiempo y el trabajo es arduo pero se recompensa con la efectividad de la técnica, además es importante adquirir cierto grado de habilidad y especialización sobre la misma, por otra parte se puede llevar a cabo durante todo el año en varios ciclos del cultivo, lo que permite evaluar un número elevado de líneas.

3.- El carbon de la panoja del sorgo, es una amenaza potencial para el cultivo del mismo, debido a que su efecto es devastador sobre el rendimiento, el patógeno esta adquiriendo nuevas formas de virulencia, ya que en este trabajo se detecto la -- ' raza 3 ' en los Estados de Tamaulipas, Jalisco y Nayarit -- como prevalecente, por tanto se considera que a nivel nacional esta es la raza importante. Los híbridos susceptibles están - facilitando su desarrollo y propagación y el control químico- contra el patógeno es inefectivo hasta la fecha (el organismo se transmite principalmente por el suelo).

Recomendaciones.

Para el eficaz control de esta enfermedad es muy importante una estrecha cooperación entre investigadores agrícolas y productores para así tratar de disminuir su efecto y que lleve a ser considerada como de poca importancia.

Las recomendaciones se pueden enmarcar en dos grupos, -- uno a mediano plazo y el otro a corto plazo.

A mediano plazo se propone; intensificar programas de selección y búsqueda de nuevas fuentes de resistencia que puedan permanecer estables por un largo tiempo (mejoramiento genético).

A corto plazo; usar híbridos ó variedades resistentes, -- con genes diferentes a cada raza del patógeno; una inspección y sanidad estricta del cultivo y emplear distintas fechas de siembra para aminorar su incidencia y cuando sea posible una rotación de cultivos.



CAPITULO VII.

BIBLIOGRAFIA.

1. Aguirre R. J., I. (1981).- Sorghum head smut (Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint). The disease cycle. First International Shortcourse on Sorghum Diseases for Latinoamérica. INIA/ICRISAT/CIMMYT.
2. Alexopoulos, John (1976).- Introducción a la Micología. Editorial Unversitaria de Buenos Aires, Argentina.
3. Betancourt V, A. (1981).- The nature of resistance to ---- head smut (Sphacelotheca reiliana) Kuhn Clint in Sorghum ---- bicolor Moench (L). PH.D. Dissertation Texas A&M University - College Station Texas. 64 p.
4. Betancourt V, A. (1981).- Breeding for head smut resistance. First International Shortcourse on Sorghum Diseases for ---- Latinoamérica. INIA/ICRISAT/CIMMYT.
5. Betancourt V, A. (1978).- Sorghum diseases in México. Proceeding of the International Workshop on Sorghum Diseases- Hyderabad, India. p. 22-28
- 6.-Edmunds L.K. (1963).- Use of sporidial injection to test -- sorghum for head smut (Sphacelotheca reiliana) resistance. Plant Disease Reporter. 47 (10) 909-913.

7. Frederiksen R, A. (1977).- Head smuts of corn and sorghum. Proceeding 32nd. Annual corn and sorghum research conf. 32: 99-105 Chicago Ills.
8. -----, Rosenow D,T. and Reyes Lucas (1975).- Races of --- Sphacelotheca reiliana on sorghum in Texas. Plant Disease Reporter 59 (7) 549-551
9. French E,R y Teddy T. Hebert. (1980).- Métodos de investigación fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias - Agrícolas. IICA. San José, Costa Rica.
10. Frowd, J.A (1978).- A world review of sorghum smuts. Proceeding of the International Workshop on Sorghum Diseases. Hyderabad, India. p. 331-373.
11. León G, H.F. (1961).- Estudio preliminar sobre morfología fisiología y genética de Sphacelotheca reiliana Kuhn Clint. Tesis M.C. E.N.A. Chapingo, México.
12. Robles, S.R. (1978).- Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, México. 2da. Edición.
13. Rosenow, D.T. (1963).- Development of head smut resistant sorghum. Proceeding of the Third Sorghum Utilization Conf. Amarillo, Texas p. 35-39.
14. Walker, J.C. (1973).- Patología Vegetal. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.

