

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 95 GENOTIPOS DE SORGO
[Sorghum bicolor (L.) MOENCH] POR SU
REACCION AL MILDIU [Peronosclerospora sorghi
(WESTON y UPPAL) SHAW] EN CAMPO
E INVERNADERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

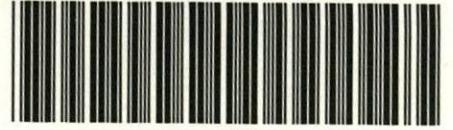
PRESENTA

ROBIN DANTE VARGAS SALDAÑA

MARIN, N. L.

AGOSTO 1990

T
S5608
.56
V3
C1



1080063182

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE 95 GENOTIPOS DE SORGO
[*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH] POR SU
REACCION AL MILDIU [*Peronosclerospora scrghi*
(WESTON y UPPAL) SHAW] EN CAMPO
E INVERNADERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

ROBIN DANTE VARGAS SALDAÑA

MARIN, N. L.

AGOSTO 1990

10367

T/
SB608
.56
V3

040.633
FAP
1990
C.5



Biblioteca Central
Magisterial de Solimón

F. 405.5

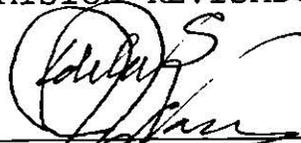


UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Evaluación de 95 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) por su reacción al mildiú (*Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw) en campo e invernadero.

Tesis que presenta ROBIN DANTE VARGAS SALDAÑA, como requisito parcial para obtener el Título de INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO.

LA COMISION REVISADORA



Ph. D. JOSE LUIS DE LA GARZA G.

PRESIDENTE



M.C. MAURILIO MARTINEZ R.
SECRETARIO



M.C. GUILLERMO MARTINEZ MUÑOZ
VOCAL

DEDICATORIAS

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Le doy GRACIAS por permitirme concluir
una de las metas fijadas en mi vida, y
por el perdón de los pecados
que nos hereda con el sacrificio
de su HIJO

A MIS PADRES:

AVELINO VARGAS ALANIS
Y
MYRNA SALDAÑA DE VARGAS

A quienes cualquier escrito sería insuficiente
para agradecerles todo el amor y ternura que -
me han brindado sin reservas
y por ese ejemplo
de honestidad y trabajo.

GRACIAS

A MI ESPOSA E HIJO:

MAGDA ELIZABETH VIZCARRA RICARIO

Gracias por tu amor
Y
por ser como eres

DANTE RICARDO VARGAS VIZCARRA

Gracias por ese Amor
Y
Alegría que has traído a mi vida
con tu llegada

A MIS HERMANOS:

Myrna Magali y Manlyo Lira

Victor Hugo

Estrella Guadalupe

Ituriel Alejandro

Con mucho cariño.

A MIS ABUELITOS:

Hortencia García de S.
Ruben Saldaña
Guadalupe Alanís de Vargas †
Simona Gonzalez de Vargas
Juan Vargas Martínez

A MIS SOBRINOS:

Manlyto, Titita y Marianita

A MIS FAMILIARES:

Tíos, Primos y Padrinos.

A mis Amigos y Compañeros

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

AL P.H.D. JOSE LUIS DE LA GARZA GONZALEZ

Por su paciencia y asesoría para la realización de este trabajo y por permitirme ser su amigo.

AL M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ

Por sus acertados consejos en el desarrollo de este trabajo.

AL M.C. GUILLERMO MARTINEZ MUÑOZ

Por sus sugerencias y el interés mostrado en este trabajo.

AL ING. JULIO I. AGUIRRE R.

Gracias por su ayuda e intervención acertada con su experiencia, consejo, apoyo material y humano para la conclusión de este trabajo.

AL T.A. RAYMUNDO MONTALVO TURRUBIATES

Mi agradecimiento por su colaboración desinteresada en el desarrollo de este trabajo.

AL ING. MARCO ANTONIO RIVERA PEREZ

Por su colaboración e interés mostrado en el presente trabajo.

A MARIA ENGRACIA ROSALES ESTRADA

Por su colaboración en la mecanografía de este trabajo.

A TODOS GRACIAS

CONTENIDO

	CONTENIDO	PAG.
	INDICE DE CUADROS	i
	INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS	iv
	CUADROS DEL APENDICE	v
	RESUMEN	vii
	SUMMARY	x
I.	INTRODUCCION	1
II.	LITERATURA REVISADA	4
2.1.	Principales Enfermedades del Sorgo	4
2.1.1.	Enfermedades de la Semilla	4
2.1.2.	Enfermedades de la Plántula	5
2.1.3.	Enfermedades Foliares	6
2.1.4.	Enfermedades de la Inflorescencia	13
2.1.5.	Enfermedades de la Raíz y del Tallo	18
2.1.6.	Enfermedades Bacterianas	21
2.1.7.	Enfermedades Virosas y Micoplasmas	24
2.2.	Mildiú del Sorgo	
	<i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal) Shaw	25
2.2.1.	Generalidades	25
2.2.2.	Importancia Económica	26
2.2.3.	Historia y Origen	27
2.2.4.	Distribución Geográfica en México	29
2.2.5.	Clasificación Taxonómica	30
2.2.6.	Ciclo Biológico	30

	PAG.	
2.2.7.	Rango de Hospederos en México	34
2.2.8.	Germinación de Oosporas	34
2.2.9.	Colecta de Oosporas	36
2.2.10.	Almacenamiento de Oosporas	37
2.2.11.	Efecto de los Fertilizantes	37
2.2.12.	Diseminación	38
2.2.13.	Escala Evaluativa para Campo	40
2.2.14.	Alternativas de Control	41
III.	MATERIALES Y METODOS	48
3.1.	Especificaciones del Experimento en Campo .	48
3.1.1.	Toma de Datos	48
3.2.	Escalas Evaluativas para las Enfermedades y Clasificación según Aguirre	49
3.2.1.	Enfermedad de la Panoja	50
3.3.	Desarrollo del Experimento en Río Bravo, -- Tamps.	51
3.4.	Desarrollo del Experimento en Marín, N.L. .	56
3.5.	Experimento en Invernadero	60
3.5.1.	Especificaciones del Experimento	60
3.5.2.	Inoculación Artificial	60
IV.	RESULTADOS	65
V.	DISCUSION	74

		PAG.
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
VII.	BIBLIOGRAFIA	85
VIII.	APENDICE	93

INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Principales hongos que causan la pudri- ción de la semilla	4
Cuadro 2. Principales hongos que causan la pudri- ción o tizón de la plántula	5
Cuadro 3. Principales hongos que causan enfermeda- des foliares en el sorgo	6
Cuadro 4. Principales hongos que atacan la inflo- rescencia del sorgo	14
Cuadro 5. Principales hongos que atacan la raíz y - el tallo del sorgo	18
Cuadro 6. Principales bacterias que atacan al sorgo	21
Cuadro 7. Principales virus y micoplasmas que ata- can al sorgo	24
Cuadro 8. Fechas de las labores culturales en Río - Bravo, Tamps.	52
Cuadro 9. Materiales experimentales de sorgo del ex perimento I, evaluados en Río Bravo, Tamps.	53

Cuadro 10.	Materiales experimentales de sorgo del <u>ex</u> perimento II, evaluados en Río Bravo, - - Tamps.	54
Cuadro 11.	Fechas de labores culturales en Marín, -- N.L.	56
Cuadro 12.	Materiales experimentales de sorgo del -- experimento I, evaluados en Marín, N.L. .	57
Cuadro 13.	Materiales experimentales de sorgo del <u>ex</u> perimento II, evaluados en Marín, N.L.	58
Cuadro 14.	Materiales experimentales de sorgo evalua <u>d</u> os en invernadero	61
Cuadro 15.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>t</u> aron el ataque de <i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal) Shaw, en Río Bravo, Tamps.	66
Cuadro 16.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>t</u> aron el mayor ataque de <i>Sporisorium reilianum</i> (Kühn) Langdon y Fullerton, en Río Bravo, Tamps.	67
Cuadro 17.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>t</u> aron el mayor ataque de <i>Cercospora sorghi</i> Ell. y Ev. en Río Bravo, Tamps.	68

Cuadro 18.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>taron el mayor ataque de <i>Puccinia purpurea</i>, Cooke en Río Bravo, Tamps.</u>	69
Cuadro 19.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>taron el ataque de <i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal) Shaw, en Marín, N.L. .</u>	71
Cuadro 20.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>taron el mayor ataque de <i>Puccinia purpurea</i>, Cooke, en Marín, N.L.</u>	72
Cuadro 21.	Líneas Experimentales de Sorgo que presen <u>taron el mayor ataque de <i>Puccinia purpurea</i>, Cooke, en Invernadero</u>	73

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

	PAG.
Figura 1. Distribución de mildiú del sorgo en México	31
Figura 2. Ciclo de la enfermedad del sorgo causada - por el hongo <i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal) Shaw	33
Figura 3. Croquis de los experimentos I y II distri- bución y dimensiones de los tratamientos - en Río Bravo, Tamps.	55
Figura 4. Croquis de los experimentos I y II, distri- bución y dimensiones de los tratamientos - en Marín, N.L.	59
Gráfica 1. Condiciones climatológicas decenales prome- dio predominantes en el desarrollo del ex- perimento en Río Bravo, Tamps.	75
Gráfica 2. Condiciones climatológicas decenales prome- dio predominantes en el desarrollo del ex- perimento en Marín, N.L.	78
Gráfica 3. Condiciones climatológicas decenales prome- dio registradas en el desarrollo del expe- rimento en invernadero	80

CUADROS DEL APENDICE

PAG.

Cuadro 1A.	Comparación de medias (Tukey) al .01 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento I en Río Bravo, Tamps.	94
Cuadro 2A.	Comparación de medias (Tukey) al .01 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento II en Río Bravo, Tamps.	95
Cuadro 3A.	Comparación de medias (Tukey) al .01 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento I en Marín, N.L.	96
Cuadro 4A.	Comparación de medias (Tukey) al .01 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento II en Marín, N.L.	97
Cuadro 5A.	Comparación de medias (Tukey) al .05 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento I en Río Bravo, Tamps.	98
Cuadro 6A.	Comparación de medias (Tukey) al .05 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil) experimento II en Río Bravo, Tamps.	99

<p>Cuadro 7A. Comparación de medias (Tukey) al .05 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento I en Marín, N.L.</p>	<p>100</p>
<p>Cuadro 8A. Comparación de medias (Tukey) al .05 para la variable: Rendimiento de campo (g por parcela útil), experimento II en Marín, N.L.</p>	<p>101</p>

RESUMEN

El presente experimento fué llevado a cabo en dos fases: la primera en campo en dos localidades, Marín, N.L. y Río Bravo, Tamps., y posteriormente en invernadero. Se estudiaron las enfermedades que se presentaron en las Líneas Experimentales de Sorgo (LES), de la F.A.U.A.N.L. y en especial el mildiú del sorgo.

Con un diseño experimental de latices 7x7 con tres repeticiones, empleando dos experimentos para cada localidad, se distribuyeron 92 líneas experimentales de sorgo y tres híbridos comerciales, para observar su comportamiento a las diferentes enfermedades que se presentan en el campo, especialmente el mildiú del sorgo.

Río Bravo, Tamps.

Esta localidad presentó la mayor diversidad de enfermedades en las LES. El mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi*, presentó el mayor porcentaje de plantas infectadas en el híbrido comercial RB- 3030 con 1.58%, y en menor porcentaje en 16 líneas experimentales. El carbón de la panaja *Sporisorium reilianum*, encontró un medio favorable para su desarrollo en la línea LES-82 R con 16.5% de plantas infectadas, clasificándose como susceptible, y moderadamen-

te resistentes las líneas: LES-80 R con 5.57%, LES-14 R con 5% y LES-46 R con 4.76%. La enfermedad foliar mancha gris de la hoja, *Cercospora sorghi*, se presentó en varias líneas - experimentales, resultando moderadamente susceptibles las líneas LES-49 R y LES-90 R. *Puccinia purpurea*, fué la enfermedad que se estableció en el mayor número de LES, se iden tificaron como susceptibles las líneas LES-79 R, LES-91 R y LES-62 R.

Marín, N.L.

En esta localidad se presentaron varias enfermedades, en la que destacaron el mildiú del sorgo y la roya, ésta última se presentó con un grado de severidad significativo. El mildiú del sorgo infectó 37 líneas experimentales y 2 híbridos comerciales a un nivel bajo de infección; por lo cual, todas las líneas se clasificaron resistentes a la -- enfermedad. La línea LES-76 R alcanzó el mayor porcentaje de infección con 1.37%.

La roya se presentó en varias líneas experimentales, de las cuales sólo en 3 alcanzó un mayor nivel, estas fueron la LES-4 R y la LES-82 R, clasificándose ambas como mo deradamente resistentes, y la LES-79 R identificándose como susceptible a la enfermedad. Esta línea fue también --

susceptible en Río Bravo, Tamps. y en invernadero.

La sequía que prevaleció durante el desarrollo del experimento en ambas localidades, afectó adversamente la incidencia de las enfermedades y la evaluación de los materiales.

Invernadero

En esta fase del experimento se inocularon artificialmente las semillas de las Líneas Experimentales de Sorgo y una variedad susceptible, Grazer No.2, con esporas de mildiú del sorgo. Debido a que los aparatos del invernadero no mantuvieron el ambiente adecuado, sólo una planta de la línea LES-39 R mostró los síntomas del mildiú. La roya fué otra enfermedad que se presentó en forma contaminante en el experimento, siendo nuevamente la línea LES-79 R susceptible a la enfermedad.

SUMMARY

A two phase experiment was performed, one in the field and the other in a greenhouse. Field trials were located at Río Bravo, Tamps. and Marín, N.L.. The main objective was to register disease incidence on Sorghum Experimental Lines (LES) from F.A.U.A.N.L., and primarily sorghum downy mildew.

The experimental design was a 7 x 7 lattice with three replications. Two experiments were set in both localities with 92 experimental lines of sorghum and 3 commercial hybrids. Disease incidence records were made in all cases, giving particular attention to sorghum downy mildew.

Río Bravo, Tamps.

The LES in this locality presented a greater disease diversity. Sorghum downy mildew *Peronosclerospora sorghi*, had the highest percentage of plant infection in a commercial hybrid RB-3030 with a 1.58%, and there was a lower infection percentage in other 16 experimental lines. LES-82 R presented a suitable medium for head smut, *Sporisorium reilianum*, development with 16.5% infection and was classified as susceptible. Lines LES-80 R with 5.57% and LES-14 R with 5% infection were classified as moderately resistant. The foliar disease gray leaf spot, *Cercospora sorghi*, was observed on several LES;

resulting moderately susceptible LES-49 R and LES-90 R. Rust, *Puccinia purpurea*, attacked the greatest number of lines, those susceptible to the disease were: LES-79 R, LES-90 R and LES-62 R.

Marín, N.L.

In this locality several diseases occurred, particularly sorghum downy mildew and rust. Downy mildew occurred in 37 experimental lines and 2 commercial hybrids with a low level of infection, and were considered resistant to this disease, LES-76 R had the highest percentage of infection with 13.7%.

Rust was found in several experimental lines, only 3 lines reached a considerable level of infection. LES-4 R and LES-82 R were classified as moderately resistant and LES-79 R was identified as susceptible to this disease. This last line was also susceptible in Río Bravo, Tamps., and in the greenhouse.

Plants growing in the field in both localities were affected by drought; this had an adverse effect on disease development and evaluation on the materials.

Greenhouse

In this phase of the experiment, LES seeds and that of the susceptible variety Grazer No.2 were artificially infested with mildew oospores. Because greenhouse equipment failed to

maintain an adequate environment inside, only one plant of LES-39 R did appear with symptoms of sorghum downy mildew. Rust was also present in this phase of the experiment and LES-79 R was shown to be susceptible to it.

I. INTRODUCCION

Dada la necesidad de incrementar la producción agrícola del país para satisfacer la demanda alimentaria de una población humana que requiere cada día más de productos agrícolas, y como el cultivo del sorgo en México ha adquirido gran importancia debido principalmente a su gran adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, su uso como grano forrajero, la facilidad de la mecanización, su resistencia a la sequía, sus respuestas favorables a la hibridación y su relativa tolerancia a plagas y enfermedades, es necesario conocer más sobre este cultivo, así como sus principales enfermedades y sus métodos de control.

El sorgo ocupa en México el tercer lugar en superficie cultivada, superado solamente por el maíz y el frijol. (2). El sorgo ha ido sustituyendo en forma gradual al maíz en la elaboración de alimentos balanceados para los animales, lo cual ha permitido destinar al consumo humano volúmenes mayores de maíz.

Bajo condiciones naturales, las poblaciones de plantas se encuentran en un delicado equilibrio, con variaciones de mayor o menor magnitud. Los incrementos excesivos son controlados o impedidos por el complejo grupo de sus respectivos enemigos naturales. El hombre ha roto este

equilibrio natural con la actividad agrícola, reduciendo la complejidad del medio; lo cual se ha reflejado en los problemas parasitológicos, de tal forma que la incidencia de enfermedades ha venido aumentando.

Una de las enfermedades que se ha venido incrementando en los últimos años en el cultivo del sorgo es el mildiú, causado por el hongo *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw, el cual causa daños económicos importantes bajo condiciones favorables.

El control de enfermedades es un problema importante debido al alto costo que representa, los problemas secundarios que ocasiona y en algunos casos, la poca efectividad del mismo. El control de enfermedades por medios genéticos, es considerado por el hombre como el más confiable, efectivo y ventajoso actualmente.

En el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS) llevado a cabo en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., un principio bien establecido es el control de enfermedades, seleccionando líneas resistentes de sorgo.

La finalidad del presente trabajo, que se llevó a cabo dentro del Proyecto de Investigación sobre Enferme-

dades del Sorgo, es hacer un estudio de las principales enfermedades que se presentan en las Líneas Experimentales de Sorgo (LES), poniendo especial atención al mildiú.

Se contó con la cooperación del Programa de Sorgo (PMMFyS) ya que se aprovechó para esta tesis los terrenos sembrados que sirvieron para la evaluación agronómica de las enfermedades en las Líneas Experimentales de Sorgo.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Principales enfermedades del sorgo.

Durante el desarrollo del sorgo se presentan diversas enfermedades, las cuales pueden manifestarse desde el estado de semilla hasta la madurez fisiológica, como resultado de la interacción del patógeno, ambiente favorable y hospedero susceptible.

2.1.1. Enfermedades de la semilla

Cuando las semillas son puestas en el suelo quedan inmediatamente expuestas a numerosos organismos que pueden atacarlas y destruirlas antes o después de que germinen (Cuadro 1). Cuando la semilla decae antes de la germinación, el término pudrición de la semilla es usado (4).

CUADRO 1. Principales hongos que causan pudriciones de la semilla (15,33).

