



ESCUELA DE AGRICULTURA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



**EFEECTO DE LOS MOHOS DEL GRANO SOBRE
ALGUNOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO,
CALIDAD Y VIABILIDAD DEL SORGO
(*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A
GUSTAVO ROSAS VERDIN

GUADALAJARA JAL. 1982

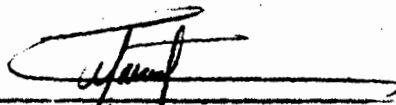
Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 18 de Octubre 1982

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

Habiendo sido revisada la Tesis del
PASANTE GUSTAVO ROSAS VERDIN
Titulada: " EFECTO DE LOS MOHOS DEL GRANO SOBRE LOS COMPONENTES DE
RENDIMIENTO, CALIDAD Y GERMINACION DEL SORGO (Sorghum bicolor (L)
Moench)" "

Damos nuestra aprobación para la --
Impresión de la misma

DIRECTOR



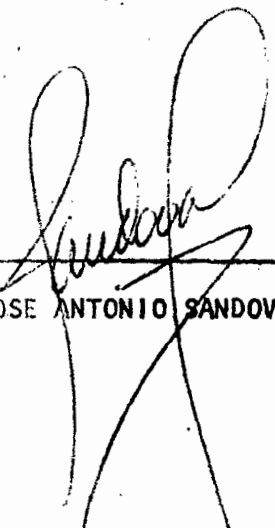
DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO

ASESOR

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA
eml.



ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A la Universidad de Guadalajara, en especial a su Escuela de Agricultura, por la educación recibida.

Al Dr. Alberto Betancourt Vallejo por las valiosas sugerencias, revisión y complementación del trabajo.

A los Ings. Antonio Sandoval Madrigal y Salvador Mena Munguía, por su asesoría en el trabajo.

Al Ing. Juan A. Quiñones Félix, por su desinteresada cooperación y apoyo en la realización del trabajo.

Al personal de campo del Programa de Maíz y Sorgo del Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla", por su intervención directa en el desarrollo de los trabajos de campo.

DEDICATORIA

A la memoria de un gran hombre; MI PADRE

A mi MADRE con gran admiración

A mis hermanos

Manolo
Carlos
Benjamín
Martha
Luz María y
Rogelio

por su apoyo de siempre

Con amor, a mi esposa Gloria Luz, por su gran dedicación e impulso
y a mi hija Ivette con un cariño creciente

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Relación de Cuadros y Figuras	v
I Introducción	1
II Revisión de Literatura	3
2.1 Historia	3
2.2 Mohos comunes	4
2.3 Síntomas	6
2.4 Importancia económica	8
2.4.1 Pérdidas en calidad	8
2.4.2 Valor nutricional	9
2.4.3 Pérdidas en rendimiento	10
2.4.4 Pérdidas de viabilidad en la semilla	11
2.5 Componentes de rendimiento	12
2.6 Control químico	14
2.7 Taninos y polifenoles	14
III Materiales y Métodos	16
3.1 Clima y localización	16
3.2 Material genético	16
3.3 Métodos	18
3.3.1 Datos agronómicos	18
3.4 Conducción del experimento	18
3.4.1 Diseño experimental	18
3.4.2 Labores culturales	19
3.4.3 Caracteres observados	20
3.5 Análisis de taninos	22
3.6 Análisis de polifenoles	23
3.7 Análisis de los datos	23
IV Resultados	26
4.1 Número de granos	26
4.1.1 Número de granos sanos	27
4.1.2 Número de granos dañados	28

	Pág.
4.1.2.1 Granos dañados por <u>Curvularia</u>	29
4.1.2.2 Granos dañados por <u>Fusarium</u>	30
4.1.2.3 Granos dañados por <u>Penicillium</u>	31
4.2 Peso de granos	32
4.2.1 Peso de 100 granos sanos	33
4.2.2 Peso de granos dañados	34
4.3 Longitud de panoja	36
4.4 Calidad del grano	37
4.5 Viabilidad del grano	38
4.6 Taninos y polifenoles	39
4.7 Rendimiento	40
V Discusión	41
5.1 Número de granos	41
5.1.1 Número de granos sanos	41
5.1.2 Número de granos dañados	42
5.2 Peso de granos	44
5.2.1 Peso de 100 granos sanos	44
5.2.2 Peso de 100 granos dañados	46
5.3 Longitud de panoja	46
5.4 Calidad del grano	47
5.5 Viabilidad del grano	50
5.6 Taninos y polifenoles	51
5.7 Rendimiento	52
VI Conclusiones	54
VII Bibliografía	56
VIII Apéndice	60