15. Wall, J.S y Ross, W.M. (1975).- Producción y usos del --- sorgo. Editorial Hemisferio Sur, Argentina 398 pag.
16. Williams, R.J; Frederiksen, R.A. and Girard, J.C. (1978).- Manual para la identificación de las enfermedades del sorgo y mijo. ICRISAT, Boletín informativo núm. 2.
17. Wilson, J.M and Frederiksen R.A (1970a).- Hystopatology of the interaction of Sorghum bicolor and Sphacelotheca reiliana. Phytopathology 60 (5) 828-832.
18. -----, ----- (1970b).- Hystopatology of resistance in the Sorghum bicolor-Sphacelotheca reiliana interaction. Phytopathology 60 (9); 1365-1367.

A P E N D I C E .



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

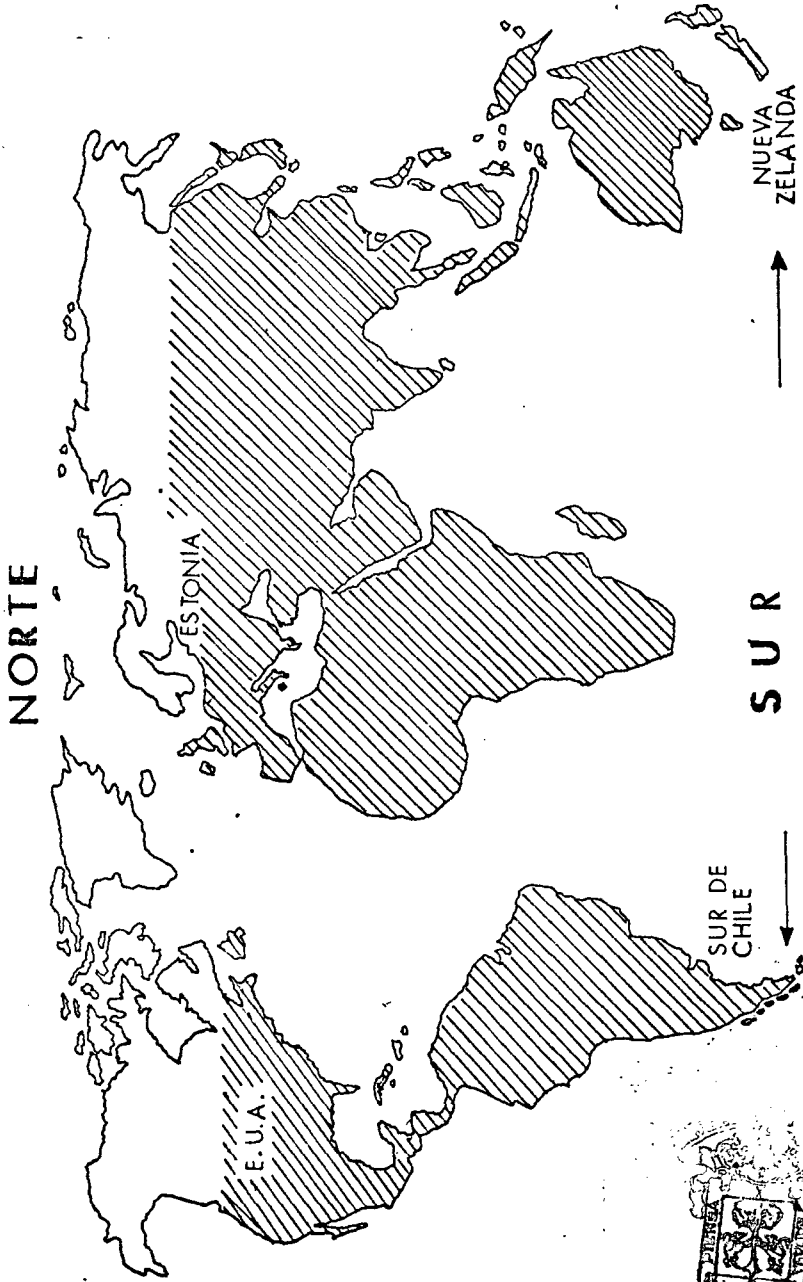
Cuadro 4.- Principales enfermedades del sorgo en México. ^a.

