

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

COORDINACION DE POSGRADO
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



DESARROLLO DE HIBRIDOS DE SORGO CON TOLERANCIA
AL TIZON DE LA PANOJA Y A LA PUDRICION DEL TALLO
CAUSADAS POR *Fusarium moniliforme*, Sheldon.

Santiago Medina Ocegueda

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

Zapopan, Jal., Agosto de 1996

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del comité particular indicado, ha sido revisada y aprobada por el mismo como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

COMITE PARTICULAR

Director: DR. José Ron Parra

Asesor: DR. Diego R. González Eguiarte

Asesor: M.C. Salvador Hurtado de la Peña

D E D I C A T O R I A

A mis padres Ramón y Trinidad

A mi esposa Beatriz

A mis hijos Ena, Christian y Omar

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

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias por el apoyo para la realización de mis estudios de maestría.

Al Campo Experimental Centro de Jalisco por haber proporcionado los medios para realizar esta investigación.

Al Dr. José Ron Parra por sus valiosas observaciones y sugerencias en el desarrollo, revisión y corrección del presente trabajo.

Al Dr. Diego R. González Eguiarte por sus valiosas sugerencias y revisión al presente estudio.

Al Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña por la revisión y sugerencias que hizo para mejorar la presentación de este trabajo.

Al Sr. José Trujillo López Auxiliar del Programa de Sorgo, por su participación en el desarrollo del material genético y en la conducción del presente trabajo.

A la Srta. Margarita Lomelí García, por su ayuda en el trabajo mecanográfico.

C O N T E N I D O

	PAG.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE CUADROS	vi
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Distribución	4
2.2 Sintomatología	6
2.3 Daño económico	7
2.4 Mejoramiento de la resistencia	8
2.5 Fuentes de resistencia	9
2.6 Técnicas para identificar resistencia	10
2.7 Escalas de calificación	11
2.8 Métodos de mejoramiento	12
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Descripción del área de estudio	15
3.2 Material genético	15
3.2.1 Líneas progenitoras de híbridos	15
3.2.2 Formación de híbridos	16
3.3 Evaluación	16
3.4 Diseño experimental	17
3.5 Labores culturales	17
3.6 Toma de datos	18

	PAG.
3.6.1 Rendimiento	18
3.6.2 Características agronómicas	19
3.6.2.1 Días a floración	19
3.6.2.2 Altura de planta	19
3.6.2.3 Acame	19
3.6.3 Calificación de enfermedades en híbridos y líneas	19
3.6.3.1 Tizón de la panoja	19
3.6.3.2 Pudrición del tallo	20
3.7 Reducción del rendimiento de grano en híbridos por el efecto del tizón de la panoja y la pudrición del tallo	21
3.8 Análisis estadístico	21
3.8.1 Modelo estadístico	21
3.8.2 Hipótesis estadística	22
3.8.3 Prueba de medias	22
3.8.4 Correlaciones	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Análisis para pudrición del tallo	26
4.1.1 Análisis de varianza en líneas e híbridos	26
4.1.2 Pruebas de significancia en líneas	27
4.1.3 Pruebas de significancia en híbridos ...	30
4.2 Análisis para tizón de la panoja	32
4.2.1 Análisis de varianza en líneas e híbridos	32
4.2.2 Pruebas de significancia en líneas	33
4.2.3 Pruebas de significancia en híbridos ...	35

	PAG.
4.3	Análisis para rendimiento de grano en híbridos. 37
4.4	Análisis para reducción del rendimiento por efecto del tizón de la panoja y la pudrición del tallo..... 39
4.4.1	Análisis de varianza 39
4.4.2	Porcentajes de reducción 40
4.5	Correlaciones 41
4.5.1	Correlación entre la pudrición del tallo y el tizón de la panoja 41
4.5.2	Correlación entre los métodos utilizados para evaluar el grado de infección de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja 42
V.	CONCLUSIONES 43
VI.	BIBLIOGRAFIA 45
VII.	APENDICE 47

LISTA DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Líneas progenitoras seleccionadas por su rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia y sin pinchar. Ocotlán, Jal. 1992T.	24
Cuadro 2. Híbridos experimentales formados a partir de líneas seleccionadas por su rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.	25
Cuadro 3. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable pudrición del tallo en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.	27
Cuadro 4. Reacción de líneas de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.	29
Cuadro 5. Reacción de híbridos de sorgo a la pudrición de tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.	31
Cuadro 6. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable tizón de la panoja en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.	33
Cuadro 7. Reacción de líneas de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.	34
Cuadro 8. Reacción de híbridos de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.	36
Cuadro 9. Rendimiento experimental y características agronómicas de los híbridos experimentales de sorgo. Ocotlán, Jal. 1993T.	38
Cuadro 10. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable reducción del rendimiento de grano. Ocotlán, Jal. 1993T.	39

	PAG.
Cuadro 11. Peso promedio del grano de plantas sanas y plantas dañadas por el tizón de la panoja y la pudrición del tallo. Ocotlán, Jal. 1993T. ..	40
Cuadro 12. Grado de asociación entre las variables pudrición del tallo - y tizón de la panoja en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.	41
Cuadro 13. Correlación entre los métodos utilizados para evaluar la incidencia de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja. Ocotlán, Jal. 1993T.	42
Cuadro 1A. Reacción de líneas de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.	48
Cuadro 2A. Reacción de híbridos de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.	49
Cuadro 3A. Reacción de líneas de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.	50
Cuadro 4A. Reacción de híbridos de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.	51

R E S U M E N

El tizón de la panoja y la pudrición del tallo, causadas por el patógeno *Fusarium moniliforme*, son las enfermedades que más disminuyen el rendimiento de grano en el cultivo de sorgo en la Zona Centro y Sur de Jalisco, ya que las condiciones de clima, suelo y manejo favorecen el desarrollo de estas enfermedades, y la mayoría de los híbridos que se siembran son en mayor o menor grado susceptibles.

El programa de sorgo del Centro de Investigaciones Regional del Pacífico Centro (CIRPAC), ha venido realizando trabajos de mejoramiento genético para generar líneas progenitoras que permitan obtener híbridos con buen rendimiento y con tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo.

El objetivo que se planteó en el presente trabajo fue identificar líneas e híbridos de sorgo con buen rendimiento, resistentes ó tolerantes al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo.

Con un grupo de líneas seleccionadas por su rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo se formaron 34 híbridos experimentales, los cuales, al igual que sus líneas progenitoras se evaluaron en Ocotlán, Jalisco para conocer su reacción al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial y sin pinchado artificial a tallos y pedúnculos. En los híbridos también

se evaluó el rendimiento de grano y algunas características agronómicas como días a floración, altura de planta y acame, así mismo, la reducción del rendimiento de grano ocasionada por el tizón de la panoja y la pudrición del tallo. Con los datos de rendimiento y de incidencia del tizón de la panoja y de la pudrición del tallo se realizaron los análisis de varianza respectivos. Se calcularon las correlaciones entre tizón de la panoja y pudrición del tallo y entre los métodos con pinchado artificial y sin pinchado artificial para la incidencia del tizón de la panoja y la pudrición del tallo.

De los resultados obtenidos se derivaron las siguientes conclusiones:

1. Los progenitores y los híbridos no presentaron tolerancia a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo.

2. Se identificaron cuatro progenitores (LEX-312R, LOC-302R, LEX- 316R y VAR-A) que presentaron moderada resistencia al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo.

3. Los híbridos VAR-A x LEX-312R, LOC-112A x LEX-316R y LOC-105A x LEX- 316R fueron moderadamente resistentes al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo.

4. Se identificó el híbrido experimental VAR-A x LEX312R con potencial de rendimiento y con tolerancia al tizón de la panoja.

5. El rendimiento de grano se vió disminuido en 30.9% cuando las plantas fueron dañadas por la pudrición del tallo, y en 19.4% cuando fueron afectadas por el tizón de la panoja.

6. El grado de asociación entre la pudrición del tallo y el tizón de la panoja no fue significativo en líneas ($r= 0.023$) ni en híbridos ($r= 0.025$).

7. La correlación entre los métodos, con pinchado artificial y sin pinchado, fue inconsistente, ya que para el tizón de la panoja se encontró correlación altamente significativa en líneas ($r= 0.652$) y correlación no significativa en híbridos ($r= 0.224$), para la pudrición del tallo se encontró correlación significativa en híbridos ($r= 0.517$) y correlación no significativa en líneas ($r= 0.305$).

8. El método de pinchado artificial fue más eficiente que el método sin pinchar en el desarrollo y manifestación del tizón de la panoja y la pudrición del tallo.

9. Para identificar materiales resistentes ó tolerantes a la pudrición del tallo y al tizón de la panoja es necesario evaluar una mayor cantidad de líneas e híbridos con el método de pinchado artificial a tallos y pedúnculos

DESARROLLO DE HIBRIDOS DE SORGO CON TOLERANCIA AL TIZON DE LA PANOJA Y A LA PUDRICION DEL TALLO CAUSADAS POR *Fusarium moniliforme*, Sheldon

I. INTRODUCCION

El introducir un nuevo cultivar a una región determinada, tiene como objetivo principal, ofrecer al productor opciones que mejoren su dieta alimenticia o bien sus ingresos. En Jalisco la introducción del cultivo del sorgo en la década de los sesentas satisfizo la segunda premisa, ya que las condiciones de suelo y clima en la Zona Centro y Sur del Estado, ofrecieron condiciones adecuadas para una buena adaptación y alto potencial de rendimiento.

En los primeros años la problemática del cultivo se circunscribió al conocimiento y afinación de tecnologías adecuadas para su manejo, las cuales una vez definidas, contribuyeron a incrementar los rendimientos por unidad de superficie, dando como resultado el rendimiento promedio en condiciones de temporal más alto en el país de 5.0 ton/ha.