RELACION DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		Pág.
1	Características agronómicas y porcentaje de incidencia de mohos en 6 híbridos de sorgo	17
2	Híbrido y niveles de aplicación del fungicida Benlate 50 W	18
3	Principales plagas presentadas y su control	20
4	Normas de calidad de sorgo para grano en Nayarit	22
5	Número total de granos por panoja en 6 híbridos de sorgo	27
6	Número de granos sanos por panoja y % de granos sanos en los híbridos probados	28
7	Número de granos por panoja, infectados por <u>Curvularia</u> sp	29
8	Número de granos por panoja, infectados por <u>Fusarium</u> sp	30
9	Número de granos por panoja, infectados por <u>Penicillium</u> sp	31
10	Peso total de granos por panoja	32
11	Peso de 100 granos sanos de 6 híbridos de sorgo	33
12	Peso de 100 granos dañados por <u>Curvularia</u> sp en 6 híbridos de sorgo	34
13	Peso de 100 granos dañados por <u>Fusarium</u> sp y <u>Penicillium</u> sp en 6 híbridos de sorgo	35

CUADRO		Pág.
14	Longitud de panoja en 6 híbridos de sorgo .	36
15	Porcentaje de granos dañados por diferentes géneros de mohos en 6 híbridos de sorgo ..	37
16	Porcentaje de germinación en granos atacados por diferentes géneros de mohos en 6 híbridos de sorgo	38
17	Análisis de taninos y polifenoles en 6 híbridos de sorgo	39
18	Rendimiento de grano en 6 híbridos de sorgo	40
19	Relación peso grano sano-dañado por los diferentes géneros de hongos presentados en la panoja	45
20	Volúmen en kg/ha de granos dañados por mohos de la panoja en 6 híbridos de sorgo	49
21	Reducción de peso en kg/ha por efecto de los mohos del grano en 6 híbridos de sorgo	53
22	Correlaciones de las variables observadas en el estudio	61
23	Resultados generales con y sin aplicación de fungicida	62
24	Cuadro de Análisis de Varianza para número total de granos	63
25	Cuadro de Análisis de Varianza para número de granos sanos por panoja	63
26	Cuadro de Análisis de Varianza para número de granos infectados por <u>Curvularia</u>	68
27	Cuadro de Análisis de Varianza para número de granos infectados por <u>Fusarium</u>	68

CUADRO		Pág.
28	Cuadro de Análisis de Varianza para número de granos infectados por <u>Penicillium</u>	69
29	Cuadro de Análisis de Varianza para rendimiento por planta	69
30	Cuadro de Análisis de Varianza para peso de 100 granos sanos	70
31	Cuadro de Análisis de Varianza para peso de 100 granos infectados por <u>Curvularia</u>	70
32	Cuadro de Análisis de Varianza para peso de 100 granos infectados por <u>Fusarium</u>	71
33	Cuadro de Análisis de Varianza para peso de 100 granos infectados por <u>Penicillium</u>	71
34	Cuadro de Análisis de Varianza para longitud de panoja	72
35	Cuadro de Análisis de Varianza para la variable rendimiento	72

I. INTRODUCCION

En la producción agrícola se considera que las enfermedades de las plantas, junto con las malezas y los insectos, son riesgos naturales. El temor a las enfermedades se origina en las epidemias que causan pobreza, hambre y malestar. (Edmunds et al).

La economía de la producción así como los problemas alimentarios mundiales, han hecho comprender la necesidad de un cálculo general de las cosechas.

"El problema de la evaluación de pérdidas por enfermedades vegetales y sus efectos sobre la producción agrícola, es de importancia primordial en todo el mundo, pues solo mediante dicha evaluación se pueden desarrollar y aplicar medidas racionales de control " (Vallega y Chiarappa. 1964). Al mismo tiempo, son esenciales los conocimientos oportunos y prácticos sobre dichas pérdidas para guiar las actividades de investigación, informativas e industriales dirigidas a contrarrestarlas (Le Clerg. 1964).