Nombre común	Agente causal
	<i>Aspergillus niger</i> V.Tiegh
	<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon
Pudrición de la semilla	<i>Penicillium oxalicum</i> Currie y Thom
	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehr. y Fr)
	Lind
	<i>Pythium debaryanum</i> Hesse

Numerosos hongos causan la pudrición de la semilla del sorgo. Ciertos hongos van con la semilla, mientras que otros persisten año tras año en el suelo; en ambos casos, éstos pueden destruir la semilla antes de que germine (4).

2.1.2. Enfermedades de plántulas.

Cuando la infección ocurre después de la germinación y la plántula ha comenzado a crecer, el término enfermedad de plántulas es utilizado (Cuadro 2). La infección de las plántulas puede ocurrir antes o después de que éstas emerjan del suelo. Plantas vigorosas producidas por semillas de alta calidad pueden soportar el ataque de hongos mucho mejor que las plántulas de poco vigor desarrolladas por semillas de baja calidad (4).

CUADRO 2. Principales hongos que causan la pudrición o tizón de plántulas (15)

Nombre común	Agente causal
Pudrición o tizón de plántulas.	<i>Aspergillus niger</i> V.Tiegh
	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehr. y Fr) Lind
	<i>Penicillium oxalicum</i> Currie y Thom
	<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon,

2.1.3. Enfermedades foliares

El sorgo tiene muchos enemigos foliares, los patógenos fúngicos más comunes se mencionan en el Cuadro 3, describiéndose en seguida sus síntomas y daños, el mildiú del sorgo se describe en una sección aparte.

CUADRO 3. Principales hongos que causan enfermedades foliares en el sorgo (15,42)

Nombre común	Agente causal
Tizón de la hoja	<i>Exserohilum turcicum</i> Leonard y Sug.
Antracnosis	<i>Colletotrichum graminicola</i> (Cesati) Wilson.
Mancha gris de la hoja	<i>Cercospora sorghi</i> Ellis y Everhart.
Mancha zonada de la hoja	<i>Gloeocercospora sorghi</i> Bain y Edgerton.
Mancha ovalada de la hoja	<i>Ramulispora sorghicola</i> Harris.
Mancha rugosa de la hoja	<i>Ascochyta sorghina</i> Saccardo.
Roya	<i>Puccinia purpurea</i> Cooke.
Mildiú cabeza loca	<i>Sclerophthora maserospora</i> (Sacc.) Thirum, Shaw y Naras.
Mildiú del sorgo	<i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal) Shaw.

Tizón de la hoja

Este hongo puede atacar a la semilla antes de germinar, produciendo una podredumbre de la misma, así como también puede causar tizones en las plántulas, particularmente cuando han sido sembradas en tierras húmedas y frías.

En plantas desarrolladas, los síntomas típicos son lesiones necróticas, elípticas y largas, de color café claro en el centro, con márgenes oscuros, el color del margen depende de la variedad hospedante. Bajo condiciones de mucha humedad, se pueden observar en las lesiones un crecimiento tenue de color gris que consiste en conidios y conidióforos. Las lesiones pueden ser de varios centímetros de largo por uno o dos centímetros de ancho. Muchas lesiones pueden ocurrir sobre una hoja, uniéndose para destruir grandes áreas del tejido foliar dándole a la planta una apariencia como si hubiese sido quemada (42).

Antracnosis

El hongo causa dos enfermedades en el sorgo: una mancha foliar llamada antracnosis y una pudrición del tallo llamada pudrición roja (42).

La fase de la antracnosis se caracteriza por manchas pequeñas elípticas a circulares de hasta 5 mm de diámetro, pero con frecuencia más pequeñas, las cuales desarrollan centros circulares de color pardo claro y bordes anchos de color púrpura, rojo o canela, dependiendo de la variedad. Pocos o numerosos puntos negros pequeños se pueden ver sobre la superficie del centro de las lesiones, los cuales son órganos reproductores llamados acérvulos del hongo causante de la enfermedad. Cuando son examinados con un lente de aumento, se pueden ver estructuras negras pequeñas llamadas setas, las cuales sobresalen de los acérvulos. Bajo condiciones favorables, masas rosadas de esporas son producidas entre las setas. Muchas lesiones pueden desarrollarse, unas cerca de otras y unirse para matar grandes extensiones de la hoja. La infección de la nervadura central ocurre con frecuencia y se observa como lesiones elongadas o elípticas de color rojo o púrpura en las cuales se pueden ver claramente los acérvulos negros (42).

Mancha gris de la hoja

Los síntomas al principio consisten de pequeñas manchas en la hoja, las cuales se agrandan hasta que se convierten en lesiones de forma rectangular, que pueden ser de 5 a 15 mm de largo por 2 a 5 mm de ancho. Las lesiones son típicamente de un color rojo oscuro a púrpura

ra, variando un poco con la variedad, con los centros un poco más claros, a pesar de que en plantas de color café claro las manchas permanecen de un color gris claro. Las lesiones ocurren en las láminas de las hojas y en las vainas y se encuentran más o menos aisladas, aunque también pueden formarse a los lados de las hojas, las cuales resultan en rayas largas. Una pelucilla de color gris claro es producida en las lesiones, cuando el hongo produce conidióforos y conidios (42).

Mancha zonada de la hoja

La primera vez que se observó esta enfermedad fue en Louisiana en 1940 (15). Las lesiones características de la mancha zonada de la hoja son aproximadamente circulares o semi-circulares si se originan cerca del borde de la hoja, con bandas alternadas de color púrpura oscuro o color rojo y bandas de color amarillo claro o canela, para así dar una apariencia concéntrica o zonada. Inicialmente, las lesiones ocurren como puntitos rojos de apariencia húmeda, algunas veces con un halo o aureola delgada de color verde, posteriormente los puntitos aumentan de tamaño, se convierten en color rojo oscuro y tienden a extenderse, estando inicialmente paralelos con las venas y eventualmente extendiéndose a través de la hoja, desarrollando, según se extienden, las bandas o zonas que son características de esta enfermedad (42).

Bajo condiciones de humedad y temperatura cálida, el hongo produce grandes cantidades de una masa gelatinosa de color rosado que son conidióforos y conidios, los cuales son fácilmente visibles sobre y alrededor de las áreas necróticas de las lesiones. En hojas que están infectadas severamente, varias lesiones pueden unirse sobre una porción de la hoja, formándose en algunos casos, esclerocios negros en las lesiones maduras (42).

Mancha ovalada de la hoja

Los síntomas, al principio, ocurren como manchas pequeñas que tienen apariencia húmeda. Estas manchas se convierten en lesiones más o menos circulares de 2 a 4 mm de diámetro, las cuales tienen los márgenes de un color rojo oscuro a café oscuro con los centros más claros en los que pequeños esclerocios negros pueden ser encontrados. Estos síntomas se asemejan y pueden ser confundidos con los síntomas de la antracnosis de la hoja. Las dos enfermedades pueden ser diferenciadas con la ayuda de una lupa, ya que los órganos externos de reproducción de este hongo no poseen las setas negras que sobresalen de los acérvulos en la antracnosis (42).

Mancha rugosa de la hoja

El primer síntoma que se observa en las hojas es una clorosis ligera, sobre y alrededor de la cual se de-

sarrollan grupos de picnidios redondos y negros . Los picnidios sobresalen sobre la superficie de la hoja, de modo que, al tacto, dan la impresión de una superficie áspera o rugosa. Posteriormente, los tejidos dentro del área infectada se vuelven necróticos y se forman lesiones circulares u ovaladas con el centro de color amarillo claro y los márgenes más oscuros. Las lesiones es tán rodeadas por halos cloróticos y están cubiertas por picnidios negros (42).

Las lesiones pueden juntarse para formar áreas necróticas irregulares, de manera que hojas enteras pueden ser destruídas (42).

Roya

Esta enfermedad está distribuída en casi todo el mundo. La roya generalmente se presenta cuando la planta está cerca de la maduración. La infección puede estar confinada primeramente a las hojas maduras, las cuales después de la infección pueden secarse totalmente (4).

Los primeros síntomas son pequeñas manchas en las hojas inferiores que pueden ser de colores púrpura, café o rojas, dependiendo de la variedad. En variedades resistentes, los síntomas no se desarrollan más. En varie

dades susceptibles, las lesiones elevadas típicas de la roya se conocen como uredosoros y se desarrollan en el envés de la hoja. Los uredosoros se rompen para liberar masas polvorientas rojas que constituyen las uredosporas. Los uredosoros son elípticos y se encuentran localizados entre y paralelos con las venas de las hojas. En variedades extremadamente susceptibles, los uredosoros ocurren tan densamente que casi la totalidad de la superficie de la hoja es destruída. Las teliosporas se desarrollan después, algunas veces en los uredosoros viejos o en teleutosoros, los cuales son de color oscuro y más largos que los uredosoros. Los uredosoros también pueden encontrarse en las vainas y sobre los tallos de la inflorescencia (42).

Mildiú cabeza loca

Este hongo puede causar considerable daño en el sorgo, pero usualmente está confinado a campos individuales o áreas dentro de los campos que son ocasionalmente inundadas (4).

Los síntomas de esta enfermedad varían considerablemente de acuerdo con la variedad de la planta hospedero (42). Las oosporas del suelo germinan produciendo esporangios, de los esporangios se liberan zoosporas que contaminan las plántulas (15). Las plantas jóvenes de sor-

go, al ser infectadas por el hongo que causa esta enfermedad, pueden desarrollar un moteado en las hojas, el cual se asemeja mucho a los síntomas del mosaico causado por infecciones virosas. Posteriormente, las plantas desarrollan hojas que son gruesas, poco flexibles o torcidas. Más tarde ocurre el amarillamiento de la planta. Las oosporas son producidas en los tejidos de las hojas que están infectadas, pero el desgarrado de la hoja, el cual es característico del mildiú del sorgo, no ocurre con esta enfermedad. Las plantas infectadas producen retoños profusamente, no pueden producir panojas, o si las producen son estériles o pueden tener también proliferaciones en las estructuras florales (42).

2.1.4. Enfermedades de la inflorescencia

Las principales enfermedades de la inflorescencia del sorgo son enlistadas en el Cuadro 4, describiéndose en seguida sus síntomas y daños.

Carbón cubierto del grano

Esta enfermedad puede destruir toda la panoja, aunque ocasionalmente algunos granos pueden escapar. Los granos individuales son reemplazados por soros de carbón, los cuales pueden estar localizados en lugares determinados de la inflorescencia o pueden aparecer sobre toda la superficie de la panoja. Los soros individuales tienen

CUADRO 4. Principales hongos que atacan la inflorescencia del sorgo (15,42).

Nombre común	Agente causal
Carbón cubierto del grano	<i>Sphacelotheca sorghi</i> (Link) Clinton
Carbón volador	<i>Sphacelotheca cruenta</i> (Kuhn) Potter.
Carbón de la panoja	<i>Sporisorium reilianum</i> (Kühn) Langdon y Fullerton
Carbón largo	<i>Tolyposporium ehrenbergii</i> (Kuhn) Patouillard
Tizón de la panoja	<i>Fusarium moniliiforme</i> Sheldon
Cornezuelo	<i>Shpacelia sorghi</i> Mc Rae
Mohos de la panoja	<i>Penicillium; Oidium; Fusarium spp; Curvularia; Alternaria; Cladosporium; Nigrospora.</i>

forma ovalada o cónica y están cubiertos con una fuerte membrana de color blanco-crema o café claro, la cual a veces permanece sin romperse hasta poco antes de la cosecha. El tamaño, color y cantidad de soros con la membrana rota, varía considerablemente, dependiendo de la raza del hongo y la variedad del sorgo.

El soro varía de tamaño desde los más pequeños que quedan ocultos por las glumas, hasta los que pueden alcanzar un largo de 1.2 cm. Todas o solamente algunas de las panojas pueden mostrar carbón (4,42).

Carbón volador

Las plantas infectadas por el carbón volador, florecen invariablemente más temprano, hasta dos semanas antes que las plantas sanas, y también se notan más retoños laterales o hijuelos. Las inflorescencias se notan más sueltas y abultadas, con hipertrofia de las glumas y a veces con proliferación de las semillas. Normalmente, todas las flores en una panoja infectada muestran síntomas de carbón. Los soros también se pueden encontrar sobre el raquis y en las ramas de la inflorescencia. La membrana externa del soro normalmente se rompe antes de salir la panoja, por lo cual raramente se ve. Un detalle característico del soro el cual varía de tamaño de 3 a 18 mm de largo, es la columela sólida, larga y negra, a veces curvada que se extiende casi a lo largo de todo el soro y la cual se destaca después de que las esporas han sido liberadas. Los hijuelos que brotan de la base de la planta tienen frecuentemente una incidencia más alta de carbón (4,42).

Carbón de la panoja

La panoja es reemplazada completa o parcialmente por

un soro grande de color blanco. Al principio, los soros están cubiertos por una membrana de color blanco grisáceo, la cual se rompe, generalmente antes de que la panoja haya salido completamente hacia afuera, exponiendo una gran cantidad de polvo color café o negro que no son sino esporas, entre las cuales se encuentran filamentos largos y delgados de color oscuro, los cuales son los haces vasculares pertenecientes a la panoja enferma. Las esporas son diseminadas por el viento, poniendo al descubierto los filamentos oscuros. Las panojas infectadas, o partes de las mismas, son destruídas completamente, de manera que es fácil distinguir el carbón de la panoja de los otros tres carbones en los cuales sólo las flores individuales son afectadas. En raras ocasiones, algunos soros se forman sobre las hojas de la planta enferma (4,42).

Carbón largo

"Normalmente, la enfermedad se limita a una proporción relativamente pequeña de las flores, las cuales se encuentran esparcidas por la panoja, indicando probablemente que la infección fue causada por inóculo presente en las corrientes de aire después que emerge la panoja. Los soros son cilíndricos, elongados, generalmente ligeramente curvados con una membrana gruesa de color crema o café llamada peridio. El peridio se abre, normalmente comenzando en la punta, para exponer las masas de esporas negras, entre las que se encuentran varios filamentos de co

lor café oscuro, los cuales representan los haces vasculares del ovario infectado. Los soros son mucho más largos y anchos que los del carbón cubierto del grano" (42).

Tizón de la panoja

Bajo condiciones húmedas y de mucho calor, el hongo invade los tejidos de la inflorescencia irrumpiendo los haces vasculares, destruyendo algunas de las flores, o la totalidad de la panoja. Si una panoja es cortada longitudinalmente, se nota de un color rojizo o chocolate en los tejidos interiores, extendiéndose a las ramas de la inflorescencia, y a veces hasta la parte superior del tallo. Bajo condiciones severas de la enfermedad el pedúnculo puede quebrarse (42).

Cornezuelo

El primer síntoma consiste en la secreción de un líquido espeso y pegajoso en las flores infectadas. Este líquido azucarado es colonizado frecuentemente por especies del hongo *Cerebella*, lo cual hace, si la secreción es copiosa, que la panoja tome una apariencia negra. Bajo condiciones favorables se forman esclerocios, los cuales pueden ser rectos o curvos, de color crema o café claro. La colonización de la secreción azucarada por el hongo *Cerebella* reduce la formación de los esclerocios (42).

Mohos de la panoja

Estos hongos llamados también contaminantes, se presentan más a menudo si llueve frecuentemente durante la época de floración y cuando se forman los granos. Los granos infectados por estos hongos desarrollan una coloración blancuzca o rosada. *Curvularia lunata* es un hongo que se encuentra con frecuencia en el grano, el cual hace que éste tome una coloración negra. Cuando la infección es fuerte, la calidad del grano se reduce (42).

2.1.5. Enfermedades de la raíz y del tallo

Las principales enfermedades de la raíz y tallo del sorgo se enlistan en el Cuadro 5, describiéndose enseguida sus síntomas y daños.

CUADRO 5. Principales hongos que atacan la raíz y el tallo del sorgo (15,42).

Nombre común	Agente causal
Pudrición de la raíz	<i>Periconia</i> <i>circinata</i> (Mangin) Sacc.
Pudrición roja	<i>Colletotrichum</i> <i>graminicola</i> (Cesati) Wilson
Pudrición carbonosa	<i>Macrophomina</i> <i>phaseolina</i> (Tassi) Goid.

Pudrición de la raíz

El grado de severidad de los síntomas en plantas afectadas puede variar desde la muerte de las plantas jóvenes a plantas ligeramente afectadas, las cuales producen semillas poco desarrolladas. Otros síntomas externos incluyen la caída de las hojas, enrollamiento y secamiento de las hojas, las cuales se ponen amarillas y se vuelven necróticas en los márgenes y en las puntas, y la falta de crecimiento de las plantas. Las raíces son atacadas antes que ocurran síntomas en las hojas y al desarrollarse la enfermedad, la mayoría de las raíces más finas son destruidas por una pudrición suave. Las raíces más grandes se vuelven rojas, oscuras o de color café y los tejidos del tallo al nivel del suelo toman un color rojo oscuro característico, el cual puede extenderse al tejido vascular del tallo (42).

Pudrición roja

Esta enfermedad puede ocurrir en los tallos y/o en las inflorescencias y se caracteriza externamente por el desarrollo de lesiones circulares, particularmente en la inflorescencia. Cuando se cortan longitudinalmente los tallos infectados, muestran un cambio de coloración que depende de la variedad, la cual puede ser continua sobre una gran área o más generalmente discontinua, dándole al tallo una apariencia moteada. El tejido de los nudos,

casi nunca cambia de color. La pudrición del tallo ocurre casi siempre después de la antracnosis foliar, aunque en algunos casos es poco evidente la enfermedad foliar (42).

Pudrición carbonosa

Esta enfermedad aparece durante el desarrollo del grano, cuando el cultivo está suficientemente predispuesto por la escasa humedad del suelo y la alta temperatura (33). Los síntomas externos más evidentes de la pudrición carbonosa son el acamamiento de las plantas y la poca producción de grano. La fase esclerocial del hongo causante de esta enfermedad (*Sclerotium bataticola* Taub), invade el tallo a ras de la tierra a través de las raíces, procediendo después a colonizar y desorganizar el tejido cortical de los entrenudos inferiores. La parte baja de los tallos afectados se vuelve suave y débil, dando por resultado el acamamiento de los tallos, doblándose éste en el segundo o tercer entrenudo (42).

Cuando un tallo enfermo se corta longitudinalmente se observa claramente que los haces vasculares están separados y frecuentemente cubiertos completamente por pequeños esclerocios negros del hongo, dándole a la enfermedad el nombre de pudrición carbonosa (42).

2.1.6. Enfermedades bacterianas

Las enfermedades causadas por bacterias que atacan al sorgo se enlistan en el Cuadro 6, describiéndose enseguida sus síntomas y daños.

CUADRO 6. Principales bacterias que atacan al sorgo (15,42).