Nombre común	Nombre científico	Distribución
1. Mildiu	<i>Peronosclerospora sorghi</i>	1;2;3;5;7;12
2. Tizón de la panoja	<i>Fusarium moniliforme</i>	1;2;3
3. Tizón de la hoja	<i>Exerohilum turcicum</i>	1;2;3;6
4. Roya	<i>Puccinia purpurea</i>	1;2;3;6
5. Pudrición del tallo	<i>Fusarium moniliforme</i>	1;2;3
6. Carbón de la panoja	<i>Sphacelotheca reiliana</i>	1;2;3;6;12
7. Mohos del grano	<i>Curvularia, etc.</i>	4;6;8;10
8. Antracnosis	<i>Colletotrichum graminicola</i>	1;2;3;4
9. Listado bacteriano de la hoja	<i>Pseudomonas andropogoni</i>	1;6
10. Mancha zonada de la hoja	<i>Gloeocerospora sorghi</i>	1;9
11. mildiu cabeza loca	<i>Sclerophthora macrospora</i>	1;2;3
12. Rayado bacteriano de la hoja.	<i>Xanthomonas holcicola</i>	2;4;9
13. Virus del enanismo del maíz y la caña de azúcar.	M D M V.	1;11

Claves; 1. Tamaulipas	2. Guanajuato	3. Jalisco
4. Sinaloa	5. Michoacán	6. Nayarit
7. Guerrero	8. Veracruz	9. Yucatán
10. Morelos	11. Puebla	12. Edo. México.

^aa. Tomado de Betancourt V. A. 1978 (5).

CUADRO 5.- DISTRIBUCION MUNDIAL DEL CARBON DE LA PANOJA. Frowd 1978 (10).



ESCUELA DE AGRICULTORES
BIBLIOTECA

CUADRO 6.- COMPARACION SOBRE LA INCIDENCIA DEL CARBON DE LA PAHOJA (*Sphaelotheca reiliana* Kubz Clit) EN CRUZAS SIMPLES, TRIPLES Y CUADRUPLAS CON CERVO, UNA, DOS, TRES Y CUATRO FUENTES DE RESISTENCIA. **

NUM	PEDIGREE	TIPO DE CRUZA	NUM. DE FUENTES RESISTENCIA	REACCION CONOCIDA	PLANTAS INOCULADAS	PT'S. INFECCIONADAS	% DE INFECCION
1	SCO 241 Sel - Fe 6601	SIMPLE	1	SS - R	20	2	0.10
2	RTx 7078 - PI 48770	SIMPLE	1	S - R	10	0	0.00
3	Milo Estandar - PI 48770	SIMPLE	2	R - R	20	0	0.00
4	RTx 7078 - Milo Estandar	SIMPLE	1	S - R	20	12	60.00
5	(BTx 399 x SCO 241 Sel) RTx 7078	TRIPLE	3	(S-SS) S	6	6	100.00
6	(BTx 399 x RTx 7078) RTAM 428	TRIPLE	1	(MS - S) MS	14	3	21.00
7	(RTAM 428 - Milo Estandar) RTx 7078	TRIPLE	2	(R - R) S	16	5	31.00
8	(RTAM 428 - PI 48770) Fe 6601	TRIPLE	3	(R - R) R	20	0	0.00
9	(RTx 7078 - SCO 241 Sel) (Milo Estandar - BTx 399)	CUADRUPLE	1	(S - SS) (R - MS)	3	2	66.00
10	(PI 48770 - SCO 241 Sel) (Milo Estandar - BTx 399)	CUADRUPLE	2	(R - SS) (R - MS)	10	0	0.00
11	(Fe 6601 - PI 48770) (Milo Estandar - SCO 241 Sel)	CUADRUPLE	3	(R x R) (R x SS)	0	0	0.00
12	(Milo Estandar - PI 48770) (RTAM 428 - Fe 6601)	CUADRUPLE	4	(R x R) (R - R)	0	0	0.00

BETANCOURT, A. 1951 (3)

Cuadro 7.- Algunas líneas resistentes al carbón de la panoja identificadas por la Universidad de Texas A&M e ICRISAT.