La zona costera del estado de Nayarit, tiene en las enfermedades, uno de los principales problemas que afectan al cultivo del sorgo. Entre los que se han detectado e identificado se encuentran el tizón de la hoja (Helminthosporium sp), roya (Puccinia purpúrea), mildiú (Peronosclerospora sorghi), mancha angular (Cercospora sorghi), mancha zonada (Gloeocercospora sorghi), pudrición roja

(Colletotrichum graminicola), virosis y los mohos del grano (Curvularia sp. , Fusarium sp. , y Penicillium sp). Estos últimos se presentan en incidencias altas, principalmente durante el ciclo primavera-verano, donde las lluvias prolongadas, la alta humedad relativa, temperatura elevada y periodos alternantes de humedad y sequía, favorecen la deterioración antes y después de la madurez fisiológica del grano. Por lo anterior, los mohos del grano, se han convertido en una enfermedad importante, porque reducen la aceptabilidad del grano, teniendo los diversos géneros de mohos, diferente efecto sobre el rendimiento, calidad y viabilidad del grano de sorgo. La prueba de esta hipótesis o la búsqueda de evidencias en el mismo sentido, plantean el objetivo del presente trabajo; cuantificar el efecto de los mohos del grano, que se presentan en condiciones naturales en la costa de Nayarit, sobre los principales componentes de rendimiento, calidad y viabilidad del grano de sorgo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Historia

En 1962, en su texto sobre enfermedades de sorgo, Tarr ^{a/} expresa que los mohos de la panoja, pueden ser comparativamente de menor importancia, aunque la información sobre ellas es escasa.

Quince años después, en la mesa de trabajo llevada a cabo en Hyderabad, India en 1977, los mejoradores de sorgo y patólogos de Africa, Asia y las Américas, reconocieron a los mohos del grano como una de las enfermedades problema más importantes, para la investigación en el mejoramiento del sorgo. (Williams y Rao, 1978).

En 1975, Schroeder y Hein ^{a/} se refirieron en sus trabajos al tizón de la panoja, pero por sus descripciones, parece ser que estuvieron trabajando con mohos.

Recíprocamente en 1971, Gray et al (citado por Williams y Rao) en su discusión de pérdidas debidas al moho de la panoja, describen síntomas que concuerdan con lo que se conoce como tizón de la panoja.

Glueck ^{a/} et al, en 1977, sugieren que el término "Deterioración de campo", es más apropiado para describir el complejo síndrome del moho.

^{a/} citado por Williams y Rao, 1978.

Más tarde, los fitopatólogos se reunieron y acordaron denominar a esta enfermedad "mohos del grano", nombre que prevalece en la actualidad.

2.2 Mohos comunes

El sorgo para grano Sorghum bicolor (L.) Moench, principal hospedero de los hongos causantes del moho de grano, pertenece a la tribu de las Andropogoneas, de la subfamilia Panicoideas, de la familia Gramineae.

En 1969 y 1970, se colectaron 31 muestras de sorgo, en el mercado, de lugares situados en diferentes zonas ecológicas, en Nigeria, por el Instituto de Patología de Semillas de Dinamarca, encontrándose los géneros Phoma, Fusarium y Curvularia en el grano.

Más tarde, con la asistencia del Instituto de Micología de Inglaterra, fueron aisladas 17 especies de hongos pertenecientes a 11 géneros, al trabajar con granos enmohecidos, colectadas del campo. Los géneros más frecuentes fueron: Fusarium, Curvularia, Phoma y Trichothecium. (Rao y Williams, 1978).

De la semilla de sorgo, se han detectado los siguientes géneros de hongos:

<u>Acrothecium</u>	<u>Chaetopsis</u>	<u>Cunninghamella</u>
<u>Alternaria</u>	<u>Cladosporium</u>	<u>Curvularia</u>
<u>Aspergillus</u>	<u>Gladotrichum</u>	<u>Cylindrocarpon</u>
<u>Bipolaris</u>	<u>Cochliobolus</u>	<u>Drechslera</u>
<u>Chaetomium</u>	<u>Colletotrichum</u>	<u>Fusarium</u>

<u>Gloecercospora</u>	<u>Gonatobotrytis</u>	<u>Helicosporae</u>
<u>Helminthosporium</u>	<u>Mucor</u>	<u>Nigrospora</u>
<u>Olpitrichum</u>	<u>Pellicularia</u>	<u>Penicillium</u>
<u>Phoma</u>	<u>Pestalotia</u>	<u>Pycnidium</u>
<u>Ramularia</u>	<u>Rhizopus</u>	<u>Sordaria</u>
<u>Thielavia</u>	<u>Trichothecium</u>	

León y Sánchez (1977), reportaron que durante el verano de 1976, Curvularia lunata (Walker Boedjin), fue observada atacando 90 híbridos y variedades de sorgo para grano en la región centro y sur del estado de Sinaloa, México.

Christensen et al (1977), reportan a los géneros Alternaria, Gradosporium, Fusarium y Helminthosporium, como dañinos en el grano de trigo.