Nombre común	Agente causal
Rayado bacteriano de la hoja	<i>Pseudomonas andropogoni</i> (E.F.Smith) Stapp.
Listado bacteriano de la hoja	<i>Xanthomonas holcicola</i> (Elliot) Starr y Burkholder
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall

Rayado bacteriano de la hoja

Los síntomas, los cuales aparecen sobre las hojas y las vainas de las hojas, se caracterizan por rayas o bandas muy largas que miden desde 0.6 hasta 40 cm o más, que ocurren entre las venas de color rojo, púrpura o pardo, dependiendo de la variedad. Inicialmente las rayas son estrechas de 1 a 2 mm de ancho, volviéndose mas anchas después, aunque siempre limitándose entre las venas. El color es generalmente el mismo a lo largo de la raya. Numerosas gotas de exudado se producen en las rayas. Las gotas se secan produciendo pequeñas costras o

escamas, las cuales pueden ser lavadas por la lluvia (33,42).

Listado bacteriano de la hoja

El listado bacteriano ocurre en las hojas de sorgo en forma de bandas o manchas translúcidas de apariencia húmeda, de cerca de 0.3 cm de ancho y de 2.5 a 15 cm de largo, éstas pueden aparecer desde la emergencia hasta cerca de la madurez (4,33).

El pigmento aparece primero a lo largo de los márgenes, los centros se vuelven necróticos y de color castaño claro. Se forma un exudado como pequeñas gotas amarillentas sobre la superficie de las lesiones. Al principio, el color no es visible excepto leves gotas amarillo claro en forma de burbujas de exudado en las bandas jóvenes. Más tarde, márgenes rojo castaño o manchas de color aparecen en las bandas y después de pocos días, las líneas son rojas y ya no aparece el exudado acuoso o translúcido. Partes de las bandas pueden extenderse como manchas ovaladas con centros oscuros y márgenes rojos estrechos. Cuando son muchas las bandas pueden unirse hasta formar áreas largas e irregulares cubriendo una parte considerable de la hoja y ahí puede haber tejido muerto con bordes angostos y oscuros entre las bandas de color castaño rojizo. En la etapa avanzada, el exudado bacteriano que aparece

como gotas de color amarillo claro en las lesiones recientes, que al secar forma escamas delgadas de color claro o crema (4,33).

Mancha bacteriana

La mancha bacteriana ataca primero en las hojas inferiores, propagándose gradualmente la infección a las hojas superiores a medida que las plantas se acercan a la madurez. Las manchas son circulares o elípticas con un diámetro de 0.1 a 0.8 cm, los centros de las manchas se vuelven necróticos y de color claro. Al estallar las células se libera clorofila y agua, lo que da un aspecto acuoso a las lesiones recientes, antes de la formación del pigmento. Al principio, se observan verde oscuro y acuosas, pero en unas cuantas horas aparece el color rojo. Las manchas pronto pierden su apariencia acuosa, se secan y se alarga el centro, el cual usualmente está rodeado por márgenes rojos. Lesiones más pequeñas frecuentemente son rojas, con centros pequeños un poco hundidos. El color que rodea las lesiones varía un poco con las variedades, tomando un color castaño oscuro en lugar de rojo. Frecuentemente las manchas son tan numerosas que al unirse éstas agrandan las áreas enfermas y causan la muerte de toda la hoja. Esta enfermedad pocas veces es grave; porque tiende a atacar las hojas más viejas (33).

2.1.7. Enfermedades virosas y micoplasmáticas

Las principales enfermedades virosas y micoplásmicas que atacan al sorgo son enlistadas en el Cuadro 7, describiéndose enseguida sus síntomas y daños.

CUADRO 7. Principales virus y microplasmas que atacan al sorgo (15,42).

Nombre común	Siglas	Agente causal (inglés)
Mosaico enano del maíz	(VMEM)	Maize dwarf mosaic virus
Mosaico de la caña de azúcar	(VMCA)	Sugarcane mosaic virus
Achaparramiento amarillo del sorgo	MICOPLAS MA	Yellow sorghum stunt

Mosaico enano del maíz y mosaico de la caña de azúcar

El mosaico enano del maíz y el mosaico de la caña de azúcar, son enfermedades causadas por virus, y los síntomas de ambas son muy similares en el sorgo. los síntomas del mosaico enano generalmente son más prominentes en las dos o tres hojas superiores, apareciendo como un moteado irregular que consiste en áreas de color verde oscuro y verde claro, a veces mezclado con rayas longitudinales blancas o amarillas. En variedades de pigmentación roja se pueden producir síntomas diferentes, consistiendo en una coloración roja de la hoja, con franjas rojas elongadas, las cuales tienen centros necróticos y márgenes rojos.

Mientras más temprana sea la infección, más severas son las lesiones. En casos críticos, la planta puede morir o cesar su crecimiento, demorándose la floración, dejando la planta de florecer o producir semilla (42).

Achaparramiento amarillo del sorgo

Las plantas que contraen esta enfermedad, quedan achaparradas, aproximadamente a la mitad del tamaño normal, con hojas abultadas en la parte superior. Las hojas son rígidas y se doblan a lo largo del eje de la hoja, con arrugas pronunciadas, lo cual resulta en márgenes ondulados. Las plantas infectadas desarrollan un color amarillo crema, el cual las hace sobresalir a distancia. Las flores abortan con frecuencia, lo cual hace a la planta estéril. La enfermedad es causada por un organismo del grupo de los micoplasmas, transmitido por insectos. Existen variedades extremadamente susceptibles (42).

2.2. Mildiú del sorgo. Agente causal: *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw.

2.2.1. Generalidades

El mildiú del sorgo o mildiú veloso del sorgo, *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw, es un parásito obligado, el cual necesita una temperatura de 20 a 28°C y una H.R. de 80 a 100% para su desarrollo normal (2).

El hongo produce dos tipos de infección, una local que se inicia a partir de los conidios, la cual puede llegar a hacerse sistémica o permanecer localizada, y otra sistémica que se inicia con la infección de las raíces de plántulas de sorgo por oosporas en el suelo y es la fase más destructiva de la enfermedad (44).

2.2.2. Importancia económica

El efecto que causan las enfermedades en la agricultura se manifiesta primeramente en el rendimiento de los cultivos y en la economía del agricultor, posteriormente en la disponibilidad de alimento para el hombre y los animales, así como en la falta de materia prima para la industria, según sea el tipo de planta atacada.

La historia menciona que en el pasado han ocurrido pérdidas inmensas de cosechas a causa de enfermedades con potencial destructivo, como en el caso del mildiú del sorgo causado por *Peronosclerospora sorghi*. En 1967 los agricultores de la Costa del Golfo de México en Texas, su frieron grandes pérdidas económicas a causa de esta enfermedad; en 1975 el gobierno de Venezuela declaró emergencia nacional a causa del mildiú del sorgo (21).

En México, el mildiú causa pérdidas, especialmente en el Estado de Tamaulipas, y se ha extendido a otros Es

tados productores de sorgo como Jalisco en el cual, según Frederiksen citado por Ramírez (34), en 1977 se observaron híbridos comerciales con 20 a 40% de infección sistémica por *P. sorghi*.

El patógeno es un organismo de rápida diseminación y su variabilidad hace que se incremente su potencial de daño, por lo que los fitomejoradores deberán diversificar las fuentes de resistencia.

2.2.3. Historia y origen

El mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw, fue observado por primera vez en el año de 1907 por E. J. Butler en cultivos de sorgo en la India. Esta enfermedad se limitaba a zonas tropicales y subtropicales de Africa y Asia, y a las islas de esas regiones subcontinentales.

En el Hemisferio Occidental se comprobó su existencia por primera vez a fines de 1961 en Chillicothe, Texas. No se sabe con exactitud cómo es que llegó a occidente esta enfermedad, pero se cree que se debió a semillas importadas que estaban infectadas con oosporas (15).

Desde su descubrimiento hasta 1978 sólo un patotipo de la enfermedad era conocido, pero en 1979 fue reportada

una alta incidencia inusual del mildiú en un híbrido comercial resistente a la enfermedad en San Patricio, Texas. Esta nueva variante de *P. sorghi* fue llamado patotipo 2 (9).

El patotipo 3 de mildiú fue identificado en Texas en 1980, el nuevo patotipo fue encontrado en un cultivo de sorgo en una granja cerca de Orange Grove, Texas. El patotipo 3 fue identificado por su habilidad para infectar ciertas líneas e híbridos de sorgo los cuales eran resistentes a los patotipos 1 y 2 (12).

Según Malaguti citado por Ramírez (34), la primera vez que se reportó el mildiú en México fue en 1964 en el Estado de Tamaulipas.

El lugar de origen del mildiú del sorgo no se conoce con certeza; sin embargo, se pueden mencionar las siguientes hipótesis:

- a) Basándose en Vavilov citado por Ramírez (34), quien señala que el mayor número de plantas resistentes a una enfermedad dada se establece en el área donde el organismo causal de la enfermedad y las plantas hospederos han estado desarrollándose juntos por un período prolongado, se podría mostrar que el mildiú del

sorgo se originó en Africa y no en la India. Vavilov sitúa el punto de origen del sorgo en Africa. Pruebas hechas con líneas de sorgo, tanto en Africa como de la India, mostraron que las líneas de sorgo de Africa fueron mucho más resistentes que las de la India, 50 contra 6% respectivamente.

- b) De acuerdo a Harlan citado por Ramírez (34), los primeros sorgos pudieron cultivarse en algunas sabanas tropicales de Africa y de ahí llevarse a la India y Pakistán; posteriormente, esos sorgos ya mejorados pudieron haberse regresado de la India al Africa, probablemente acarreando algunas nuevas enfermedades, entre ellas el mildiú del sorgo, cuyo agente patogénico pudo haber existido en un hospedero silvestre local, por ejemplo *Heteropogon contortus*.
- c) La hipótesis sugerida por Dickerson en 1956 (34), de que *Peronosclerospora sorghi* pudo estar previamente presente en América sobre el teocintle, *Euchlaena mexicana* (Schrad), o maíz *Zea mays* (L.), ambos hospederos de origen americano, es improbable pero no imposible.

2.2.4. Distribución geográfica en México

El mildiú del sorgo se encuentra presente en varios Estados de la República Mexicana. Esta enfermedad varía

en abundancia e importancia de un Estado a otro, sobresaliendo en Tamaulipas, donde el hongo se encuentra abundantemente presente y es de gran importancia económica (34).

Los principales Estados donde se reporta la presencia del mildiú del sorgo son: Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz (38) (Figura 1).

2.2.5. Clasificación taxonómica

División	Mastigomycota
Subdivisión	Diplomastigomycotina
Clase	Oomycetes
Orden	Peronosporales
Familia	Peronosporaceae
Género	<i>Peronosclerospora</i>
Especie	<i>sorghii</i> (1).

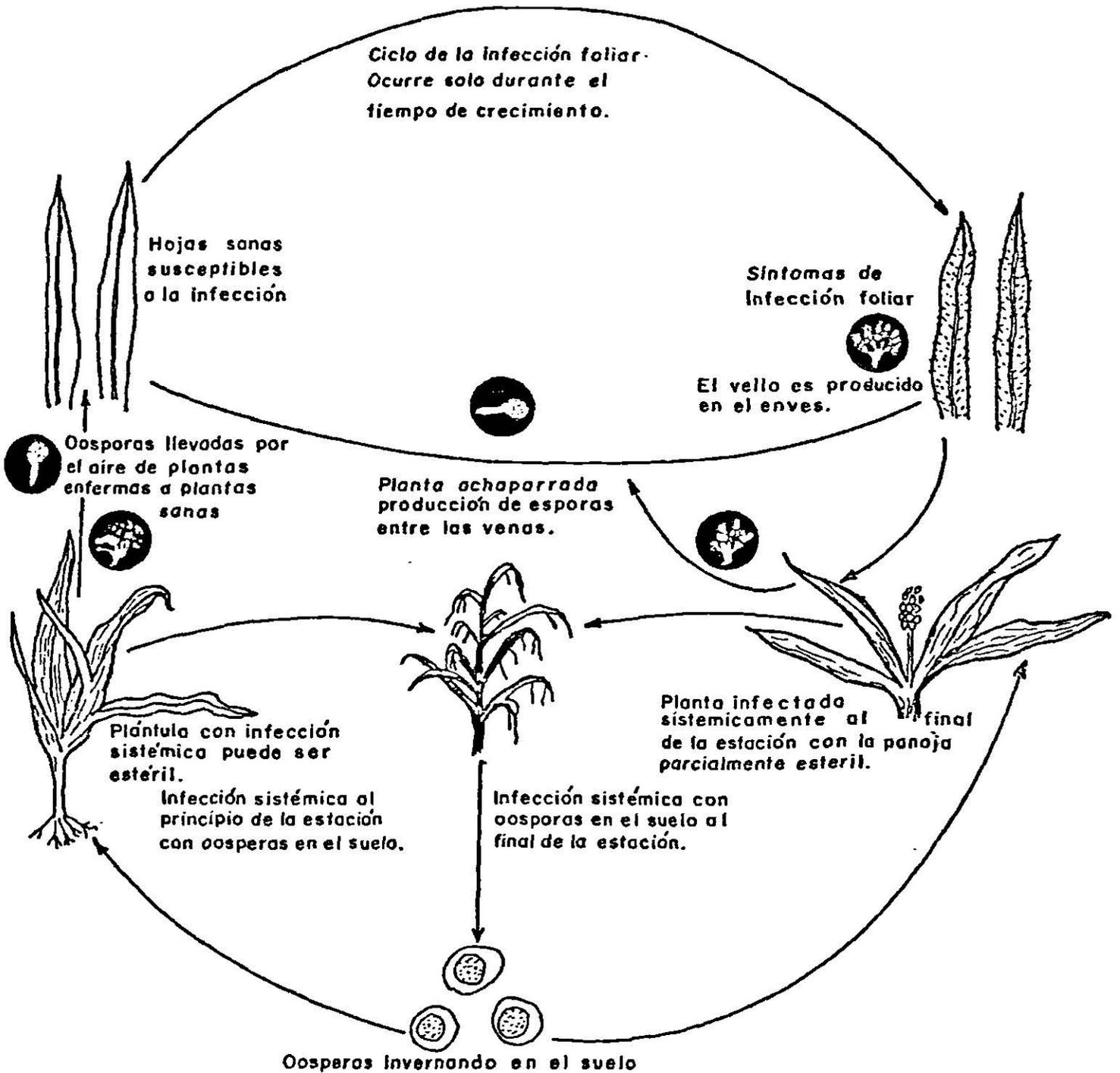
2.2.6. Ciclo biológico

Las oosporas de *P. sorghii* germinan en el suelo como respuesta a un estímulo de las raíces de las plantas, y el estímulo de la germinación está asociado con las raíces de variedades de sorgo resistentes y susceptibles e inclusive de plantas no hospederos como trigo, soya y

algodón (32).

El ciclo de la enfermedad se inicia con plántulas de sorgo susceptibles que pueden ser infectadas por oosporas que germinan en el suelo. Cuando las condiciones son adecuadas, las esporas asexuales o conidios son producidos sobre la superficie de la hoja y liberados por plantas infectadas.

Los conidios llevados por el aire se posan sobre una hoja sana, germinan y causan la infección foliar. Este ciclo foliar de la enfermedad de conidios a hojas sanas, puede repetirse muchas veces durante la temporada de crecimiento. Las plantas infectadas por el ciclo foliar pueden enfermarse sistémicamente. Las hojas de plantas infectadas sistémicamente presentan un estriado con bandas blancas, algunas veces corriendo a todo lo largo de la hoja. En este estado, la enfermedad posiblemente pueda ser confundida con una enfermedad virosa o deficiencia de elementos menores. Cuando numerosas oosporas son producidas en las hojas, los tejidos entre las venas son destruídos, quedando solamente el tejido de la vena. Las oosporas son liberadas de estas hojas dañadas, caen al campo y permanecen ahí hasta la siguiente temporada de siembra (Figura 2). Las oosporas sobreviven de seis a ocho años en el suelo (4).



Germinación de oosporas (conidios que sirven como unidad de infección)



Esporas (conidios) sobre conidioforos como aparece microscópicamente en la parte inferior de la hoja, las estructuras muestran el vello aparente cuando es observado a simple vista.

Fuente: Sorghum Diseases. Texas A.^RM. Univ. Agr. Ext. Serv. B 1085

Figura 2. . Ciclo del mildiú del sorgo causado por *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal), Shaw.

2.2.7. Rango de hospederos en México

Los principales hospederos del mildiú del sorgo en México según Aguirre (2) son:

Maíz palomero

Maíz

Zacate Johnson

Pasto Sudán

Teosintle

El pasto sudán e híbridos exhiben extrema susceptibilidad y sirven de reservorio, como inóculo primario, en forma de oosporas. La abundancia de zacate Johnson, como reservorio natural, la persistente supervivencia del inóculo y el cultivo intensivo de sorgo susceptible, contribuye a que el mildiú del sorgo sea considerado como la mayor enfermedad problema en Texas. El zacate Johnson infectado sistémicamente puede ayudar a perpetuar la enfermedad en campos donde no se siembra continuamente el sorgo (2).

2.2.8. Germinación de oosporas

Inmediatamente antes de la germinación, los contenidos de las oosporas parecen ligeramente agrupados, hinchados y homogéneos. La germinación ocurre solamente mediante tubos germinativos, los cuales penetran porciones disueltas de las paredes de la oospora. Los tubos

germinativos generalmente penetran las paredes oogoniales y de la oospora a través de estrechos canales.

Ocasionalmente, el citoplasma de las oosporas germinadas llenan parcialmente los espacios entre las paredes oogoniales y la oospora, pero a menudo las paredes de la oospora son confluentes con las paredes oogoniales en los puntos de emergencia de los tubos germinativos (32).

Los tubos germinativos son cenocíticos, con ápices hemisféricos. Sólo un tubo germinativo es originado por una oospora simple, aunque Safeeulla (32) ha reportado la formación de más de un tubo germinativo en algunas oosporas, pero esto tal vez se deba a falsas germinaciones provocadas por las hifas de hongos micoparásitos que dan la impresión de ser tubos germinativos. El ramificado ocurre en una minoría de tubos germinativos y nunca es acompañado por una septación. Algunas veces se desarrollan hinchamientos bulbosos después de que los tubos germinativos emergieron a través de las paredes del oogonio (32).

La germinación de las oosporas de *P. sorghi* parece involucrar la translocación de citoplasma desde adentro de las oosporas a los tubos germinativos sin aumento neto en cantidad. A medida que el citoplasma se desarrolla

dentro de los tubos germinativos, las vacuolas se desarrollan adyacentes a las paredes de la oospora opuestas a los tubos germinativos, y éstas gradualmente se alargan y llenan las cavidades de la oospora. Los tubos germinativos cesan su elongación poco después de que el citoplasma es evacuado de las oosporas, y el citoplasma dentro de los tubos llega a fragmentarse produciendo una apariencia como de gotas. Subsecuentemente todo el citoplasma se desintegra y los tubos germinativos difícilmente se observan (32).

2.2.9. Colecta de oosporas

Las oosporas del mildiú se forman entre las venas de las hojas de plantas infectadas. Las hojas que se colectan son aquellas que presentan estrías necróticas o muy próximas a este estado (32).