A medida que el área de cultivo se incrementó, surgieron los factores limitantes de la producción, siendo los de orden fitopatológico los de mayor importancia agronómica.

Tizón de la panoja y pudrición del tallo, causadas por el patógeno *Fusarium moniliforme*, son las enfermedades que más disminuyen los rendimientos en la Zona Centro y Sur de Jalisco,

porque las condiciones de clima, suelo y manejo favorecen el desarrollo de estas enfermedades y la mayoría de los híbridos que se siembran son en mayor o menor grado susceptibles.

La reducción de los rendimientos por enfermedades, el incremento en los costos de producción y los bajos precios concertados, han traído como consecuencia una disminución en la rentabilidad y superficie del cultivo, ya que de una superficie cosechada de 184 289 ha en 1990, se redujo a 20 816 ha en el ciclo primavera-verano 1993.

El programa de Sorgo del Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) ha venido realizando trabajos de mejoramiento genético para generar progenitores de sorgo con buena aptitud combinatoria general y con tolerancia al tizón de la panoja y pudrición del tallo. Estos trabajos se iniciaron en 1987 en Ocotlán, jal. en la Ciénega de Chapala, donde las condiciones de clima y suelo favorecen la incidencia del tizón de la panoja y de la pudrición del tallo.

Objetivo

Identificar líneas e híbridos de sorgo con buen rendimiento y con tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo.

Hipótesis

Existen líneas e híbridos desarrollados o introducidos por el programa de sorgo del CIRPAC con buen rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo.

II. REVISION DE LITERATURA

La revisión de literatura involucra algunos aspectos del hongo *Fusarium moniliforme*, como su distribución, sintomalogía, y daño económico que ocasiona; se incluyen también citas sobre mejoramiento para resistencia, fuentes de resistencia, técnicas para identificar resistencia, escalas de calificación y métodos para el mejoramiento del sorgo.

2.1 Distribución

Claflin (1986), se refiere al *Fusarium moniliforme* como un patógeno que se puede encontrar tanto en regiones tropicales y templadas del mundo, infectando semillas, plántulas, raíces y tallos de numerosos cultivos, incluyendo maíz, milo, pasto sudán y sorgo.

Otras especies de *Fusarium* han sido reportadas colonizando tejidos de raíces y tallos de sorgo incluyendo *F. graminearum*, *F. tricinctum*, *F. oxysporum*, *F. solary* y *F. equiseti*; de éstos, *F. graminearum* ha sido el predominante en pudriciones de raíces y tallos, aunque otras especies podrían ser los agentes causales primarios.

Betancourt y Narro (1983), citados por Distancia (1985), señalan que las enfermedades del sorgo de mayor importancia en México son: tizón de la panoja *Fusarium moniliforme*, mildiú

velloso *Peronosclerospora sorghi*, roya *Puccinia purpurea* y tizón de la hoja *Exserohilum turcicum*.

Medina y Betancourt (1983) consignan que las enfermedades conocidas como tizón de la panoja y pudrición del tallo, se encuentran ampliamente distribuidas en las regiones sorgueras de Jalisco, Michoacán y Guanajuato, principalmente en la región Ciénega de Chapala.

Mora y Medina (1991) señalan a la pudrición del tallo y al tizón de la panoja *Fusarium moniliforme* como las enfermedades del sorgo de mayor importancia en la Ciénega de Chapala.

Narro y Osada (1992), al estudiar las diferentes especies de *Fusarium spp* en el cultivo de sorgo en diversas etapas fenológicas y tejidos de la planta en El Bajío, determinaron que de las cepas obtenidas con *Fusarium*, el 90.5% correspondieron a *F. moniliforme*, el 6.43% a *F. oxysporum*, el 2.5% a *F. tricinctum* y el 0.42% a *F. solani*. En lo que respecta a tejidos de la planta, *F. moniliforme* se aisló prácticamente en todos los tejidos, sin embargo se obtuvo con mayor frecuencia en raíz, corona y entrenudos. En cuanto a etapas fenológicas, *F. moniliforme* y *F. oxysporum* fueron las especies que se aislaron en todas las etapas fenológicas. En base a las observaciones mencionadas, concluyeron que: *F. moniliforme* fue la especie más predominante en tejidos, etapas fenológicas y localidades, por lo que se puede asociar con tizón de plántulas, pudrición de raíz y tallo, mohos del grano y

tizón de la panoja.

2.2 Sintomatología

Claflin (1986) consignó que en plantas típicas infectadas por *Fusarium moniliforme*, los dos o tres entrenudos basales contienen largas áreas de tejido conductivo rojizo; los entrenudos superiores tienen los nudos vasculares con coloraciones café o rojizo. La muerte prematura de la planta ocurre generalmente durante el desarrollo del grano, que es un diagnóstico característico de la pudrición del tallo causada por *F. moniliforme*. Otro síntoma son la apariencia de las hojas, las cuales presentan daños como de helada o quemadura por el sol, pero el exterior del tallo permanece verde. Las panojas de plantas infectadas por este patógeno, son más pequeñas que las normales y tienen numerosas flores estériles, asimismo el grano es más pequeño que el de panículas de plantas sanas. El acame causado por *F. moniliforme* ocurre después de la floración y puede presentarse en el pedúnculo o en cualquier parte del tallo. A diferencia de la pudrición carbonosa ocasionada por *Macrophomina phaseolina*, el *Fusarium* raramente causa desintegración de los haces vasculares. El hongo penetra a las raíces y tallos por entradas naturales (estomas) o a través de lesiones causadas por implementos agrícolas, insectos u otras causas. La severidad de esta enfermedad se incrementa por el frío, condiciones de humedad seguidas de un período de calor, clima seco o por tensión por humedad en la etapa de floración.

Frederiksen (1986) menciona que *Fusarium moniliforme* es el hongo más frecuentemente aislado en lesiones de tizón de la panoja. Algunos otros hongos, particularmente aquellos asociados con mohos del grano, son también relacionados con tizón de la panoja. El autor señala que el hongo coloniza parcial o completamente los raquis o ramas de la panícula, causando su muerte prematura. La infección inicial ocurre en las ramas axilares de la panícula y más comúnmente en los nudos basales de la panoja. Estas infecciones pueden extenderse a través de la panícula, causando un mayor colapso y marchitamiento en el raquis de las ramas.

2.3 Daño económico

Rosenow (1978) expresa que las pudriciones del tallo y del pedúnculo causadas por *Fusarium moniliforme* son uno de los problemas más serios en el cultivo del sorgo, puesto que los tallos debilitados por este patógeno se acaman o doblan fácilmente causando pérdidas del grano potencialmente cosechable.

Claflin (1986) cita que los daños causados por *Fusarium spp.*, varían de 5 a 10%, pero podrían ser del 100% en áreas localizadas. Las reducciones en rendimiento, son generalmente atribuidas al mal llenado de grano y a un debilitamiento y acamado de los pedúnculos o indirectamente al acame de los tallos, lo que dificulta la operación de cosecha.

Soltero y Mora (1992) consignan que en 1990 el complejo de enfermedades, tizón foliar *Exerohilum turcicum* y pudrición del tallo *Fusarium moniliforme*, causó la pérdida total en 10,000 hectáreas en la región Ciénega de Chapala.

2.4 Mejoramiento de la resistencia

Brauer (1976) menciona que mediante el mejoramiento genético se han desarrollado en México maíces con alta resistencia a enfermedades; tal es el caso de los maíces obtenidos para el Altiplano, los cuales sufren menos acame que las variedades criollas.

Reyes (1985) destaca que el mejoramiento de la resistencia a enfermedades ha permitido en algunas especies como el trigo, obtener variedades que produzcan altos rendimientos en aquellas áreas agrícolas donde anteriormente no era posible lograrlo por las enfermedades prevalecientes.

Poehlman (1979) considera que el mejoramiento de la resistencia a las enfermedades, está íntimamente relacionado con muchos de los otros objetivos del fitogenetista; asimismo, que la resistencia de un híbrido a las enfermedades, depende de la resistencia de las líneas autofecundadas a partir de las cuales se originó.

2.5 Fuentes de resistencia

Zumo (1984) menciona que las fuentes genéticas de resistencia a *Fusarium moniliforme*, son escasas, por lo que es necesario evaluar una gran cantidad de genotipos para seleccionar los que aglutinen la resistencia a la enfermedad, la adaptación y las características agronómicas deseables.

Frederiksen y Rosenow (1979) consignan que se conocen pocas fuentes con buena resistencia al patógeno *Fusarium moniliforme*. Como fuentes de resistencia citan a los siguientes genotipos: SC599-6 (R9188), SC 630-11E (IS1269 der), GPR-148 (CSV5), R9247, y SC650-11E (IS2856). Por otra parte indican que la resistencia para tizón de la panoja es de herencia intermedia, para pudrición del tallo se desconoce, sin embargo, estos autores consideran que la resistencia a estas enfermedades pudieran estar relacionadas.

Medina y Soltero (1986), al caracterizar líneas de sorgo por reacción a tizón de la panoja *Fusarium moniliforme*, en condiciones de incidencia natural en la Ciénega de Chapala, sólo identificaron dos genotipos con resistencia a esta enfermedad: SC-155 y B-1887. Con moderada resistencia citan a: RTx430, LRB-19, IS-2028, IS-9530, SC-167, CV-223, SC-37, SC-124, B18B, BTx3197, E15B, B106B, B96B, B137B, B599 y 80B3039F.

2.6 Técnicas para identificar resistencia

Frederiksen y Rosenow (1979) expresan que en condiciones de campo, la resistencia a tizón de la panoja se puede identificar mediante dos formas: natural y artificial. La artificial se hace por medio de palillos infectados al pedúnculo. Este método identifica bien la resistencia de campo. La forma natural es mejor, pero difícil de evaluar debido a que las plantas deben estar en el período apropiado de crecimiento (las etapas finales son las más susceptibles), ya que la enfermedad normalmente se desarrolla cerca de la madurez. señalan que la coloración rojiza de la médula es la mejor herramienta de diagnóstico.

