

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

ESCUELA DE AGRICULTURA



“CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL SORGO  
(Sorghum bicolor) (L.) Moench, QUE DETERMINAN  
RESISTENCIA O SUSCEPTIBILIDAD A MOHOS DEL  
GRANO EN LA COSTA DE NAYARIT”.

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION FITOTECNIA  
P R E S E N T A  
JOSE ERNESTO SUAREZ JIMENEZ  
GUADALAJARA, JALISCO. 1984

"CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL SORGO (Sorghum bicolor)  
(L.) Moench, QUE DETERMINAN RESISTENCIA O SUSCEPTIBILI-  
DAD A MOHOS DEL GRANO EN LA COSTA DE NAYARIT".



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 14, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA,

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

JOSE ERNESTO SUAREZ JIMENEZ

titulada,

"CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL SORGO (Sorghum bicolor) L. Moench  
QUE DETERMINAN RESISTENCIA O SUSCEPTIBILIDAD A MOHOS DEL GRANO EN  
LA COSTA DE NAYARIT."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR,

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

ASESOR.

\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA.

ASESOR,

\_\_\_\_\_  
Q.F.B. THELMA DE GPE. CARRILLO CAMACHO

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## RESUMEN

Los mohos del grano, causados por varios géneros de hongos patogénicos, han cobrado gran interés en México - debido a que llegan a presentarse con incidencias de hasta cien por ciento, como ocurre en Santiago Ixcuintla, - Nayarit. Las condiciones que prevalecen en las regiones tropicales son las más adecuadas para el desarrollo de estos patógenos. En el presente estudio se buscó establecer las características físico-químicas y agronómicas -- del grano de 49 materiales de sorgo, relacionadas con resistencia a los mohos. Para tal fin se llevaron a cabo - las determinaciones físicas y químicas para observar la presencia o ausencia de testa, el color del grano, el tipo de panoja y la textura del grano. La identificación - de los principales agentes causales se hizo en base a la sintomatología presentada. Se identificaron los principales géneros causantes de los mohos que fueron en orden - de importancia Curvularia, Fusarium y Penicillium; asimismo, se hizo una clasificación preliminar de los materiales comerciales y experimentales más resistentes y -- más susceptibles. Se relacionó principalmente la presencia de testa y color del grano con la característica de resistencia a mohos, habiendo una correlación positiva - de las primeras con respecto a esta última. Se concluyó que los materiales cuyo grano tiene testa de color oscuro fueron más tolerantes o resistentes que los que carecen de ella; en presencia de testa, la textura carece de

importancia, en ausencia de ella los materiales de textu  
ra córnea o harinosa fueron más tolerantes que las de --  
textura intermedia. El híbrido experimental ATx 1388 X -  
284-6 resultó ser un material muy prometedor debido a --  
que es de grano blanco, sin testa y resistente a los mo-  
hos del grano; indicando que existen fuentes de este ti-  
po para llevar a cabo programas de mejoramiento por re--  
sistencia a estos patógenos.

## DEDICATORIAS

A mis Padres:

Con amor y agradecimiento, ya que con su esfuerzo pude --  
lograr mi formación.

A mis hermanas:

Con cariño, por otorgarme su apoyo y confianza.

A mis tíos y primos:

Por brindarme su estímulo en la consecución de esta meta.

A mis amigos:

L.A.E. Ramón Medina y Raquel G. de Medina; C.P.A. H. Sa-  
lomón Rangel; C.P. J. Luis B. Hurtado; y con especial --  
afecto a los ingenieros José Alfredo Herrera y Maximilia-  
no Huerta; Andrés María; Pedro Moreno; Humberto Delgadi--  
llo; Gerardo de J. Jara; J. Carlos Labeaga; Benjamín More-  
no; J. de Jesús Luna; Ramón Gutiérrez y Nelson Monteón.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer patente mi gratitud a las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad de Guadalajara

Con carifio y en especial a la Escuela de Agricultura por haberme brindado mi formación profesional.

Al Ph. D. Alberto Betancourt Vallejo

Quién con sus valiosos consejos y ayuda desinteresada, -- me guió en la elaboración, desarrollo y culminación de es ta tesis.

Al M.C. Salvador Hurtado y de la Peña

Por su asesoría, revisión y consejos sobre este trabajo.

A la Q.F.B. Thelma de Gpe. Carrillo

Por su ayuda y colaboración en la realización de los trabajos de laboratorio.

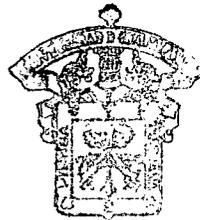
Al Ing. Gustavo Rosas Verdín

Por su ayuda en el desarrollo de los trabajos de campo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, y en particular al Centro Agrícola Experimental Santiago Ixcuintla por permitirme realizar el trabajo en sus instala ciones.

## INDICE

| Capítulo  | Página |
|---|--------|
| I INTRODUCCION  | 1      |
| II REVISION DE LITERATURA   | 4      |
| Antecedentes históricos   | 4      |
| Sintomatología  | 5      |
| Agentes causales  | 5      |
| Importancia de los mohos del grano  | 7      |
| Pérdidas en rendimiento   | 7      |
| Pérdidas en calidad   | 8      |
| Pérdidas en viabilidad  | 10     |
| Estructura y composición química del grano<br>en relación a resistencia a los mohos     | 12     |
| Estructura  | 12     |
| Pericarpio  | 12     |
| Mesocarpio  | 12     |
| Endocarpio  | 12     |
| Testa   | 13     |
| Endospermo  | 13     |
| Embrión   | 15     |
| Otros rasgos estructurales de importancia   | 15     |
| Cambios en las propiedades físicas y es--<br>tructurales del grano                      | 15     |
| Caracterización de los granos de sorgo con -<br>resistencia a la deterioración de campo | 16     |
| Características y propiedades físicas   | 16     |
| Características químicas  | 17     |



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

| Capítulo  | Página |
|---|--------|
| Estructura y desarrollo hilar                                   | 22     |
| Control de los mohos del grano                                  | 22     |
| Control químico   | 22     |
| Control genético  | 23     |
| Genética de la resistencia                                      | 24     |
| Métodos de mejoramiento genético                                | 24     |
| Fuentes de resistencia  | 25     |
| III MATERIALES Y METODOS  | 26     |
| A. Materiales   | 26     |
| Localización y Climatología                                     | 26     |
| Material genético   | 26     |
| Materiales que se emplearon en el labora-<br>torio              | 28     |
| B. Métodos  | 28     |
| Conducción del experimento                                      | 28     |
| Determinaciones de laboratorio                                  | 29     |
| Aislamiento e identificación de patógenos                       | 29     |
| Examinación directa de organismos patóge-<br>nos al microscopio | 30     |
| Determinación de testa por método físico                        | 30     |
| Determinación de testa por método químico                       | 31     |
| IV RESULTADOS   | 32     |
| Comportamiento de los materiales genéticos                      | 32     |
| Patógenos presentes   | 32     |
| Presencia de testa  | 32     |
| Otras características agronómicas                               | 33     |

| Capítulo         | Página |
|------------------|--------|
| V DISCUSION      | 36     |
| VI CONCLUSIONES  | 39     |
| VII BIBLIOGRAFIA | 41     |
| APENDICE         | 46     |

## LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

|   | Pag. |
|---|------|
| Cuadro 1.- Líneas e híbridos experimentales y comerciales de sorgo estudiados.  | 27   |
| Cuadro 2.- Comportamiento promedio de los 12 mejores híbridos por su tolerancia y/o resistencia a los mohos del grano.      | 34   |
| Cuadro 3.- Comportamiento promedio de los 12 híbridos más susceptibles a los mohos del grano.                               | 35   |
| Cuadro 4.- Fuentes de resistencia a mohos del grano   | 47   |
| Cuadro 5.- Normas de calidad de sorgo para grano en Nayarit.  | 48   |
| Cuadro 6.- Porcentaje de germinación en granos atacados por diferentes géneros de mohos, - en seis híbridos de sorgo.       | 49   |
| Cuadro 7.- Volumen en Kg/ha de grano dañado por mohos de la panoja en seis híbridos de sorgo.                               | 50   |
| Cuadro 8.- Características agronómicas relacionadas con la resistencia a mohos en los materiales probados.                  | 57   |
| Cuadro 9.- Características agronómicas no relacionadas para la expresión de resistencia a mohos en los materiales probados. | 59   |
| Figura 1.- Diagrama de grano de sorgo.  | 14   |
| Figura 2.- Mejoramiento por Resistencia a los Mohos del Grano y Esquema de Mejoramiento de calidad.                         | 51   |

|  | Pag. |
|--|------|
| Figura 3.- Comportamiento de los mejores materia--<br>les con respecto a <u>Curvularia</u> ; y de los<br>más susceptibles al mismo patógeno.     | 52   |
| Figura 4.- Comportamiento de los mejores materia--<br>les con respecto a <u>Fusarium</u> ; y de los -<br>más susceptibles al mismo patógeno.     | 53   |
| Figura 5.- Comportamiento de los mejores materia--<br>les con respecto a <u>Penicillium</u> ; y de --<br>los más susceptibles al mismo patógeno. | 54   |
| Figura 6.- Distribución de los mohos del grano en<br>el mundo.   | 55   |
| Figura 7.- Distribución de los mohos del grano en<br>México.   | 56   |
| Fotografías 1, 2.- Desarrollo del hongo dentro del<br>grano de sorgo. (16).  | 19   |
| Fotografías 3, 4, 5.- Corte longitudinal de granos<br>de sorgo con diferentes grados de ----<br>daño. (16).                                      | 20   |

CAPITULO I  
INTRODUCCION

El sorgo se está desarrollando como un cultivo ali-  
menticio y forrajero en aproximadamente 52 millones de --  
hectáreas a lo largo de las regiones tropical, subtropi-  
cal y templadas, dentro de las latitudes 45°N y 45°S, en  
los cinco continentes. Con una producción estimada en 69\_  
millones de toneladas de grano por año.

La producción de sorgo en los países que lo utilizan  
principalmente como base alimenticia para animales es al-  
ta. Paradójicamente, en la mayoría de los países tropica-  
les menos desarrollados, donde el grano se necesita para\_  
alimentación humana, la producción es baja. Las enfermeda-  
des del sorgo son las que más contribuyen a esta discre-  
pancia en la producción (Williams, Frederiksen y Mughogho  
(32) ).

El cultivo del sorgo en México es relativamente nue-  
vo ya que empezó a adquirir importancia en el noreste, --  
Tamaulipas, alrededor de 1960 extendiéndose posteriormen-  
te a otras áreas como el Bajío, Sinaloa, Jalisco y Michoa-  
cán. A nivel nacional, el cultivo del sorgo actualmente -  
ocupa el tercer lugar en importancia y el segundo en pro-  
ducción. El incremento de la superficie del sorgo se ha -  
debido principalmente a la demanda interna del grano como  
producto básico en la preparación de alimentos balancea--  
dos, su facilidad de mecanización, amplia adaptación y --

relativa tolerancia a plagas y enfermedades.

El uso del sorgo en la alimentación animal ha permitido que mayores volúmenes de grano de maíz, cultivo al que ha venido sustituyendo, se destine casi en su totalidad al consumo humano (Betancourt (3) ).

Una enfermedad que se ha convertido en un grave problema por su amplia distribución y gran incidencia en las regiones tropicales del mundo entero, es el complejo de hongos que atacan la panoja del sorgo y que han sido denominados "mohos del grano".

A nivel mundial, los mohos del grano son problema en Africa, India, Estados Unidos de Norteamérica y Brasil, principalmente. En México, afectan a los cultivos de sorgo en Río Bravo y Tampico, Tamaulipas; Santiago Ixcuintla, Nayarit; Zacatepec, Morelos; y partes del Estado de Veracruz; pudiendo extenderse a todas las regiones tropicales del país.

Los mohos del grano, son un factor limitante en la producción de sorgo en los trópicos, debido a que reducen significativamente el rendimiento y aceptabilidad del grano cosechado.

Considerando la importancia que tiene la calidad del grano de sorgo cuando se produce para consumo humano directamente, los mohos reducen su aceptabilidad y de esta manera su valor, ya que decoloran y manchan el grano, y además existe la posibilidad de que los hongos produzcan micotoxinas perjudiciales tanto al ser humano como a los

animales.

Por otro lado, la infección del grano de sorgo por hongos enmohecedores, puede tener un marcado efecto negativo en la viabilidad de la semilla. En términos de producción para alimentos comerciales, este fenómeno (pérdida de viabilidad) probablemente solo tiene pequeña significancia. De cualquier manera, para los investigadores, los productores de semilla y los agricultores, este aspecto es particularmente importante (Williams y Rao (33) ).

Con la finalidad de tener mayor conocimiento del problema y poder aportar algunas alternativas de solución, el presente trabajo contempla los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar las especies prevaletentes de mohos del grano en la región costera del Estado de Nayarit (Santiago Ixcuintla), que representa las condiciones tropicales en las que se cultiva el sorgo.
- 2.- Correlacionar la resistencia a los patógenos con las características físicas y estructurales del grano de los materiales evaluados.
- 3.- Hacer una clasificación preliminar de los híbridos comerciales y experimentales de sorgo con resistencia o tolerancia a los mohos.

CAPITULO II  
REVISION DE LITERATURA

Antecedentes históricos

Williams y Rao (33) mencionan que en los diversos escritos y reportes sobre este problema, se utilizan los —términos; mohos de la panoja, mohos del grano, deterioración de campo y deterioración del grano.

En 1962, en su texto sobre enfermedades del sorgo, -Tarr (29) considera que los mohos del grano tienen, comparativamente con otras enfermedades, menor importancia, --aunque la información al respecto es escasa.

Quince años más tarde, en la mesa de trabajo realizada en Hyderabad, India; mejoradores y patólogos de sorgo\_ de Africa, Asia y América, colocan a los mohos del grano\_ como una de las mayores enfermedades y problemas de investigación en el mejoramiento del cultivo de sorgo.