De éstos, se puede decir que los más frecuentemente encontrados y los más perjudiciales fueron Fusarium, Curvularia, Alternaria, Aspergillus y Phoma ^{a/}.

Castor y Frederiksen (1978), reportan que en Texas, el sorgo ha sido atacado severamente, por los hongos Fusarium y Curvularia principalmente, siendo el Fusarium el más importante por los daños que causa.

^{a/} Williams y Rao, 1978.

Williams et al (1978), aislaron en sorgo y mijo varios géneros de panojas cubiertas de hongos, siendo los más frecuentes Fusarium y Curvularia. Las especies más comunes de Fusarium son el F. Semitectum y F. Moniliforme.

De León (1978), reporta que en maíz, se presentan los siguientes géneros de hongos afectando al grano: Aspergillus, Cladosporium, Nigrospora y Penicillium.

Quiñones (1980), reporta a los géneros Curvularia y Fusarium en los sorgos cultivados en la costa de Nayarit.

2.3 Síntomas

Los hongos son organismos desprovistos de clorofila que se reproducen por esporas sexuales y asexuales, la mayoría son filamentosos. El filamento se conoce como hifa y su diámetro puede variar de 0.5 a 100 micras; colectivamente forman el micelio que puede ser aseptado o septado, pigmentado o incoloro.

Existen más de 8 000 especies de hongos patógenos a las plantas, entre los que se encuentran hongos parásitos y hongos saprófitos. Las esporas de los hongos al germinar bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, producen filamentos que penetran al hospedero directamente por la epidermis o a través de heridas o aberturas naturales.

Los síntomas que se observan son el resultado de la infección de campo del grano en desarrollo por los hongos parasíticos, éstos

síntomas dependen del hongo u hongos, de la época y la severidad de la infección.

Existen evidencias que el grano que no muestra síntomas externos puede estar infectado por los mohos del grano (Williams y Rao, 1978).

Los síntomas iniciales aparecen con el crecimiento de un micelio blanco o gris sobre el raquis, glumas y anteras. Los granos se tornan descoloridos, y cuando maduran fisiológicamente, se observan coloraciones oscuras cuando predomina el ataque de Curvularia sp y rosa cuando la infección es causada por Fusarium sp, blanco nieve cuando prevalece Ospitrichum sp, y gris para Alternaria sp o Drechslera sp. Los cuerpos fructíferos de Phoma sp y Colletotrichum sp, aparecen como pequeños puntos negros realzados. Los granos se veramente enmohecidos, son generalmente más claros que los granos limpios, y se desintegran, cuando son presionados entre el dedo pulgar y el índice.

La alternancia de humedad y sequía, aunada a la infección de los hongos del moho, causan la deterioración del grano. Es difícil distinguir la deterioración causada directamente por hongos (Rao y Williams, 1978).

León (1978), menciona que, el patógeno Curvularia lunata Walker Boedjin, ataca la testa del grano de sorgo, en la maduración donde forma una densa masa de conidióforos y conidias que hacen que el grano quede fuertemente adherido, lo que dificulta su desgrane.

En maíz, los primeros síntomas aparecen como pequeñas lesiones de color paja de 1 a 2 mm de longitud rodeadas por un halo de color rojizo y generalmente limitadas por las venas. Las lesiones se llegan a unir y forman áreas necróticas de uno a varios centímetros de longitud.

2.4 Importancia económica

La importancia de los mohos del grano, en el sorgo, se puede evaluar, basándose en los daños que causa en las cosechas del grano.

2.4.1 Pérdidas en calidad

Este aspecto es de importancia, considerando al grano de sorgo que se produce para consumo humano directo. El moho, decolora el grano reduciendo su aceptabilidad y así su valor.

Betancourt (1982) ^{a/}, indica que una misma variedad o híbrido de sorgo produce tortillas de diferente grado de aceptabilidad (color) dependiendo de los daños por moho. El mismo autor señala que es importante producir sorgos para consumo humano directo en áreas donde no existan problemas de intemperismo o mohos en la época de la cosecha.

Williams y Rao (1978). En estudios conducidos en aldeas de India Central, se encontró que el precio de la mayoría del grano enmohecido fue 20% menor que el del grano limpio.

^{a/} Comunicación personal

Además, el moho provoca un color indeseable cuando se procesan los granos dañados o infectados por los patógenos, siendo el producto de mala calidad para la elaboración de alimentos (Anónimo, 1978).