No todas las oosporas colectadas pueden ser viables, debido a que algunas oosporas dan la impresión de estar abortadas o paralizadas. Las oosporas viables tienen las paredes bien definidas, citoplasma finamente granular y glóbulos circulares. Las oosporas abortadas o paralizadas están delgadas con paredes pobremente definidas e irregulares, con contenidos refractarios o aglutinados (32).

2.2.10. Almacenamiento de oosporas

Las piezas de hojas con oosporas almacenadas a 25°C por ocho meses, germinan consistentemente a bajas frecuencias, mientras que no ocurre germinación en oosporas almacenadas a 4°C por seis a diez meses. Cuando piezas de hojas conteniendo oosporas se transfieren de 4°C a 25°C por dos, cuatro y seis semanas antes de inducir su germinación, la frecuencia de la germinación aumenta estadísticamente en cada intervalo de tiempo. No se ha observado germinación cuando las oosporas son colectadas frescas de plantas en el campo y se induce su germinación (32).

2.2.11. Efecto de los fertilizantes

Se ha demostrado que aplicaciones de ciertos fertilizantes tienen una influencia significativa en la incidencia del mildiú (7).

El nitrógeno aplicado en forma de sulfato de amonio a diferentes dosis no afecta significativamente la incidencia de mildiú en la variedad susceptible DMS-652, como tampoco en el híbrido resistente CSH-1. Aplicaciones de fósforo en forma de superfosfato a distintas dosis ascendentes incrementa significativamente la incidencia de mildiú en la variedad DMS-652 y el híbrido CSH-1. Aplicaciones excesivas de fósforo no tienen influencia significativa en la incidencia de la enfermedad (7).

Es evidente que niveles altos de fósforo y bajos de humedad pueden aumentar la incidencia del mildiú, pero aplicaciones de elementos como el zinc en forma de sulfato de zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y manganeso en forma de sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) no influyen en la incidencia de la enfermedad (7).

2.2.12. Diseminación

De acuerdo con Frederiksen (21), el mildiú del sorgo se disemina naturalmente por tres medios:

- a) Por oosporas (espora sexual en reposo), en o sobre la semilla, residuos de cosecha, por el viento o por el suelo en áreas infestadas.
- b) Por conidios (cuerpos vegetativos), de plantas infectadas.
- c) Por micelio en semilla o en hospederos vivos.

Ciclo de las oosporas

Las oosporas son delgadas y rodeadas por una capa gruesa; son producidas sistémicamente infectando al sorgo y maíz. Ellas comúnmente viven tres años, aunque algunos autores mencionan que pueden sobrevivir hasta ocho años en el suelo. No son usualmente controladas por tratamientos con fungicidas comunes a la semilla (21).

Las oosporas infestan el suelo como esporas libres diseminadas por el viento. Desafortunadamente no hay estudios detallados sobre cómo y cuando las oosporas pueden ser acarreadas por el viento, aunque algunos reportes mencionan que en maíz virgen no infectado adyacente a campos de sorgo con altos niveles de mildiú, la infección de plantas es común.

Generalmente, las plantas infectadas sistémicamente no producen semilla o producen poca. Las glumas son usualmente removidas en la cosecha normal, pero ocasionalmente permanecen con la semilla (21). En Texas se han observado oosporas en las glumas, no en las semillas.

En pruebas experimentales, un pequeño porcentaje de semillas con las glumas abiertas producen plántulas infectadas sistémicamente. En contraste, las plántulas no infectadas se produjeron cuando las glumas fueron removidas. Muy pocos estudios muestran el rango de extensión de la contaminación de la semilla con oosporas de *P.sorghii*. Esto puede ser en parte por la baja frecuencia de plantas infectadas que producen semilla, y la dificultad de obtener el mildiú con oosporas (21).

Ciclo conidial

Los conidios son de vida corta (viven solamente unas

cuantas horas en condiciones ideales) y probablemente no juegan un papel importante en la distribución del inóculo a distancia. En Texas la diseminación de la enfermedad por conidios no ha sido observada en campos a 100 m de separación (21).

Ciclo micelial

El otro único medio posible de diseminación a larga distancia del patógeno es por medio del micelio dentro de la semilla. El micelio, que es el cuerpo vegetativo del hongo, se ha observado en la región del embrión de semillas aparentemente normales de sorgo, avena y maíz. Se considera generalmente que las oosporas en las semillas y residuos son la forma principal de distribución del patógeno (21).

2.2.13 Escala evaluativa para campo

Las plantas de sorgo pueden ser clasificadas en cuatro categorías convencionales según sea el porcentaje de infección del mildiú que presentan (2,21):

- 1 a 5% Altamente resistente (R)
- 6 a 10% Moderadamente resistente (MR)
- 11 a 20% Moderadamente susceptible (MS)
- 20.1 ó más % Susceptible (S)

Estas reacciones están basadas, en parte, sobre el siguiente concepto de resistencia del hospedero al mildiú:

- Todos los híbridos con un máximo de 5% con mildiú bajo condiciones favorables para la infección, son clasificados con altamente resistentes (21).
- Los que se encuentran entre el rango 6 a 10% son clasificados como moderadamente resistentes, porque el nivel del mildiú bajo condiciones ideales puede probablemente perpetuar el patógeno, pero sin causar daños económicamente importantes (21).
- Las líneas con 11 a 20% de mildiú son moderadamente susceptibles, no se consideran como vulnerables ni como susceptibles. Su nivel de resistencia es tal que puede perpetuar al patógeno y causar algunas pérdidas sustanciales bajo condiciones específicas (21).
- Las plantas con un porcentaje mayor del 20% de infección clasificadas como susceptibles, pueden perpetuar al patógeno y presentar daños económicamente importantes (21).

2.2.14. Alternativas de control

En la agricultura, cuando se habla de controlar una enfermedad, el objetivo es desarrollar sistemas de manejo

de patógenos, que optimicen las relaciones de costo/beneficio. Y esto se logra con la integración organizada de estrategias y técnicas adecuadas para mantener las poblaciones de patógenos a niveles que no causen daño económico (17).

Las decisiones referidas al combate de enfermedades deben ser tomadas en base a una revisión de nuestra actitud para con la naturaleza, e interpretar las situaciones cambiantes que se suceden en el ambiente (17).

Control cultural

- a) Rotación de cultivos. La rotación de cultivos es la siembra de un cultivo no hospedante del patógeno por espacio de uno o más ciclos. La rotación de cultivos por un período de tres años, demuestra una reducción en la incidencia y cantidad de mildiú comparado con el monocultivo de sorgo después de tres años, el área con rotación de cultivos exhibe hasta un 85% de reducción en la incidencia de mildiú y un 73% de reducción en las poblaciones de oosporas (31).

- b) Barbecho profundo. El barbecho profundo a 30 cm reduce la incidencia de mildiú un 75% para el siguiente ciclo, comparado con el manejo normal a 15 cm (31).

El control por medio del barbecho profundo va dirigido especialmente a las oosporas de *P. sorghí* que se encuentran en el suelo, y esto se logra a través de la remoción física del inóculo a perfiles más profundos del suelo.

- c) Fechas de siembra. Este método se utiliza para escapar a la alta incidencia de la enfermedad, sembrando en la época en que el ambiente contribuye más al crecimiento de la planta que al del patógeno, la infección y el desarrollo de la enfermedad (34).

De acuerdo con Betancourt y Rodríguez, citados por Ramírez (34), es posible escapar o evitar las infecciones iniciales en regiones problemáticas como Río Bravo, Tamps., y las áreas de Ciénega de Chapala, Jal. sembrando en fechas tempranas.

Según Riccelli, citado por Ramírez (34), el escape de la enfermedad a través del retraso de las fechas de siembra, no parece ser una solución, puesto que se ha mostrado que el rendimiento potencial de un híbrido se expresa mejor si éste se desarrolla durante los meses de mayor precipitación.

- d) Manejo de malezas y plantas hospederas. Las malezas que crecen en los límites de los campos de sorgo,

además de competir por agua, luz y nutrientes, obstaculizan la aereación del cultivo, formando microclimas favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las plantas hospederas son un peligro no nada mas dentro del cultivo, sino también en las áreas cercanas a los cultivos de sorgo. La práctica de destrucción de malezas y hospederas es un buen recurso para liberar los cultivos de sorgo de focos de infección.

- e) Profundidad de siembra. Existen reportes de que la profundidad de siembra influye en la incidencia de mildiú. Frezzi y Teyssandier citados por Ramírez (34), utilizaron dos profundidades de siembra 4 y 8 cm en dos fechas de siembra diferentes y dos variedades, una resistente y otra susceptible. Encontraron que la profundidad de siembra superficial normal favorece la incidencia de la enfermedad.
- f) Uso de variedades resistentes. Los fitomejoradores han tenido un trabajo intensivo en los últimos años, obteniendo variedades resistentes para los diferentes patotipos de mildiú. Actualmente se cuenta con una fuente de resistencia a *P. sorghi*, la línea QL-3. Esta línea ha permanecido libre de síntomas de mil-

dió cuando ha sido expuesta a conidios y oosporas en experimentos de campo. La resistencia de QL-3 ha permanecido efectiva cuando ha sido inoculada con conidios del hongo mediante cuatro técnicas que resultaron con el rompimiento de la resistencia de otros cultivares resistentes en el campo (43).

- g) Fertilización. Todos los fertilizantes deben usarse con precaución y en el balance apropiado. Aplicaciones de fósforo en la forma de superfosfato tiene relación con la incidencia de mildiú (7).

Control biológico

- a) Cultivos trampa. Las raíces de plantas no hospederos como trigo, soya y algodón estimulan la germinación de oosporas de *P. sorghi* en el suelo (32). Con esto se reduce la cantidad de inóculo potencial en suelos infestados.

Control natural

El Dr. Paul Debach (según apuntes de clase F.A.U.A.N.L. (17),) en su libro Lucha Biológica Contra los Enemigos de las Plantas, escribe lo siguiente:

"Es raro el organismo que no tiene enemigos naturales, si es que verdaderamente hay alguno. Las poblaciones de enemigos naturales tienen la facultad especial de inte-

raccionar con sus presas o poblaciones hospedantes y estabilizarlas a niveles más bajos de los que alcanzarían sin su actividad. Algunos son efectivos con cantidades extremadamente bajas de presas, otras necesitan densidades más elevadas".

El mildiú cuenta con varios enemigos naturales que afectan su desarrollo normal. Según Frederiksen, citado por Ramírez (34), las oosporas y conidios de *P. sorghi* observadas en el laboratorio son fácilmente invadidas por bacterias.

De acuerdo con Craig, citado por Ramírez (34), la fuerte y frecuente colonización de las oosporas de *P. sorghi* por hongos y bacterias reduce la viabilidad, limita el potencial de infección y resulta en bajos porcentajes de germinación de este inóculo. Pratt (32) observó falsas germinaciones, es decir, crecimientos de hifas de hongos micoparásitos desde dentro de las oosporas de *P. sorghi*.

Control físico

El secado de la semilla infectada por debajo del 20% de humedad evita la germinación del micelio seco y la transmisión de mildiú (21).

Control químico

El control químico se considera como una solución a corto plazo en el combate de patógenos y en muchos casos el único medio utilizado.

Se han estudiado varios productos para el control de mildiú, especialmente el metalaxyl (Ridomil); en sus diferentes modalidades es el que ha arrojado resultados más satisfactorios para combatir la enfermedad (31).

III. MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se llevó a cabo en dos fases, la primera en campo en dos localidades, Marín, N.L. y Río Bravo, Tamps., y posteriormente en invernadero. En ambos casos se tomaron datos de las diferentes enfermedades que se presentaron en las Líneas Experimentales de Sorgo (LES), de la FAUANL especialmente, del mildiú del sorgo.

3.1. Especificaciones del experimento en campo

El diseño experimental utilizado fue el de látices parcialmente balanceado 7 x 7 con tres repeticiones, empleando dos experimentos para cada localidad (Fig. 3 y Fig. 4). En este diseño se distribuyeron 92 Líneas Experimentales de Sorgo y tres híbridos comerciales (Cuadro 9, Cuadro 10, Cuadro 11, Cuadro 12 y Cuadro 13). Las unidades experimentales constaron de cuatro surcos cada uno de 5 m de largo, 80 cm de distancia entre surcos y 10 cm entre plantas, aproximadamente.

3.1.1. Toma de datos

Para evaluar los materiales experimentales se siguió el sistema de toma y evaluación de datos de campo de Frederiksen y colaboradores (23) y Aguirre (3), en algunos casos realizando una combinación de ambos, debido a que así lo demandaron las circunstancias.

Las inspecciones se hicieron examinando cada una de las unidades experimentales en forma individual en diferentes intervalos de tiempo, pero antes de la madurez fisiológica.

Las lecturas se tomaron sacando la población promedio de cada parcela experimental; esto se obtiene contabilizando el número de plantas de un surco representativo multiplicando por cuatro para posteriormente obtener el porcentaje y la clasificación del nivel de la enfermedad.

3.2 Escalas evaluativas para las enfermedades y clasificación según Aguirre (3).

3.2.1. Enfermedades foliares

Su presencia se determinó después del estado de hoja bandera, pero antes de madurez fisiológica.

La escala de severidad es la siguiente:

- 0.0 No es posible su evaluación (debido a un complejo del hongo).
- 0 Resistente con una planta ocasional enferma.
- 1 Enfermedad presente en el lote con menos del 12.5% del área foliar dañada.
- 2 Enfermedad presente en el lote con el 25% del área fo

liar dañada.

- 3 Enfermedad presente en el 100% de las plantas, pero hasta el 50% del área foliar dañada.
- 4 Enfermedad presente en el 100% de las plantas y con más del 50% del área foliar dañada.
- 5 Muerte de plantas o de las hojas por enfermedad.

Clasificación:

- 0 a 1 Resistente
- 2 Moderadamente resistente
- 3 Moderadamente susceptible
- 4 a 5 Susceptible.

Nota: Según el tipo de presión de selección en los materiales de sorgo, los números 2 y 3 se pueden considerar tolerantes, la enfermedad está presente, pero la planta produce satisfactoriamente.

3.2.2. Enfermedad de la panoja

Para el carbón de la panoja causado por el hongo *Sporisorium reilianum* su incidencia se determinó en madurez fisiológica y se indica en porcentaje de plantas enfermas.

Clasificación:

- 1 a 3% Resistente

4 a 6% Moderadamente resistente

7 ó más Susceptible

3.3. Desarrollo del experimento en Río Bravo, Tamps.

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental Auxiliar "El Tapón" perteneciente al INIFAP; la ubicación geográfica corresponde a los 26°04', 25°23' latitud norte y 98°17', 97°59' longitud oeste, y tiene una altura sobre el nivel del mar de 139 metros.

La siembra se realizó el 22 de febrero en suelo húmedo, en un área de temporal. Conforme se desarrolló el cultivo se realizaron las prácticas culturales que se mencionan en el Cuadro 8.

El material experimental que se utilizó, fue proporcionado por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo que consistió en 92 Líneas Experimentales de Sorgo (LES) producidas en la propia Facultad de Agronomía y tres híbridos comerciales (Cuadro 9 y Cuadro 10).

Todas las líneas se distribuyeron en dos experimentos bajo el diseño experimental ya mencionado (Fig. 3).

Cuadro 8. Fechas de las labores culturales en Río Bravo, Tamps.
Primavera de 1983.

Actividad realizada	Experimentos I y II
Primer cultivo	8 de marzo
Aclareo	14 de abril
Segundo Cultivo	17 de abril
Deshierbe	18 de mayo

Las líneas utilizadas en esta localidad, debieron ser las mismas que en Marín, N.L., pero como no se contaba con la cantidad suficiente de semilla de las líneas LES-51 R y LES-6 R, se suplieron con las líneas LES-7 B y LES-6 B.

Cuadro 9. Materiales experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Evaluados en Río Bravo, Tamps. Experimento 1; primavera de 1983.

No.de trat.	Descripción	No.de trat.	Descripción
1	LES-43 R (1)	26	LES-16 R
2	LES-57 R	27	LES-48 R
3	LES-19 R	28	LES-47 R
4	LES- 2 R	29	LES-23 R
5	LES-38 R	30	LES-29 R
6	LES-53 R	31	LES- 3 R
7	LES-46 R	32	LES-37 R
8	LES-20 R	33	LES-28 R
9	LES-44 R	34	LES-56 R
10	LES- 8 R	35	LES-13 R
11	LES-31 R	36	PIONEER 8311 (2)
12	LES-22 R	37	LES-52 R
13	LES-54 R	38	LES-63 R
14	LES- 5 R	39	LES-39 R
15	LES-27 R	40	LES-60 R
16	LES-36 R	41	LES-34 R
17	LES-10 R	42	LES-17 R
18	LES-45 R	43	LES-33 R
19	LES-42 R	44	LES-26 R
20	LES-35 R	45	LES-24 R
21	LES- 7 R	46	LES-21 R
22	RB-2000 (2)	47	RB-3030 (2)
23	LES-25 R	48	LES-58 R
24	LES-41 R	49	LES- 4 R
25	LES-12 R		

(1) Líneas Experimentales de Sorgo

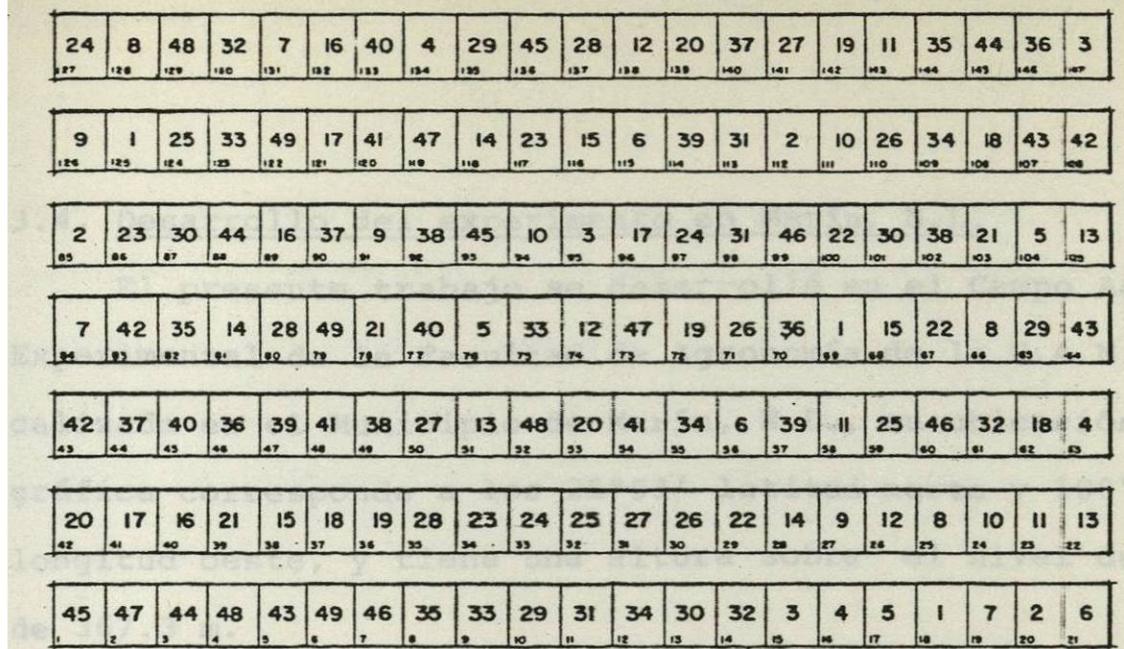
(2) Híbrido comercial

Cuadro 10. Materiales experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), evaluados en Río Bravo, Tamps. Experimento II, primavera de 1983:

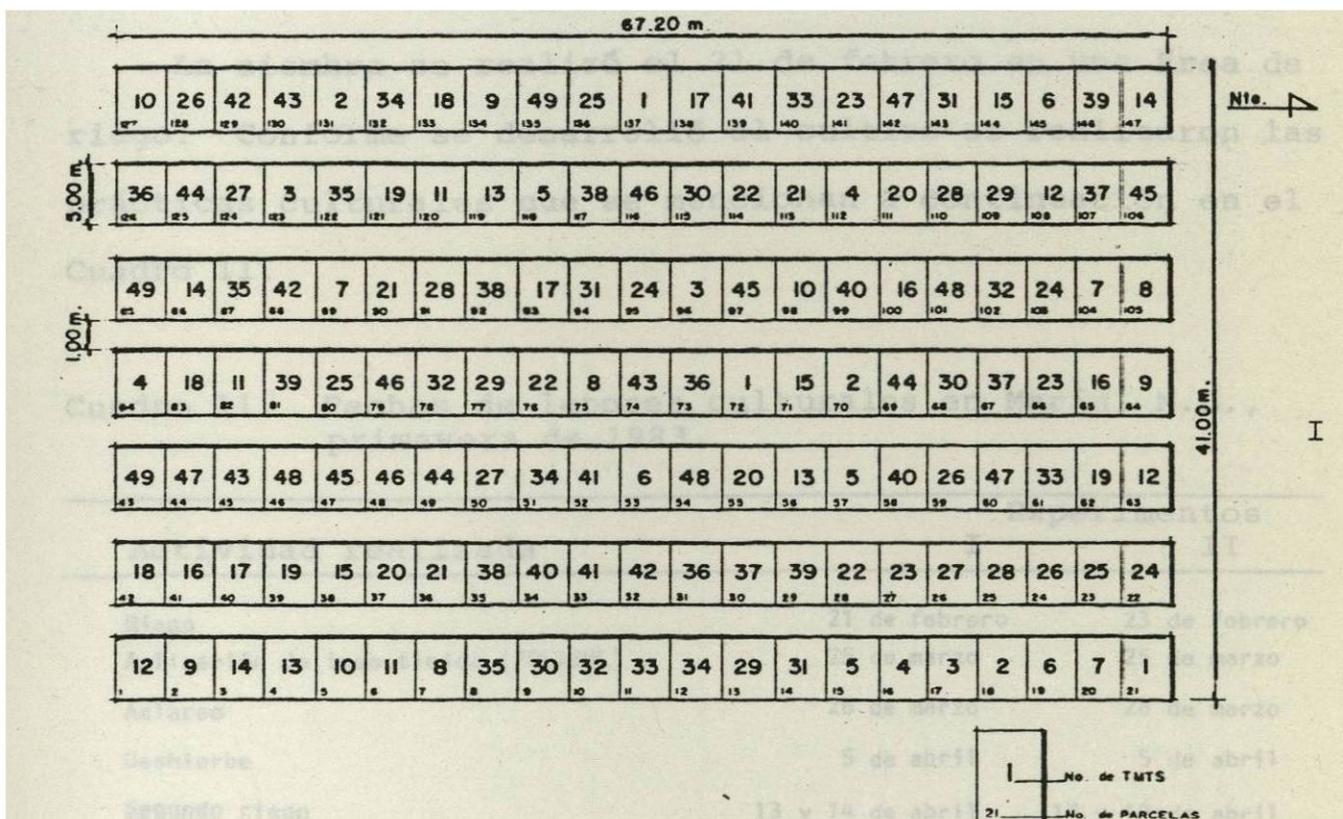
No.de trat.	Descripción	No. de trat.	Descripción
1	LES-18 R (1)	26	LES-72 R
2	LES-79 R	27	LES-89 R
3	LES-85 R	28	LES-15 R
4	LES-74 R	29	LES-14 R
5	LES-40 R	30	LES-32 R
6	LES-66 R	31	RB-3030 (2)
7	LES- 9 R	32	LES-61 R
8	LES-59 R	33	LES-11 R
9	LES-78 R	34	LES-94 R
10	LES-67 R	35	LES-91 R
11	LES-88 R	36	LES-55 R
12	PIONEER 8311 (2)	37	LES-49 R
13	LES-62 R	38	LES-75 R
14	LES-90 R	39	LES-73 R
15	LES-64 R	40	LES-86 R
16	LES-68 R	41	RB-2000 (2)
17	LES- 1 R	42	LES- 8 B
18	LES-92 R	43	LES- 7 B
19	LES-69 R	44	LES-80 R
20	LES-93 R	45	LES- 6 B
21	LES-71 R	46	LES-77 R
22	LES-30 R	47	LES-76 R
23	LES-65 R	48	LES-87 R
24	LES-70 R	49	LES-82 R
25	LES-83 R		

(1. Línea Experimental de Sorgo

(2 Híbrido comercial



II



I

Figura 3. Croquis de los experimentos I y II, distribución y dimensiones de los tratamientos en el diseño de latice. Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), por su resistencia o susceptibilidad al mildiú del sorgo y otras enfermedades predominantes durante el ciclo primavera-verano 1983. Río Bravo, Tamps.

3.4. Desarrollo del experimento en Marín, N.L.

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. localizada en el Municipio de Marín, N.L., su ubicación geográfica corresponde a los 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste, y tiene una altura sobre el nivel del mar de 367.3 m.

La siembra se realizó el 21 de febrero en una área de riego. Conforme se desarrolló el cultivo se realizaron las prácticas culturales que se mencionan a continuación en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Fechas de labores culturales en Marín, N.L., primavera de 1983.

Actividad realizada	Experimentos	
	I	II
Riego	21 de febrero	23 de febrero
Aplicación de insecticida (FOLIDOL)	25 de marzo	25 de marzo
Aclareo	28 de marzo	28 de marzo
Deshierbe	5 de abril	5 de abril
Segundo riego	13 y 14 de abril	18 y 19 de abril
Aporque	22 de abril	22 de abril

El material experimental que se utilizó fue proporcionado por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo que consistió en 92 Líneas Experimentales de Sorgo (LES) producidas en la propia Facultad de Agronomía y tres híbri-

dos comerciales (Cuadro 12 y Cuadro 13). Todas las líneas se distribuyen en dos experimentos, bajo el diseño experimental ya mencionado (Fig. 4).

Cuadro 12. Materiales experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) evaluados en Marín, N.L. Experimento I, primavera en 1983.

No.de Trat.	Descripción	No.de Trat.	Descripción
1	LES-19 R (1)	26	LES-26 R
2	LES-20 R	27	LES-22 R
3	LES-13 R	28	LES-34 R
4	LES- 2 R	29	LES- 7 R
5	LES-17 R	30	LES-16 R
6	RB-3030 (2)	31	LES-41 R
7	LES-48 R	32	LES-35 R
8	LES-57 R	33	LES-52 R
9	LES- 3 R	34	RB-2000 (2)
10	LES-21 R	35	LES-44 R
11	LES-38 R	36	LES- 5 R
12	LES-29 R	37	LES-23 R
13	LES-43 R	38	LES-54 R
14	LES-27 R	39	LES-10 R
15	LES-31 R	40	LES-53 R
16	LES-36 R	41	LES-37 R
17	LES-28 R	42	LES-12 R
18	LES- 4 R	43	LES-25 R
19	LES-47 R	44	LES- 8 R
20	LES-24 R	45	LES-56 R
21	LES-45 R	46	LES-33 R
22	LES-39 R	47	LES-60 R
23	LES-46 R	48	LES-63 R
24	PIONEER 8311 (2)	49	LES-58 R
25	LES-42 R		

(1) Líneas Experimentales de Sorgo

(2) Híbrido comercial

Cuadro 13. Materiales experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Evaluados en Marín, N.L. experimento II, primavera de 1983.

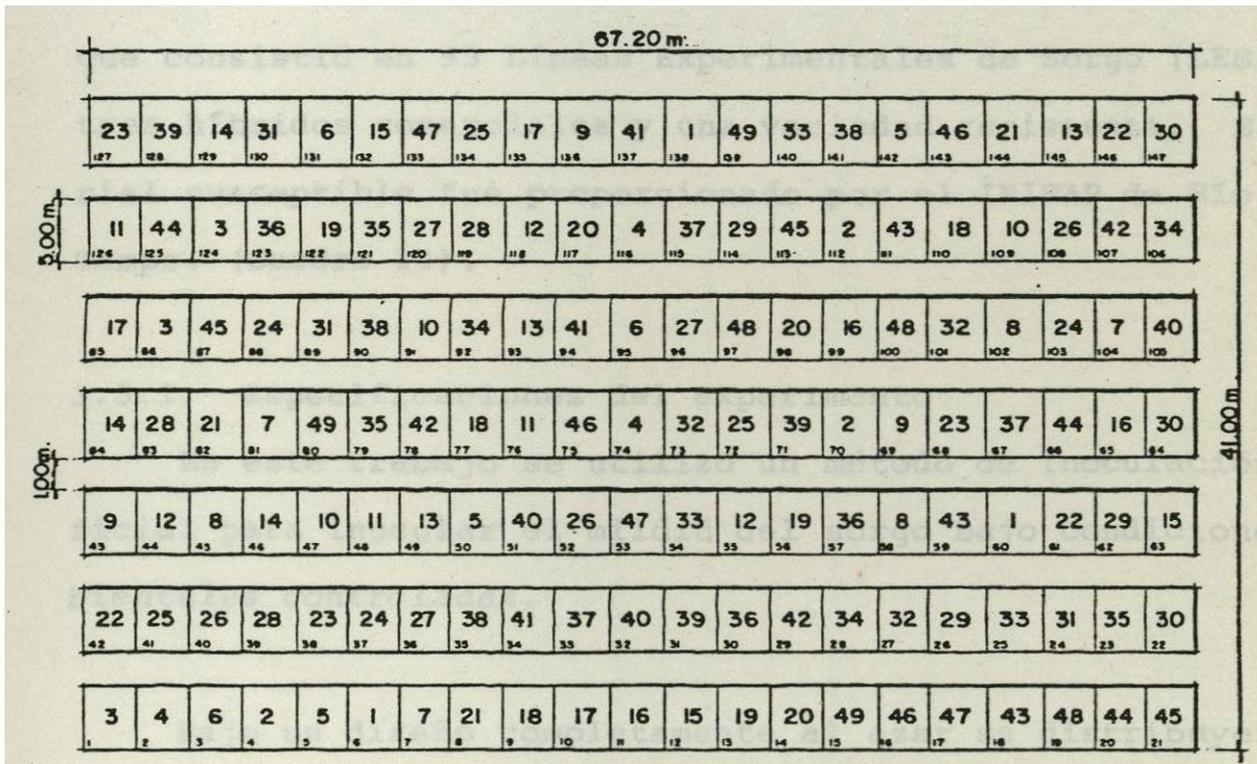
No.de Trat.	Descripción	No.de Trat.	Descripción
1	LES-66 R (1	26	LES-79 R
2	LES-78 R	27	LES-71 R
3	LES-15 R	28	LES-83 R
4	LES-18 R	29	LES- 6 R
5	LES-93 R	30	LES-73 R
6	LES-55 R	31	LES-69 R
7	LES-90 R	32	LES-92 R
8	LES-67 R	33	LES- 1 R
9	LES-14 R	34	LES-88 R
10	LES-91 R	35	LES-49 R
11	LES-86 R	36	LES-82 R
12	LES-64 R	37	RB-2000 (2
13	LES-70 R	38	LES-65 R
14	LES-87 R	39	LES-68 R
15	LES-94 R	40	LES- 8 R
16	LES-62 R	41	LES-32 R
17	LES-30 R	42	LES-74 R
18	LES-89 R	43	LES- 9 R
19	LES-77 R	44	LES-75 R
20	PIONER 8311 (2	45	LES-11 R
21	LES-51 R	46	LES-61 R
22	LES-85 R	47	LES-76 R
23	RB-3030 (2	48	LES-80 R
24	LES-72 R	49	LES-40 R
25	LES-59 R		

(1 Líneas Experimentales de Sorgo

(2 Híbrido comercial

4	28	12	29	37	45	20	30	5	22	38	13	21	46	33	49	25	1	9	17	41
127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147
48	7	32	24	8	40	16	39	6	31	14	23	47	15	44	3	35	19	11	36	27
128	123	124	125	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106
27	34	48	41	13	20	6	43	29	22	15	8	1	36	42	10	2	26	18	43	34
85	84	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
2	9	23	30	37	16	44	26	12	33	47	5	40	19	28	21	35	14	7	42	49
84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64
17	21	15	18	19	20	16	10	31	17	38	3	24	45	11	25	4	32	18	39	46
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
42	40	38	39	36	41	37	48	46	45	43	44	47	49	14	11	8	10	13	12	9
42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
27	22	28	26	24	23	25	35	30	29	32	31	34	33	7	3	4	6	2	5	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

II



I

43 No de TMS
18 No de PARCELA

Figura. 4. Croquis de los experimentos I y II, distribución y dimensiones de los experimentos en el diseño de látices. Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), por su resistencia y susceptibilidad al mildú del sorgo y otras enfermedades predominantes durante el ciclo primavera-verano 1983. Marín, N.L.

3.5. Experimento en invernadero

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del invernadero ubicado en la Estación Agropecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., localizada en el Municipio de Marín, N.L.

El material experimental que se utilizó fue proporcionado por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, que consistió en 93 Líneas Experimentales de Sorgo (LES), tres híbridos comerciales y una variedad resistente. El material susceptible fue proporcionado por el INIFAP de Río Bravo, Tamps. (Cuadro 14).

3.5.1. Especificaciones del experimento

En este trabajo se utilizó un método de inoculación artificial para inocular el mildiú del sorgo bajo condiciones ambientales controladas.

Bajo un diseño completamente al azar se distribuyeron 93 Líneas Experimentales de Sorgo y tres híbridos comerciales con cinco repeticiones, constando cada repetición de una maceta complementándose con una variedad resistente con 20 repeticiones y un material susceptible con 100 repeticiones.

3.5.2. Inoculación artificial

Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

Cuadro 14. Materiales experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), evaluados en invernadero, verano de 1984.

No.de Trat.	Descripción	No.de Trat.	Descripción
1	LES-54 R (1)	50	LES-12 R
2	LES-60 R	51	LES-48 R
3	LES-51 R	52	LES-21 R
4	LES-41 R	53	LES-23 R
5	LES-61 R	54	LES-15 R
6	LES-18 R	55	LES-45 R
7	LES-33 R	56	LES-17 R
8	LES- 4 R	57	LES-84 R
9	LES-39 R	58	LES-72 R
10	LES-31 R	59	LES-79 R
11	LES-69 R	60	LES-81 R
12	LES-68 R	61	LES- 7 R
13	V.R.	62	LES-93 R
14	LES-15 R	63	LES-25 R
15	LES-59 R	64	PIONEER 8311 (2)
16	LES-50 R	65	LES-40 R
17	LES-71 R	66	LES-32 R
18	LES- 8 B	67	LES- 1 R
19	LES-52 R	68	LES-30 R
20	LES-92 R	69	LES- 9 R
21	LES-44 R	70	LES-19 R
22	LES- 7 R	71	LES-55 R
23	LES-46 R	72	LES-36 R
24	LES-74 R	73	LES-22 R
25	LES-16 R	74	LES-11 R
26	LES- 3 R	75	LES-82 R
27	LES-47 R	76	LES-75 R
28	HORIZON-H-74 (2)	77	LES-57 R
29	LES- 6 B	78	LES-10 R
30	LES-13 R	79	LES-37 R
31	LES-65 R	80	LES-53 R
32	LES-29 R	81	LES-27 R
33	LES-76 R	82	LES-90 R
34	LES-83 R	83	LES-73 R
35	LES-80 R	84	LES-20 R
36	LES-35 R	85	LES-38 R
37	LES-62 R	86	LES-86 R
38	LES-26 R	87	LES- 8 R
39	LES- 5 R	88	LES-67 R
40	LES-78 R	89	LES-49 R
41	LES-24 R	90	LES-66 R
42	LES- 2 R	91	V.S.
43	LES-70 R	92	LES-85 R
44	RB-3030 (2)	93	LES-28 R
45	LES-89 R	94	LES-88 R
46	LES- 6 R	95	LES-56 R
47	LES-77 R	96	LES-87 R
48	LES-58 R	97	LES-42 R
49	LES-63 R	98	LES-34 R

(1. Líneas Experimentales de Sorgo

(2 Híbrido comercial

V.R. Variedad resistente

V.S. Variedad susceptible

1^a Se sembraron 100 macetas con semillas impregnadas con una solución al 1% de goma arábiga y oosporas de mildiú del sorgo, de la variedad susceptible Grazer No.2 en cada maceta. contenía 1/3 de estiércol; 1/3 de arena y 1/3 de suelo de la región previamente mezclado con aproximadamente .0705 g de oosporas de mildiú del sorgo.

A este material se le formó un microclima con alta humedad relativa para favorecer el desarrollo del hongo y posteriormente distribuirse en el diseño experimental.

Los riegos se efectuaron cada ocho días, variándose en algunas ocasiones cuando así lo demandaron las altas temperaturas. La cantidad de agua de riego aplicada fue de aproximadamente 500 c.c. por maceta.

2^a Dieciocho días después se sembraron las Líneas Experimentales de Sorgo (LES), los genotipos resistentes y los híbridos comerciales en macetas con suelo mezclado en forma similar al utilizado en las variedades susceptibles y la semilla se trató también con oosporas de mildiú del sorgo. Se sembraron ocho semillas en cuatro puntos, correspondiéndoles dos semillas a cada punto para eliminar cuatro plantas posteriormente.

3^a Cuando las Líneas Experimentales de Sorgo hubieran germinado y empezara a emerger la cuarta hoja, es indicación de que se puede proceder a asperjar conidios (37).

4^a Los conidios se colectaron de un pasto silvestre, el zaca
te Johnson (*Sorghum halepense* L.), el cual crecía junto al
invernadero alrededor de una charca. Las hojas que conte
nían conidios se colectaron a las tres de la mañana en
charolas de plástico con agua destilada (37). Gran canti
dad de hojas con diferentes grados de esporulación fueron
raspadas con un cepillo de cerdas de plástico para sepa
rar los conidios de las hojas y obtener una solución conid
dial de 700 ml. Ya hecha esta práctica se procedió a co
locar la solución conidial en un atomizador con medidor
de presión. La cantidad mínima de conidios debió de ser
de 40,000 por mililitro (16). Aunque esta cantidad no
se pudo constatar plenamente, sí se aseguró una gran can
tidad de conidios en la solución.