Respecto a los hongos en sí, Tarr (29), reconoció —que los mohos podían desarrollarse en la inflorescencia - del sorgo en cualquier etapa de su desarrollo, desde la - joven inflorescencia hasta la panoja madura, siempre y — cuando las condiciones climáticas fueran las adecuadas.

Rao y Williams (26) y Castor (7), muestran claramente en sus trabajos que los principales hongos causantes - de los mohos del grano son patogénicos, y pueden invadir\_ las florecillas en la antesis; estos autores aclaran que\_ el problema de los mohos del grano no es el de la inva---

sión de una fuente de carbohidratos por hongos saprofiticos bajo condiciones húmedas; sino que es un problema de hongos patogénicos.

### Sintomatología

Los síntomas que se desarrollan como resultado de la infección de campo del grano, dependen del hongo u hongos y del tiempo y severidad de la infección (Williams y Rao (33) ).

Rao y Williams (26), declaran que los síntomas iniciales de mohos aparecen como un desarrollo miceliar blanco o gris sobre raquis, glumas y anteras. En la madurez fisiológica, los granos están notablemente decolorados. Se pueden observar decoloraciones y manchas de color negro para Curvularia sp.; rosa para Fusarium sp.; blanco - nieve para Olpitrichum sp.; y gris para Alternaria o Drechslera sp. Los granos severamente mohosos son generalmente más livianos que los granos sanos, y se desintegran cuando son presionados entre los dedos.

Frederiksen y Castor (14), citan que el tipo de daños causados por este problema incluyen: decoloración y mohosidad, degradación del endospermo, reducción del llenado de grano, reducción de la germinación y micotoxinas.

### Agentes causales

Los principales hongos causantes de los mohos son los siguientes géneros de acuerdo a Williams y Rao (33):

|                       |                         |                      |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| <u>Aerothecium</u>    | <u>Curvularia</u>       | <u>Pellicularia</u>  |
| <u>Alternaria</u>     | <u>Cylindrocarpon</u>   | <u>Penicillium</u>   |
| <u>Aspergillus</u>    | <u>Drechslera</u>       | <u>Phoma</u>         |
| <u>Bipolaris</u>      | <u>Fusarium</u>         | <u>Pestalotia</u>    |
| <u>Chaetomium</u>     | <u>Gloeocercospora</u>  | <u>Pycnidium</u>     |
| <u>Chaetopsis</u>     | <u>Gonatobotrytis</u>   | <u>Ramularia</u>     |
| <u>Cladosporium</u>   | <u>Helicosporae</u>     | <u>Rhizopus</u>      |
| <u>Cladotrichum</u>   | <u>Helminthosporium</u> | <u>Sordaria</u>      |
| <u>Cochiobolus</u>    | <u>Mucor</u>            | <u>Thielavia</u>     |
| <u>Colletotrichum</u> | <u>Nigrospora</u>       | <u>Trichothecium</u> |
| <u>Cunninghamella</u> | <u>Olpitrichum</u>      |                      |

Los mismos autores señalan que de estos, los géneros más frecuentemente encontrados son Fusarium, Curvularia, Alternaria, Aspergillus y Phoma.

De las observaciones y estudios realizados en Estados Unidos, Africa y la India, resulta evidente que Fusarium moniliforme, F. semitectum y Curvularia lunata son los patógenos principales causantes de los mohos.

#### Agentes causales en México

León y Sánchez, citados por Rosas (27), reportaron que durante el verano de 1976, se observó a Curvularia lunata atacando 90 híbridos y variedades de sorgo para grano en la región centro y sur del Estado de Sinaloa.

Quiñonez (24), reporta a los géneros Curvularia y Fusarium en los sorgos cultivados en la costa de Nayarit.

Rosas (27), en 1981 identificó a los géneros Curvu—

laria sp., Fusarium sp., Penicillium sp. y Rhizopus sp., infectando a los granos de sorgo en Santiago Ixcuintla, - Nay.

#### Importancia de los mohos del grano

Williams y Rao (33), señalan que los mohos del grano se han convertido en un problema mayor y una enfermedad ampliamente distribuida en el sorgo porque reducen significativamente el rendimiento y aceptabilidad del grano, y también porque no se han empleado altos niveles de resistencia a estos patógenos en el mejoramiento de la mayoría de los nuevos sorgos de ciclo corto para el consumo humano.

Pérdidas en rendimiento. Bhatnagar en 1971<sup>†</sup> reportó una marcada reducción en peso y tamaño del grano al inocular artificialmente con Curvularia lunata, pero no proporcionó datos cuantitativos.

Gray et al en 1971<sup>†</sup>, informaron que en Kentucky los cultivares susceptibles de los que se esperaban rendimientos de 100 bu/acre, solamente rindieron 30 bu/acre.

En 1977, Castor (7), y Glueck et al<sup>†</sup>, reportaron pérdidas significativas por mohos del grano.

Denis y Girard, en 1978<sup>†</sup>, reportaron que de los resultados de la comparación de rendimientos e infección por mohos en Senegal, los mohos del grano tuvieron un claro efecto negativo sobre la producción.

Sundaram et al en 1972<sup>†</sup>, en su reporte sobre aspec--

---

<sup>†</sup>Citados por Williams y Rao, 1980 (33).

tos y enfermedades del sorgo y mijo en Coimbatore, India, declararon pérdidas superiores al 50 % debidas a mohos de la panoja.

En 1980, Quiñonez (24), reportó pérdidas hasta de un 70 % en la producción de sorgo, causadas por los mohos -- del grano en la costa de Nayarit.

Williams y Rao (33), señalan que aunque no se han re-- portado datos definitivos en cuanto a la reducción del -- rendimiento debido a los mohos, observaciones de investi-- gadores de diferentes partes del mundo, sugieren que es-- tas pérdidas son significativas. Además, se tiene la expe-- riencia de que las variedades altamente susceptibles, pu-- den alcanzar hasta un 100 % de pérdidas.<sup>††</sup>

#### Pérdidas en calidad

Valor comercial. La calidad del producto cosechado -- es de particular importancia, considerando al grano de -- sorgo que se produce para consumo humano directamente. -- Los mohos decoloran y manchan el grano, reduciendo su --- aceptabilidad y así su valor.

Von Oppen y Jambunathan en 1978<sup>†</sup>, mencionan que en -- estudios efectuados en la región central de la India, se -- encontró que el precio del grano mayormente enmohecido -- fue 20 % menor que el del grano sano.

Valor nutricional. Glueck et al en 1977<sup>†</sup>, reportaron que la deterioración del grano de sorgo, resulta de cam-- bios físicos, fisiológicos y químicos. Establecen que el grano atacado tiene un manchado considerable sobre la su--

---

<sup>†</sup>Citados por Williams y Rao, 1980 (33).

<sup>††</sup>Rosas, comunicación personal 1982.

perficie debido a la degradación enzimática y al debilitamiento de la masa protéica. En forma general, el contenido de carbohidratos en granos dañados se reduce, porque son utilizados para proveer energía para el crecimiento y desarrollo de los hongos, las proteínas son hidrolizadas y parcialmente utilizadas en la síntesis de proteínas del hongo.

#### Micotoxinas

Otro aspecto importante cuando se considera el valor nutricional del grano de sorgo enmohecido, es la posibilidad de que el hongo produzca micotoxinas, sustancias químicas que pueden resultar tóxicas para animales y en ocasiones para el ser humano. Entre los géneros que producen sustancias tóxicas se encuentran Fusarium, Penicillium, Stachybotrys y Aspergillus (Williams y Rao (33) ).

Coady en 1965<sup>+</sup>, encontró aflatoxinas en el cultivo del mijo, en el grano y harina de sorgo en Etiopía.

Alpert et al en 1971<sup>+</sup>, encontraron aflatoxinas en el sorgo en Uganda.

En los Estados Unidos de Norteamérica, Shotwell et al en 1969<sup>+</sup>, encontraron aflatoxinas en exceso de diez partes por billón en seis de quinientas treinta y tres muestras de sorgo.

Martin et al en 1971 y Martin en 1974<sup>+</sup>, en un reconocimiento de artículos alimenticios en el sur de Africa, reportaron la presencia de aflatoxinas en exceso de diez partes por billón en tres de treinta y nueve muestras de

<sup>+</sup>Citados por Williams y Rao, 1980 (33).

sorgo de buena calidad.

Rukmini y Bhat en 1978<sup>+</sup>, aislaron Fusarium incarnatum de la ocurrencia natural en grano de sorgo mohoso y encontraron un metabolito tóxico al cual denominaron T-2 toxin. La toxina fue recobrada también de arroz inoculado con F. incarnatum.

Los hongos Fusarium roseum, F. tricoinctum, F. oxysporum y F. moniliforme, producen la micotoxina llamada zearalenona, la cual tuvo propiedades estrogénicas y afectó agudamente a algunos animales a muy bajas concentraciones

Martin y Gilman en 1976<sup>+</sup>, mencionaron en las conclusiones de su trabajo efectuado en Lesotho, que la ingestión regular de zearalenona por la población africana podría quizá explicar la alta incidencia de ciertas enfermedades, como cáncer cervical.

Stipanovic y Schroeder en 1975<sup>+</sup>, investigaron la producción potencial de zearalenona en aislamientos de Fusarium roseum de sorgo mohoso; concluyeron que la presencia de sustancias tóxicas en el grano de sorgo pueden presentar un peligro potencial para la salud.

Por otro lado, Martin y Gilman en 1976<sup>+</sup>, plantearon en sus conclusiones que los estrógenos del hongo podrían tener importantes implicaciones ginecológicas, y la zearalenona pudiera quizá ser utilizada en la manufactura de un anticonceptivo químico.

Pérdidas en viabilidad. Arif y Ahmed en 1976<sup>+</sup>, encontraron que todos los hongos aislados de granos de sorgo -

---

<sup>+</sup>Citados por Williams y Rao, 1980 (33).

redujeron la germinación, y que Fusarium fue el más inhibidor, seguido por Aspergillus, Penicillium y Helminthosporium.

Narasimhan y Rangaswany<sup>+</sup> en 1969 observaron que la viabilidad fue reducida de 40 a 80 % cuando se inocularon semillas sanas.

Tripathi<sup>+</sup> en 1974, obtuvo 56 % de germinación de grano de sorgo enmohecido, mientras que grano aparentemente sano del mismo cultivar presentó 76 %.

Castor<sup>+</sup> en 1977, reportó 95 y 75 % de germinación en grano cosechado de panojas rociadas con agua e inoculadas con Fusarium, respectivamente.

Mathur et al<sup>+</sup> en 1975, reportaron que Fusarium moniliforme afectó adversamente la germinación y el crecimiento de la plántula en muestras de grano de sorgo, y detectaron frecuentemente al mismo patógeno en muestras de embriones de semilla de sorgo.

Rao y Williams<sup>+</sup> en 1977, registraron pérdidas de viabilidad de hasta 100 % en granos de sorgo con severa infección por Fusarium y Curvularia.

Denis y Girard<sup>+</sup>, consideran a la pérdida de viabilidad de la semilla como una parte importante del síndrome mohos del grano, y recomiendan una prueba de germinación como parte de la evaluación estándar para la identificación de resistencia a estos patógenos.

---

<sup>+</sup>Citados por Williams y Rao, 1980 (33).

## Estructura y composición química del grano en relación a resistencia a los mohos

Glueck y Rooney (16) resumen éste tópico así:

### Estructura

El grano o cariósipide del sorgo, está compuesto de tres partes principales; la cubierta externa (pericarpio) el tejido de almacenamiento (endospermo) y el embrión (germen).

Pericarpio: Puede ser subdividido en epicarpio, mesocarpio y endocarpio. La porción más externa es el epicarpio, cuyas células contienen cera y algunas veces pigmentos.

La capa intermedia es el mesocarpio, el cual puede contener pequeños gránulos de almidón. Esta capa puede variar en grosor de una apariencia gruesa almidonada y esosa a una delgada, mesocarpio translúcido.

Los sorgos de mesocarpio delgado parecen ser más resistentes al intemperismo que aquellos con mesocarpios gruesos.

La capa más interna es el endocarpio, que consta de células transversales y células tubulares. Una de las funciones principales de las células transversales y tubulares es el transporte de agua.

El color del grano es muy variable, y es afectado por el color de los pigmentos, por el grosor del mesocarpio, la presencia de una testa, color del endospermo, y color de la planta y de las glumas.

**Testa:** Justo debajo del pericarpio, algunos cariopsi-  
des de sorgo tienen una capa altamente pigmentada, llama-  
da testa. La pigmentación está asociada con una alta con-  
centración de polifenoles o taninos. Altos contenidos de  
taninos parecen mejorar la resistencia al intemperismo --  
retardando la germinación de la semilla antes de la cose-  
cha y reduciendo el enmohecimiento de la misma.

**Endospermo:** consta de la capa de aleurona, la por-  
ción periférica y las porciones córnea y harinosa.

Las células de la aleurona contienen un alto nivel -  
de aceite, grandes cantidades de minerales, vitaminas so-  
lubles en agua y enzimas autolíticas. La aleurona no con-  
tiene gránulos de almidón, y las proteínas que tiene son  
de buena calidad nutritiva.

El endospermo periférico está situado bajo la capa -  
de aleurona, y es una área mal definida, consistiendo de  
las primeras dos a seis células endospermicas. Estas célu-  
las son pequeñas y compactas, y contienen pequeños gránu-  
los de almidón, depositados en una densa masa protéica.

El endospermo córneo (duro), localizado bajo el en-  
dospermo periférico, tiene una interfase continua entre -  
el almidón y la proteína. La unión almidón-proteína es --  
bastante fuerte, esto explica la dureza y apariencia del  
endospermo córneo.