Hernández et al (1988) compararon la incidencia de *Fusarium moniliforme* en plantas pinchadas con inóculo y plantas pinchadas sin inóculo en el pedúnculo de plantas de sorgo durante el período de antesis, concluyendo que bajo condiciones de campo, la densidad de inóculo es tan alta que no es necesario cultivar el hongo e inocularlo artificialmente a plantas de sorgo en Celaya, Guanajuato.

Hernández et al (1988), al evaluar el porcentaje de tejido enfermo en el pedúnculo y en el tercer entrenudo basal ocasionado por *Fusarium moniliforme*, inoculando en antesis mediante palillo o jeringa, en el cultivar Valles Altos, concluyeron que el porcentaje de tejido enfermo observado a la madurez fisiológica fue similar al inocular con cualquiera de las dos técnicas. El porcentaje de

tejido enfermo fue mayor en el entrenudo basal que en el pedúnculo al acercarse a la madurez fisiológica. Aunque en todos los muestreos se detectó un mayor porcentaje de tejido enfermo en plantas inoculadas, la herida causada por el palillo o por la aguja hipodérmica en tratamientos sin patógeno permitió la penetración "natural" del hongo debido a la alta densidad de *Fusarium moniliforme* en el ambiente natural. Esta infección natural fue similar en ambos órganos.

Mora y Medina (1991), al evaluar el incremento del daño por la pudrición del tallo *Fusarium moniliforme*, mediante herida al pedúnculo y tallo en híbridos de sorgo, en la Ciénega de Chapala, concluyeron que la herida artificial causada a los híbridos de sorgo es determinante en el incremento del daño por *F. moniliforme*.

2.7 Escalas de calificación

Frederiksen y Rosenow (1979) propusieron la siguiente escala para evaluar el daño ocasionado por el tizón de la panoja.

- 0 = No evaluación posible.
- 1 = Resistente, cuando no se encuentra infección en las ramillas del raquis, brácteas o panoja.
- 2 = Infección limitada sólo a la panoja, sobre todo en las ramillas del raquis.
- 3 = Cuando toda la panoja se encuentra infectada.
- 4 = Cuando la panoja y el pedúnculo estén infectados.

5 = Cuando la enfermedad causa la muerte o acame de la planta.

Esta escala clasifica a los genotipos de la manera siguiente:

- 1 = resistente
- 2 = moderadamente resistente
- 3 = moderadamente susceptible
- 4-5 = susceptible

Dreeper (1988), citado por Cepeda y Venegas (1991), propuso la siguiente escala para evaluar el daño ocasionado por la pudrición del tallo.

- 1 = 0-25% de daño en el entrenudo inoculado
- 2 = 26-50% de daño en el entrenudo inoculado
- 3 = 51-75% de daño en el entrenudo inoculado
- 4 = 76-100% de daño en el entrenudo inoculado
- 5 = más del entrenudo inoculado

2.8 Métodos de mejoramiento

Guiragossian y Romero (1984) mencionan que los principales métodos de mejoramiento que se utilizan en sorgo son: introducción, selección en masa, pedigree o genealógico, retrocruzamiento convencional y modificado, mejoramiento por población, desarrollo de híbridos y mutación.

Betancourt y Jassa (1983) consignan que de los métodos convencionales de mejoramiento usados en sorgo, el de pedigree o genealógico y el de retrocruzamiento son los más ampliamente utilizados, ya que mediante estos procedimientos ha sido posible mejorar un buen número de líneas.

Clará (1981) señala que el uso de la androesterilidad permite a los fitomejoradores emascular fácilmente especies autógamas, que anteriormente era difícil; a la vez facilita la producción de híbridos a nivel comercial, lo cual había sido imposible en plantas autógamas. Indica que la androesterilidad génico citoplásmica es la que mayor éxito ha obtenido, mencionando que este tipo de androesterilidad corresponde a una interacción de núcleo y citoplasma.

Allard (1960) define a la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas; una vez identificadas las líneas de mayor ACG, se cruzan entre sí para finalmente seleccionar aquéllas que generen el híbrido de mayor aptitud combinatoria específica.

Mendoza (1988), con el propósito de generar metodologías que rápida y eficazmente permitan seleccionar progenitores que den lugar a híbridos de mayor rendimiento; comparó el comportamiento per se de líneas de sorgo con su respectiva ACG, encontrando correlaciones de 0.68 y 0.61 entre el rendimiento de líneas per se y la ACG de líneas B y R, respectivamente. Sin embargo, señala que

cabe esperar cuando menos dos riesgos al utilizar solamente el rendimiento de las líneas per se como criterio para seleccionar progenitores. Primero: que la frecuencia y el nivel de rendimiento de híbridos superiores obtenidos al combinar líneas de alto rendimiento per se sean menores a los que se obtendrían al cruzar líneas de alta ACG; segundo: que se pierdan algunos híbridos de alto rendimiento, factibles de lograrse con líneas de bajo rendimiento pero de alta heterosis.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

La selección de progenitores y evaluación de híbridos experimentales, se realizó en la región Ciénega de Chapala, específicamente en el Ejido El Fuerte, municipio de Ocotlán, Jalisco, el cual se ubica entre los 20°17' de latitud Norte y 102°45' de longitud Oeste, con una altitud de 1527 msnm, un clima de tipo (A)C(wo)(w)a(e)g, una precipitación media anual de 818 mm y una temperatura media anual de 21.7°C. La textura de los suelos varía de franco-arcillosa a arcillosa, su drenaje es deficiente y el contenido de materia orgánica va de bajo a medio. El patrón de cultivo dominante comprende las rotaciones de maíz-maíz, sorgo-sorgo y maíz-sorgo de primavera-verano a primavera-verano, y maíz-trigo y sorgo-trigo, de primavera-verano a otoño invierno.

3.2 Material genético

3.2.1 Líneas progenitoras de Híbridos

Las líneas progenitoras de los híbridos que participaron en este estudio se presentan en el Cuadro 1. Estas líneas fueron seleccionadas por su buen rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo, de un ensayo de 76 líneas restauradoras de la fertilidad (líneas R) y 21 líneas mantenedoras (líneas B), las cuales, fueron desarrolladas por los programas de

mejoramiento genético del CIRPAC, del Centro de Investigación Regional Centro (CIRCE), del Instituto Internacional para el Mejoramiento en Cultivos para los Trópicos semi-áridos (ICRISAT) y de la Universidad de Texas A & M. La evaluación del tizón de la panoja y de la pudrición del tallo se hizo en Ocotlán, Jalisco en el ciclo primavera-verano 1991, en base a una apreciación visual de la reacción de los genotipos a las enfermedades mencionadas bajo condiciones naturales y sin pinchar plantas. La reacción al tizón de la panoja se calificó en una escala de 1 a 5 (Frederiksen y Rosenow 1979) y la pudrición del tallo en porcentajes de tallos secos, ambas en la fase de madurez fisiológica.

3.2.2 Formación de híbridos

En el Cuadro 2 se presentan las genealogías de los híbridos que se formaron a partir de líneas seleccionadas por su tolerancia a las enfermedades mencionadas. En la programación de estas cruzas se consideró también que los híbridos resultantes fueran de porte intermedio y con ciclo intermedio o intermedio-tardío, que es el tipo de materiales que prefieren los productores de sorgo de la Zona Centro de Jalisco. Las cruzas se obtuvieron en el ciclo primavera-verano 1992 en Ocotlán, Jal., y se realizaron en forma manual.

3:3 Evaluación

En el ciclo agrícola primavera-verano 1993, en El Fuerte, Mpio. de Ocotlán, Jal., se evaluaron en condiciones de temporal los

34 híbridos experimentales desarrollados y dos testigos para conocer su rendimiento y su reacción al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo, así mismo, se evaluaron las líneas progenitoras de estos híbridos para conocer su reacción a las enfermedades mencionadas.

3.4 Diseño experimental

Considerando el número de híbridos (36), la cantidad de semilla de cada uno de ellos y las características del sitio experimental, se eligió el diseño látice triple 6x6. La unidad experimental fue de 6.20 m², dos surcos de 5 m de largo espaciados a 0.62 m. Las líneas se sembraron en una sola repetición, la unidad experimental fue de 6.20 m, dos surcos de 5m de largo espaciados a 0.62 m.

3.5 Labores culturales

La siembra de híbridos y líneas se realizó el 16 de junio en suelo húmedo. La cantidad de semilla utilizada por unidad experimental fue la equivalente a 20 kg/ha; se realizó un aclareo tratando de obtener una población aproximada de 300,000 plantas por hectárea.

A la siembra, híbridos y líneas se fertilizaron con el tratamiento 100-46-00 más 20 kg/ha de Triunfo 5% G, para prevenir el daño de plagas del suelo; una segunda fertilización se realizó a los 50 días después de la emergencia del cultivo, en esta ocasión

se aplicaron 120 kg/ha de nitrógeno.

La maleza se controló con 4.0 l/ha de Gesaprím Combi 500 FW en aplicación preemergente y 2.0 l/ha de Gramoxone en aplicación postemergente dirigida a la maleza.

La chinche de la panoja fue la única plaga de importancia económica que se presentó, y se le controló con 250 ml/ha de Arrivo 200.

3.6 Toma de datos

En los híbridos se tomaron datos de rendimiento de grano, características agronómicas y reacción al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo; en las líneas únicamente se tomaron datos de reacción al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo.