Una vez hecho lo anterior se procedió a asperjar las plan
tas con un agente mojante (27,28), en este caso Pliac.
Posteriormente se hizo la aspersion conidial a una pre
sion de 6 psi (37). La aspersion se efectuó a las 4:00
horas de la madrugada (27).

Una vez completados los pasos anteriores y considerando
que los síntomas de mildiú del sorgo aparecen alrededor de 30
días dependiendo del grado de vulnerabilidad genética de la
planta, las observaciones se efectuaron casi a diario.

La cantidad de oosporas que se obtuvo a partir de hojas

enfermas con mildiú del sorgo, de las Líneas Experimentales de Sorgo en el campo después de tamizarlas y cribarlas fue calculada aproximadamente en 126,666 oosporas en .003 g.

IV. RESULTADOS

Aunque se presentaron un gran número de enfermedades en Río Bravo, Tamps. y en Marín, N.L., no todas tuvieron la intensidad y severidad suficientes para ser tomadas en cuenta. En los siguientes cuadros se muestran las Líneas Experimentales de Sorgo (LES) más sobresalientes susceptibles a enfermedades, con excepción de los cuadros donde se muestra la incidencia del mildiú del sorgo, en los cuales se tomaron en cuenta todas las líneas que exhibieron esta enfermedad.

Río Bravo, Tamps.

En esta localidad, se presentó la mayor diversidad de enfermedades en las Líneas Experimentales de Sorgo. El mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw, se presentó en 16 Líneas Experimentales y el híbrido comercial RB-3030, resultando este último como el que alcanzó el porcentaje más alto de infección como se muestra en el Cuadro 15. En lo que se refiere al carbón de la panoja *Sporisorium reilianum* (Kuhn) Clinton, una línea se identificó como susceptible y tres como moderadamente resistentes (Cuadro 16). Hubo varias líneas atacadas por mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* Ellis y Everhart), pero sólo tres líneas exhibieron el nivel de infección más alto, de los cuales dos líneas son moderadamente susceptibles (Cuadro 17).

Cuadro 15. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron el ataque de *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw. Río Bravo, Tamps. Primavera de 1983:

Líneas	Plantas infectadas (por ciento)	Rendimiento Kg/ha
RB-3030 (1)	1.58	1288.50
LES-58 R (2)	1.08	1948.87
LES-41 R	.416	1294.12
LES- 8 R	.378	954.07
LES-60 R	.333	1519.75
LES-63 R	.228	1101.45
LES- 2 R	.208	1783.84
LES-93 R	.208	2075.93
LES-31 R	.203	2167.16
LES-35 R	.185	1494.85
LES-74 R	.160	2161.48
LES-22 R	.134	2530.27
LES-77 R	.134	2177.10
LES- 7 R	.119	2665.41
LES-26 R	.119	1932.32
LES-32 R	.115	2164.40
LES-56 R	.094	1843.49

Clasificación

1 a 5 %	Resistente
6 a 10 %	Moderadamente resistente
11 a 20 %	Moderadamente susceptible
20.1 ó más %	Susceptible

(1 Híbrido comercial

(2 Línea Experimental de Sorgo

Rendimiento: densidad base = 125,000 Plts/ha

Cuadro 16. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron el mayor ataque de *Sporisorium reilianum* (Kuhn) Clinton. Río Bravo, Tamps. Primavera de 1983.

Líneas	Plantas infectadas (por ciento)	Rendimiento Kg/ha
LES-82 R	16.50	1940.34
LES-80 R	5.57	1203.61
LES-14 R	5.00	1673.21
LES-46 R	4.76	1956.63
LES-37 R	3.00	1925.37

Clasificación

1 a 3 %	Resistente
4 a 6 %	Moderadamente resistente
7 ó más %	Susceptible

Rendimiento: Densidad base = 125,000 Plts/ha

El hongo *Puccinia purpurea* Cooke, fue la enfermedad mas difundida en casi todas las LES, variando su grado de infección con respecto al tipo de línea experimental en que se presentó, como se muestra en el Cuadro 18.

El rendimiento en gramos de los materiales evaluados aparece en los Cuadros 1A, 2A, 5A y 6A del Apéndice.

Cuadro 17. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron el mayor ataque de *Cercospora sorghi* Ellis y Everhart. Río Bravo, Tamps. Primavera de 1983.

Líneas	Nivel de infección	Rendimiento Kg/ha
LES-49 R	3	2244.17
LES-90 R	3	1181.61
LES- 9 R	2	1705.70

Clasificación

0 a 1	Resistente
2	Moderadamente resistente
3	Moderadamente susceptible
4 a 5	Susceptible

Rendimiento: Densidad base = 125,000 Plts/ha

Marín, N.L.

Aunque en esta localidad se presentaron enfermedades diversas como, roya: *Puccinia purpurea* Cooke, antracnosis: *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson, mancha zonada de la hoja: *Gloeocercospora sorghi* Bain y Edgerton, mancha gris de la hoja: *Cercospora sorghi* Ellis y Everhart, carbón de la panoja: *Sporisorium reilianum* (Kuhn) Clinton, éstas no presentaron un grado de severidad significativo.

Cuadro 18. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron el mayor ataque de *Puccinia purpurea* Cooke. Río Bravo, Tamps. Primavera de 1983.

Líneas	Nivel de infección	Rendimiento Kg/ha
LES-79 R	4	2809.88
LES-91 R	4	1985.12
LES-62 R	4	1434.50
LES-74 R	3	2161.48
LES- 1 R	3	2233.16
LES-23 R	3	2343.16
LES-69 R	3	1794.03
LES-12 R	2	1979.38
LES-39 R	2	2009.93
LES-45 R	2	1381.79
LES-88 R	2	2052.23
LES-76 R	2	2826.46

Clasificación

0 a 1	Resistente
2	Moderadamente resistente
3	Moderadamente susceptible
4 a 5	Susceptible

Rendimiento: Densidad base = 125,000 Plts/ha

El mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw, se presentó en 37 líneas Experimentales y dos híbridos comerciales, con un porcentaje de infección bajo (Cuadro 19). En lo que se refiere a *Puccinia purpurea* Cooke, de las tres Líneas Experimentales más atacadas sólo una alcanzó el nivel de susceptibilidad como se muestra en el Cuadro 20.

El rendimiento en grano de los materiales evaluados aparecen en los Cuadros 3A, 4A, 7A y 8A del Apéndice.

Invernadero

En esta fase del experimento, lo que se buscó fue inocular el mildiú del sorgo en base a técnicas de inoculación artificial, pero sólo una planta mostró los síntomas de la enfermedad, ésta fue de la Línea Experimental LES-39 R. La enfermedad que más se presentó fue *Puccinia purpurea* Cooke, atacando gran cantidad de Líneas Experimentales, las más infectadas aparecen en el Cuadro 21.

Cuadro 19. Líneas experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron ataque de *Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) Shaw. Marín, N.L. Primavera de 1983.

Líneas	Plantas infectadas (por ciento)	Rendimiento Kg/ha
LES-76 R	1.37	1568.20
LES- 5 R	1.15	1455.91
LES-28 R	1.03	1679.96
LES-47 R	.900	858.99
LES-16 R	.650	1483.47
LES- 2 R	.604	1782.32
LES-38 R	.600	2894.13
LES-63 R	.572	-
LES- 4 R	.553	1544.65
LES-25 R	.496	2374.05
LES-23 R	.490	2087.96
LES-67 R	.471	1765.15
LES-17 R	.469	1494.47
LES-39 R	.443	1795.15
RB-3030 (1)	.403	1952.92
LES-46 R	.355	1977.59
LES-20 R	.345	854.35
RB-2000 (1)	.328	3368.64
LES-70 R	.324	1613.37
LES-31 R	.292	2673.45
LES-36 R	.284	1560.05
LES- 7 R	.265	2176.46
LES-92 R	.264	3501.41
LES-34 R	.251	3193.12
LES-24 R	.233	2914.43
LES-26 R	.230	2691.36
LES- 8 R	.227	2760.24
LES-41 R	.225	2169.31
LES-12 R	.223	2463.53
LES-19 R	.193	1332.07
LES-80 R	.187	3465.83
LES-58 R	.172	-
LES-69 R	.170	2444.52
LES-60 R	.165	1796.20
LES-15 R	.149	1315.47
LES-44 R	.144	2371.36
LES-45 R	.134	1582.54
LES-89 R	.132	962.06
LES-33 R	.130	2896.15

Clasificación

1 a 5 %	Resistente
6 a 10 %	Moderadamente resistente
11 a 20 %	Moderadamente susceptible
20.1 ó más %	Susceptible

(1 Híbrido comercial

Rendimiento: Densidad base= 125,000
Plts/ha

Cuadro 20. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), de la F.A.U.A.N.L. de 92 evaluadas que presentaron el mayor ataque de *Puccinia purpurea* Cooke. Marín, N.L. Primavera de 1983.

Líneas	Nivel de infección	Rendimiento Kg/ha
LES-79 R	4	1623.07
LES- 4 R	2	1544.65
LES-82 R	2	2933.85

Clasificación

0 a 1	Resistente
2	Moderadamente resistente
3	Moderadamente susceptible
4 a 5	Susceptible

Rendimiento: Densidad base = 125,000 Plts/ha

Cuadro 21. Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), de la F.A.U.A.N.L. de 93 evaluadas que presentaron el mayor ataque de *Puccinia purpurea* Cooke. En invernadero. Verano de 1984.

Líneas	Nivel de infección
LES-79 R	4
LES-61 R	3
LES-40 R	3
LES-68 R	3
LES- 4 R	3
LES-54 R	3
LES-60 R	3
LES-89 R	3
LES- 3 R	3
LES-45 R	3
LES-55 R	3
LES-77 R	2
LES-32 R	2
LES-75 R	2

Clasificación

0 a 1	Resistente
2	Moderadamente resistente
3	Moderadamente susceptible
4 a 5	Susceptible

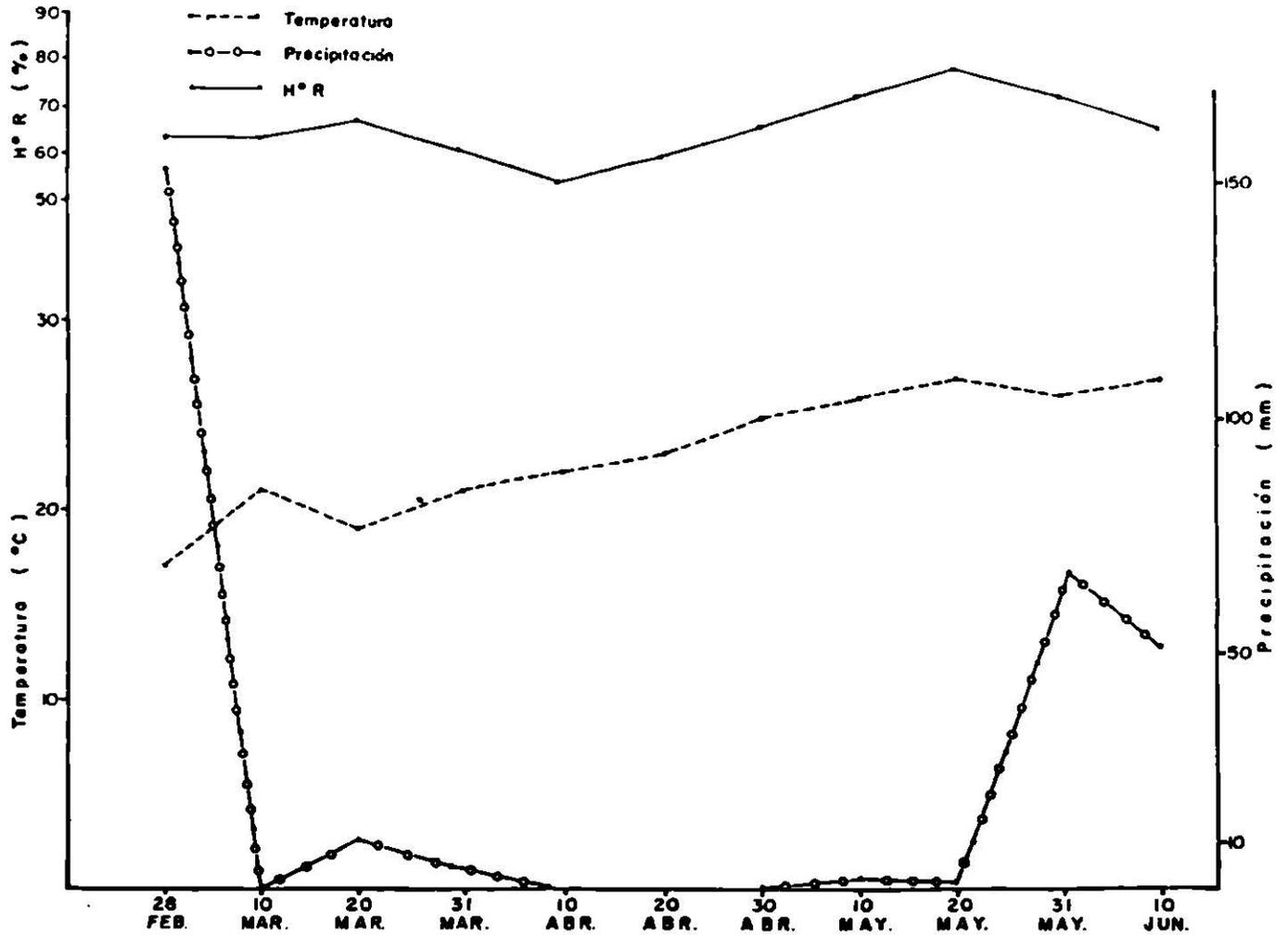
V. DISCUSION

Uno de los principales retos del genetista, que está buscando resistencia para enfermedades, es el de encontrar genes que le sean favorables para la resistencia y que no le causen efectos negativos al hospedero como: aumento en la susceptibilidad a plagas, trastornos en el rendimiento, disminución en su capacidad de resistencia a condiciones ambientales desfavorables, baja capacidad de adaptación a diferentes medios ambientales, etc. Tomando en cuenta las diferentes alternativas que se le presentan a los genetistas, sus trabajos tardan varios años en concluirse, y en ocasiones los objetivos no son cumplidos.

Las técnicas de inoculación artificial en invernadero han dado al investigador mayor rapidez en los trabajos, al contar con la capacidad de manipular las condiciones ambientales y un mayor grado de confiabilidad en los resultados de los experimentos, para posteriormente exhibirlos en campo con más seguridad.

Río Bravo, Tamps.

Bajo las condiciones ambientales que prevalecieron en esta localidad (Gráfica 1), las cuales no fueron favorables para el desarrollo del mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi*, esta enfermedad se presentó en un total de 16 Líneas Experi-



Gráfica 1. Condiciones climatológicas decenales promedio predominantes en el desarrollo del experimento en Río -- Bravo, Tamps. Durante los meses de febrero a junio de 1983.

Fuente.: Estación climatológica de el campo agrícola experimental del INIFAP, Río Bravo, Tamps..

mentales de Sorgo (LES) y un híbrido comercial, siendo los más atacados el híbrido comercial RB-3030 con 1.58% de plantas infectadas, la línea LES-58 R con 1.08% y LES-41 R con 0.42%, los cuales entran en la clasificación de resistentes (Cuadro 15).

En lo que se refiere a carbón de la panoja *Sporisorium rellianum* la línea LES-82 R con 16.5% de plantas infectadas fue susceptible y las líneas LES-80 R con 5.57%, LES-14 R con 5% y LES-46 R con 4.76% se clasificaron como moderadamente resistentes (Cuadro 16).

El ataque de la mancha gris de la hoja, *Cercospora sorghi*, se presentó en varias Líneas Experimentales de Sorgo, siendo las más infectadas las líneas LES-49 R y LES-90 R con un nivel 3 de infección, clasificadas como moderadamente susceptibles y la línea LES- 9 R con un nivel 2 de infección identificándose como moderadamente resistente (Cuadro 17).

De las enfermedades foliares, la roya *Puccinia purpurea*, fue la más difundida en las diferentes Líneas Experimentales de Sorgo, sobresaliendo con el nivel 4 de infección las líneas LES-79 R, LES-91 R y LES-62 R, identificadas como susceptibles, siguiendo posteriormente con el nivel 3 las líneas LES-74 R, LES- 1 R, LES-23 R y LES-69 R, clasificadas como moderadamente susceptibles (Cuadro 18).

Marín, N.L.

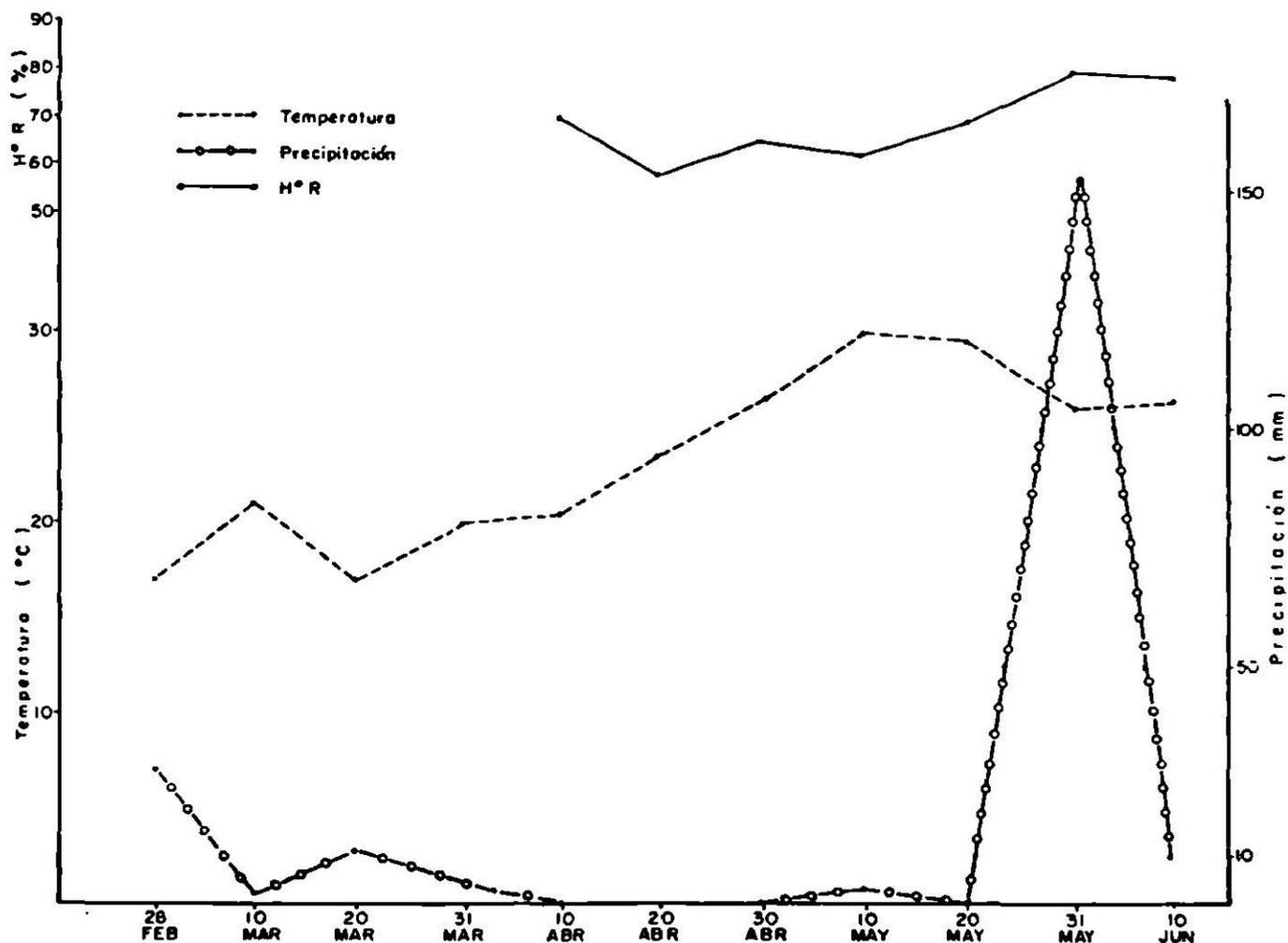
Bajo las condiciones ambientales que prevalecieron en esta localidad (Gráfica 2), las cuales no fueron favorables para el desarrollo del mildiú del sorgo, *Peronosclerospora sorghi*, éste se presentó en dos híbridos comerciales y 37 líneas experimentales, siendo las que mayor ataque presentaron: LES- 5 R con 1.15% de plantas infectadas, LES-76 R con 1.37% LES-28 R con 1.03% y LES-47 R con .90%, clasificándose todas como resistentes (Cuadro 19).