2.4.2 Valor nutricional

Glueck et al (1977) ^{b/}, reportaron que la deterioración del grano del sorgo, resulta de cambios físicos, fisiológicos y químicos, Estos autores establecen que el grano atacado, tiene un manchado considerable sobre la superficie, resultante de la degradación enzimática y que la matriz de proteína es debilitada y parcialmente hidrolizada. Sin embargo, aseguran que la composición química del sorgo deteriorado, no es muy diferente a la del sorgo no dañado, y que la digestibilidad del grano afectado es ligeramente mayor. Por lo general, en los granos dañados, el contenido de carbohidratos solubles se reduce, por que son utilizados para proveer energía para el crecimiento y desarrollo de los hongos. Las proteínas son hidrolizadas y parcialmente utilizadas en la síntesis de proteínas del hongo.

Otro aspecto importante lo constituyen las micotoxinas, que son sustancias químicas producidas por los hongos y que pueden resultar tóxicas para animales y algunas veces para humanos. Entre los géneros que producen sustancias tóxicas se encuentran Aspergillus, Fusarium, Penicillium y Stachybotrys.

^{b/} Citados por Williams y Rao, 1978.

2.4.3 Pérdidas en rendimiento

Bhatnagar (1971) ^{a/}, reportó una marcada reducción en peso y tamaño del grano al hacer inoculación artificial con Curvularia lunata, pero no reportó cantidades.

Gray et al (1971), (Citados por Williams y Rao), reportaron que en cultivares susceptibles, en los que se esperaba un rendimiento de 100 bu/acre, solamente rindieron 30 bu/acre.

Glueck y Rooney ^{a/}, reportaron en 1976 una variabilidad en peso de 1 000 gramos desde 19.3 a 33.5 gr y en los pesos de sus pruebas desde 47.3-62.2 lb/bu, bajo condiciones de deterioración físico-química, en College Station, Texas.

Castor ^{a/}, en 1977 reportó pérdidas significantes por mohos del grano en 1974 y 1976.

Williams y Rao, 1978. Señalan que aunque no se han reportado datos definitivos en cuanto a la reducción del rendimiento, debido a los mohos, observaciones de investigadores de todas partes del mundo, sugieren que estas pérdidas son significativas. Además se tiene la experiencia de que las variedades altamente susceptibles, pueden alcanzar hasta 100% de pérdidas de grano.

Quiñones (1980). Reporta pérdidas hasta de un 70% en la producción de sorgo, causada por mohos del grano en la costa de Nayarit.

^{a/} Citado por Williams y Rao, 1978.

2.4.4 Pérdidas de viabilidad en la semilla

Arif y Ahmed, 1969 ^{a/}. Encontraron que todos los hongos aislados de granos de sorgo, redujeron la germinación y que Fusarium fue el más inhibidor seguido por Aspergillus, Penicillium y Helminthosporium.

Narasimhan y Rangaswamy, 1977 (Citados por Williams y Rao), observaron que la viabilidad fue reducida hasta un 40-80% cuando se inocularon semillas sanas.

Tripathi ^{a/}, en 1974, obtuvo 56% de germinación con grano enmohecido, mientras que el grano aparentemente limpio del mismo cultivar, presentó un 76%.

Castor ^{a/}, en 1977, reporta 95 y 77% de germinación de grano cosechado rociado con agua y panojas inoculadas con Fusarium respectivamente.

Denis y Girard (Citados por Williams y Rao), consideraron la pérdida de viabilidad como una parte muy importante de el síndrome, mohos del grano, por lo que recomendaron una prueba de germinación como parte de la evaluación estandar, para la identificación de resistencia a los mohos.

Los reportes anteriores parecen indicar que Fusarium es el patógeno más dañino en el aspecto de reducción de viabilidad de la semilla.

^{a/} Citados por Williams y Rao, 1978.

2.5 Componentes de rendimiento

Brinkman y Frey, 1977. Opinaron que un componente del trigo y la cebada, o tal vez dos, puedan determinar la capacidad para altos rendimientos; los componentes que pueden aparecer como determinantes o pueden combinarse, son número de tallos por planta, número de semillas por inflorescencia, peso por semilla, etc..

Fore y Woodworth, 1933. Stephens 1942. Encontraron que el amacollamiento en avena no tiene efecto apreciable en el rendimiento, pero el peso de grano y el número de espiguillas por panoja son componentes importantes.

Stoskopf y Reinbergs, 1966. Notaron que la avena sembrada a densidades normales desarrolla solo un tallo productivo por planta; concluyeron que el número de granos por panoja es un componente del rendimiento importante.