3.6.1 Rendimiento

El rendimiento de grano de los híbridos se obtuvo de una parcela útil de 3.1 m², en la cual se cosecharon plantas que no fueron pinchadas en forma artificial. El rendimiento se ajustó al 12% de humedad y se transformó a kg/ha mediante la siguiente forma:

Rendimiento= $\frac{\text{peso de campo} \times \% \text{materia seca} \times \text{factor de corrección}}{100}$

3.6.2 Características agronómicas

3.6.2.1 Días a floración. Número de días transcurridos de la siembra al 50 % de antesis en las plantas de cada parcela.

3.6.2.2 Altura de la planta. Distancia promedio de cinco plantas por parcela en centímetros, medida de la base del tallo a la punta de la panoja.

3.6.2.3 Acame. Estimado en porcentaje de plantas caídas.

3.6.3 Calificación de enfermedades en híbridos y líneas

La reacción de los híbridos y sus progenitores, al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo se evaluó mediante el siguiente procedimiento.

3.6.3.1 Tizón de la panoja. Para facilitar la entrada del hongo *Fusarium moniliforme* se pincharon seis plantas de cada parcela. El pinchado se hizo con un clavo en el pedúnculo de la panoja en la fase de grano lechoso. En madurez fisiológica se midió la longitud del pedúnculo y de la lesión para obtener el porcentaje de pedúnculo dañado (método de pinchado). De igual forma se midieron los pedúnculos de seis plantas sin pinchar (método sin pinchar) con el propósito de comparar la eficiencia de estos métodos en la evaluación de la enfermedad. La severidad de la lesión se evaluó transformando los porcentajes de pedúnculo dañado a una escala de 1-5 (Drepper 1988), donde: 1= 0-25% de daño en el pedúnculo, 2= 26-

50% de daño, 3= 51-75% de daño, 4= 76-100% de daño y 5= más del 100 % de pedúnculo dañado; esta escala clasifica a los genotipos de la siguiente forma: 1= resistente, 2= moderadamente resistente, 3= moderadamente susceptible y de 4-5= susceptible (Frederiksen y Rosenow 1979).

Los porcentajes de incidencia se transformaron a valores angulares de arcoseno con el fin de que los datos fueran normales para su análisis estadístico.

3.6.3.2 Pudrición del tallo. Para facilitar la entrada del patógeno responsable de esta enfermedad *Fusarium moniliforme*, se pincharon nueve tallos de cada parcela. La herida se ocasionó en el segundo o tercer entrenudo en la etapa de floración. En madurez fisiológica, se midió el entrenudo pinchado y lo largo de la lesión para determinar el porcentaje de entrenudo dañado (método de pinchado), de igual forma se midieron los entrenudos de los tallos sin pinchar (método sin pinchar), con el objeto de comparar la eficiencia de estos métodos en la evaluación de la enfermedad. La escala que se utilizó para evaluar la severidad de esta enfermedad fue la misma que se empleó en la evaluación del tizón de la panoja.

Los porcentajes de incidencia de la pudrición del tallo se transformaron también a valores angulares de arcoseno, con el objeto de que los datos fueran normales para su análisis estadístico.

3.7 Reducción del rendimiento de grano en híbridos por el efecto del tizón de la panoja y la pudrición del tallo.

Con el propósito de estimar el efecto del tizón de la panoja en el rendimiento del grano, se muestrearon en el experimento 24 plantas sanas y 24 plantas enfermas, se pesaron 1000 granos de cada planta enferma y 1000 granos de cada plantas sana y se calculó el porcentaje de pérdida del rendimiento ocasionado por esta enfermedad. Se procedió de igual forma para determinar la reducción del rendimiento ocasionada por la pudrición del tallo.

3.8 Análisis estadístico

3.8.1 Modelo estadístico

Se realizó análisis de varianza en el experimento de híbridos para la variable rendimiento de grano de acuerdo al modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 36$ variedades (se eliminaron tres)

$j = 1, 2, 3, \dots, 3$ repeticiones

$ij =$ media del i - ésima variedad

$\mu =$ media general

$t =$ efecto del i - ésima variedad

$B =$ efecto de la j - ésima repetición

$E_{ij} =$ error experimental

Los análisis de varianza en líneas e híbridos para las variables tizón de la panoja, pudrición del tallo y reducción del rendimiento por el efecto de estas enfermedades, se hicieron en base al modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ tratamientos
 36 híbridos y
 17 líneas

Y_{ij} = media del i -ésimo tratamiento

μ = media general

T = efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental

3.8.2 Hipótesis estadística

En la prueba de significancia de diferencias entre medias varietales, la hipótesis fue:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_n$$

H_a : al menos una variedad es diferente a las demás

3.8.3 Prueba de medias

Cuando hubo diferencias estadísticas significativas entre variedades, se procedió a realizar la prueba de medias, aplicando

la prueba honesta de Tukey (DMSH), con el objeto de detectar los grupos de variedades iguales estadísticamente. La prueba se obtuvo mediante la siguiente forma:

$$DMSH = qS_x$$

donde:

q= valor tabular

$$S_x = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

s^2 = varianza del error experimental

n = número de repeticiones

3.8.4 Correlaciones

Con la finalidad de conocer el grado de asociación que pudiera existir entre algunas de las variables medidas, se obtuvieron correlaciones entre tizón de la panoja y pudrición del tallo; asimismo, entre los métodos pinchado y sin pinchar empleados para evaluar la incidencia de tizón de la panoja y la pudrición del tallo. Las correlaciones se obtuvieron tanto en híbridos como en líneas con la fórmula:

$$r = \frac{\sum xy}{(\sum x^2) (\sum y^2)}$$

donde:

$$x = X - \bar{X}$$

$$y = Y - \bar{Y}$$

Cuadro 1. Líneas progenitoras seleccionadas por su rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia y sin pinchar. Ocotlán, Jal. 1992T.

No	Genealogía	Origen	Reacción a	
			T. panoja ¹	P.tallo ²
1	LOC - 102 A	CIRPAC	MR	R
2	LOC - 104 A	CIRPAC	MR	MR
3	LOC - 105 A	CIRPAC	R	MR
4	LOC - 106 A	CIRPAC	R	MR
5	LOC - 107 A	CIRPAC	MR	MR
6	LOC - 108 A	CIRPAC	MR	MR
7	LOC - 109 A	CIRPAC	MR	MR
8	LOC - 111 A	CIRPAC	MR	MR
9	LOC - 112 A	CIRPAC	MR	MR
10	LOC - 113 A	CIRPAC	MR	MR
11	LOC - 114 A	CIRPAC	MR	MR
12	E 13A	CIRCE	MR	R
13	VAR-A	ICRISAT	MR	MR
14	ATx623	T & M	MS	MR
15	R 5A	CIRCE	S	MR
16	LOC - 302 R	CIRCE	MS	MR
17	LEX - 312 R	CIRCE	MR	MR
18	LEX - 316 R	CIRCE	MS	R
19	LEX - 322 R	CIRCE	MR	R
20	LEX - 323 R	CIRCE	MR	MR
21	LEX - 324 R	CIRCE	MR	MR
22	LEX - 325 R	CIRCE	MR	MR
23	LOC - 552 R	CIRCE	MR	MR
24	R 6956	T & M	MR	MS
26	LEX - 326 R	CIRCE	S	MR

R = resistente
 MR = moderadamente resistente
 MS = moderadamente susceptible
 S = susceptible

1 de acuerdo con Frederiksen y Rosenow (1979)
 2 de acuerdo con Dreeper (1988)

Cuadro 2. Híbridos experimentales formados a partir de líneas seleccionadas por su rendimiento y tolerancia al tizón de la panoja y a la pudrición del tallo. Ocotlán, Jal. 1993 T.

No	Genealogía	Origen OC-92
1	LOC-102A x LEX-316R	822 x 556
2	LOC-102A x LEX-312R	822 x 583
3	LOC-102A x LOC-302R	822 x 589
4	LOC-104A x LOC-302R	826 x 589
5	LOC-105A x LEX-316R	828 x 556
6	LOC-105A x LEX-323R	828 x 581
7	LOC-105A x LOC-552R	828 x 588
8	LOC-105A x LOC-302R	828 x 589
9	LOC-106A x LEX-316R	830 x 556
10	LOC-106A x LEX-312R	830 x 583
11	LOC-106A x LOC-552R	830 x 588
12	LOC-106A x LOC-302R	830 x 589
13	LOC-107A x LEX-323R	832 x 581
14	LOC-107A x LEX-312R	832 x 583
15	LOC-108A x LOC-552R	834 x 588
16	LOC-109A x LEX-316R	836 x 556
17	LOC-109A x LEX-312R	836 x 583
18	LOC-109A x LOC-552R	836 x 508
19	LOC-111A x LEX-312R	838 x 583
20	LOC-111A x LEX-316R	838 x 556
21	LOC-112A x LEX-316R	840 x 556
22	LOC-112A x LEX-312R	840 x 583
23	LOC-112A x LOC-302R	840 x 589
24	LOC-113A x LEX-323R	842 x 581
25	LOC-113A x LOC-302R	842 x 589
26	LOC-114A x LEX-312R	844 x 583
27	LOC-105A x R6956	828 x 593
28	ATx623 x LEX-312R	846 x 583
29	LOC-108A x LEX-322R	834 x 580
30	E13A x LEX-312R	812 x 583
31	VAR-A x LEX-312R	4 x 24
32	VAR-A x LEX-324R	636 x 534
33	R5A x LEX-325R	720 x 667
34	R5A x LEX-326R	720 x 668

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis para pudrición del tallo

4.1.1 Análisis de varianza en líneas e híbridos

En el Cuadro 3 se presentan los cuadrados medios y los coeficientes de variación del análisis de varianza para los porcentajes de pudrición del tallo en líneas e híbridos de sorgo, con los métodos de pinchado y sin pinchado; se incluyen también los promedios de infección.