Aunque se presentaron muchas enfermedades, la roya causada por *Puccinia purpurea* fue la más difundida en las diferentes Líneas Experimentales, siendo la línea LES-79 R, con un nivel 4 de infección, identificada como susceptible, y seguida por las líneas LES- 4 R y LES-82 R, ambas con un nivel 2 de infección, fueron moderadamente resistentes (Cuadro 20).

Invernadero

El aumento en el número de patotipos del mildiú del sorgo ha acentuado la necesidad de una técnica simple y consistente de inoculación artificial para ayudar a los investigadores en la selección de variedades resistentes. Para Jones (27) el uso de variedades resistentes es el único control práctico capaz en el tiempo actual.

El número de investigadores que han intentado la inoculación artificial en el mundo es muy reducido, y las varian-



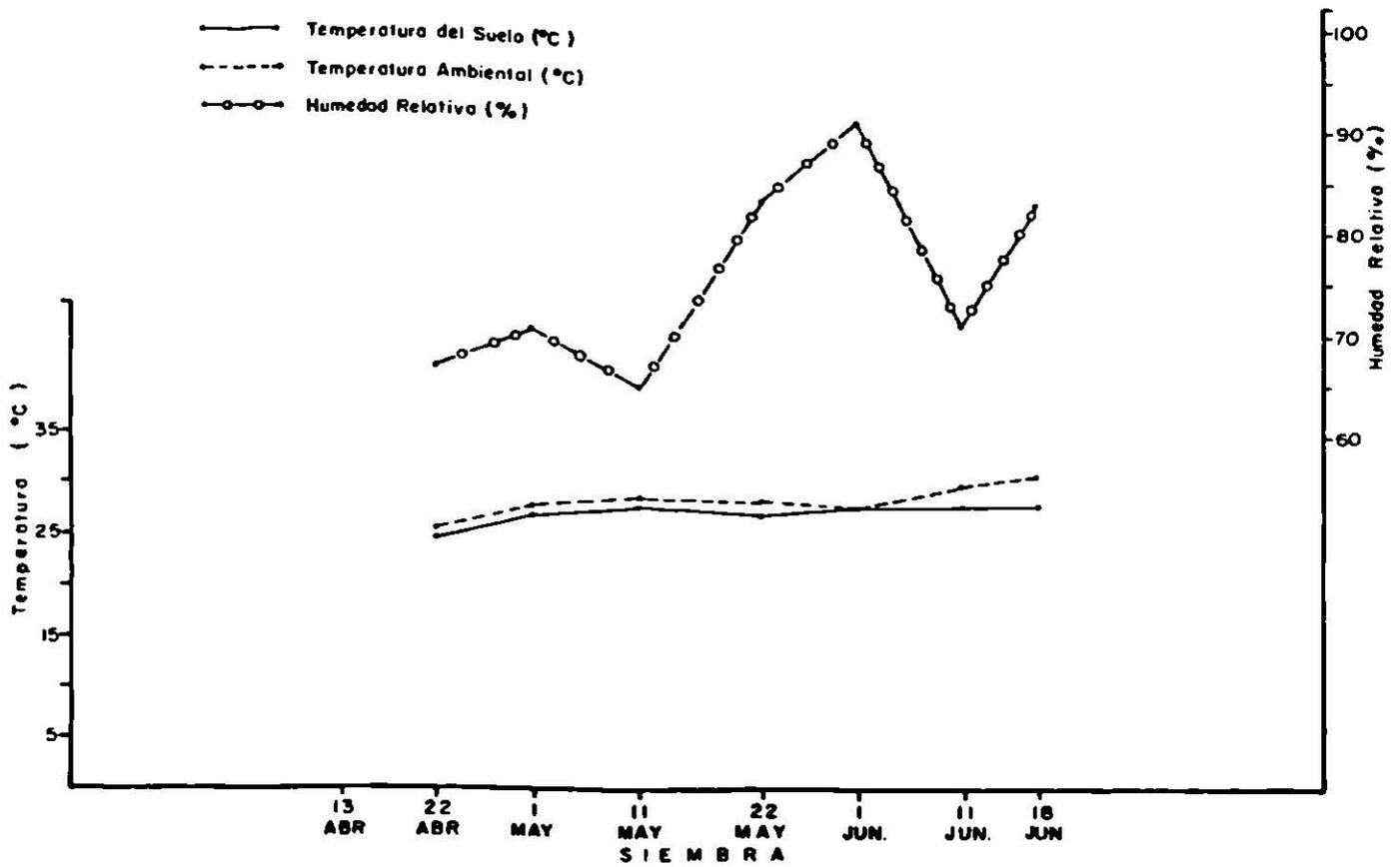
Gráfica 2. Condiciones climatológicas decenales promedio predominantes en el desarrollo del experimento en Marín, N.L. durante los meses de febrero a junio de 1983.

Fuente: Departamento de Meteorología y Climatología de la F.A.U.A.N.L., Marín, N.L.

tes en estas técnicas son diversas. Anahosur y Hegde (5) expusieron a los genotipos de sorgo a los dos tipos de inóculo, oosporas y conidios, impregnando las semillas con una solución de oosporas y goma arábiga al 1%, Schmitt y Freytag (37) utilizaron el método de asperjar conidios con un atomizador, asperjando soluciones conidiales de aproximadamente 30,000 conidios por mililitro a una presión de 6 psi. Jones (27) utilizó la deposición natural de conidios sobre las hojas de las plántulas utilizando un agente mojante sobre el follaje antes de la inoculación.

Bajo las condiciones ambientales que se registraron (Gráfica 3), el mildiú del sorgo se presentó sólo en una planta de la línea LES-39 R bajo inoculación artificial. En esta fase del experimento no se tuvo la fortuna de contar con el buen funcionamiento del invernadero, dando por resultado, descontrol en el nivel de temperatura y de la humedad relativa.

La roya se presentó como una enfermedad contaminante atacando la mayoría de las Líneas Experimentales, observándose el mayor ataque en la línea LES-79 R con un nivel de infección de 4 y las líneas LES-61 R, LES-40 R, LES-68 R, LES- 4 R, LES-54 R, LES-60 R, LES-89 R, LES- 3 R, LES-45 R y LES-55 R. con un nivel 3 de infección (Cuadro 21).



Gráfica 3. Condiciones climatológicas decenales promedio registradas en el desarrollo del experimento en invernadero de la F.A.U.A.N.L. durante los meses de abril a junio de 1984.

Fuente: Registros del tesista.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el experimento en Río Bravo, Tamps., se puede concluir que:

1. No se presentaron las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del mildiú del sorgo *Peronosclerospora sorghi*, y por lo tanto, los materiales no pudieron ser evaluados adecuadamente.
2. En lo que se refiere al carbón de la panoja, *Sporisorium reilianum*, la línea LES-82 R resultó ser susceptible a la infección por esta enfermedad.
3. Para mancha gris de la hoja, *Cercospora sorghi*, las líneas LES-49 R y LES-90 R, resultaron ser moderadamente susceptibles a la enfermedad.
4. En lo que respecta a la roya, *Puccinia purpurea*, las líneas LES-79 R, LES-62 R y LES-91 R, resultaron ser susceptibles.

En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se desarrolló el presente experimento en Marín, N.L. se puede concluir lo siguiente:

1. A consecuencia de la sequía que se presentó y las condicio

nes ambientales desfavorables para el desarrollo del mildiú del sorgo, *Peronosclerospora sorghi*, probablemente fueron factores que limitaron el porcentaje de infección en las Líneas Experimentales de Sorgo, dando como resultado una clasificación de resistentes para todas las líneas.

2. Bajo las condiciones que se presentaron en esta localidad, la línea LES-79 R, fue susceptible a *Puccinia purpurea*.

En base a los resultados obtenidos en el presente experimento efectuado en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., se puede concluir que:

1. Las fallas en las técnicas de inoculación artificial para *Peronosclerospora sorghi* en invernadero, probablemente fueron consecuencia de las altas temperaturas que prevalecieron en el desarrollo del experimento, debido a la incapacidad del equipo para controlar el ambiente. En este experimento sólo una planta de la línea LES-39 R manifestó los síntomas de la enfermedad.
2. Bajo las condiciones registradas y no controladas en que se desarrolló el experimento, la línea LES-79 R resultó susceptible a la infección de *Puccinia purpurea*, mientras las líneas LES-61 R, LES-40 R, LES-68 R, LES- 4 R, LES-54 R, LES-60 R, LES-89 R, LES- 3 R, LES-45 R y LES-55 R, resulta

ron moderadamente susceptibles a la enfermedad.

La identificación de los materiales más susceptibles a las enfermedades es un conocimiento importante en la diferenciación de materiales experimentales; por lo tanto se puede recomendar lo siguiente:

1. En los experimentos de campo incluir variedades resistentes y susceptibles para que sirvan de indicadoras.
2. Utilizar variedades diferenciales en experimentos de invernadero y de campo.
3. Seguir estudiando las mismas líneas por varios años en diferentes ambientes, para obtener resultados más confiables y hacer comparaciones con trabajos de invernadero.
4. Seguir observando el desarrollo de la línea LES-79 R, ya que fue susceptible a *Puccinia purpurea* en los dos trabajos de campo y en el invernadero.
5. Equipar el invernadero con aparatos eficaces en el control de la temperatura y humedad relativa, para llevar a cabo trabajos eficientes.
6. Implementar una sección del invernadero con equipo indispen

sable como un nebulizador, necesario para experimentos de inoculación de *Peronosclerospora sorghi*.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agrios, G.N. 1978. Plant Pathology. 2nd. ed. Academic Press New York. 703 pp.
- 2.- Aguirre R., J.I. 1980. Informe Parcial del Grupo Interdisciplinario del Sorgo. Campo Agrícola Experimental Río Bravo, Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte, I.N.I.A., S.A.R.H. 56 pp.
- 3.- Aguirre R., J.I. *et.al.*, 1981. Informe de la Reunión sobre el Sistema de Evaluación de Enfermedades del Cultivo de Sorgo. Campo Agrícola Experimental Río Bravo, Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte, I.N.I.A., S.A.R.H. 7 pp.
- 4.- Amador, J. *et.al.*, Sorghum Diseases. Texas A&M -- University, Texas Agr. Ext. Serv. College Station, Tex. M-1085. 21 pp.
- 5.- Anahosur, K.H. and Hegde, R.K. 1979. Assessment -- of the techniques used for screening sorghum -- genotypes to downy mildew. Agric.Sci. 13:449-451.
- 6.- Anahosur, K.H. and Patil, S.H. 1980. Chemical control

of sorghum downy mildew in India. Plant Dis. --
64:1004-1006.

- 7.- Balasubramanian, K.A. 1980. Factors Affecting Sorghum Downy Mildew Development. In: Sorghum Diseases a -
World Review, ICRISAT (Intl. Crops. Res Inst. for --
the Semi-Arid Tropics), Proc. Intl. Workshop on - -
Sorghum Dis. sponsored jointly by Texas A&M Univ. -
(USA) and ICRISAT. 11-15 Dec. 1978, Hyderabad, India.
pp. 207-209
- 8.- Browning, J.A. 1983. Outlook and expectations. In:
Integrated control of sorghum downy mildew. TAES.
College Station, Tex. 77843. p.5
- 9.- Craig, J.1980. Comparative reactions of corn inbreds
to oospore and conidial inoculum of *Peronosclerospora*
sorghii . Phytopathology 70:313-315.
- 10.- Craig, J.1983. Pathotype 3 of *Peronosclerospora sorghii*.
In: Integrated control of sorghum downy mildew. TAES.
College Station, Tex. 77843. p.5
- 11.- Craig, J., and Frederiksen, R.A. 1980. Pathotypes

of *Peronosclerospora sorghi* . Plant Dis. 64:778-779

- 12.- Craig, J., and Frederiksen, R.A. 1983. Differential sporulation of pathotypes of *Peronosclerospora sorghi* on inoculated sorghum. Plant Dis. 67:278-279

- 13.- Dange, S.R.S., and Williams, R.J. 1978. The ICRISAT Sorghum Downy Mildew Program. Veá ref 7. pp.209-212

- 14.- De la Garza G., J.L. 1974. Curso de Fitopatología. - Depto.de Difusión, U.A.N.L. 192 pp.

- 15.- Edmunds, L.K., Futrell, M.C. and Frederiksen, R.A. 1975. Enfermedades del Sorgo. In: J.S. y W.M. Ross, Producción y Usos del Sorgo. pp.113-131. Edi. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

- 16.- Exconde, O.R. 1970. Philippine corn downy mildew. -- Indian Phytopathol. 23:275-284

- 17.- Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Curso de Maestría de Control Integrado de Plagas y Enfermedades. 1984 Apuntes.

- 18.- Frederiksen, R.A., Mc Combs, D.B., Tuleen, D. and --
Reyes, L. 1971. Cultural control of sorghum downy --
mildew. I. The effect of deep-plo-wing on the - - -
distribution of soil-borne inoculum and the incidence
of downy mildew. Prog. Rep. Texas A&M Univ. Texas -
Agri. Exp. Stn. 4 pp.
- 19.- Frederiksen, R.A. 1978. Disease Problems in Sorghum.
Vegetation ref. 7, pp.263-271
- 20.- Frederiksen, R.A. 1980. Sorghum downy mildew in the
United States: Overview and outlook. Plant Dis. --
64:903-908.
- 21.- Frederiksen, R.A. 1980. Seed transmission of - - --
Peronosclerospora sorghi in grain sorghum: How can it be
avoided? Texas Agric. Exp. Stn. 8 pp.
- 22.- Frederiksen, R.A. 1983. Sorghum downy mildew in Texas,
a brief history. In: Integrated control of sorghum downy
mildew. Texas Agric. Exp. Stn. College Station, Tex. -
77843 MP 1535. p.6
- 23.- Frederiksen, R.A. 1984. Sorghum disease evaluation-
note taking instructions. Texas A&M Univ. 10 pp.

- 24.- French, R.C. and Schmitt, C.G. 1980. Effect of --
furfural on the in vitro germination of *Peronosclerospora*
sorghii oospores. *Phytopathology* 70:877-880
- 25.- Harton, W.C. 1983. Chemical control-a reality in 1983?
Ve a ref. 22, p.12
- 26.- Horne C.W. 1983. Evaluation of commercial hybrids. Ve a
ref.22 p.13
- 27.- Jones, B.L. 1970. A simple technique of inoculating
sorghum with *Sclerospora sorghi* using conidia as inoculum
Plant Dis. Rep. 54:603-604
- 28.- Jones, B.L. 1971. Techniques for artificially inocu-
lating sorghum with *Sclerospora sorghi*. In: Grain - --
Sorghum Res. Util. Conf. Bien. Prog. Proc 7 TH: pp.3-5
- 29.- Lengkeek, V.H., and Thomas Sim IV. 1979. An outbreak
of sorghum downy mildew in Kansas. *Plant Dis. Rep.*
63:905-907
- 30.- Miller, F.R. 1983. Sorghum downy mildew. Ve a ref.22
p.7

- 31.- Odvody, G.N. 1983. Cultural and chemical control. Vea ref.22 p.10
- 32.- Pratt, R.G. 1978. Germination of oospores of *Sclerospora sorghi* in the presence of growing roots of host and - nonhost plants. *Phytopathology* 68:1606-1613
- 33.- Quiroz Ovalle, F. y otros. 1980. Enfermedades del Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en el Distrito de Riego 04 Don Martin, Coahuila y Nuevo León. Tesis Prof. F.A.U.A.N.L. 123 pp.
- 34.- Ramírez, J.M. 1983. Revisión de Bibliografía del - -- Mildiú del Sorgo. Tesis Prof. Universidad de Guadalajara. 86 pp.
- 35.- Robles Sánchez, R. 1976. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. 592 pp.
- 36.- Rosenow, D.T. 1983. Sources of resistance of pathotype 3 of *Peronosclerospora sorghi*. Vea ref.22 p.8
- 37.- Schmitt, C.G. and Freytag, R.E. 1974. A quantitative technique for inoculating corn and sorghum with conidia of *Sclerospora sorghi*. *Plant Dis. Rep.* 58:825-829

- 38.- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
INIA-CIAGON-CAERIB. Fitopatología. 1984. Distribución
de mildiú veloso en la República Mexicana. S.A.R.H.
p.42-A.
- 39.- Shabani, S., and Frederiksen, R.A. 1982. Symptoms of
sorghum downy mildew on maize following inoculations
with conidia and oospores. Plant Dis. 66-1006-1008
- 40.- Tuleen, D.M., Frederiksen, R.A. and Vudhivanich, P.
1980. Cultural practices and the incidence of sorghum
downy mildew in grain sorghum. Phytopathology - -
70:905-908.
- 41.- Williams, R.J., Rao, K.N. and Dange, S.R.S. 1978. The
International Sorghum Downy Mildew Nursery. *Vea ref.7*
pp.213-219
- 42.- Williams, R.J., Frederiksen, R.A. and Girard, J.C.
1978. Manual para la Identificación de las Enfermedades del Sorgo y Mijo. Publ. por Inst. Intl. Inv. de
Cult. para Trop. Semi-Aridos (ICRISAT), 1-11-256
Begumpet, Hyderabad 500 016, A.P. India, en colabora-
ción con Est. Exp. Agric. de la Univ. Texas A&M, College
Station, Tex. 77843. U.S.A. 88 pp.