Brinkman y Frey, 1977, encontraron que el rendimiento de grano en avena, se debió al aumento en la producción de macollos en algunas líneas. Otros genotipos debieron su mayor productividad, a más espiguillas por panoja y a más peso por semilla. En el análisis conjunto, fue claro que ningún componente aislado, incrementó la producción en forma consistente. El orden de importancia de tales componentes, resultó ser panojas por planta, semillas por panoja y peso por semilla.

Eastin, 1972, consideró que el mejoramiento del rendimiento del sorgo en el pasado se consiguió principalmente por aumentos en

el número de semillas. Señaló que la etapa de iniciación floral a antesis, es crítica, porque en ella se define el número potencial de granos; en su opinión, este carácter es el componente del rendimiento más importante en sorgo.

Kambal y Webster, 1966, observaron que los híbridos de sorgo produjeron 20% más rendimiento que la media de los progenitores. Esta heterosis, se debió a más semillas por panoja y en menor grado a aumentos en el peso de semillas. El amacollamiento, no contribuyó a la heterosis del rendimiento de grano, aunque Quinby et al, 1958, notaron que los híbridos ahijan un poco más que los progenitores. Kambal y Webster, correlacionaron el número de semillas por panoja, número de panojas por planta y peso de semillas con el rendimiento; solo la primera correlación fue significativa.

Martin (Citado por Kambal y Webster, 1966), informó que en milo y kafir el rendimiento está altamente correlacionado con el número de panojas y en menor grado con el peso de panoja, que depende del número y peso de semillas; ésta opinión difiere de la de los autores citados antes, ya que la evidencia de ellos señala que el número de granos por panoja es el componente más importante.

Betancourt, 1981 ^{a/}. Opina que los componentes de rendimiento más importantes en sorgo son: número de granos por panoja, peso específico del grano y número de espiguillas por panoja, y que el tama-

^{a/} Comunicación personal.

ño del grano esta inversamente correlacionado con el número de granos, así es común encontrar panojas con grano grande pero número reducido de granos y viceversa, por lo que un balance de estos componentes es importante.

2.6 Control químico

Foster y Frederiksen, 1975, trabajaron sobre control de mancha zonada y mohos de la semilla Fusarium y Alternaria, utilizando Benlate 50 W y Dithane M-45 80 W. Donde se observó que Benlate 50 W, presentó buen efecto para el control de mancha zonada y redujo la incidencia de mohos del grano de 32.5 a 22.5 por ciento.

2.7 Taninos y polifenoles

Los taninos son compuestos polifenólicos que se localizan principalmente en la testa del grano y en menor cantidad en el epicarpio y mesocarpio y le imparten un sabor astringente debido a la propiedad que poseen de precipitar a las proteínas, cosa que los distingue del resto de los polifenoles también presentes en el grano de sorgo; esta misma cualidad causa problemas en la digestibilidad del grano, retrasando el crecimiento del animal que lo consume o creando la necesidad de una ración más grande. De igual manera, en las aves a concentraciones de 1 a 2% se presentan deformaciones en las piernas y a concentraciones mayores del 5% hay evidencias de que pueden causarles hasta la muerte.

Burns, en 1963, citó seis métodos de análisis de taninos utilizables en la evaluación de forrajes. Maxon, en 1971 realizó una evaluación de esos métodos y al ver sus fallas, indicó la necesidad de uno o más métodos específicos y aceptables para el análisis de grano de sorgo.

Maxon y Rooney en 1972, modificaron el método de la vainillina-Ac. Clorhídrico de Burns, utilizando HCl al 1% en metanol en lugar de metanol puro y concluyeron que este método es más rápido y brinda un rango más amplio de valores que el del Sulfato Ferroso-Amónico (FAS) que aunque es más lento, tiene menos fuentes de variación.

Price y Butler, en 1977 presentaron un método para estimar visualmente el contenido de taninos del grano de sorgo.

Price et al, 1978, modificaron de nuevo el método MV-HCl haciendo una lectura de absorvancia de la muestra tratada con vainillina y otra sin agregarle vainillina para obtener el dato corregido.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Clima y localización

El presente trabajo fue desarrollado en terrenos ubicados en la localidad de Sauta, municipio de Santiago Ixcuintla durante el ciclo de siembra primavera-verano de 1981.

Esta localidad se considera representativa del agrosistema definido; suelos café rojizos de la costa, en los cuales se siembra una superficie aproximada de 600 ha con sorgo para grano en el ciclo de temporal.