El área del endospermo harinoso tiene células endos-  
permicas poco compactadas. Dentro del endospermo del sor-  
go, los contenidos de proteína son muy bajos en el área -

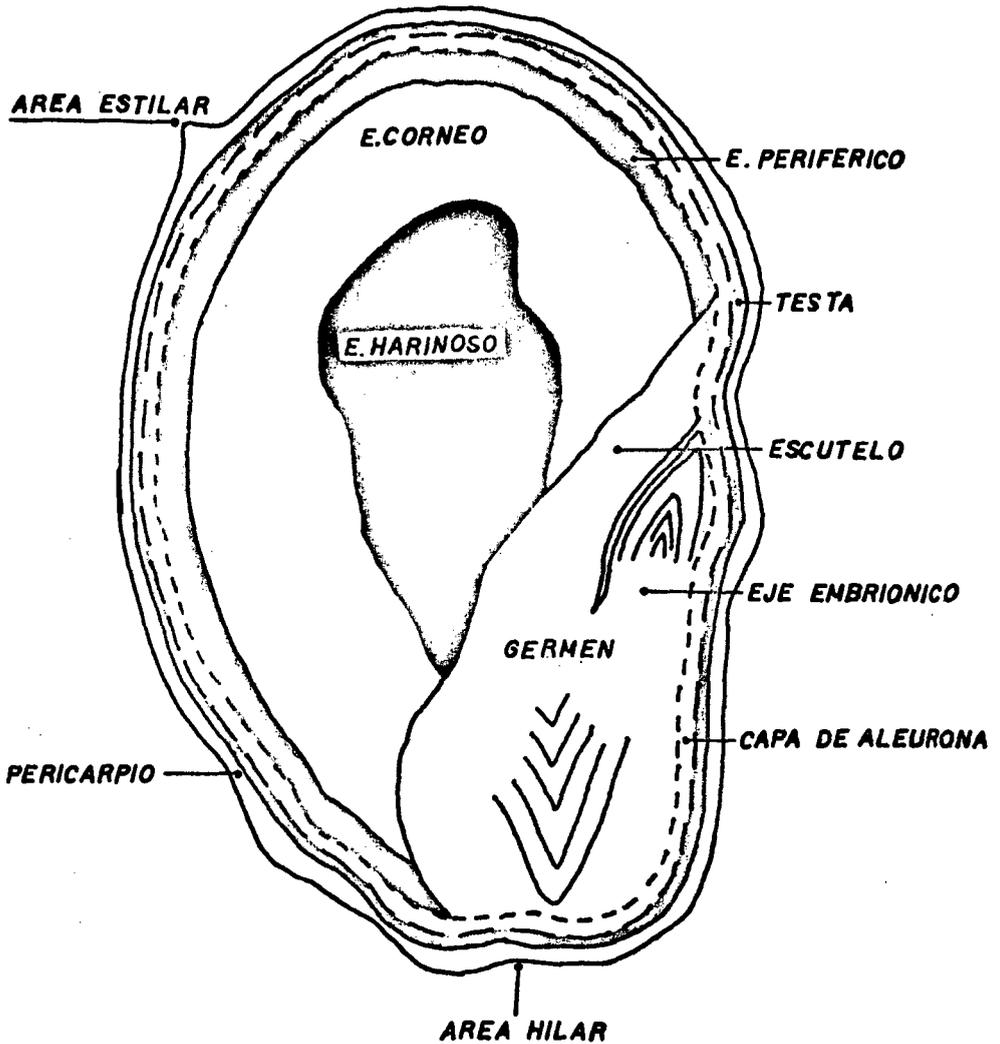


Fig.1. Diagrama de grano de sorgo. (CORTE LONGITUDINAL)

harinosa. El endospermo harinoso es blando y extremadamente susceptible al ataque de las enzimas.

Embrión: El embrión o germen del sorgo, tiene aproximadamente 10 % del peso seco total del carióspside. Sus partes principales son el escutelo y el eje del embrión. El escutelo rodea al eje del embrión y esto facilita el movimiento de nutrimentos hacia las raíces en desarrollo y los tejidos de la hoja durante la germinación.

Otros rasgos estructurales de importancia

Las áreas estilar e hilar del carióspside de sorgo pueden ser de gran importancia en la deterioración del grano, puesto que son aberturas naturales en el mismo. La región hilar ha sido referida como un tejido apretado, o "capa negra" y región placento-chalazal.

Cambios en las propiedades físicas y estructurales del grano

La deterioración resulta de cambios físicos, fisiológicos y químicos en el grano, causando la rotura de estructuras en el grano y la pérdida de viabilidad. La deterioración del grano es usualmente oscura (negra) y decolorada en apariencia externa, tiene un germen negro decolorado, y el interior del grano es de apariencia gisosa debido a que el micelio del hongo penetra a través del endospermo e hidroliza parcialmente la protefina y el almidón. Otras enzimas son producidas por el grano mismo durante los estados iniciales de germinación. La acción

individual o combinada de los hongos y/o enzimas del grano producen un fruto blando que puede quebrarse con el manejo.

### Caracterización de los granos de sorgo con resistencia a la deterioración de campo

Características y propiedades físicas del grano. -- Clark et al 1973 y Ellis 1972<sup>1</sup>, mencionan que las características del endospermo córneo no son necesarias para la resistencia al intemperismo; sin embargo, si todas las demás características son iguales, una línea con más grano córneo podría resistir el intemperismo más de lo que lo hiciera una línea de endospermo harinoso.

Aparentemente el agua y los hongos no son capaces de proseguir tan rápidamente a través de una estructura más organizada. Generalmente, la dureza y la densidad del grano están positivamente relacionadas con respecto a la resistencia al intemperismo.

La forma del grano probablemente tiene un efecto indirecto en la resistencia o susceptibilidad a la deterioración. Observaciones de campo y estudios implicando el agua tomada por el grano seco, sugieren que el grano tipo durra es propenso a fisurarse. Quebraduras en el pericarpio debido a fisuras o daños de insectos son sitios de entrada para microorganismos y agua hacia adentro del grano

Grano de sorgo con una testa, pericarpio delgado y una textura altamente córnea, podría dar excelente resis-

---

<sup>1</sup>Citados por Glueck y Rooney, 1980 (16).

tencia a los mohos, desafortunadamente su calidad como -- alimento podría no ser buena.

Tamaño y forma de las glumas. Un tipo de grano en-- cerrado en glumas de gran envoltura no garantiza resisten oia a la deterioración de campo.

El tipo de glumas abiertas probablemente fomenta la germinación en la panícula, ya que las glumas abiertas -- ahuecadas mantienen agua que es tomada por el grano.

Algunos microorganismos, especialmente Fusarium sp., entran al grano previamente a su madurez fisiológica a -- través del tejido conectivo entre el grano en desarrollo\_ y el pedicelo.

La pigmentación en el pericarpio y glumas puede im-- partir un ligero grado de resistencia a la deterioración\_ del grano.

#### Características químicas

Las líneas de sorgo de grano con resistencia a la de\_ terioración no difieren significativamente de las de gra- no susceptible en proteínas, grasas, cenizas, fibra y con\_ tenido de almidón. El contenido de taninos en los granos\_ cafés (con una testa pigmentada) es alto y probablemente\_ esto determina su resistencia.

Superficie cerosa. Observaciones iniciales de líneas resistentes y susceptibles sugirieron que la cantidad de\_ superficie cerosa o cubierta sobre el grano, afectó la ab\_ sorción del agua y la entrada de los mohos. Medidas de la superficie cerosa de líneas seleccionadas indicaron que -

la cantidad de cera no fue probablemente un factor, ya -- que las líneas más susceptibles tuvieron igual o mayor -- cantidad de superficie cerosa cuando fueron comparadas -- con líneas resistentes.

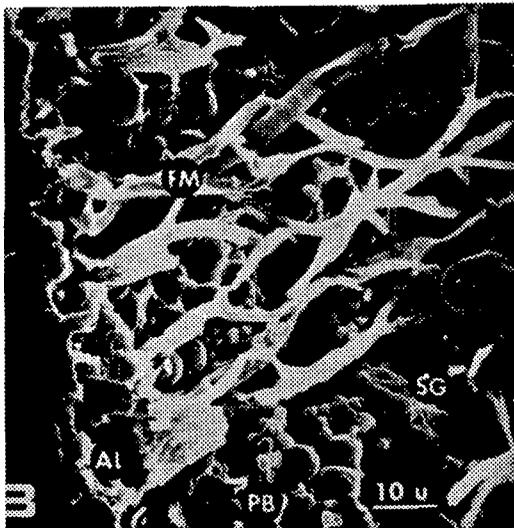
Absorción y movimiento del agua en el grano. Para un sorgo de endospermo harinoso como la línea Tx-09, el sendero principal de entrada para el agua, es el tejido conectivo roto entre el pericarpio y la rama del raquis, el agua entra a las células tubulares y de cruce del pericarpio, y rápidamente se mueve alrededor de la semilla.

Comunmente el movimiento del agua parece ser a través del hilum dentro del germen.

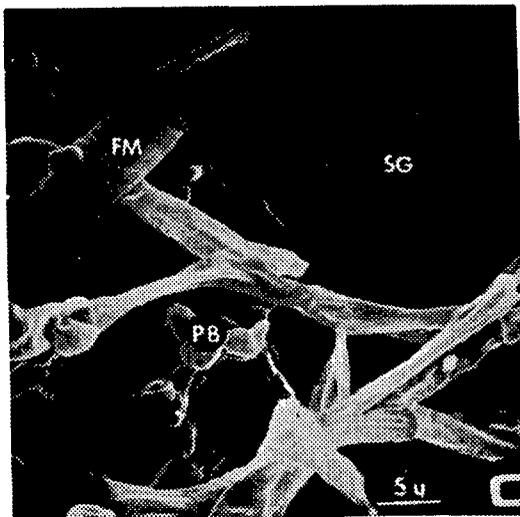
Algo de agua entra al grano a través del estilo, y se mueve alrededor de él, en las células tubulares y de cruce.

Observaciones de campo y laboratorio en estudios de absorción del agua indican que el rápido incremento en humedad del grano de sorgo puede causar tensiones, las cuales rompen el bloque celular del cariósido. Los granos de algunas líneas son más propensos que otros a resquebrarse cuando están expuestos a humedad. Las grietas en el grano podrían permitir la más rápida absorción del agua -- al igual que los medios de entrada para los hongos.

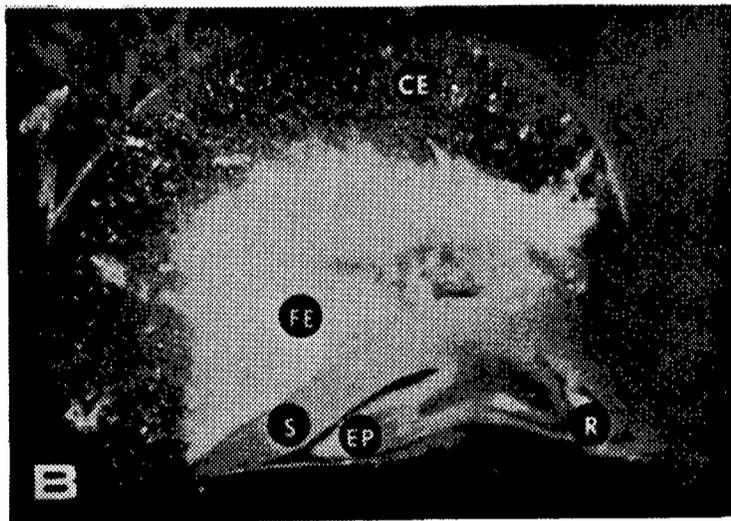
El revestimiento del área del germen con parafina debilitó la absorción del agua por el grano. Al cubrir la mitad estilar del grano con parafina se causó una reducción en la absorción del agua comparada con el testigo; --



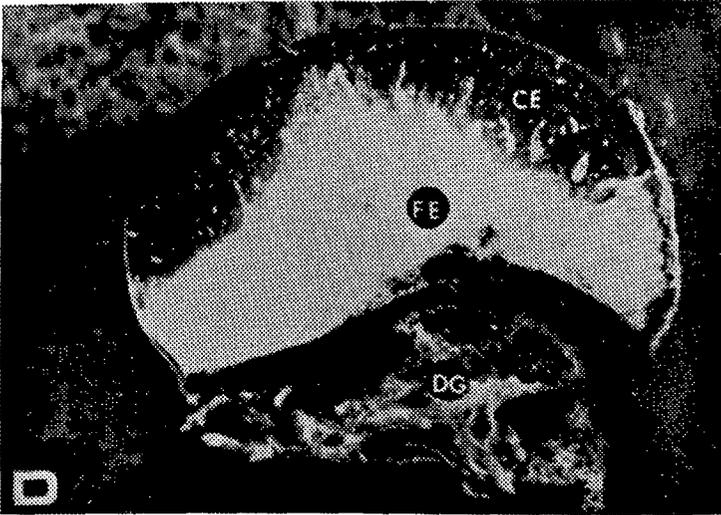
1.- En esta microfotografía puede notarse el desarrollo del hongo dentro del grano de sorgo; (FM) micelio del hongo; (SG) gránulo de almidón; (AL) células de la capa de aleurona; (PB) cuerpo protéico; 1000 X.



2.- Microfotografía donde el micelio del hongo (muy aumentado) crece a través de la estructura del grano de sorgo; (FM) micelio del hongo; (SG) gránulo de almidón; (PB) -- cuerpo protéico; 2000 X.



3.- Grano de sorgo sano, con endospermo amarillo y textura intermedia; (CE) endospermo córneo; (FE) endospermo harinoso; (S) escutelo; (EP) epicótilo, radícula y coleoriza del germen; (R) radfoula elongada; 6.4 X.