- 43.- Williams, R.J., Dange, S.R.S., Mughogho, L.K. and Rao, K.N. 1982. Identification of QL-3 sorghum a source of resistance to *Peronosclerospora sorghi*. Plant Dis. 66:807-809
- 44.- Yeh, Y., and Frederiksen R.A. 1980. Sorghum downy -- mildew: biology of systemic infection by conidia and of a resistant response in sorghum. Phytopathology 70:372-376.

APENDICE

CUADRO 1A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Río Bravo, Tamps. Experimento I, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})	
22	LES-30 R	1261.58	
10	LES-67 R	1087.70	
1	LES-18 R	1085.38	
47	LES-76 R	1045.99	
2	LES-79 R	1039.86	
43	LES-7 R	986.39	
36	LES-55 R	908.68	
15	LES-64 R	899.18	
37	LES-49 R	830.50	
17	LES-1 R	829.41	
25	LES-83 R	826.43	
46	LES-77 R	805.68	
30	LES-32 R	800.98	
21	LES-71 R	800.70	
9	LES-78 R	800.62	
4	LES-74 R	799.90	
39	LES-73 R	782.69	
33	LES-11 R	782.66	
20	LES-93 R	768.24	
11	LES-88 R	759.47	
40	LES-86 R	743.77	
5	LES-40 R	743.31	
23	LES-65 R	741.13	
35	LES-91 R	734.64	
45	LES-6 R	728.59	
49	LES-82 R	718.06	
6	LES-66 R	713.43	
48	LES-87 R	704.62	
28	LES-15 R	704.35	
16	LES-68 R	699.35	
24	LES-70 R	698.97	
41	RB-2000 (1)	698.12	
38	LES-75 R	695.29	
27	LES-89 R	678.15	
19	LES-69 R	663.92	
7	LES-9 R	631.23	
29	LES-14 R	619.21	
3	LES-85 R	597.73	
12	PIONEER 8311 (1)	586.17	
34	LES-94 R	581.97	
13	LES-62 R	530.87	
8	LES-59 R	525.09	
31	RB-3030 (1)	501.48	
32	LES-61 R	483.12	
44	LES-80 R	445.42	
14	LES-90 R	437.28	
18	LES-92 R	419.09	
42	LES-8 B	353.07	
26	LES-72 R	339.74	

VALOR TUKEY
0.01 = 735.60

(1 Híbrido comercial

CUADRO 2A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Río Bravo, Tamps. Experimento II, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})	
31	LES-3 R	1497.46	a
41	LES-34 R	1342.20	b
37	LES-52 R	1196.68	c
16	LES-36 R	1139.01	d
22	RB-2000 (1)	1097.72	e
12	LES-22 R	1096.32	
28	LES-47 R	1072.80	
46	LES-21 R	1040.42	
29	LES-23 R	1015.26	
30	LES-29 R	951.79	
11	LES-11 R	938.99	
9	LES-44 R	914.65	
19	LES-42 R	900.92	
35	LES-13 R	889.66	
42	LES-17 R	882.55	
14	LES-5 R	875.11	
39	LES-39 R	870.86	
25	LES-12 R	857.62	
7	LES-46 R	847.77	
48	LES-58 R	844.41	
1	LES-43 R	844.35	
44	LES-26 R	837.23	
32	LES-37 R	834.22	
5	LES-38 R	828.36	
15	LES-27 R	823.30	
34	LES-56 R	798.75	
10	LES-8 R	795.81	
4	LES-2 R	772.90	
45	LES-24 R	747.87	
36	PIONEER 8311 (1)	741.42	
26	LES-16 R	732.47	
6	LES-53 R	708.82	
3	LES-19 R	673.12	
40	LES-60 R	658.48	
8	LES-20 R	655.40	
13	LES-54 R	648.54	
20	LES-35 R	647.69	
23	LES-25 R	599.20	
18	LES-45 R	598.70	
21	LES-7 R	587.46	
33	LES-28 R	583.32	
27	LES-48 R	568.64	
24	LES-41 R	560.72	
47	RB-3030 (1)	529.43	
43	LES-33 R	478.03	
38	LES-63 R	477.24	
2	LES-57	398.48	
15	LES-27 R	395.82	
49	LES-4 R	--	

VALOR TUKEY
0.01 = 713.21

(1 Híbrido Comercial

CUADRO 3A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Marín, N.L. Experimento I, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})	
27	LES-22 R	2098.85	a
25	LES-42 R	1772.64	b
28	LES-34 R	1741.58	c
34	RB-2000 (1)	1716.14	d
20	LES-24 R	1589.58	e
46	LES-33 R	1579.61	f
11	LES-38 R	1578.51	g
24	PIONEER 8311 (1)	1533.41	
44	LES-8 R	1505.48	
32	LES-35 R	1476.78	
7	LES-48 R	1475.57	
26	LES-26 R	1467.91	
40	LES-53 R	1464.77	
15	LES-31 R	1458.14	
39	LES-10 R	1358.48	
42	LES-12 R	1343.65	
8	LES-57 R	1321.54	
43	LES-25 R	1294.84	
35	LES-44 R	1293.38	
33	LES-52 R	1211.88	
29	LES-7 R	1187.08	
31	LES-41 R	1183.18	
37	LES-23 R	1138.81	
12	LES-29 R	1116.95	
23	LES-46 R	1078.61	
41	LES-37 R	1048.04	
6	RS-3030 (1)	1009.98	
47	LES-60 R	979.67	
22	LES-39 R	979.10	
4	LES-2 R	972.10	
13	LES-43 R	958.27	
14	LES-27 R	946.97	
17	LES-28 R	916.28	
3	LES-13 R	909.08	
45	LES-56 R	903.15	
10	LES-21 R	869.34	
21	LES-45 R	863.14	
16	LES-36 R	850.88	
18	LES-4 R	842.48	
5	LES-17 R	815.11	
30	LES-16 R	809.11	
36	LES-5 R	794.08	
38	LES-54 R	771.71	
1	LES-19 R	726.53	
9	LES-3 R	637.18	
19	LES-47 R	468.51	
2	LES-20 R	465.97	
48	LES-63 R	- --	
49	LES-58 R	- --	

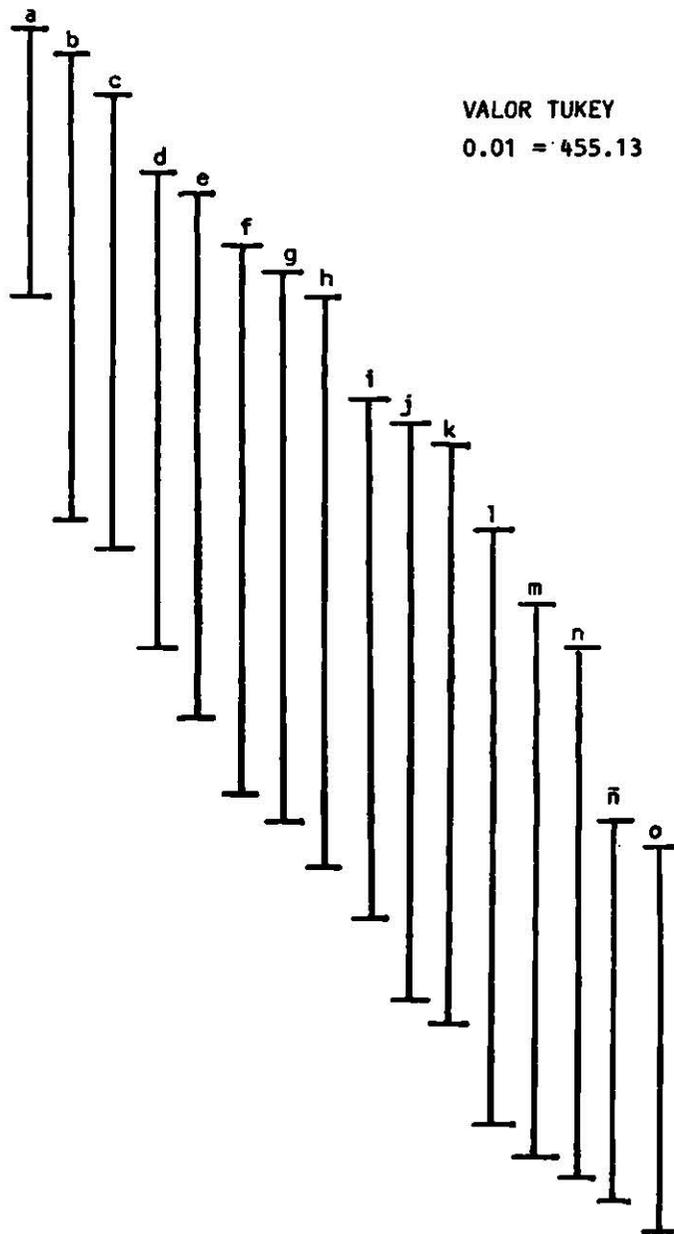
VALOR TUKEY
0.01 = 800.04

(1 Híbrido comercial

CUADRO 4A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum --bicolor* (L) Moench). Marín, N.L. Experimento II, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})
14	LES-87 R	1753.09
37	RB-2000	1528.07
22	LES-85 R	1507.64
32	LES-92 R	1490.03
19	LES-77 R	1487.29
48	LES-80 R	1474.89
38	LES-65 R	1463.58
39	LES-68 R	1415.90
20	PIONEER 8311 (1)	1409.66
21	LES-51 R	1369.65
24	LES-72 R	1361.86
45	LES-11 R	1256.22
2	LES-78 R	1251.56
36	LES-82 R	1248.51
10	LES-91 R	1231.87
16	LES-62 R	1173.28
7	LES-90 R	1139.90
46	LES-61 R	1119.09
28	LES-83 R	1115.06
6	LES-55 R	1102.56
31	LES-69 R	1040.27
34	LES-88 R	1027.56
41	LES-32 R	1019.60
12	LES-64 R	1013.53
17	LES-30 R	1013.40
35	LES-49 R	978.05
40	LES-8 B	975.35
25	LES-59 R	966.62
4	LES-18 R	937.50
33	LES-1 R	932.30
9	LES-14 R	923.62
27	LES-71 R	914.69
23	RB-3030	874.12
42	LES-74 R	826.12
8	LES-67 R	751.16
44	LES-75 R	747.08
29	LES-6 R	695.80
26	LES-79 R	690.70
13	LES-70 R	686.57
47	LES-76 R	667.35
5	LES-93 R	637.45
1	LES-66 R	636.64
15	LES-94 R	609.60
43	LES-9 R	609.55
3	LES-15 R	559.80
11	LES-86 R	543.27
30	LES-73 R	426.05
18	LES-89 R	409.41
49	LES-40 R	-

VALOR TUKEY
0.01 = 455.13



(1 Híbrido comercial

CUADRO 5A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Río Bravo, Tamps. Experimento I, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})	
22	LES-30 R	1261.58	
10	LES-67 R	1087.80	
1	LES-18 R	1085.88	
47	LES-76 R	1045.99	
2	LES-79 R	1039.86	
43	LES-7 R	986.39	
36	LES-55 R	908.68	
15	LES-64 R	899.18	
37	LES-49 R	830.50	
17	LES-1 R	829.41	
25	LES-83 R	826.43	
46	LES-77 R	805.68	
30	LES-32 R	800.98	
21	LES-71 R	800.70	
9	LES-78 R	800.62	
4	LES-74 R	799.90	
39	LES-73 R	782.69	
33	LES-11 R	782.66	
20	LES-93 R	768.24	
11	LES-88 R	759.47	
40	LES-86 R	743.77	
5	LES-40 R	743.31	
23	LES-65 R	741.13	
35	LES-91 R	734.64	
45	LES-6 B	728.59	
49	LES-82 R	718.06	
6	LES-66 R	713.43	
48	LES-87 R	704.62	
28	LES-15 R	704.35	
16	LES-68 R	698.35	
24	LES-70 R	698.97	
41	RB-2000 (1)	698.12	
38	LES-75 R	695.29	
27	LES-89 R	678.15	
19	LES-69 R	663.92	
7	LES-9 R	631.23	
29	LES-14 R	619.21	
3	LES-85 R	597.73	
12	PIONEER 8311 (1)	586.17	
34	LES-94 R	581.97	
13	LES-62 R	530.87	
8	LES-59	525.09	
31	RB-3030 (1)	501.48	
32	LES-61 R	483.12	
44	LES-80 R	445.42	
14	LES-90 R	437.28	
18	LES-92 B	419.09	
42	LES-8 R	353.07	
26	LES-72 R	339.74	

VALOR TUKEY
0.05 = 656.56

(1) Híbrido comercial

CUADRO 6A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Río Bravo, Tamps. Experimento II, primavera de 1983.

Tratamientos Descripción Medias (\bar{X})		
31	LES- 3 R	1497.46
41	LES-34 R	1342.20
37	LES-52 R	1196.68
16	LES-36 R	1139.01
22	RB-2000 (1)	1097.72
12	LES-22 R	1096.32
28	LES-47 R	1072.80
46	LES-21 R	1040.42
29	LES-23 R	1015.26
30	LES-29 R	951.79
11	LES-11 R	938.99
9	LES-44 R	914.65
19	LES-42 R	900.92
35	LES-13 R	889.66
42	LES-17 R	882.55
14	LES- 5 R	875.11
39	LES-39 R	870.86
25	LES-12 R	857.62
7	LES-46 R	847.77
48	LES-58 R	844.41
1	LES-43 R	844.35
44	LES-26 R	837.23
32	LES-37 R	834.22
5	LES-38 R	828.36
15	LES-27 R	823.30
34	LES-56 R	798.75
10	LES- 8 R	795.81
4	LES- 2 R	772.90
45	LES-24 R	747.87
36	PIONEER 8311 (1)	741.42
26	LES-16 R	732.47
6	LES-53 R	708.82
3	LES-19 R	673.12
40	LES-60 R	658.48
8	LES-20 R	655.40
13	LES-54 R	648.54
20	LES-35 R	647.69
23	LES-25 R	599.20
18	LES-45 R	598.70
21	LES- 7 R	587.46
33	LES-28 R	583.32
27	LES-48 R	568.64
24	LES-41 R	560.72
47	RB-3030 (1)	529.43
43	LES-33 R	478.03
38	LES-63 R	477.24
2	LES-57 R	398.48
15	LES-27 R	395.82
49	LES- 4 R	- -

VALOR TUKEY
0.05 = 636.37

(1 Híbrido comercial

CUADRO 7A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Marín, N.L. Experimento I, primavera de 1983.

Tratamientos	Descripción	Medias (\bar{X})	
27	LES-22 R	2098.85	a
25	LES-42 R	1772.64	b
28	LES-34 R	1741.58	c
34	RB-2000 (1)	1716.14	d
20	LES-24 R	1598.58	e
46	LES-33 R	1579.61	f
11	LES-38 R	1578.51	g
24	PIONEER 8311 (1)	1533.41	h
44	LES- 8 R	1505.48	i
32	LES-35 R	1476.78	
7	LES-48 R	1475.57	
26	LES-26 R	1467.91	
40	LES-53 R	1464.77	
15	LES-31 R	1458.14	
39	LES-10 R	1358.48	j
42	LES-12 R	1343.65	k
8	LES-57 R	1321.54	
43	LES-25 R	1294.84	
35	LES-44 R	1293.38	
33	LES-52 R	1211.88	
29	LES- 7 R	1187.08	
31	LES-41 R	1183.18	
37	LES-23 R	1138.81	
12	LES-29 R	1116.95	
23	LES-46 R	1078.61	
41	LES-37 R	1048.04	
6	RB-3030 (1)	1009.98	
47	LES-60 R	979.67	
22	LES-39 R	979.10	
4	LES- 2 R	972.10	
13	LES-43 R	958.27	
14	LES-27 R	946.97	
17	LES-28 R	916.28	
3	LES-13 R	909.08	
45	LES-56 R	903.15	
10	LES-21 R	869.34	
21	LES-45 R	863.14	
16	LES-36 R	850.88	
18	LES- 4 R	842.48	
5	LES-17 R	815.11	
30	LES-16 R	809.11	
36	LES- 5 R	794.08	
38	LES-54 R	771.71	
1	LES-19 R	726.53	
9	LES- 3 R	637.18	
19	LES-47 R	468.51	
2	LES-20 R	465.97	
48	LES-63 R	- --	
49	LES-58 R	- --	

VALOR TUKEY
0.01 = 712.54

(1 Híbrido comercial

CUADRO 8A. Comparación de medias (Tukey) para la variable: rendimiento de campo (g por parcela útil). Evaluación de Líneas Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Marín, N.L. Experimento II, primavera de 1983.

Tratamientos Descripción Medias (\bar{X})			
14	LES-87 R	1753.09	a
37	RB-2000 (1)	1528.07	b
22	LES-85 R	1507.64	c
32	LES-92 R	1490.03	d
19	LES-77 R	1487.29	e
48	LES-80 R	1474.89	f
38	LES-65 R	1463.58	g
39	LES-68 R	1415.90	h
20	PIONEER 8311 (1)	1409.66	i
21	LES-51 R	1369.85	j
24	LES-72 R	1361.86	k
45	LES-11 R	1256.22	l
2	LES-78 R	1251.56	m
36	LES-82 R	1248.51	n
10	LES-91 R	1231.87	o
16	LES-62 R	1173.28	p
7	LES-90 R	1139.90	q
46	LES-61 R	1119.09	r
28	LES-83 R	1115.06	s
6	LES-55 R	1102.56	t
31	LES-69 R	1040.27	u
34	LES-88 R	1027.56	v
41	LES-32 R	1019.00	w
12	LES-64 R	1013.53	x
17	LES-30 R	1013.40	y
35	LES-49 R	978.05	z
40	LES- 8 R	975.36	aa
25	LES-59 R	966.62	ab
4	LES-18 R	937.50	ac
33	LES- 1 R	932.30	ad
9	LES-14 R	923.62	ae
27	LES-71 R	914.69	af
23	RB-3030 (1)	874.12	ag
42	LES-74 R	828.12	ah
8	LES-67 R	751.16	ai
44	LES-75 R	747.08	aj
29	LES- 6 R	695.80	ak
26	LES-79 R	690.70	al
13	LES-70 R	686.57	am
47	LES-76 R	667.35	an
5	LES-93 R	637.45	ao
1	LES-66 R	636.64	ap
15	LES-94 R	609.60	aq
43	LES- 9 R	609.55	ar
3	LES-15 R	559.80	as
11	LES-86 R	543.27	at
30	LES-73 R	426.05	au
18	LES-89 R	409.41	av
49	LES-40 R	- -	aw

VALOR TUKEY
0.05 = 404.13

(1 Híbrido comercial)