Las características climáticas^{1/} de la región son:

Clima: Calido humedo ^{2/}

Precipitación media anual: 1 394.8 mm

Temperatura media mensual: 16.1°C

Evaporación media mensual: 171 mm

Latitud: 21° 50'

Longitud: 105° 07'

Altitud: 27 msnm

3.2 Material genético

Se utilizaron para el presente estudio, seis híbridos de sorgo, cinco de ellos recomendados por el Campo Agrícola Experimental

^{1/} Normales climatológicas de un periodo de 20 años (1961-1980).
Estación: El Capomal, municipio de Santiago Ixc., Nay.

^{2/} Clasificación de Koppen.

"Santiago Ixcuintla" que son: Inia Olmeca, TE Total, Grower's ML-136, Grower's ML-135, TE-Y-101 e Inia Cora, este último no se recomienda para siembras de temporal en la zona.

Los híbridos fueron seleccionados en base a su reacción a la infección por mohos del grano en un rango de 7 a 100 por ciento de prevalencia.

Algunas características agronómicas y el % de incidencia de mohos en la panoja, observados en 1980, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Algunas características agronómicas y porcentaje de incidencia de mohos en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc. Nay. 1980 P. -V.

Híbrido	Ciclo Veget.	Día a Flor.	Color grano	Tipo Pan.	Incidencia* de mohos %
Inia Olmeca	I	51	AN	A	7.5
TE Total	T	55	AN	S-A	15.0
Grower's ML-136	I	51	RN	S-A	35.0
Grower's ML-135	I	51	RN	A	50.0
TE Y-101	I	51	RN	A	72.5
Inia Cora	P	49	AN	S-A	100.0

I = Intermedio

AN = Anaranjado

A = Abierta

T = Tardío

RN = Rojo Naranja

S-A = Semi-Abierta

P = Precoz

* Calificación visual observada en ciclo primavera-verano 1980.

3.3 Métodos

3.3.1 Datos agronómicos

Los principales datos que se tomaron en el presente estudio fueron: peso de granos sanos y enfermos, número de granos sanos y enfermos, longitud de panoja, viabilidad del grano, calidad del grano, análisis de taninos y polifenoles y rendimiento en kilogramos por hectárea.

3.4 Conducción del experimento

3.4.1 Diseño experimental

Se utilizó un experimento factorial con un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones con los tratamientos que se generaron con las combinaciones posibles entre híbridos y niveles de aplicación de fungicida (0 y 1 kg/ha), como se muestra en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Híbrido y niveles de aplicación del fungicida Benlate 50 W.

No. Trat.	Híbrido	Aplicación de fungicida (kg)
1	TE Total	1
2	TE Total	0
3	TE Y-101	1
4	TE Y-101	0
5	Grower's ML-136	1
6	Grower's ML-136	0
7	Grower's ML-135	1
8	Grower's ML-135	0
9	Inia Cora	1
10	Inia Cora	0
11	Inia Olmeca	1
12	Inia Olmeca	0

La parcela experimental constó de 4 surcos de 6 m de longitud espaciados a 0.7 m, lo cual representa un área de 16.8 m².

3.4.2 Labores culturales

Preparación del terreno. -Se limpió el terreno de los residuos de la cosecha anterior. El barbecho se realizó después de la primera lluvia y enseguida se dió un doble paso de rastra para desmenuzar los terrones.

Siembra. La siembra se efectuó el 27 de julio de 1981, en forma manual, depositándose en el fondo del surco alrededor de 3 gr de semilla por un metro de longitud de surco.

Fertilización. De la dosis de fertilizante (100-30-00), se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del primero en el aporque, llamado regionalmente "arroke", usándose como fuente de nitrógeno el nitrato de amonio (33.5 de N) y el superfosfato de calcio triple (46% de P₂O₅) como fuente de fósforo.

Aclareo. Cuando las plantas tenían una altura de 15-20 cm, se aclareo el cultivo, dejando una planta cada 5 cm, para de esta manera, obtener una densidad de población de 285 700 pl/ha (densidad recomendada para la zona).

Plagas. El Cuadro 3 muestra las principales plagas que se presentaron en el cultivo.

CUADRO 3. Principales plagas presentadas y su control.

Plaga	Epoca de aparición	Control
Pájaros	Inicio de madurez del grano a la cosecha	Vigilancia del cultivo
Mosquita del sorgo <u>Cantarinia sorghicola</u> (Coquillet)	Inicio a término de floración	Aplicación c/4 días de Diazinón 25 E un litro/ha
Gusano cogollero <u>Spodoptera frugiperda</u> (J. E. Smith)	2da. a 5ta. semana del cultivo	Lorsban 480 E 2 Aplic. 1.5 lt/ha

Malezas. Las malezas más predominantes en el cultivo fueron: gloria de la mañana (*Hipomoea* spp), alhuate (*Anoda cristata*) y café de amba. Su control se realizó con una cultivadora tirada por tractor, una aplicación de 2-4-D Amina a razón de 1.5 lt/ha y un deshierbe manual en época de floración.