Kafir Blanco (PI 48770)'	Lahoma Sudangrass'
SC 324-12 (IS 2861 der.)'	SC 325-12 (IS 2462)
SC 33-14 (IS 12553)	Tx 436
TAM 428	IS 2403C (SC 167)
Early Hegari (SA 281)	LS 12658C (SC 167)
Spur Feterita (Fe 6601)'	Is 2508C (SC 414)
FC 8927 (D. Wh. Milo)	TAM 618"
Tx 3048"	Tx 7000 (Caprock)"
BTx 399 (Wheatland)"	TS 23240 (W. Dwf. Kaoliang)

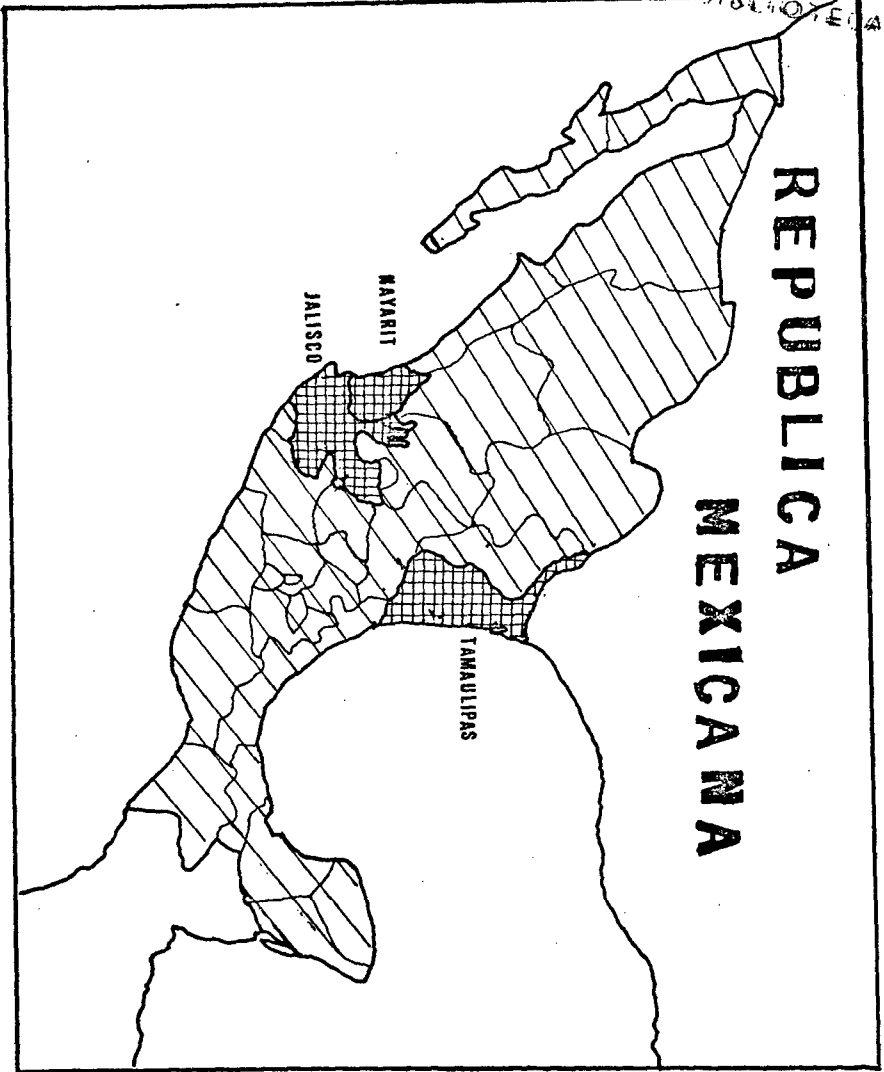
' Resistentes bajo condiciones naturales y artificiales.

" Reducido nivel de infección en campo (estables hasta ahora)

CUADRO 8.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS 3 ZONAS SORGERAS DE DONDE
OBTUVIERON LAS COLECCIONES DE CARBON. (S. reiffana Kuhn Clint)



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



Cuadro 9.- Efecto de Sphacelotheca reiliana sobre el rendimiento en el cultivo del sorgo (Por cada 1,0% de infección la producción disminuye en un 0,7%).