Se aprecia en el Cuadro 3 que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre líneas cuando se evaluó su reacción a la pudrición del tallo con pinchado al tallo. Se observa también, que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre híbridos que no fueron pinchados. Las diferencias detectadas en las líneas e híbridos pudieran atribuirse a sus diferencias genéticas o bien a una distribución heterogénea del patógeno en el ambiente.

En el Cuadro 3 se aprecia que los coeficientes de variación con pinchado fueron menores que sin pinchar, lo cual es admisible ya que la penetración y desarrollo del hongo fue más uniforme por la entrada del patógeno mediante la lesión artificial al tallo.

En el Cuadro 3 se observa también que con pinchado el promedio fué mayor para el desarrollo de la enfermedad que sin pinchado, lo cual indica que el método de pinchado artificial fue más eficiente en el desarrollo del hongo que el método sin pinchar; esto coincide con los resultados de Mora y Medina (1991). De acuerdo con estos

resultados, se decidió utilizar únicamente el método de pinchado como criterio para evaluar la incidencia de la pudrición del tallo en líneas e híbridos.

Cuadro 3. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable pudrición del tallo en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.

Fuente de variación	Líneas		Híbridos	
	con pinchado	sin pinchado	con pinchado	sin pinchado
Tratamientos	880.92**	1184.46 NS	687.43 NS	1576.39**
Error	351.62	1064.44	504.30	660.65
-----	-----	-----	-----	-----
Coeficiente de variación	38.49	104.17	49.87	144.60
-----	-----	-----	-----	-----
Promedio de infección	48.71	31.39	45.03	17.77

** significativo al nivel de 0.01

4.1.2 Pruebas de significancia en líneas

En el Cuadro 4 se presenta la reacción que presentaron las líneas a la pudrición del tallo cuando fueron evaluadas con el método de pinchado. La línea LOC-302R fue la que obtuvo el grado de infección mas alto y la única con reacción de susceptibilidad a la pudrición del tallo. Sin embargo, su grado de infección fué estadísticamente igual al resto de las líneas, con excepción de los progenitores LEX-316R y LEX-312R, los cuales presentaron los

porcentajes más bajos de infección. Los materiales iguales estadísticamente a LOC-302R tuvieron una reacción de moderadamente susceptibles (MS) a moderadamente resistentes (MR), esta igualdad indica que la reacción de este grupo de materiales pudiera ser de susceptibilidad en próximos años de evaluación, por lo cual deben ser clasificados como susceptibles al igual que la línea LOC-302R. Los genotipos LEX-316R y LEX-312R con reacción moderadamente resistente (MR) deberían clasificarse como moderadamente susceptibles (MS) ya que fueron estadísticamente iguales a un buen número de materiales con esta clasificación.

De acuerdo con la clasificación asignada a los progenitores, no se identificaron líneas con resistencia o moderada resistencia a la pudrición del tallo, ya que el 88% fueron susceptibles y el 12% moderadamente susceptibles. Estos resultados coinciden con lo señalado por Zumo (1984) y Frederiksen y Rosenow (1979), en el sentido de que las fuentes de resistencia a esta enfermedad son escasas, lo que hace necesario evaluar una mayor cantidad de genotipos para tener más posibilidades de identificar materiales con resistencia o tolerancia a la pudrición del tallo. Por otra parte resulta claro que la identificación de progenitores con resistencia o moderada resistencia realizada en condiciones naturales de incidencia y sin pinchar, previa a la formación de los híbridos (Cuadro 1), fue de poca utilidad, ya que al evaluarlos mediante el método de pinchado para facilitar la entrada del patógeno, ninguno mostró resistencia o moderada resistencia a la enfermedad (Cuadro 4). Esta apreciación coincide con los resultados obtenidos por Mora y Medina (1991), en el sentido de

Cuadro 4. Reacción de líneas de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al entrenado	Reacción ¹	Clasificación ²
16	LOC 302R	70.1 a	79	S	S
3	LOC 105A	61.5 ab	75	MS	S
5	LOC 107A	63.3 ab	73	MS	S
2	LOC 104A	57.9 ab	70	MS	S
4	LOC 106A	56.9 ab	69	MS	S
24	R 6956	56.4 ab	65	MS	S
10	LOC 113A	50.2 ab	65	MS	S
8	LOC 111A	53.6 ab	61	MS	S
15	R 5A	46.1 ab	56	MS	S
7	LOC 109A	45.7 ab	52	MS	S
13	VAR A	43.6 ab	48	MR	S
19	LEX 322R	42.0 ab	46	MR	S
9	LOC 112A	39.8 ab	42	MR	S
14	ATX 623	38.0 ab	40	MR	S
6	LOC 108A	36.4 ab	40	MR	MS
17	LEX 312R	29.0 b	30	MR	MS
18	LEX 316R	29.0 b	28	MR	MS

$DMSH_{0.05} = 39.51$ C.V. = 38.49 %

MR = moderadamente resistente
 MS = moderadamente susceptible
 S = susceptible

- 1 de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979)
- 2 de acuerdo con la reacción del grupo estadístico en que se ubicaron.

que la herida artificial al tallo es determinante en el incremento del daño por *Fusarium moniliforme*. También hay concordancia con las aseveraciones de Frederiksen y Rosenow (1979) quienes señala que la identificación de resistencia a la pudrición del tallo en forma natural es la mejor, pero difícil de evaluar debido a que las plantas deben estar en el período adecuado de crecimiento.

Cabe mencionar que, por fallas en la germinación de algunos progenitores no fue posible evaluar su reacción a la pudrición del tallo y al tizón de la panoja.

Los promedios de infección de la pudrición del tallo en las líneas evaluadas mediante el método sin pinchar, se presentan en el Cuadro 1A del apéndice.

4.1.3 Pruebas de significancia en híbridos

En el Cuadro 5 se observa que la reacción de los híbridos a la pudrición del tallo fue de moderada resistencia (MR) a moderada susceptibilidad (MS), sin embargo, de acuerdo con la prueba de medias no existieron diferencias estadísticas entre ellos, lo cual ya había sido detectado en el análisis de varianza (Cuadro 3), por lo tanto, todos los híbridos podrían clasificarse como moderadamente susceptibles a esta enfermedad. Esta respuesta era de esperarse por la susceptibilidad y moderada susceptibilidad que mostraron sus progenitores al evaluarlos mediante herida artificial al tallo (Cuadro 4), y por el probable tipo de herencia intermedia indicada por Frederiksen y Rosenow (1979).

Los promedios de infección de la pudrición del tallo en los

Cuadro 5. Reacción de híbridos de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al entrenado	Reacción ¹	Clasificación ²
25	LOC113AxLEX302R	60.5 a	72	MS	MS
35	PIONEER 8172	59.2 a	69	MS	MS
8	LOC105AxLOC302R	56.3 a	66	MS	MS
34	R5AxLEX326R	56.0 a	62	MS	MS
9	LOC106AxLEX316R	55.1 a	64	MS	MS
36	NK XM416	54.9 a	63	MS	MS
4	LOC104AxLOC302R	53.7 a	63	MS	MS
24	LOC113AxLEX323R	53.4 a	57	MS	MS
12	LOC106AxLOC302R	52.9 a	62	MS	MS
1	LOC102AxLEX316R	52.5 a	57	MS	MS
27	LOC105AxR6956	50.1 a	57	MS	MS
33	R5AxLEX325R	48.6 a	54	MS	MS
17	LOC109AxLEX312R	47.8 a	57	MS	MS
13	LOC107AxLEX323R	47.4 a	54	MS	MS
10	LOC106AxLEX312R	45.9 a	53	MS	MS
6	LOC105AxLEX323R	45.5 a	49	MR	MS
11	LOC106AxLOC552R	45.3 a	50	MR	MS
23	LOC112AxLOC302R	45.2 a	49	MR	MS
16	LOC109AxLEX316R	45.1 a	50	MR	MS
14	LOC107AxLEX312R	44.2 a	48	MR	MS
7	LOC105AxLOC552R	44.1 a	50	MR	MS
26	LOC114AxLEX312R	43.6 a	48	MR	MS
30	E13AxLEX312R	43.5 a	49	MR	MS
28	ATX623xLEX312R	43.1 a	46	MR	MS
5	LOC105AxLEX316R	42.4 a	47	MR	MS
3	LOC102AxLOC302R	40.4 a	44	MR	MS
20	LOC111AxLEX316R	40.2 a	45	MR	MS
18	LOC109AxLOC552R	39.8 a	42	MR	MS
29	LOC108AxLEX322R	39.4 a	42	MR	MS
19	LOC111AxLEX312R	39.0 a	40	MR	MS
2	LOC102AxLEX312R	36.7 a	38	MR	MS
22	LOC112AxLEX312R	36.1 a	36	MR	MS
32	VARAxLEX324R	32.1 a	31	MR	MS
15	LOC108AxLOC552	31.1 a	31	MR	MS
21	LOC112AxLEX316R	28.1 a	26	MR	MS
31	VARAxLEX312R	25.6 a	13	R	MS

DMSH_{0.05} = 38.37 C.V. = 49.87 %

MR = moderadamente resistente
MS = moderadamente susceptible

- 1 de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979)
- 2 de acuerdo con la reacción del grupo estadístico en que se ubicaron.

híbridos evaluados mediante el método sin pinchar, se presentan en el Cuadro 2A del apéndice.

Los resultados obtenidos en la evaluación de líneas e híbridos de sorgo mediante herida artificial con pinchado al tallo, refutan parte de la hipótesis planteada en el presente estudio, ya que no se identificaron ni líneas ni híbridos con tolerancia a la pudrición del tallo.