4.- Grano de sorgo con daño microbial; (CE) endospermo --córneo; (FE) endospermo harinoso; (DG) germen dañado; 6.4X



5.- Grano de sorgo con daño severo; (FE) endospermo harinoso; (DG) germen dañado; 6.4 X.

el control completo de la absorción del agua ocurrió cuando el área hilar fue cubierta.

El simple experimento de la parafina, sostiene las observaciones microscópicas las cuales indican que el área germinal es el camino principal del agua para entrar al grano seco. En el campo el área estilar puede ser de gran importancia porque el carióspside está aún ligado a las glumas.

La evaluación de líneas de sorgo para tasa de absorción de agua, indica que las líneas más susceptibles a los mohos del grano absorben humedad más rápidamente que líneas resistentes con características de grano similares

Estructura y desarrollo hilar. Durante el desarrollo del carióspside, el área hilar sirve como el sitio de translocación de nutrimentos de las porciones vegetativas de la planta hacia el óvulo. Si los microorganismos entran al sistema vascular de la planta, podrían entrar al carióspside y posiblemente alcancen la entrada hacia el embrión y endospermo a través del área hilar.

### Control de los mohos del grano

#### Control químico

Chauhan et al (10), señalan que el Maneb al 0.2 % redujo considerablemente el desarrollo de mohos y dió un rendimiento altamente significativo comparado con otros.

Gangadharan y Ramaraj (15), mencionan que un tratamiento con Aureofungin 200 ppm más Captán 0.2 % fue signi

ficativamente superior a los demás tratamientos en el control de los mohos de la panoja.

Ramachandra y Vithal (20), citan que debido al Monzón de 1975, en Hyderabad se tuvo un temporal inusualmente fuerte, la incidencia de mohos de la panoja fue de 90 a 100 % en todos los tratamientos excepto en la combinación de Aureofungin 400 ppm más Captán 0.2 %, la cual mostró 75 % de incidencia comparada con el testigo.

Bhagwat, Pedgaonkar y Datar (6), indican que en base a los resultados de experimentos efectuados durante dos años en Parbhani, sugieren que se realicen aspersiones de Benlate al 0.1 % ó Thiram w.p. 0.2 % inmediatamente después de las lluvias durante la madurez.

Sauer y Burroughs (28), citan que de varios ácidos orgánicos y compuestos relacionados, el ácido propiónico fue el más efectivo y consistente inhibidor de mohos para maíz y sorgo de grano, a contenidos de humedad de 18 a 24 %. Los ácidos isobutírico, acético y fórmico le siguieron en orden de efectividad.

Rosas (27), señala que las aplicaciones de Benlate 50 W, no presentaron ningún efecto significativo sobre el control de mohos en la costa de Nayarit.

#### Control genético

Williams y Rao (33), citan que los dos métodos práctica y económicamente factibles para el control de los mohos del grano de sorgo son la prevención y el uso de --

cultivares resistentes a los mohos. También mencionan que la identificación y desarrollo de resistencia a los mohos del grano en sorgo es un lento y difícil proceso, y aún así, se pueden lograr altos niveles de resistencia a los mohos del grano.

Genética de la resistencia. Williams y Rao (33), señalan que es casi seguro que la resistencia a los mohos del grano en sorgo es el resultado de efectos aditivos de varios genes, afectando diferentes características de la planta.

Guiragossian (17), cita que en estudios de la acción genética que gobierna la resistencia para Curvularia y Fusarium, los efectos predominantes fueron los de aditividad y dominancia.

Murty, Rao y House (22), mencionan que la distribución de frecuencias de mohos en la generación  $F_2$  mostró que la variación para resistencia a Curvularia y Fusarium es continua y está probablemente controlada por poligenes. También señalan que observaciones preliminares indicaron la predominancia de la acción génica aditiva y la presencia de dominancia parcial en algunas cruzas.

Métodos de mejoramiento genético. House (18), menciona que si un carácter está controlado por dos, tres ó cuatro genes, puede utilizarse el método de retrocruza. Si la forma de herencia es cuantitativa, la transferencia simple de la característica mediante retrocruzamientos no es posible.

Si se ha de utilizar en un programa híbrido un factor controlado poligénicamente, debe mantenerse la diversidad en la descendencia. Puede ser deseable formar dos poblaciones no emparentadas en lugar de una sola. La selección recurrente recíproca puede ser una técnica muy útil de mejoramiento en éste caso.

Fuentes de resistencia. Williams y Rao (33), señalan que el agudo problema de susceptibilidad a los mohos del grano y la subsecuente investigación por resistencia, son de origen relativamente reciente. El problema es particularmente difícil en los trópicos porque en ésta situación los factores que contribuyen para la resistencia deben de ser consistentes y con aceptabilidad del grano como un alimento humano.

Los citados autores también mencionan que uno de los primeros reportes sobre resistencia a los mohos del grano fue hecho por Gray et al en 1971, quienes reportaron que Funk's 814 fue menos susceptible que otros dos cultivares

En el estudio realizado por Rao y Poornachandrudu en 1971, las variedades 1S-452, 1S-455, 1S-472 e 1S-473, parecen tener clara resistencia a los mohos.

Otros reportes de fuentes de resistencia incluyen a Zummo, 1976; Glueck y Rooney, 1976; ICRISAT 1978a, 1978b; y Rana et al 1978. (Ver Cuadro 4 del Apéndice).

CAPITULO III  
MATERIALES Y METODOS

**A. Materiales**

**Localización y condiciones climáticas**

Este trabajo se efectuó en la localidad de Sauta, -- municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, en el ciclo de primavera de 1981. Se localiza a los 21° 50' de Latitud - Norte; 105° 07' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, y a una altitud de 27 metros sobre el nivel del mar

Las características climáticas 1/ de la región son:

clima: cálido húmedo 2/

precipitación media anual: 1394.8 mm

temperatura media mensual: 16.1 °C

evaporación media mensual: 171 mm

**Material genético**

Se utilizaron 49 materiales, en los que se incluyen híbridos experimentales, y líneas e híbridos de sorgo actualmente en el mercado; con diferentes grados de resistencia y susceptibilidad, estos materiales se muestran en el Cuadro 1.

---

1/ Normales climatológicas de un período de 20 años (1961-1980). Estación El Capomal, Mpio. de Santiago Ixcuintla, Nay.

2/ Clasificación de Köppen.

**Cuadro 1. Líneas e híbridos experimentales y comerciales de sorgo estudiados.**

---

|                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1.- BTx 623               | 25.- ATx 623 X 79 T 269-5 |
| 2.- BTx 625               | 26.- ATx 1388 X 79T 284-6 |
| 3.- ATx 623 X RTx 430     | 27.- SHE B 22 A X RTx 430 |
| 4.- ATx 378 X RTx 430     | 28.- SHE 3410             |
| 5.- ATx 623 X 428         | 29.- SHE 3420             |
| 6.- ATx 623 X SCO 599-11E | 30.- SHE 3408             |
| 7.- ATx 623 X CS 3541     | 31.- SHE 3309             |
| 8.- ATx 623 X 77 CS 3     | 32.- SHE 3311             |
| 9.- ATx 623 X 77 CS 1     | 33.- SHE 3419             |
| 10.- ATx 623 X 74 CS 5388 | 34.- SHE 3177             |
| 11.- ATx 623 X ADN # 55   | 35.- BR-Y 93              |
| 12.- ATx 625 X SCO 326-6  | 36.- MASTER GOLD-R        |
| 13.- ATx 623 X 76 CS 478  | 37.- MASTER 911 R         |
| 14.- ATx 623 X 76 CS 490  | 38.- NK - 266             |
| 15.- ATx 623 X 77 CS 2    | 39.- ASGROW DOBLE Tx      |
| 16.- ATx 622 X 80 CS 1785 | 40.- ASGROW JADE          |
| 17.- ATx 623 X RIO        | 41.- DEKALB DD-50         |
| 18.- ATx 623 X 80 CS 2241 | 42.- ASGROW BRAVO         |
| 19.- ATx 7904 X R TAM 428 | 43.- DEKALB D-55          |
| 20.- ATx 7904 X CS 3541   | 44.- INIA CORA            |
| 21.- ATx 7904 X 77 CS 3   | 45.- INIA PAME            |
| 22.- ATx 7504 X PICKETT 3 | 46.- INIA RB 3030         |
| 23.- ATx 7904 X ADN 55    | 47.- INIA RB 3006         |
| 24.- ATx 623 X 79 T 263-1 | 48.- INIA RB 2020         |
|                           | 49.- INIA RB 2000         |

---

**Materiales que se emplearon en el laboratorio:**

Microscópio estereoscópico

Cajas de Petri

Matraces Erlenmeyer

Mecheros Bunsen

Vasos de precipitados

Navaja de disección



ESCUOLA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

**B. Métodos**

**Conducción del experimento**

Se utilizó un diseño experimental de Látice simple - 7 X 7, grupos X, Y, con dos repeticiones, en parcelas de un surco de dos metros de longitud.

**Datos agronómicos**

Los principales datos que se tomaron en el presente estudio fueron los siguientes: presencia de hongos (mo---hos) enfermedades foliares, color del grano, ausencia y presencia de testa, ausencia y presencia de glumas, altura de planta y excersión.

**Labores culturales**

**Preparación del terreno.** Se realizó un barbecho y se dió un doble paso de rastra.

**Siembra.** La siembra se efectuó el 25 de febrero de - 1981, en forma manual.

**Fertilización.** Se utilizó el tratamiento 100-30-00,- del cual se aplicó la mitad del Nitrógeno y todo el Fósfo ro al momento de la siembra y el resto en el aporque. Se

uso como fuente de Nitrógeno el Nitrato de Amonio, con -- una concentración de 33.5 % de N, y como fuente de Fósforo, el Superfosfato de Calcio Triple con 46 % de  $P_2O_5$ .

Aclareo. Se efectuó el aclareo del cultivo, dejando una planta cada cinco centímetros, para obtener una densidad de 250,000 plantas por hectárea aproximadamente.

Plagas. Se presentaron las siguientes plagas en el cultivo: gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), mosquita del sorgo (Contarinia sorghicola), y pájaros.

Malezas. Se presentaron principalmente las siguientes: quelite (Amaranthus hybridus), gloria de la mañana (Hipomoea spp.), y alhuate (Anoda cristata).

#### Determinaciones de laboratorio

##### Aislamiento e identificación de patógenos

Se realizó el aislamiento e identificación de patógenos, mediante la técnica descrita por Betancourt (4), -- y que consiste en lo siguiente:

##### Preparación de medios de cultivo PDA

##### Ingredientes:

|                    |         |
|--------------------|---------|
| papas en rebanadas | 200 g   |
| Dextrosa           | 20 g    |
| Agar               | 17 g    |
| Agua               | 1000 ml |

##### Procedimiento:

Cortar las papas en rebanadas y cocerlas en 500 ml -- de agua; colar el líquido; calentar 500 ml de agua hasta

hervir y añadir agar granulado mientras se bate; calentar con la llama baja mientras se menea hasta que el Agar se disuelva; añadir la Dextrosa; combinar la infusión de papas y la solución Dextrosa-Agar y aforar a 1000 ml.

Examinación directa de organismos patógenos al microscópio.

Procedimiento:

Se remueve una porción del micelio con dos agujas de disección y se coloca en una pequeña gota de alcohol al 95 % que ha sido colocada previamente en un portaobjetos. El micelio debe entonces separarse cuidadosamente del portaobjetos e inmediatamente transferirse a una gota de hidróxido de potasio previamente colocada en el mismo u otro portaobjetos. Remuévase el micelio con las agujas y cúbrase con un portaobjetos. El hidróxido de potasio debe estar al 10 %. Para la detección del hongo al microscópio usar los objetivos de bajo poder aproximadamente 100 x. Para estudios más detallados usar 200 x ó 400 x.

Determinación de la presencia o ausencia de testa

Se realizó por dos métodos, y se describen brevemente a continuación:

1) Observación directa bajo microscópio. (M. Físico)

Utilizando el microscópio estereoscópico, se colocaron en orden granos de todas y cada una de las líneas o híbridos de sorgo utilizados en el trabajo, sobre un fondo oscuro para que sirviera de contraste con el grano

blanco. Se les practicaron cortes a los granos en sentido longitudinal, transversal y superficialmente en el pericarpio.

Mediante este procedimiento se pudo observar claramente si el grano contenía la capa de testa.

2) Uso de una prueba decolorante para la identificación de testa en sorgo. Técnica propuesta por Kofoid, - Maranville y Ross (20). (M. Químico)

Esta prueba usa hidróxido de potasio y blanqueador - (6 % de NaOCl) por peso, para extraer el color de pericarpio de las semillas. Las semillas con una capa de testa - se vuelven oscuras, mientras que las semillas sin la capa de testa permanecen de color claro cuando son probadas por este método.

Las condiciones óptimas para esta prueba que mencionan los autores citados son 1:5 (peso/volumen) concentración de KOH : blanqueador, a una temperatura de 60°C por 15 minutos.

## CAPITULO IV

## RESULTADOS

## Comportamiento de los materiales genéticos

Los resultados obtenidos para cada una de las características agronómicas relacionadas con la resistencia a los mohos del grano se presentan en el Cuadro 8 del Apéndice, del que se puede derivar la siguiente información:

## Patógenos presentes

Se encontró que los principales géneros que se presentaron en el cultivo fueron Fusarium sp., Curvularia sp y Penicillium sp.

El género que tuvo mayor incidencia fue Curvularia - con aproximadamente 42 %, siguiéndole Penicillium con -- 12 % y finalmente Fusarium con un 6.5 %, en promedio a -- nivel global; a nivel individual algunos materiales pre-- sentaron 100 % de incidencia, principalmente para Curvularia. Ver Cuadro 8 del Apéndice,

## Ausencia y presencia de testa

Los granos con la característica de tener una testa pigmentada, resultaron ser más resistentes o tolerantes - que los que carecían de ésta. Así se observa que de 49 ma-- teriales probados, solo cuatro presentaron testa, y estos quedaron entre los 12 mejores materiales en promedio, como se indica en el Cuadro 2, (p. 33). Nótese sin embargo\_ que el híbrido No. 3 (ATx 1388 X 79T 284-6) carece de tes

ta es de color blanco y de endospermo intermedio, presentó muy buena tolerancia o resistencia a los mohos.