Rendimiento/ha.	% infección	Rendimiento	Ingresos *a.
5,000 kg	0,0	5,000 kg	52,500.00
5,000 kg	1,0	4,965 kg	52,132.50
5,000 kg	3,0	4,895 kg	51,397.50
5,000 kg	5,0	4,825 kg	50,662.50
5,000 kg	7,0	4,755 kg	49,927.50
5,000 kg	9,0	4,685 kg	49,129.50
5,000 kg	10,0	4,650 kg	48,825.00

Esto indica que una producción promedio de 5 toneladas por hectárea en estas zonas, con una infección del 10% el rendimiento se reduce en 350 kg, dejando de percibir una cantidad de - 3,675.00 pesos por hectárea.

*a. Calculando el precio de sorgo a 10,500.00 pesos por tonelada.

Cuadro 10.- Algunos híbridos comerciales que mostrarón susceptibilidad al carbón de la panoja en 1980, con infecciones mayores del 5%. ^a.

Genealogía	% infección	Genealogía	% infección
Asgrow Bravo	36,71	Warner 561-T	5,85
Consorga 66	9,32	Grower's ML-130	10,40
INIA-Púrepecha	16,99	Dekalb DD-50	8,71
INIA-Seri	27,55	INIA-Chichimeca	14,55
Master Gold	10,66	INIA-Zacapil	10,97
R B 2000	32,88	INIA-Tarasco	8,42
R B 383	20,65	NK-282	5,37
Pioneer W 821-A	8,93	R B 632	10,11
Pioneer 8202	7,69	Master 933	7,82
TE Grain Master	9,31	R B 2020	17,79

^a. Datos proporcionados por el M.C. J. Aguirre investigador del CAERIB del CIAGON perteneciente al INIA.

Cuadro 11.- Algunos híbridos comerciales con resistencia al carbón de la panoja (Sphacelotheca reiliana). ^{"a.}

Híbrido comercial.

Asgrow Granada

Asgrow Jade

R B 3030

R B 3006

NK 233

NK 2778

WAC 692

Pioneer 8311

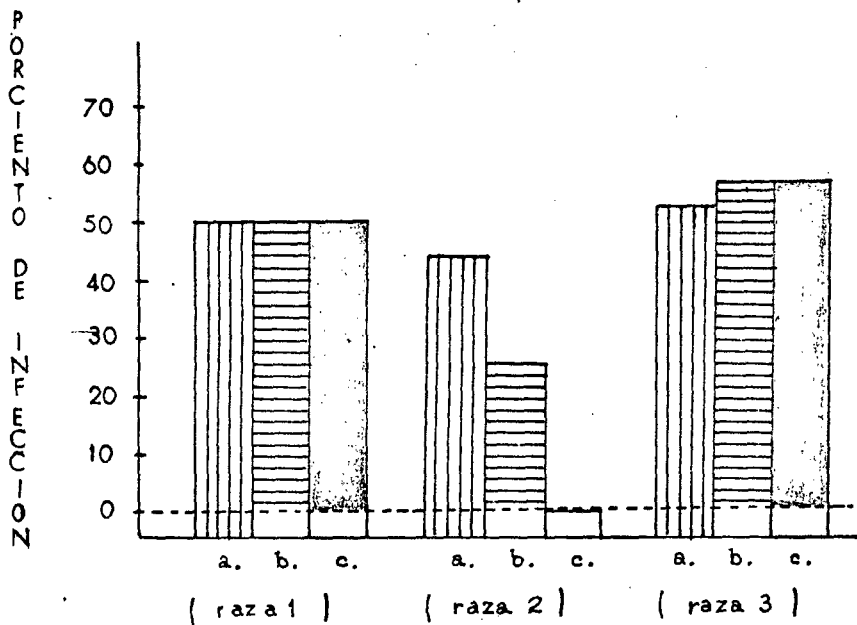
Pioneer 825-A

Dekalb D-55

Dekalb D-64

Dekalb BR 57

^{"a.} Betancourt V.A. (1983) comunicación personal.



a. TAMAULIPAS

b. JALISCO

c. NAYARIT

Gráfica 1. RELACION EN PORCENTAJE DE LA RAZA PREVALECENTE EN LAS 3 ZONAS MUESTREADAS.