4.2 Análisis para tizón de la panoja

4.2.1 Análisis de varianza en líneas e híbridos

En el Cuadro 6 se observa que al evaluar el tizón de la panoja hubo diferencias significativas entre líneas sin pinchar y diferencias altamente significativas entre líneas pinchadas, así mismo en híbridos pinchados e híbridos sin pinchar. Las diferencias detectadas entre líneas y entre híbridos pudiera ser atribuida a sus diferencias genéticas o a una distribución heterogénea del patógeno en el ambiente.

En el Cuadro 6 se aprecia que los coeficientes de variación, al igual que en la evaluación de la pudrición del tallo, fueron significativamente menores en los tratamientos pinchados que en los tratamientos sin pinchar, asimismo, el método de pinchado fue más eficiente que el método sin pinchar, ya que el primero facilitó un mayor grado de infección que el segundo. En base a estos resultados se decidió utilizar únicamente el método de pinchado como criterio para evaluar la severidad del tizón de la panoja en líneas e híbridos.

Cuadro 6. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable tizón de la panoja en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.

Factor de variación	Líneas		Híbridos	
	con pinchado	sin pinchado	con pinchado	sin pinchado
Tratamientos	2003.84**	1353.97*	597.64**	562.45**
Error	269.14	629.79	348.55	244.71
-----	-----	-----	-----	-----
Coefficiente de variación	39.55	123.20	41.90	124.86
-----	-----	-----	-----	-----
Promedio de infección	41.48	20.36	44.55	12.51

* Significativo al nivel de 0.05

** Significativo al nivel de 0.01

4.2.2 Pruebas de significancia en líneas

En el Cuadro 7 se aprecia que la línea ATX623 con 78.6 grados de infección fue la que presentó la mayor susceptibilidad al tizón de la panoja, sin embargo, este grado de susceptibilidad es estadísticamente igual a la de los genotipos LOC-109A, LOC-113A, R6956, LOC-108A, LOC-104A, LOC-112A, LOC-111A, LOC-107A y LOC-106A; estas líneas con excepción de ATX623 y LOC-109A tienden a igualarse con genotipos de moderada resistencia como LEX-322R y LOC-105A, por lo que junto con estos dos progenitores, pudieran clasificarse como moderadamente susceptibles. La reacción de las líneas LEX-312R, LOC-302R, LEX-316R y VAR-A fue de resistente, pero estadísticamente tienden a igualarse con líneas moderadamente resistentes (MR), por lo que bien pudieran clasificarse con esta designación, ya que la supuesta resistencia pudiera verse disminuida al inocularlas con el patógeno *Fusarium moniliforme*.

Cuadro 7. Reacción de líneas de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al pedúnculo	Reacción	Clasificación
14	ATX623	78.6 a	87	S	S
7	LOC109A	71.1 a	86	S	S
10	LOC113A	67.0 ab	83	S	S
24	R6956	58.2 abc	71	MS	MS
6	LOC108A	53.6 abc	60	MS	MS
2	LOC104A	50.5 abcd	60	MS	MS
9	LOC112A	50.1 abcd	56	MS	MS
8	LOC111A	48.0 abcde	56	MS	MS
5	LOC107A	42.8 abcde	45	MR	MS
4	LOC106A	39.4 abcde	42	MR	MS
19	LEX322R	28.3 bcde	25	MR	MS
3	LOC105A	27.4 bcde	24	MR	MS
17	LEX312R	21.8 cde	15	R	MR
16	LOC302R	10.9 de	7	R	MR
18	LEX316R	9.7 de	7	R	MR
13	VARA	5.9 e	2	R	MR

$DMSH_{0.05} = 41.9$ C.V. = 39.55 %

R = resistente

MR = moderadamente resistente

MS = moderadamente susceptible

S = susceptible

1 de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979)

2 de acuerdo con la reacción del grupo estadístico en que se ubicaron.

De acuerdo con esta clasificación, el 12.5 % de los progenitores fueron susceptibles, el 62.5 % moderadamente susceptibles y solo un 25 % moderadamente resistentes al tizón de la panoja.

Los promedios de infección del tizón de la panoja en las líneas evaluadas mediante el método sin pinchar, se presentan en el Cuadro 3A del apéndice.

4.2.3 Pruebas de significancia en híbridos

En el Cuadro 8 se observa que la reacción de los híbridos al tizón de la panoja fue de moderadamente resistente (MR) a moderadamente susceptible (MS). Estadísticamente el 91.6% tienden a ser moderadamente susceptibles y un 8.3 moderadamente resistentes: Dentro de este último grupo de materiales, los híbridos VAR-A x LEX-312R, LOC-112A x LEX-316R y LOC-105A x LEX-316R fueron los que presentaron los valores más bajos de infección, y se obtuvieron al cruzar líneas (VAR-A y LEX-312R) identificadas como moderadamente resistentes, y al cruzar líneas (LOC-112A y LOC-105A) moderadamente susceptibles por líneas (LEX-312R Y LEX-316R) moderadamente resistentes. Estos resultados en cierta forma, al igual que en el caso de las pudriciones de tallo, coinciden con las observaciones de Frederiksen y Rosenow (1979), quienes señalan que la resistencia para tizón de la panoja es de herencia intermedia.

Los promedios de infección del tizón de la panoja en híbridos evaluados mediante el método sin pinchar, se presentan en el Cuadro 4A del apéndice.

Cuadro 8. Reacción de híbridos de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al pedúnculo	Reacción ¹	Clasificación ²	
16	LOC109AxLEX316R	62.2	a	71	MS	MS
29	LOC108AxLEX322R	61.3	ab	71	MS	MS
22	LOC112AxLEX312R	59.1	abc	68	MS	MS
35	PIONEER 8172	58.5	abcd	68	MS	MS
10	LOC106AxLEX312R	58.2	abcd	68	MS	MS
28	ATX623xLEX312R	57.9	abcd	59	MS	MS
20	LOC111AxLEX316R	55.6	abcde	60	MS	MS
19	LOC111AxLEX312R	53.8	abcde	62	MS	MS
26	LOC114AxLEX312R	53.7	abcde	63	MS	MS
23	LOC112AxLOC302R	52.4	abcde	60	MS	MS
12	LOC106AxLOC302R	50.7	abcde	56	MR	MS
17	LOC109AxLEX312R	49.8	abcde	58	MR	MS
30	E13AxLEX312R	49.5	abcde	56	MR	MS
33	R5AxLEX325R	48.7	abcde	49	MR	MS
15	LOC108AxLOC552R	47.5	abcde	53	MR	MS
36	NK XM416	47.1	abcde	52	MR	MS
1	LOC102AxLEX316R	45.4	abcde	52	MR	MS
8	LOC105AxLOC302R	44.9	abcde	48	MR	MS
9	LOC106AxLEX316R	44.6	abcde	50	MR	MS
18	LOC109AxLOC552R	43.7	abcde	48	MR	MS
11	LOC106AxLOC552R	40.4	abcde	42	MR	MS
3	LOC102AxLOC302R	38.9	abcde	42	MR	MS
2	LOC102AxLEX312R	38.6	abcde	42	MR	MS
7	LOC105AxLOC552R	37.7	abcde	39	MR	MS
34	R5AxLEX326R	37.4	abcde	38	MR	MS
4	LOC104AxLOC302R	36.8	abcde	38	MR	MS
13	LOC107AxLEX323R	35.6	abcde	35	MR	MS
14	LOC107AxLEX312R	35.0	bcde	34	MR	MR
32	VARAxLEX324R	34.2	cde	33	MR	MS
24	LOC113AxLEX323R	34.2	cde	33	MR	MS
6	LOC105AxLEX323R	33.4	cde	32	MR	MS
7	LOC105AxLOC552R	32.6	cde	30	MR	MS
25	LOC113AxLEX302R	32.0	de	30	MR	MS
31	VARAxLEX312R	30.9	e	27	MR	MR
20	LOC112AxLEX316R	30.3	e	30	MR	MR
5	LOC105AxLEX316R	30.1	e	28	MR	MR

Duncan Sx = 7.62 C.V. = 41.90 %

MR = moderadamente resistente

MS = moderadamente susceptible

1 de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979)

2 de acuerdo con la reacción del grupo estadístico en que se ubicaron.

La identificación de líneas e híbridos con tolerancia al tizón de la panoja confirma parte de la hipótesis planteada en este trabajo.

4.3 Análisis para rendimiento de grano en híbridos

En el Cuadro 9 se presentan los rendimientos experimentales de los híbridos en condiciones naturales de incidencia sin pinchado. El híbrido VAR-A x LEX-324R fue el que alcanzó el mayor rendimiento de grano (14.4 ton/ha), sin embargo, su producción es estadísticamente igual a la de los 18 materiales que le siguen en orden decreciente. La reacción de estos materiales a la pudrición del tallo fue de moderada susceptibilidad (MS) cuando sus plantas fueron pinchadas para facilitar la entrada del hongo *Fusarium moniliforme* (Cuadro 5). Con respecto al tizón de la panoja con pinchado, este grupo de materiales con igualdad estadística presentó moderada susceptibilidad (MS), exceptuando al híbrido VAR-A x LEX-312R, el cual fue moderadamente resistente a la enfermedad (Cuadro 8). El potencial de rendimiento de este grupo de materiales es alto, sin embargo, debido a su moderada susceptibilidad a la pudrición del tallo y al tizón de la panoja, su producción podría verse afectada cuando las condiciones ambientales favorecieran el desarrollo de estas enfermedades. La cruza VAR-A x LEX-312R por ser moderadamente resistente al tizón de la panoja, pudiera amortiguar mejor los efectos de una incidencia severa del tizón de la panoja.