#### Características Agronómicas

##### Color de grano

Al respecto se encontró que existe una correlación positiva entre color de grano obscuro y resistencia a mohos, ya que los materiales con grano de color naranja, rojo o café resultaron ser más resistentes o tolerantes que los materiales con grano blanco o amarillo. Esta estimación se obtuvo en promedio, de los 12 mejores materiales, en los que solamente uno es de grano blanco, como se muestra en el Cuadro 2, (p. 33).

##### Ausencia y presencia de glumas

Todos los materiales presentaron similitud en cuanto a presencia, tamaño, color y forma de las glumas.

##### Altura de planta y excersión

Estos datos se presentan en el Cuadro 9 del Apéndice Encontrándose valores para altura de 193 cm del híbrido más alto y de 87 cm para el híbrido más bajo. En cuanto a la excersión, fue muy variable teniendo valores de 27 cm y un cm para el mayor y menor tamaño de excersión respectivamente.

##### Enfermedades foliares

Se presentaron tizón de la hoja (Helminthosporium -- turcicum), Antracnosis (Colletotrichum graminicola) y --- mancha gris de la hoja (Cercospora sorghi), afectando mínimamente al cultivo.

Cuadro 2. Comportamiento promedio de los 12 mejores híbridos por su tolerancia y/o resistencia a los mohos del grano. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

| No. orden | Designación          | Testa <sup>a/</sup><br>C | Mohos <sup>b/</sup><br>F P | Color <sup>d/</sup><br>e | Textura <sup>e/</sup> |
|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1.-       | BR-Y 93              | P                        | 1.0 1.0 1.0                | 4                        | H                     |
| 2.-       | ASGROW BRAVO         | P                        | 1.0 1.0 1.0                | 4                        | H                     |
| 3.-       | ATx 1388 X 79T 284-6 | A                        | 1.0 1.5 2.0                | 1                        | I                     |
| 4.-       | SHE 3410             | A                        | 1.0 1.0 1.5                | 3                        | H                     |
| 5.-       | ATx 623 X 76 CS 478  | P                        | 1.5 1.0 1.5                | 3                        | H                     |
| 6.-       | SHE 3419             | A                        | 2.0 1.0 1.0                | 3                        | H                     |
| 7.-       | DEKALB D-55          | A                        | 2.0 1.0 1.0                | 3                        | H                     |
| 8.-       | ASGROW JADE          | A                        | 1.5 1.5 2.0                | 3                        | I                     |
| 9.-       | SHE 3420             | A                        | 2.0 1.0 1.5                | 3                        | H                     |
| 10.-      | ASGROW DOBLE Tx      | P                        | 2.5 1.5 1.0                | 4                        | H                     |
| 11.-      | ATx 378 X RTx 430    | A                        | 3.0 1.0 1.0                | 3                        | C                     |
| 12.-      | MASTER GOLD R        | A                        | 3.0 1.0 1.0                | 3                        | H                     |

Claves: a/ P= presente  
A= ausente  
b/ mohos  
C= Curvularia  
F= Fusarium  
P= Penicillium

a/ escala de resistencia<sup>†</sup>  
1= resistente  
2= mod. resistente  
3= mod. susceptible  
4= susceptible  
5= altamente susceptible

e/ textura  
H= harinosa  
I= intermedia  
C= córnea

d/ color  
1= blanco 2= amarillo  
3= naranja 4= rojo  
5= café rojizo

<sup>†</sup>Escala adaptada de acuerdo a Betancourt (5).

Cuadro 3. Comportamiento promedio de los 12 híbridos más susceptibles a los mohos del grano. Santiago Ixcuintla, -  
 Nay. 1981 P.

| No.<br>orden | Designación           | Testa <sup>a/</sup> | Mohos <sup>b/</sup> |     |                 | Color <sup>d/</sup> | Tex-<br>tura <sup>e/</sup> |
|--------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----|-----------------|---------------------|----------------------------|
|              |                       |                     | C                   | F   | F <sup>c/</sup> |                     |                            |
| 1.-          | ATx 623 X RTam 428    | A                   | 5.0                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | I                          |
| 2.-          | SHE B 22 A X RTx 430  | A                   | 5.0                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | I                          |
| 3.-          | INIA RB 2000          | A                   | 5.0                 | 1.0 | 1.0             | 3                   | I                          |
| 4.-          | ATx 625 X SCO 326-6   | A                   | 4.5                 | 2.0 | 1.0             | 1                   | H                          |
| 5.-          | ATx 623 X RTx 430     | A                   | 4.5                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | C                          |
| 6.-          | ATx 623 X SCO 599-11E | A                   | 4.5                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | C                          |
| 7.-          | ATx 623 X 74 GS 5388  | A                   | 4.5                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | I                          |
| 8.-          | MASTER 911 R          | A                   | 4.5                 | 1.0 | 1.5             | 3                   | H                          |
| 9.-          | INIA RB 2020          | A                   | 4.0                 | 1.5 | 1.0             | 2                   | H                          |
| 10.-         | INIA RB 3030          | A                   | 4.0                 | 1.5 | 1.5             | 3                   | H                          |
| 11.-         | INIA CORA             | A                   | 4.0                 | 1.5 | 1.0             | 3                   | H                          |
| 12.-         | BTx 623               | A                   | 4.0                 | 1.0 | 1.0             | 1                   | I                          |

## Claves:

<sup>a/</sup> A= ausente<sup>b/</sup> C= CurvulariaF= FusariumP= Penicillium<sup>c/</sup> 1= resistente (+)

2= mod. resistente

3= mod. susceptible

4= susceptible

5= altamente susceptible

<sup>d/</sup> 1= blanco

2= amarillo

3= naranja

4= rojo

5= café rojizo

<sup>e/</sup> H= harinosa

I= intermedia

C= córnea

<sup>†</sup>Escala adaptada de acuerdo a Betancourt (5).

## CAPITULO V

## DISCUSION

El objetivo principal al utilizar en el presente -- trabajo el diseño experimental de bloques incompletos o -- Látxice, fue el de tratar de analizar estadísticamente la información de rendimiento del grano con respecto a las -- características agronómicas obtenidas; puesto que gran -- parte del material fue afectado por éstos patógenos no -- fue posible realizar este análisis y se procedió directa- mente a observar y correlacionar en forma objetiva y ---- práctica las características agronómicas involucradas o -- relacionadas con la resistencia a los mohos del grano.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estu dio y los reportados por Rosas (27), los géneros de hon- gos identificados que atacan al grano de sorgo en la cos- ta de Nayarit fueron en orden de importancia Curvularia - sp., Fusarium sp. y Penicillium sp. Estos géneros también son reportados por investigadores en otros países, Rao y Williams (26), Frederiksen y Castor (14).

Ausencia y presencia de testa. La presencia de una - testa pigmentada influyó significativamente en conferir - resistencia a la planta al ataque de mohos del grano. Los resultados señalan que los cuatro híbridos de sorgo que - tuvieron grano con testa estuvieron entre los 12 mejores; estos resultados son los que se esperaban dado que la -- testa es un mecanismo evolutivo del sorgo para proteger -

al cultivo de daños por patógenos y otros factores ambientales así como el ataque de pájaros. Lo anterior explicaría en parte el porqué de la popularidad de los sorgos rojos y cafés en muchas áreas donde el sorgo se utiliza en la industria pecuaria en contraste con aquellos donde se utiliza para consumo humano y predominan los blancos o perlados como ocurre en la India, Africa y algunas regiones de Centroamérica, en el caso de emplear sorgos blancos en áreas tropicales de México, las fuentes de resistencia como las reportadas por Williams y Rao (33) deben de utilizarse en los programas nacionales de mejoramiento

Color del grano. Al observarse una marcada tendencia de los materiales con grano de color oscuro a resistir o tolerar el ataque de los mohos, se concuerda con las observaciones hechas por Betancourt <sup>†</sup>, y Glueck y Rooney (16), en el sentido de que los granos con tal coloración podrían resistir mejor el ataque de los hongos; sin embargo debe aclararse que de acuerdo a los resultados del presente estudio que la baja frecuencia de sorgos blancos y lo incipiente de los programas de resistencia para los mohos en muchos países han impedido el contar con materiales de color blanco con buenos niveles de resistencia; aún cuando los granos sean de color claro, éste nivel puede incrementarse con programas de investigación orientados a ese fin, véase Figura 2 del Apéndice, (p. 50).

Ausencia y presencia de glumas. Debido a que no presentaron diferencias observables, se considera que no tu-

---

<sup>†</sup>Comunicación personal. 1983.

vieron mayor significancia en cuanto a proteger al grano del ataque de los mohos. En este caso no se corroboró lo que mencionan Glueck y Rooney (16) al respecto. Cabe hacer notar que algunas glumas de color púrpura como las de la línea ATx 623 son indeseables desde el punto de vista de calidad, dado que imparten coloración a los productos obtenidos del grano.

Altura de planta y excersión. Estos datos fueron tomados únicamente para caracterizar cada línea en sus aspectos generales, ya que definitivamente no intervienen en la conferencia de tolerancia y/o resistencia al complejo de mohos del grano. La excepción sería el de excersión en el sentido de que se observó una frecuencia alta entre excersión y tipo de panoja; las panojas compactas más propensas al ataque de mohos presentaron con excepciones poca o nula excersión (véase Cuadro 9 del Apéndice).

Enfermedades foliares. Se observó su presencia, se clasificaron de acuerdo a la sintomatología que presentaron los materiales, y se observó que las plantas de color verde claro fueron más resistentes a enfermedades foliares que las de color verde oscuro, esta característica está relacionada con la calidad del grano y se utiliza como índice de selección en muchos programas de mejoramiento en la India, Africa y recientemente en México<sup>†</sup>.

---

<sup>†</sup>Betancourt, comunicación personal, 1983.

## CAPITULO VI

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

En la región de Santiago Ixcuintla, costa de Nayarit que representa las condiciones tropicales del país, incide un complejo de hongos enmohecadores del grano de sorgo conocidos como mohos del grano.

1.- Los géneros de hongos más comunes encontrados -- fueron en orden de importancia: Curvularia sp., Fusarium sp. y Penicillium sp. Dichos hongos necesitan para su desarrollo condiciones ambientales de alta humedad relativa cercana al 100 % y temperaturas superiores a 25 °C, que -- precisamente son las condiciones que prevalecen en la -- localidad.

2.- Las características físicas que mejor contribuyeron a la resistencia o tolerancia fueron: presencia de testa pigmentada, grano de color oscuro (café, rojo o naranja) y tipo de panoja, las panojas abiertas al secarse en forma más rápida son menos atacadas que las compactas (observación visual).

Los materiales con textura del grano intermedia fueron más atacados y afectados que las que presentaron textura córnea o harinosa en ausencia de testa. En presencia de testa, la textura no tuvo ningún efecto o influencia en la expresión de tolerancia o resistencia a los mohos.

3.- Los híbridos comerciales más prometedores por su tolerancia o resistencia a los mohos del grano fueron: -- BR-Y 93, ASGROW BRAVO, ASGROW JADE, DEKALB D-55, ASGROW - DOBLE Tx, MASTER GOLD R, y ATx 378 X RTx 430; los híbridos comerciales más susceptibles a estos patógenos fueron INIA RB 2000, MASTER 911, INIA RB 2020, INIA RB 3030, e - INIA CORA.

Los híbridos experimentales más sobresalientes fueron: ATx 1388 X 79T 284-6, SHE 3410, ATx 623 X 76 CS 478, SHE 3419, SHE 3420; y los híbridos experimentales más susceptibles fueron: ATx 623 X RTam 428, B 22 A X RTx 430, - ATx 625 X SCO 326-6, ATx 623 X RTx 430, ATx 623 X SCO 599 11E, y ATx 623 X 74 CS 5388.

## CAPITULO VII

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo. 1978. Conferencias Técnicas (Memoria). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas de el Bajío. Tepatitlán Jal. México.
- 2.- Betancourt V., A. 1980. Sorghum Diseases in Mexico.- In:Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Hyderabad, India. p. 22-28
- 3.- Betancourt V., A. 1981. In: Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Estado de Jalisco. - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, -- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas de el Bajío. Tepatitlán, Jal. p. 26-30
- 4.- Betancourt V., A. 1981. Notas del Curso de Fitopatología. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal. México.
- 5.- Betancourt V., A. et al. 1982. Twin vs. Single Seed Sorghum Hybrid Comparison. Sorghum Newsletter No. 25 p. 29-30
- 6.- Bhagwat V., Y.; S.M. Pedgaonkar and V.V. Datar. 1974 Fungicidal Control of Head Mold. Sorghum Newsletter No. 17. p. 58-59

- 7.- Castor Loral. 1977. Seed Molding of Grain Sorghum. - Texas Agric. Exp. Sta. Third Annual Progress Report. p. 95-101
- 8.- Castor L., L.; and R.A. Frederiksen. 1980. Fusarium and Curvularia Grain Molds in Texas. In: Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. - ICRISAT. Hyderabad, India. p. 93-101
- 9.- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1978. Seed Molding of Grain Sorghum in Texas. In: Proceedings of a Sorghum Disease and Insect Resistance Workshop. Texas Agr. Exp. - Sta. Corpus Christi, Texas. p. 35-38
- 10.- Chauhan H., L.; B.K. Kikani, H.U. Joshi and K.B. Desai. 1978. Fungicidal Control of Head Mould. Sorghum Newsletter No. 21. p. 27
- 11.- Diener U., L.; N.D. Davis, G. Morgan-Jones and R.E. Wagener. 1979. Toxigenity of Fungi Isolated from --- Grain Sorghum. Phytopathology No. 69 (9). p. 1026
- 12.- Edmunds L., K.; M.C. Futrell and R.A. Frederiksen. - 1975. Enfermedades del Sorgo. In: Producción y Usos del Sorgo. Buenos Aires, Argentina.
- 13.- Frederiksen R., A. and D.T. Rosenow. 1979. Breeding - for Diseases Resistance in Sorghum. Edited by K.M. - Harris. In: Biology and Breeding for Resistance to - Arthropods and Pathogens in Agricultural Plants. Texas Agr. Exp. Sta. MP-1451. p. 137-167
- 14.- Frederiksen R., A. and L.L. Castor. 1981. Grain --- Molds. In: Proceedings of the Short Course on Sor---

ghum Diseases for Latin America. INIA-ICRISAT-CIMMYT  
INTSORMIL.

- 15.- Gangadharan Kousalya and B. Ramaraj. 1978. Control -  
of Head Molds of Sorghum. Sorghum Newsletter No. 21\_  
p. 71
- 16.- Glueck J., A. and L.W. Rooney. 1980. Chemistry and -  
Structure of Grain in Relation to Mold Resistance. -  
In:Proceedings of the International Workshop on Sor-  
ghum Diseases. ICRISAT. Hyderabad, India. p. 119-139
- 17.- Guiragossian Vartan. 1981. Búsqueda de fuentes de Re  
sistencia a los Mohos del Grano en Poza Rica. In: --  
Proceedings of the Short Course on Sorghum Diseases\_  
for Latin America. INIA-ICRISAT-CIMMYT-INTSORMIL. El  
Batán, México. p. 20-23
- 18.- House L., R. 1980. A Guide to Sorghum Breeding. In--  
ternational Crops Research Institute for the Semi---  
arid Tropics. Patancheru P.D. Andhra Pradesh, India.
- 19.- House L., R. 1982. El Sorgo. Guia para su mejoramien  
to Genético. Universidad Autónoma Chapingo. México.-  
425 p.
- 20.- Kofoid K., D.; J.V. Maranville and W.M. Ross. 1977.-  
Use of a Bleach Test to Screen for Testa Layer in --  
Sorghum. In: Proceedings of the Grain Sorghum Resear  
ch and Utilization Conference. Wichita Kansas, U.S.-  
A. p. 24-25
- 21.- Murty K., N.; Narendra Kulkani and K. Hussain. 1978.  
Development of New Male Sterile Lines. Sorghum News-

letter No. 21 p. 17

- 22.- Murty D., S.; K.N. Rao and L.R. House. 1980. Breeding for Grain Mold Resistance at ICRISAT. In: Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Hyderabad, India. p. 154-162
- 23.- Pettit Robert, E. and Ruth Ann Taber. 1978. Fungi In volved in the Deterioration of Grain Sorghum. In: Proceedings of the Weathered Sorghum Grain. The Texas A & M University System. College Station, Texas, U.S.A. p. 33-41
- 24.- Quiñones, Felix J.A. 1980. Enfermedades de los Principales Cultivos del Estado de Nayarit. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Circular CIAPAN No. 94. p. 44
- 25.- Ramachandra Reddy A., G. and T. Vithal Reddy. 1976.- Fungicidal Control of Head Molds. Sorghum Newsletter p. 18
- 26.- Rao K.,N. and R.J. Williams. 1980. Screening for Sorghum Grain Molds Resistance at ICRISAT. In: Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Hyderabad, India. p. 103-107
- 27.- Rosas, V. Gustavo. 1982. Efecto de los Mohos del Grano sobre algunos Componentes del Rendimiento, Calidad y Viabilidad del Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Tesis Profesional. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara. 72 p.

- 28.- Sauer D., B. and Rosemary Burroughs. 1974. Efficacy\_ of Various Chemicals as Grain Mold Inhibitors. Trans actions of the ASAE No. 17 (3). p. 557-559
- 29.- Tarr S., A.J. 1962. Diseases of Sorghum, Sudan ---- Grass and Broom Corn. The Commonwealth Mycological - Institute. Kew, Surrey, England. 380 p.
- 30.- Wendell C., Horne and Robert W. Berry. s.f. Head --- Molds Including Grain Molds and Weathering. Sorghum Diseases Atlas. Texas Agr. Ext. Ser. The Texas A & M University System. College Station, Texas.
- 31.- Williams R., J.; R.A. Frederiksen and J.C. Girard. - 1978. Manual para la Identificación de las Enfermeda des del Sorgo y Mijo. ICRISAT. Boletín informativo - No. 2
- 32.- Williams R.,J.; R.A. Frederiksen and L.K. Mughogho.- 1980. In: Sorghum Diseases a World Review. Procee--- dings of the International Workshop on Sorghum Disea ses. ICRISAT. Hyderabad, India. p. 103-107
- 33.- Williams R., J. and K.N. Rao. 1980. A Review of Sorghum Grain Mold. In: Proceeding of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT. Hyderabad, -- India. p. 79-89

Cuadro 4.- Fuentes de resistencia a mohos del grano.

| Autoridad                               | Fuentes de resistencia reportadas  |
|---|--|
| Gray <u>et al</u> 1971                  | Funks 814, Acc. No.3008 y 3016   |
| Koteswara Rao y<br>Poornachandrudu 1971 | IS-452, IS-455, IS-472, IS-473   |
| Zummo 1975                              | IS-3555, IS-477, IS-473, IS-453  |
| Glueck y Rooney 1976                    | SC-748, SC-279-14, SC-566-14,-<br>74 PR 759, SC-103-12                               |
| ICRISAT 1978 b                          | IS-2327, IS-2261, E 35-1, ---<br>IS-9225, IS-2328                                    |
| Glueck <u>et al</u> 1977                | SC-279-14, SC-748-5, 74 PR 759,<br>SC-566-14, BTx-398, SC-103-12                     |
| Rana <u>et al</u> 1978                  | CSV-4 (CS-3541), CSV-5(148/168)<br>SPV-81, SPV-141                                   |
| ICRISAT 1978 a                          | M-36008, M-36091, M-36284, ---<br>M-35078, M-36188, M-35115, ---<br>M-35194, M-35052 |

Fuente: Williams y Rao (33).

Cuadro 5.- Normas de calidad de sorgo para grano en Nayarit.

---

| Concepto         | Aceptación               |
|------------------|--------------------------|
| Humedad          | 13.5 %                   |
| Granos dañados   | 2.5 %                    |
| Impurezas        | 1.5 %                    |
| Granos quebrados | 10.0 %                   |
| Plaga            | Desccto. de \$10.00/Ton. |

---

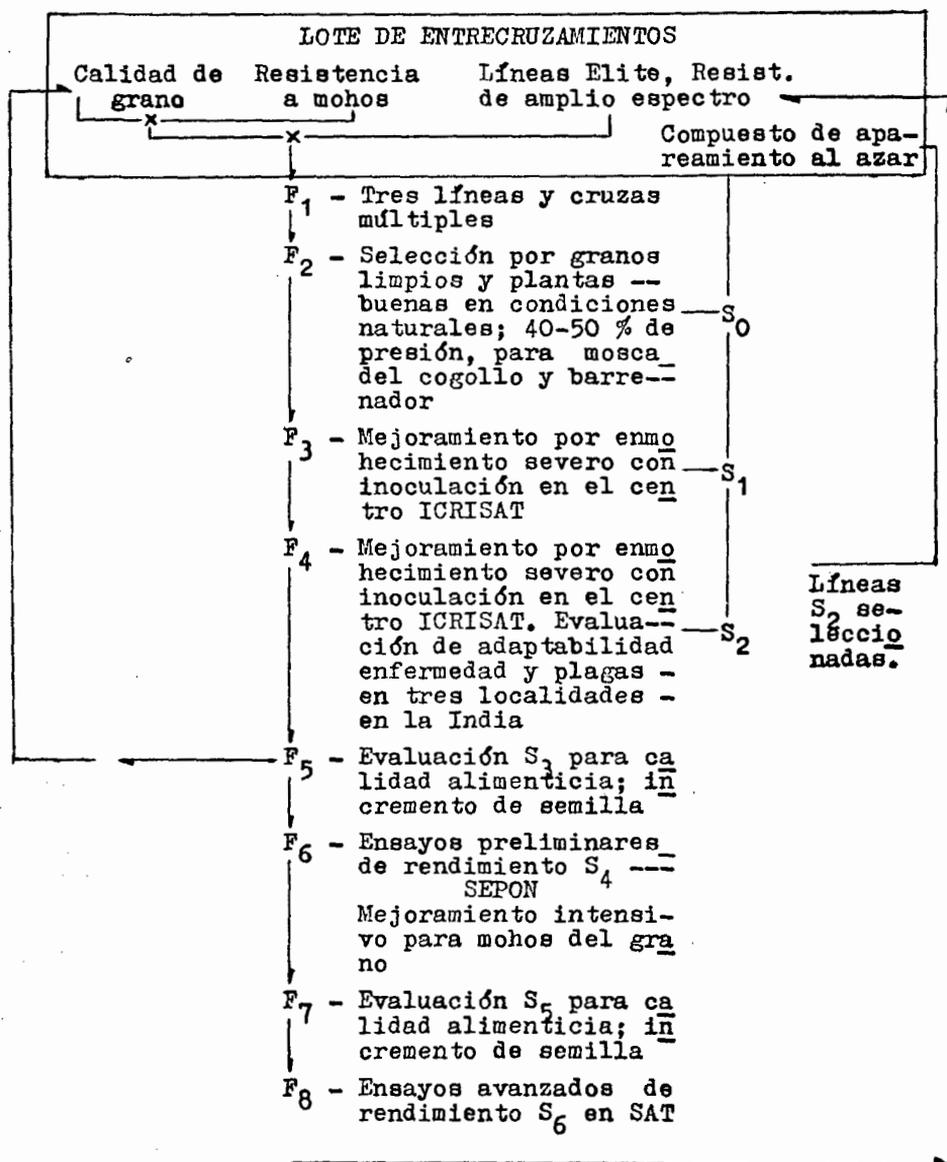
Cuadro 6.- Porcentaje de germinación en granos atacados - por diferentes géneros de mohos, en seis híbridos de sorgo. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981 P-V.

| Híbrido         | Granos sanos | Granos con |      |      |
|-----------------|--------------|------------|------|------|
|                 |              | Curv.      | Fus. | Pen. |
| TE TOTAL        | 87           | 12         | 0    | 0    |
| TE TOTAL        | 85           | 3          | 1    | 0    |
| TE Y-101        | 60           | 2          | 0    | 0    |
| TE Y-101        | 48           | 7          | 0    | 0    |
| GROWER'S ML-136 | 45           | 3          | 1    | 0    |
| GROWER'S ML-136 | 45           | 5          | 0    | 0    |
| GROWER'S ML-135 | 77           | 12         | 5    | 0    |
| GROWER'S ML-135 | 75           | 22         | 0    | 1    |
| INIA CORA       | 66           | 5          | 2    | 2    |
| INIA CORA       | 76           | 5          | 4    | 0    |
| INIA OLMECA     | 82           | 2          | 2    | 0    |
| INIA OLMECA     | 88           | 17         | 2    | 0    |

Cuadro 7.- Volumen en Kg/ha de grano dañado por mohos de la panoja en seis híbridos de sorgo. Santiago Ixcuintla - Nay. 1981 P-V.

| Híbrido         | Rendimto<br>Kg/ha<br>12% Hum. | % de gra<br>nos daña<br>dos. | Volumen<br>dañado<br>Kg / ha | Rendimto<br>sin gra-<br>no dañado |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| GROWER'S ML-136 | 3448                          | 21.80                        | 752                          | 2696                              |
| GROWER'S ML-136 | 3418                          | 19.04                        | 651                          | 2767                              |
| INIA CORA       | 2968                          | 17.34                        | 515                          | 2453                              |
| INIA CORA       | 3035                          | 13.99                        | 425                          | 2610                              |
| TE Y-101        | 4077                          | 9.70                         | 396                          | 3681                              |
| GROWER'S ML-135 | 3509                          | 9.56                         | 336                          | 3173                              |
| TE Y-101        | 3932                          | 7.25                         | 285                          | 3647                              |
| GROWER'S ML-135 | 3230                          | 8.62                         | 278                          | 2952                              |
| INIA OLMECA     | 2234                          | 12.37                        | 276                          | 1958                              |
| TE TOTAL        | 3611                          | 6.77                         | 245                          | 3366                              |
| TE TOTAL        | 3505                          | 6.08                         | 213                          | 3292                              |
| INIA OLMECA     | 2123                          | 8.63                         | 183                          | 1940                              |

Figura 2.- Mejoramiento por Resistencia a los Mohos del Grano y Esquema de Mejoramiento de Calidad. a/