Los días a floración y la altura de planta de estos materiales pueden considerarse aceptables agronómicamente, ya que la antesis

Cuadro 9. Rendimiento experimental y características agronómicas de los híbridos experimentales de sorgo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Rendimiento (kg/ha)	Días a Floración	Altura de planta (cm)	Acame (%)
32	VARAxLEX324R	14445 a	72	172	0
31	VARAxLEX312R	14048 ab	72	174	0
13	LOC107AxLEX323R	13078 abc	69	167	0
29	LOC108AxLEX322R	12463 abcd	67	155	0
36	NK XM416	12322 abcd	69	169	0
24	LOC113AxLEX323R	12322 abcd	69	176	0
11	LOC106AxLOC552R	12169 abcd	72	137	0
7	LOC105AxLOC552R	12069 abcd	70	163	0
6	LOC105AxLEX323R	11808 abcde	69	156	0
28	ATX623xLOC312R	11632 abcde	75	154	0
4	LOC104AxLOC302R	11585 abcde	69	173	0
3	LOC102AxLOC302R	11378 abcde	72	167	0
30	E13AxLEX312R	11334 abcde	69	157	0
25	LOC113AxLEX302R	11320 abcde	72	185	0
7	LOC105AxLOC552R	11191 abcde	73	150	0
15	LOC108AxLOC552R	11107 abcde	72	150	0
8	LOC105AxLOC302R	10977 abcde	69	161	0
9	LOC106AxLEX316R	10853 abcde	69	145	0
14	LOC107AxLEX312R	10848 abcde	73	150	0
35	PIONEER 8172	10720 bcde	74	173	0
10	LOC106AxLEX312R	10674 bcde	72	148	0
18	LOC109AxLOC552R	10651 bcde	74	131	0
9	LOC105AxLEX316R	10602 bcde	69	147	0
16	LOC109AxLEX316R	10422 bcde	69	146	0
19	LOC111AxLEX312R	10328 cde	73	137	0
2	LOC102AxLEX312R	10183 cde	73	135	0
20	LOC111AxLEX316R	10117 cde	70	143	0
1	LOC102AxLEX316R	10093 cde	72	140	0
33	R5AxLEX325R	9884 cde	74	152	0
26	LOC114AxLEX312R	9747 de	71	142	0
12	LOC106AxLOC302R	9359 de	70	167	0
17	LOC109AxLEX312R	9148 de	75	132	0
34	R5AxLEX326R	8196 e	72	156	5
21	LOC112AxLEX316R	_____	70	136	0
22	LOC112AxLEX312R	_____	72	123	0
23	LOC112AxLOC302R	_____	71	150	0

DMSH_{0.05} = 3667 kg

C.V. = 10.65 %

varió de 67 a 73 días y el porte de planta de 1.45 a 1.74 m. El acame registrado en este grupo de materiales fue cero, ya que la incidencia de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja fue baja cuando no se pincharon los tallos y pedúnculos de las plantas.

4.4 Análisis para reducción del rendimiento por efecto del tizón de la panoja y la pudrición del tallo.

4.4.1 Análisis de varianza

Los cuadrados medios y los coeficientes de variación del análisis de varianza para el peso de grano de plantas sanas y el de plantas dañadas por la pudrición del tallo y el tizón de la panoja en híbridos, se presentan en el Cuadro 10. Se aprecia que hubo diferencias altamente significativas entre el peso de plantas sanas y el de plantas dañadas por la pudrición del tallo, asimismo entre plantas sanas y plantas dañadas por el tizón de la panoja.

Cuadro 10. Cuadrados medios y coeficientes de variación para la variable reducción del rendimiento de grano. Ocotlán, Jal. 1993T.

Fuente de variación	Pudrición del tallo	Tizón de la panoja
Tratamientos	972.00 **	441.64 **
Error	22.63	46.00
Coeficiente de variación	19.3	24.06

** Significativo al nivel de 0.01

4.4.2 Porcentajes de reducción

En el Cuadro 11 se aprecia que el peso promedio del grano de plantas dañadas por la pudrición del tallo se redujo en un 30.9% en relación con el de plantas sanas, y las plantas dañadas por el tizón de la panoja redujeron el peso de su grano en un 19.4% en comparación con el de plantas sanas. La reducción del rendimiento en plantas dañadas por *Fusarium moniliforme* se debió básicamente al avanamiento y a la reducción del tamaño del grano ya que el hongo aceleró la muerte de tallos y pedúnculos durante el llenado de grano. De acuerdo con Frederiksen (1986) y Clafin (1986) estos son algunos de los síntomas principales de la presencia de la pudrición del tallo y del tizón de la panoja, ocasionados por bloquear el paso de fotosintatos al grano.

Cuadro 11. Peso promedio del grano de plantas sanas y plantas dañadas por el tizón de la panoja y la pudrición del tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.

Enfermedad	Plantas sanas (gr)	%	Plantas enfermas (gr)	Reducción %
Pudrición del tallo	29.13	100	20.13	30.90
Tizón de la panoja	31.21	100	25.15	19.40

4.5 Correlaciones

4.5.1 Correlación entre la pudrición del tallo y el tizón de la panoja

El grado de asociación entre la infección de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja de líneas e híbridos se presentan en el Cuadro 12. Tanto en líneas como en híbridos, no existió una correlación significativa entre las variables mencionadas; ello indica que los materiales que son dañados por la pudrición del tallo no necesariamente serán afectados por el tizón de la panoja, asimismo, los genotipos infectados por tizón de la panoja pudieran no ser afectados por la pudrición del tallo. Estos resultados deberán ser tomados en cuenta al seleccionar genotipos con tolerancia a estas enfermedades, ya que si bien son ocasionadas por el mismo patógeno, no existe una correlación aceptable entre ellas.

Cuadro 12. Grado de asociación entre las variables pudrición del tallo y tizón de la panoja en líneas e híbridos. Ocotlán, Jal. 1993T.

Material	Variable X	Variable Y	Valor de r
Líneas	Pudrición del tallo	Tizón de la panoja	0.023 NS
Híbridos	Pudrición del tallo	Tizón de la panoja	0.025 NS

4.5.2 Correlación entre los métodos utilizados para evaluar el grado de infección de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja

En el Cuadro 13 se muestran los valores de correlación entre los métodos con pinchado y sin pinchado para evaluar la infección de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja en líneas e híbridos. Al comparar los métodos se encontró correlación altamente significativa para tizón de la panoja en líneas y correlación significativa para pudrición del tallo en híbridos. Este grado de asociación indica que existió una relación directa entre los dos métodos, sin embargo, esta relación no se dió en la pudrición del tallo en líneas y el tizón de la panoja en híbridos. Esta inconsistencia pudiera indicar que no existió un grado de asociación confiable entre los métodos de evaluación utilizados, por lo tanto, al evaluar la incidencia de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja debería utilizarse el método del pinchado, que fue el que permitió un mayor desarrollo del hongo *Fusarium moniliforme* tanto en tallos como en pedúnculos.

Cuadro 13. Correlación entre los métodos utilizados para evaluar la incidencia de la pudrición del tallo y el tizón de la panoja. Ocotlán, Jal. 1993T.

Material	Pudrición del tallo			Tizón de la panoja		
	Variable X	Variable Y	Valor r	Variable X	Variable Y	Valor r
Líneas	con pinchado	sin pinchado	0.305 NS	con pinchado	sin pinchado	0.652**
Híbridos	con pinchado	sin pinchado	0.517*	con pinchado	sin pinchado	0.224NS

* significativo al nivel de 0.05

** significativo al nivel de 0.01

V. CONCLUSIONES

De la discusión de los resultados obtenidos se derivaron las siguientes conclusiones:

1. Los progenitores y los híbridos no presentaron tolerancia a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al tallo.

2. Se identificaron cuatro progenitores (LEX-312R, LOC-302R, LEX-316R Y VAR-A) que presentaron moderada resistencia al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo.

3. Los híbridos VAR-A x LEX-312R, LOC-112A x LEX-316R, y LOC-105A x LEX-316R fueron moderadamente resistentes al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia con pinchado artificial al pedúnculo.

4. Se identificó el híbrido experimental VAR-A x LEX 312R con potencial de rendimiento y con tolerancia al tizón de la panoja.

5. El rendimiento del grano se vio disminuido en 30.9% cuando las plantas fueron dañadas por la pudrición del tallo, y en 19.4% cuando fueron afectadas por el tizón de la panoja.

6. El grado de asociación entre la pudrición del tallo y el tizón de la panoja no fue significativo en líneas ($r= 0.023$) ni en híbridos ($r= 0.025$).

7. La correlación entre los métodos, con pinchado artificial y sin pinchado, fue inconsistente, ya que para el tizón de la panoja se encontró correlación altamente significativa en líneas ($r= 0.652$) y correlación no significativa en híbridos ($r= 0.224$), para la pudrición del tallo se encontró correlación significativa en híbridos ($r= 0.517$) y correlación no significativa en líneas ($r= 0.305$).

8. El método de pinchado artificial fue más eficiente que el método sin pinchar en el desarrollo y manifestación del tizón de la panoja y la pudrición del tallo.