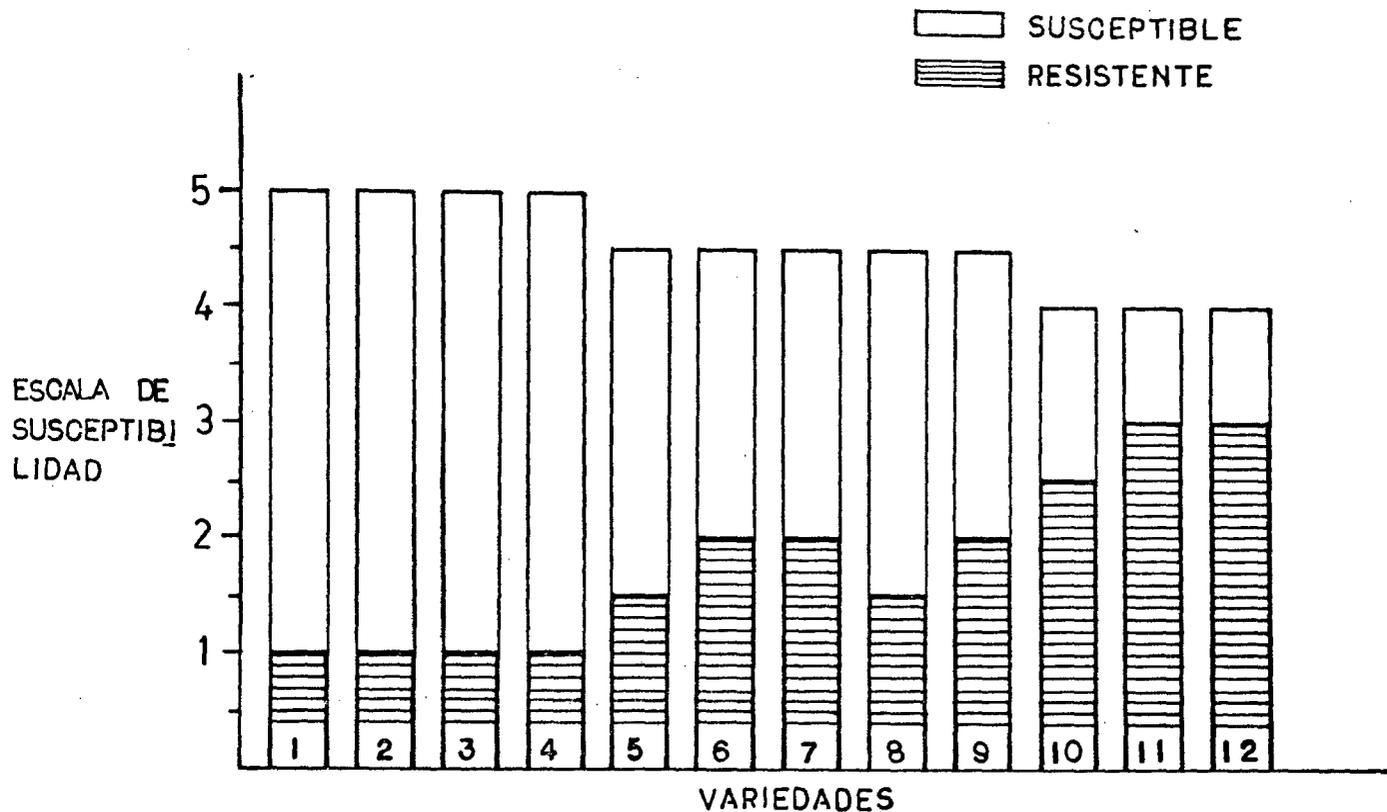


Fig.3. Comportamiento de los mejores materiales con respecto a Curvularia; y de los más susceptibles al mismo patógeno. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

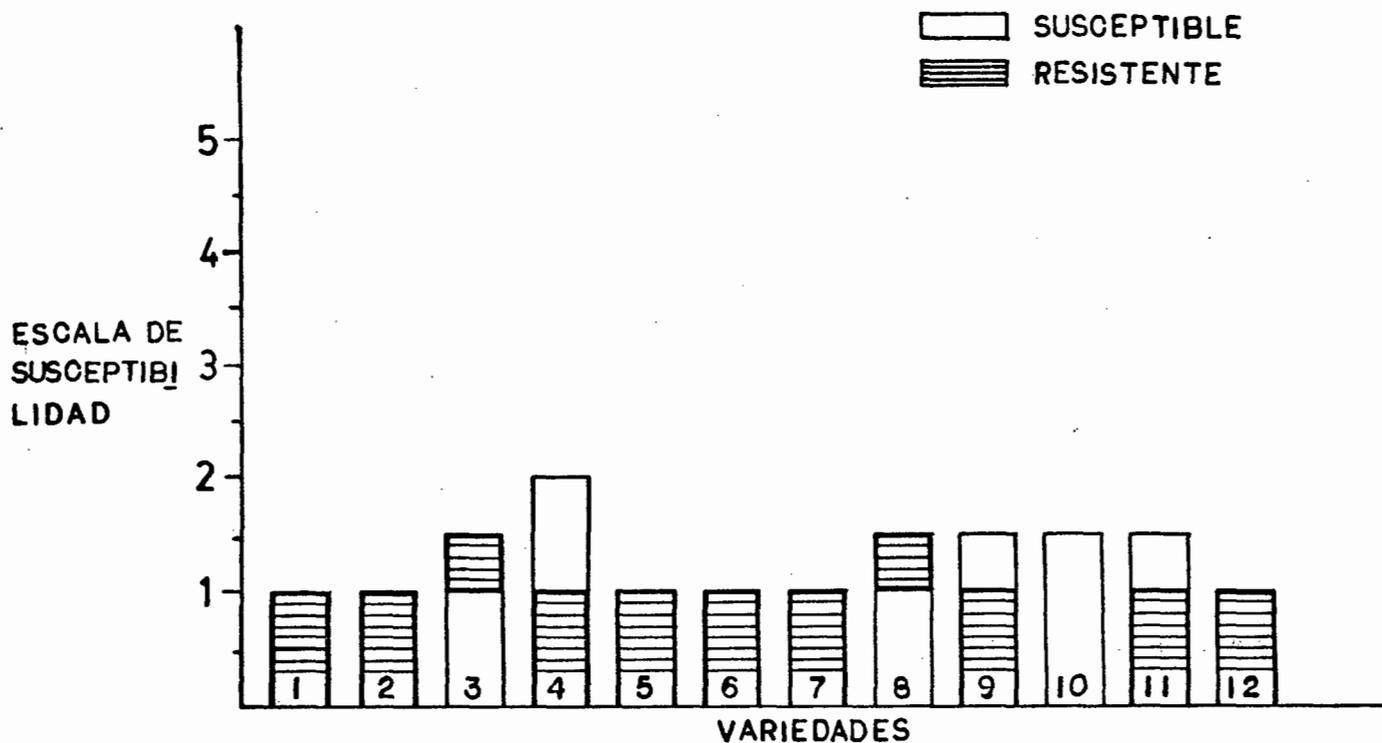


Fig. 4. Comportamiento de los mejores materiales con respecto a *Fusarium*; y de los más susceptibles al mismo patógeno. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

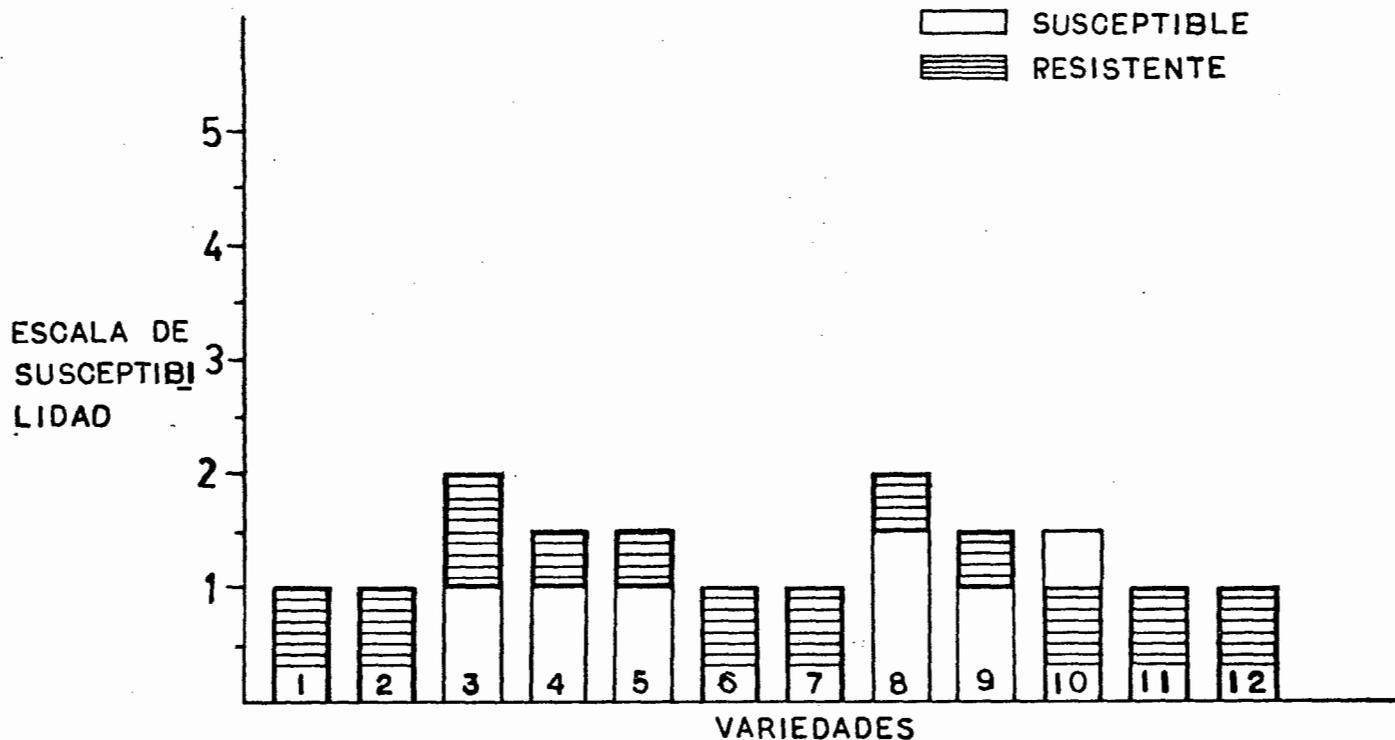


Fig.5. Comportamiento de los mejores materiales con respecto a Penicillium; y de los más susceptibles al mismo patógeno. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

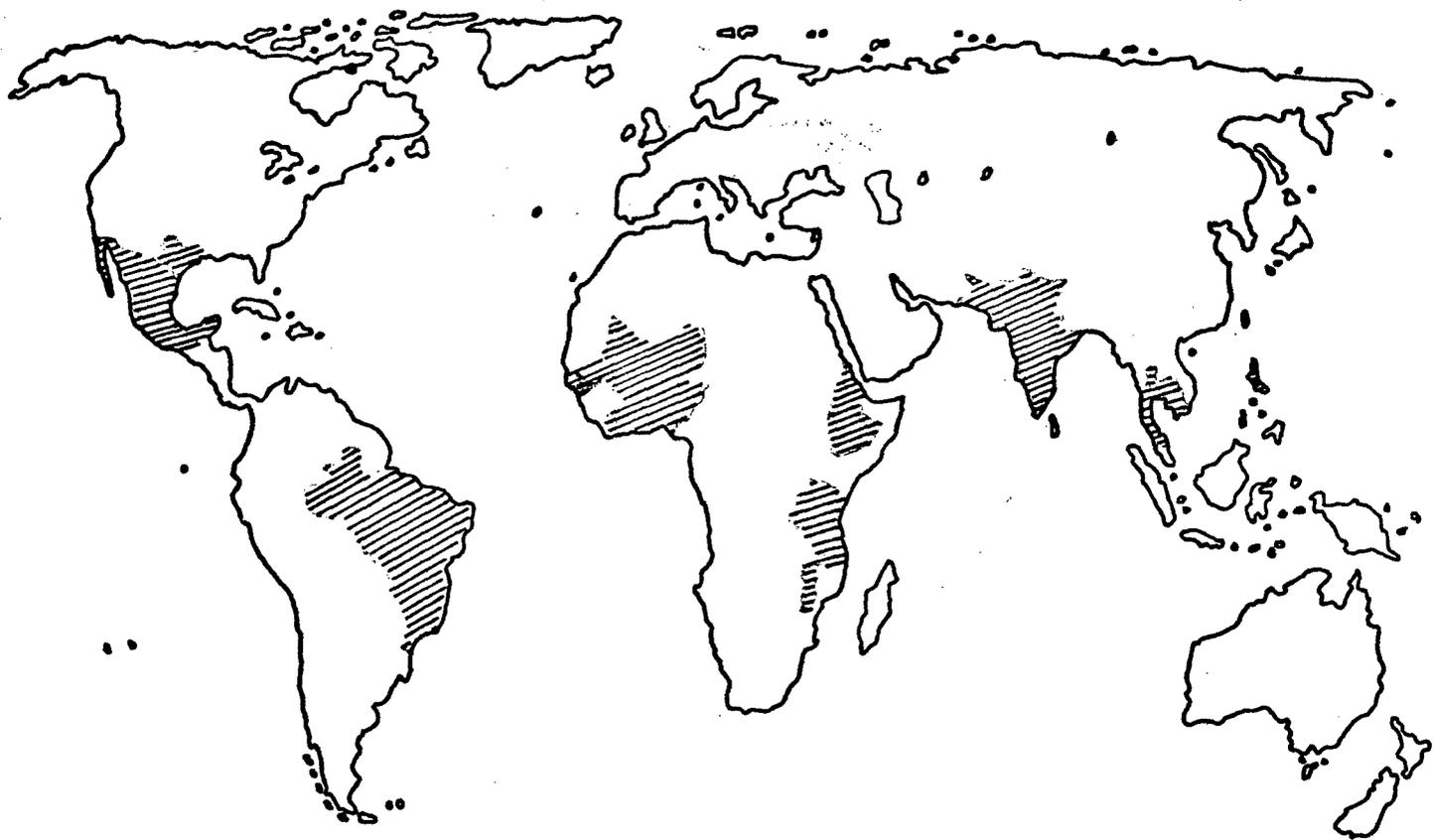


Fig.6. Distribución de los mohos del grano en el mundo.

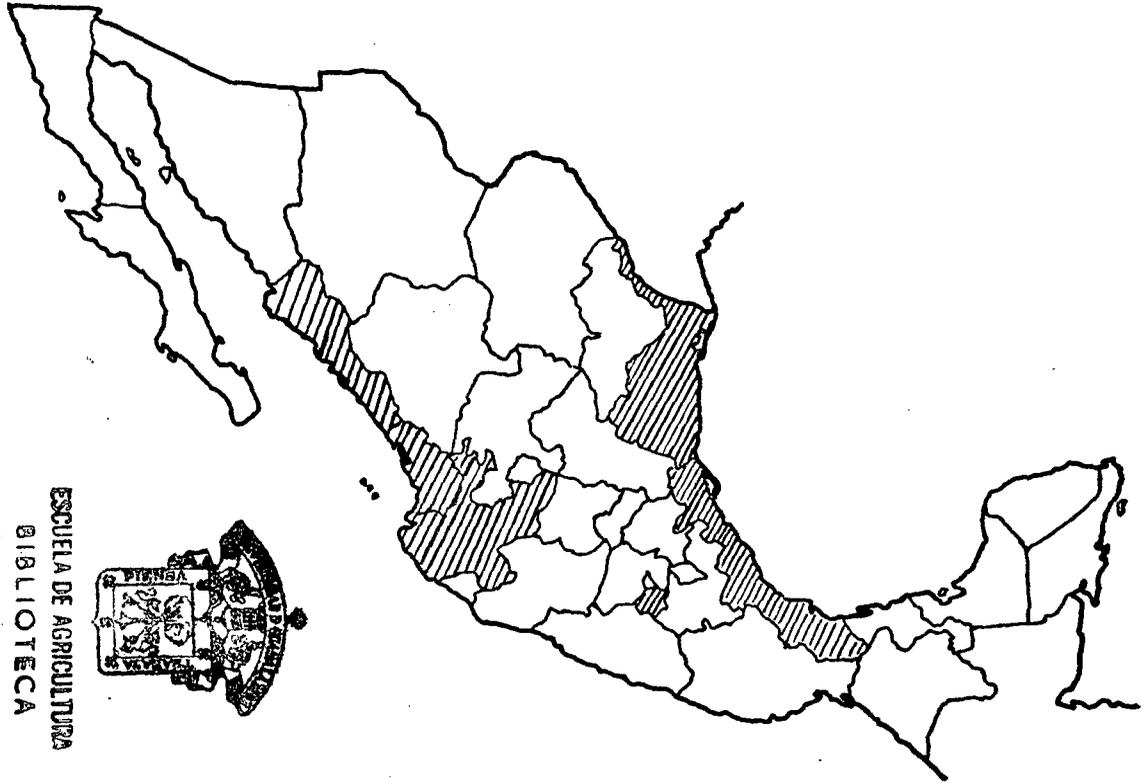


Fig.7. Distribución de los mohos del grano en México.

Cuadro 8.- Características agronómicas relacionadas con la resistencia a mohos en los materiales probados. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

| No. | Designación        | Testa           | Tipo de panoja | Color del grano |     | Patógenos |     |  |
|-----|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----|-----------|-----|--|
|     |                    |                 |                | C               | F   | P         |     |  |
| 1.  | BTx 623            | A               | 2              | 1               | 4.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 2.  | BTx 625            | A               | 2              | 1               | 2.0 | 4.0       | 2.0 |  |
| 3.  | ATx 623 X RTx 430  | A               | 2              | 1               | 4.5 | 1.0       | 1.0 |  |
| 4.  | ATx 378 X RTx 430  | A               | 2              | 3               | 3.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 5.  | ATx 623 X RTam428  | A               | 2              | 1               | 5.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 6.  | ATx 623 X SCO 599  | A               | 2              | 1               | 4.5 | 1.0       | 1.0 |  |
| 7.  | ATx 623 X CS 3541  | A               | 2              | 1               | 5.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 8.  | ATx 623 X 77 CS 3  | A               | 2              | 2               | 3.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 9.  | ATx 623 X 77 CS 1  | A               | 3              | 2               | 4.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 10. | ATx 623 X 74 CS    | A               | 2              | 1               | 4.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 11. | ATx 623 X ADN 55   | A               | 2              | 1               | 1.5 | 1.0       | 3.0 |  |
| 12. | ATx 625 X SCO 326  | A               | 3              | 1               | 4.5 | 2.0       | 1.0 |  |
| 13. | ATx 623 X 76 CS478 | P               | 2              | 3               | 1.5 | 1.0       | 1.0 |  |
| 14. | ATx 623 X 76 CS490 | A               | 3              | 3               | 1.5 | 1.0       | 4.5 |  |
| 15. | ATx 623 X CS 2     | A               | 3              | 1               | 1.5 | 1.0       | 3.0 |  |
| 16. | ATx 622 X 80 CS    | A               | 2              | 1               | 3.5 | 1.0       | 1.0 |  |
| 17. | ATx 623 X RIO      | -P <sup>+</sup> | 2              | 1               | -   | -         | -   |  |
| 18. | ATx 623 X 80 CS    | A               | 2              | 1               | 1.0 | 3.0       | 3.0 |  |
| 19. | A 7904 X RTam428   | A               | 2              | 1               | 1.5 | 1.0       | 3.0 |  |
| 20. | A 7904 X CS 3541   | A               | 2              | 1               | 4.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 21. | A 7904 X 77 CS 3   | A               | 2              | 1               | 2.5 | 2.5       | 1.5 |  |
| 22. | A 7504 X PICKETT 3 | -               | 1              | 1               | -   | -         | -   |  |
| 23. | A 7904 X ADN 55    | A               | 2              | 2               | 4.0 | 2.0       | 1.0 |  |
| 24. | ATx 623 X 79T 263  | A               | 2              | 2               | 2.5 | 2.0       | 2.0 |  |
| 25. | ATx 623 X 79T 269  | A               | 2              | 1               | 4.5 | 1.0       | 1.0 |  |
| 26. | A 1388 X 79T 284-6 | A               | 3              | 1               | 1.0 | 1.5       | 2.0 |  |
| 27. | B 22 A X RTx 430   | A               | 3              | 1               | 5.0 | 1.0       | 1.0 |  |
| 28. | SHE 3410           | A               | 3              | 3               | 1.0 | 1.0       | 1.5 |  |

+Betancourt, comunicación personal, 1983.

Cuadro 8.- Características agronómicas relacionadas con la resistencia a mohos en los materiales probados. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P. (Continuación)

| No. | Designación     | Testa | Tipo de panoja | Color del grano |     |     | Patógenos |   |   |
|-----|-----------------|-------|----------------|-----------------|-----|-----|-----------|---|---|
|     |                 |       |                | C               | F   | P   | C         | F | P |
| 29. | SHE 3420        | A     | 3              | 3               | 2.0 | 1.0 | 1.5       |   |   |
| 30. | SHE 3408        | A     | 3              | 3               | 3.0 | 1.0 | 1.5       |   |   |
| 31. | SHE 3309        | -     | 3              | 1               | 5.0 | -   | -         |   |   |
| 32. | SHE 3311        | A     | 3              | 2               | 4.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 33. | SHE 3419        | A     | 2              | 3               | 2.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 34. | SHE 3177        | A     | 2              | 3               | 1.5 | 1.5 | 3.0       |   |   |
| 35. | BR-Y 93         | P     | 3              | 4               | 1.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 36. | MASTER GOLD-R   | A     | 2              | 3               | 3.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 37. | MASTER 911 R    | A     | 3              | 3               | 4.5 | 1.0 | 1.5       |   |   |
| 38. | NK - 266        | A     | 3              | 3               | 1.0 | 1.0 | 4.5       |   |   |
| 39. | ASGROW DOBLE Tx | P     | 3              | 4               | 2.5 | 1.5 | 1.0       |   |   |
| 40. | ASGROW JADE     | A     | 2              | 3               | 1.5 | 1.5 | 2.0       |   |   |
| 41. | DEKALB DD-50    | A     | 3              | 3               | 3.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 42. | ASGROW BRAVO    | P     | 2              | 4               | 1.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 43. | DEKALB D-55     | A     | 2              | 3               | 2.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 44. | INIA CORA       | A     | 3              | 3               | 4.0 | 1.5 | 1.0       |   |   |
| 45. | INIA PAME       | A     | 3              | 3               | 3.5 | 1.0 | 1.0       |   |   |
| 46. | RB - 3030       | A     | 2              | 3               | 4.0 | 1.5 | 1.5       |   |   |
| 47. | RB - 3006       | A     | 2              | 2               | 3.0 | 2.0 | 1.5       |   |   |
| 48. | RB - 2020       | A     | 2              | 2               | 4.0 | 1.5 | 1.0       |   |   |
| 49. | RB - 2000       | A     | 3              | 3               | 5.0 | 1.0 | 1.0       |   |   |

Cuadro 9.- Características agronómicas no relacionadas -- para la expresión de resistencia a mohos en los materiales probados. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P.

| No. | Designación        | Altura<br>planta | Altura<br>panoja | Altura<br>hoja<br>bandera | Ex<br>cer<br>sión | Uni<br>for<br>midad |
|-----|--------------------|------------------|------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| 1.  | BTx 623            | 117              | 87               | 81                        | 6                 | 3                   |
| 2.  | BTx 625            | 113              | 81               | 74                        | 7                 | 2                   |
| 3.  | ATx 623 X RTx 430  | 150              | 113              | 104                       | 9                 | 3                   |
| 4.  | ATx 378 X RTx 430  | 150              | 125              | 113                       | 12                | 2                   |
| 5.  | ATx 623 X RTam428  | 138              | 113              | 95                        | 18                | 3                   |
| 6.  | ATx 623 X SCO 599  | 140              | 113              | 91                        | 22                | 3                   |
| 7.  | ATx 623 X CS 3541  | 159              | 126              | 110                       | 16                | 3                   |
| 8.  | ATx 623 X 77 CS 3  | 173              | 143              | 128                       | 15                | 2                   |
| 9.  | ATx 623 X 77 CS 1  | 180              | 133              | 119                       | 14                | 2                   |
| 10. | ATx 623 X 74 CS    | 150              | 121              | 105                       | 16                | 3                   |
| 11. | ATx 623 X ADN 55   | 133              | 101              | 88                        | 13                | 2                   |
| 12. | ATx 625 X SCO 326  | 124              | 87               | 82                        | 5                 | 2                   |
| 13. | ATx 623 X 76 CS478 | 130              | 97               | 87                        | 10                | 2                   |
| 14. | ATx 623 X 76 CS490 | 137              | 103              | 83                        | 20                | 2                   |
| 15. | ATx 623 X CS 2     | 135              | 105              | 83                        | 22                | 2                   |
| 16. | ATx 622 X 80 CS    | 144              | 115              | 102                       | 13                | 2                   |
| 17. | ATx 623 X RIO      | 357              | 283              | 257                       | 26                | 3                   |
| 18. | ATx 623 X 80 CS    | 142              | 112              | 92                        | 20                | 2                   |
| 19. | A 7904 X RTam428   | 112              | 85               | 82                        | 3                 | 2                   |
| 20. | A 7904 X CS 3541   | 152              | 115              | 101                       | 14                | 3                   |
| 21. | A 7904 X 77 CS 3   | 165              | 139              | 132                       | 7                 | 2                   |
| 22. | A 7504 X PICKETT 3 | 177              | 150              | 142                       | 8                 | 3                   |
| 23. | A 7904 X ADN 55    | 123              | 88               | 80                        | 8                 | 2                   |
| 24. | ATx 623 X 79T 263  | 149              | 108              | 99                        | 9                 | 2                   |
| 25. | ATx 623 X 79T 269  | 151              | 103              | 95                        | 8                 | 3                   |
| 26. | A 1388 X 79T 284-6 | 156              | 115              | 111                       | 4                 | 2                   |
| 27. | B 22 A X RTx 430   | 141              | 113              | 92                        | 21                | 3                   |
| 28. | SHE 3410           | 143              | 111              | 97                        | 14                | 3                   |

Cuadro 9.- Características agronómicas no relacionadas --  
para la expresión de resistencia a mohos en los materia--  
les probados. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P., -----  
(Continuación)

| No. | Designación     | Altura<br>planta | Altura<br>panoja | Altura<br>hoja<br>bandera | Ex<br>cer<br>sión | Uni<br>for<br>midad |
|-----|-----------------|------------------|------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| 29. | SHE 3420        | 145              | 112              | 88                        | 24                | 3                   |
| 30. | SHE 3408        | 140              | 108              | 89                        | 19                | 2                   |
| 31. | SHE 3309        | 193              | 164              | 145                       | 19                | 2                   |
| 32. | SHE 3311        | 139              | 107              | 88                        | 19                | 3                   |
| 33. | SHE 3419        | 148              | 120              | 96                        | 24                | 3                   |
| 34. | SHE 3177        | 132              | 107              | 91                        | 16                | 3                   |
| 35. | BR-Y 93         | 118              | 93               | 78                        | 15                | 3                   |
| 36. | MASTER GOLD-R   | 104              | 80               | 65                        | 15                | 2                   |
| 37. | MASTER 911 R    | 138              | 116              | 95                        | 21                | 3                   |
| 38. | NK -266         | 135              | 105              | 85                        | 20                | 3                   |
| 39. | ASGROW DOBLE Tx | 121              | 97               | 79                        | 18                | 3                   |
| 40. | ASGROW JADE     | 134              | 110              | 97                        | 13                | 3                   |
| 41. | DEKALB DD-50    | 97               | 76               | 72                        | 4                 | 2                   |
| 42. | ASGROW BRAVO    | 72               | 98               | 78                        | 20                | 3                   |
| 43. | DEKALB D-55     | 133              | 106              | 87                        | 19                | 3                   |
| 44. | INIA CORA       | 122              | 93               | 77                        | 16                | 3                   |
| 45. | INIA PAME       | 172              | 135              | 108                       | 27                | 3                   |
| 46. | RB - 3030       | 142              | 125              | 107                       | 18                | 3                   |
| 47. | RB - 3006       | 150              | 125              | 110                       | 15                | 3                   |
| 48. | RB - 2020       | 140              | 117              | 102                       | 15                | 3                   |
| 49. | RB - 2000       | 99               | 122              | 110                       | 12                | 3                   |