9. Para identificar materiales resistentes o tolerantes a la pudrición del tallo y al tizón de la panoja es necesario evaluar una mayor cantidad de líneas e híbridos con el método de pinchado artificial a tallo y pedúnculos.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Allard, R. W. 1960. Principios de la mejora genética de las plantas. Edit. Omega. 408 p.
- Brauer, H.O. 1976. Fitogenética Aplicada. Edit. Limusa. 25 p.
- Betancourt, V. A. y Jassa V. P. 1983. Métodos convencionales y procedimientos teóricos del mejoramiento del sorgo. INIA-ICRISAT-CIMMYT. 40-43 P.
- Cepeda, V. M. y Venegas, G. E. 1991. Selección de genotipos de maíz tolerantes a *Fusarium moniliforme*. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética.
- Claflin, L. E. 1986. *Fusarium* Root and Stalk Rot. Compendium of Sorghum Diseases. American Phytopathological Society. 27-29 p.
- Clará, V. R. 1981. Métodos de mejoramiento no convencionales en sorgo. Trabajo presentado en el curso de Fitomejoramiento impartido en el CENTA, El Salvador.
- Distancia, B. A. 1985. Incidencia de las enfermedades del sorgo en la Ciénega de Chapala, bajo diferentes fechas de siembra. Tesis profesional, Universidad de Guadalajara.
- Frederiksen, R. A. 1986. Head Blight. Compendium of Sorghum Diseases. American Phytopathological Society. 38 p.
- Frederiksen, R. A. y Rosenow, D. T. 1979. Breeding for disease resistance in sorghum. Biology and Breeding for resistance. Texas A&M University. 158-165 p.
- Guiragossian, V. y Romero, H. 1984. Mejoramiento genético del sorgo. ICRISAT-FAUNL, México. p.
- Hernández, M. M., Mendoza, O. L. y Osada, K. S. 1988. Incidencia natural de *Fusarium moniliforme* sobre sorgo granífero en Celaya, Gto. Rev. Mex. Fitopatología 5: 27-31.
- Hernández, M. M., Mendoza, O. L. y Osada, K. S. 1988. Inoculación de sorgo en antesis con *Fusarium moniliforme*, mediante palillo y jeringa en pedúnculo y tercer entrenudo basal. Rev. Mex. Fitopatología 5: 91-97.
- Medina, O. S. y Betancourt, V. A. 1983. Vivero Nacional de pudrición del tallo y corona del sorgo, causado por *Fusarium moniliforme*. Subproyecto CIAB-INIA.

- Medina, O. S. y Soltero, D. L. 1986. Caracterización de líneas B y R por su reacción a enfermedades en la Ciénega de Chapala. Memorias del XI Congreso Nacional de Fitogenética.
- Mendoza, O. L. 1988. Formación de híbridos de sorgo para grano. II. Comportamiento per se de las líneas y su aptitud combinatoria general. Rev. Mex. Fitotecnia. 11: 39-47.
- Mora, N. R. y Medina, O. S. 1991. Incremento del daño por la pudrición del tallo *Fusarium moniliforme*, mediante herida al pedúnculo y tallo en híbridos de sorgo, en la Ciénega de Chapala. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitopatología.
- Narro, S. J. y Osada, K. S. 1992. Determinación del efecto de *Fusarium moniliforme* en genotipos de sorgo al utilizar dos técnicas de inoculación. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología.
- Poehlman, M. J. 1979. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edit. Limusa. 292-293 p.
- Reyes, C. P. 1985. Fitogenética Básica y Aplicada. Edit. A.G.T. 6 p.
- Rosenow, D. T. 1978. Stalk rot resistance Breeding in Texas. Proceedings of the international workshop at ICRISAT. Hyderabad India. 207-210 p.
- Soltero, D. L. y Mora, N. R. 1992. Evaluación del daño por enfermedades en híbridos precomerciales de sorgo, en la Ciénega de Chapala. Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitogenética.
- Zumo, N. 1984. *Fusarium* root and stalk disease complex. In: Sorghum Root and Stalk Rots, a Critical Review. Proceedings of the consultative Group Discussion. Patancheru, India.

VII. A P E N D I C E

Cuadro 1A. Reacción de líneas de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al entrenudo	Reacción ¹
24	R6956	54.8	67	MS
9	LOC-112A	46.2	56	MR
6	LOC-108A	45.3	51	MR
16	LOC-302R	43.1	50	MR
3	LOC-105A	42.9	50	MR
8	LOC-111A	42.2	50	MR
10	LOC-113A	38.4	43	MR
5	LOC-107A	37.3	46	MR
15	R5A	36.0	43	MR
19	LEX-322R	25.9	30	MR
17	LEX-312R	23.2	26	MR
4	LOC-106A	22.8	29	MR
13	VAR-A	22.3	25	R
18	LEX-316R	19.5	20	R
7	LOC-109A	19.4	24	R
14	ATx623	10.5	13	R
2	LOC-104A	3.2	2	R

C.V. = 104.17 %

MS = moderadamente susceptible

MR = moderadamente susceptible

R = resistente

¹ de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979)

Cuadro 2A. Reacción de híbridos de sorgo a la pudrición del tallo en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al tallo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al entrenudo	Reacción ¹
35	PIONEER 8172	48.3	56	MR
12	LOC-106A x LOC-302R	45.0	55	MR
9	LOC-106A x LEX-316R	36.2	43	MR
33	R5A x LEX-325R	34.9	41	MR
34	R5A x LEX-326R	32.7	38	MR
11	LOC-106A x LOC-552R	31.2	38	MR
8	LOC-105A x LOC-302R	30.5	37	MR
13	LOC-107A x LEX-323R	29.4	37	MR
36	NK XM416	29.4	37	MR
6	LOC-105A x LEX-323R	45.0	32	MR
19	LOC-111A x LEX-312R	25.5	33	MR
10	LOC-106A x LEX-312R	23.4	26	R
3	LOC-102A x LOC-302R	23.3	25	R
16	LOC-109A x LEX-316R	22.6	26	R
22	LOC-112A x LEX-312R	22.1	26	R
29	LOC-108A x LEX-322R	20.5	23	R
27	LOC-105A x R6956	19.9	22	R
28	ATx623 x LEX-312R	19.6	24	R
4	LOC-104A x LOC-302R	16.8	24	R
30	E13A x LEX-312R	13.0	14	R
26	LOC-114A x LEX-312R	12.9	19	R
24	LOC-113A x LEX-323R	12.7	15	R
18	LOC-109A x LOC-552R	10.0	11	R
7	LOC-105A x LOC-552R	10.0	11	R
5	LOC-105A x LEX-316R	9.1	11	R
23	LOC-112A x LOC-302R	7.0	9	R
14	LOC-107A x LEX-312R	6.0	7	R
2	LOC-102A x LEX-312R	5.9	7	R
17	LOC-109A x LEX-312R	5.7	4	R
15	LOC-108A x LOC-552R	5.6	5	R
21	LOC-112A x LEX-316R	4.4	5	R
1	LOC-102A x LEX-316R	0.0	0	R
25	LOC-113A x LEX-302R	0.0	0	R
20	LOC-111A x LEX-316R	0.0	0	R
32	VAR-A x LEX-324R	0.0	0	R
31	VAR-A x LEX-312R	0.0	0	R

C.V. = 114.6 %

MR = moderadamente resistente

R = resistente

¹ de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979).

Cuadro 3A. Reacción de líneas de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genelalogía	Grados	% daño al pedúnculo	Reacción ¹
2	LOC-104A	56.1	62	MS
24	R6956	47.9	56	MR
14	ATx623	37.9	39	MR
9	LOC-112A	37.6	47	MR
8	LOC-111A	30.9	33	MR
10	LOC-113A	26.8	30	MR
5	LOC-107A	22.5	25	R
6	LOC-108A	21.0	17	R
7	LOC-109A	17.1	16	R
18	LEX-316R	9.7	11	R
13	VAR-A	9.0	9	R
16	LOC-302R	0.0	0	R
17	LEX-312R	0.0	0	R
3	LOC-105A	0.0	0	R
4	LOC-106A	0.0	0	R
19	LEX-322R	0.0	0	R

C.V. = 123.20 %

MS = moderadamente susceptible

MR = moderadamente resistente

R = resistente

1 de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979).

Cuadro 4A. Reacción de híbridos de sorgo al tizón de la panoja en condiciones naturales de incidencia sin pinchado artificial al pedúnculo. Ocotlán, Jal. 1993T.

No	Genealogía	Grados	% daño al pedúnculo	Reacción ¹
36	NK XM416	35.9	36	MR
23	LOC-112A x LEX-312R	28.5	26	MR
7	LOC-105A x LOC-552R	28.3	26	MR
20	LOC-111A x LEX-316R	27.8	27	MR
19	LOC-111A x LEX-312R	25.6	24	MR
28	ATx623 x LOC-312R	25.5	27	MR
34	R5A x LEX-326R	22.9	19	R
4	LOC-104A x LOC-302R	20.8	17	R
23	LOC-112A x LOC-302R	19.7	21	R
15	LOC-108A x LOC-552R	17.8	13	R
21	LOC-112A x LEX-316R	17.7	11	R
13	LOC-107A x LEX-323R	14.7	10	R
33	R5A x LEX-325R	14.6	10	R
16	LOC-109A x LEX-316R	14.1	12	R
24	LOC-113A x LEX-323R	13.8	11	R
5	LOC-105A x LEX-316R	12.9	10	R
7	LOC-105A x LOC-552R	12.8	12	R
12	LOC-106A x LOC-302R	12.7	8	R
35	PIONEER 8172	12.7	8	R
11	LOC-106A x LOC-552R	9.7	9	R
2	LOC-102A x LEX-312R	9.2	3	R
18	LOC-109A x LOC-552R	8.7	3	R
25	LOC-113A x LEX-302R	7.6	4	R
6	LOC-105A x LEX-323R	6.8	3	R
1	LOC-102A x LEX-316R	5.4	3	R
29	LOC-108A x LEX-322R	4.7	4	R
26	LOC-114A x LEX-312R	4.0	3	R
30	E13A x LEX-312R	3.9	3	R
10	LOC-106A x LEX-312R	3.3	2	R
9	LOC-106A x LEX-316R	2.9	2	R
17	LOC-109A x LEX-312R	2.7	1	R
8	LOC-105A x LOC-302R	1.9	1	R
14	LOC-107A x LEX-312R	0.0	0	R
3	LOC-102A x LOC-302R	0.0	0	R
32	VAR-A x LEX-324R	0.0	0	R
31	VAR-A x LEX-312R	0.0	0	R

C.V. = 124.86 %

MR = moderadamente resistente

R = resistente

¹ de acuerdo a la escala propuesta por Frederiksen y Rosenow (1979).