3.4.3 Caracteres observados ^{a/}

Número de granos

Se determinó el número de granos (sanos y dañados por los diferentes géneros de mohos prevaecientes) por medio de conteos. Se tomó como grano sano aquel que no presentó hongos de ningún género en su cubierta y como grano enfermo aquel cubierto por cualquier género de moho.

^{a/} Se tomaron muestras de 5 panojas/parcela en competencia completa

Peso de granos:

Esta observación se realizó con el uso de una balanza granataria, determinándose el peso en gramos de granos sanos y enfermos por los diferentes géneros de mohos presentados en el cultivo.

Longitud de panoja

Esta variable se determinó en cada parcela, tomándose como longitud, la distancia que se presenta de la base de la panoja a la punta de la misma.

Viabilidad del grano

Esta observación se realizó "in vitro" utilizando para ello, muestras de granos de sorgo sano y muestras con granos de sorgo infectados por los diferentes géneros de mohos presentados en el estudio. Las muestras se depositaron en cámara húmeda durante cuatro días y después se les determinó el porcentaje de germinación.

Calidad del grano

Este carácter se determinó, cuantitativamente momento después de los conteos de granos sanos y enfermos, en base a las normas de calidad (Cuadro 4) que se requieren para la compra del sorgo por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

CUADRO 4. Normas de calidad de sorgo para grano en Nayarit.

Concepto	Aceptación en %
Humedad	13.5
Granos dañados	2.5
Impurezas	1.5
Granos quebrados	10.0
Plaga	Descuento de \$ 10.00 por ton.

Fuente: Compañía Nacional de Subsistencias Populares
Delegación Nayarit. 1981.

Rendimiento

Para la cuantificación de esta variable, se cosecharon 5 m lineales de cada surco de la parcela útil (2 surcos centrales). La producción de grano por parcela se obtuvo haciendo uso de una trilladora manual. A cada parcela, se le determinó el porcentaje de humedad del grano mediante el determinador de humedad "Steinlite" para ajustar el rendimiento de grano al 12% de humedad.

3.5 Análisis de taninos

Para la determinación de taninos (Fig. 1) se utilizó el método de la vainillina-Ac. Clorhídrico Modificado (MV-HCl) recomendado por Price, Van Scoyoc y Butler en 1978 con una variación en el tiempo de extracción de acuerdo a trabajos realizados en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del INIA, Chapingo, Méx., por Cejudo en

1978 y Venado en 1979, la cual consiste en agitación por 2.5 horas en agitador recíproco y centrifugación inmediata por 10 minutos a 3 000 rpm.

3.6 Análisis de polifenoles

Se empleó el método del Complejo Azul de Prusia (Fig. 1) el cual se basa en que los fenoles totales del grano de sorgo pueden reducir el Cloruro Férrico a Cloruro Ferroso, para reaccionar con el Ferricianuro de Potasio dan una coloración azul.

Se utilizó el método recomendado por Price y Butler en 1977, con unas variaciones en la cantidad de muestra y tiempo de extracción introducidas por el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del INIA ^{a/} las cuales consisten en la utilización de 1.0 gr de harina de sorgo y 50 ml de metanol puro, sujetos a agitación recíproca durante 2.5 hs. seguidas por 10 min. de centrifugación a 3 000 rpm.

Las lecturas para determinar Acido Tánico (A.T.)/gr de sorgo y Catequina (E.C.) se hicieron en un Espectrofotómetro Coleman Junior II A $\frac{6}{20}$ a 500 nm y 70 nm respectivamente

3.7 Análisis de los datos

Se llevó a cabo un Análisis de Varianza para los caracteres: número de granos sanos, número de granos infectados por Curvularia sp, Fusarium sp y Penicillium sp, peso de granos sanos y peso de granos

^{a/} Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

enfermos por los diferentes géneros de mohos, longitud de panoja y rendimiento.

El criterio general para la diferenciación de medias, fue el rango mínimo significativo de Duncan (LSR), al 5% de probabilidad de error, donde el valor numérico de la diferencia está dado por:

$$L S R = S \bar{x} \cdot P (p, n)$$

donde: $S \bar{x}$ = desviación estandar de la media

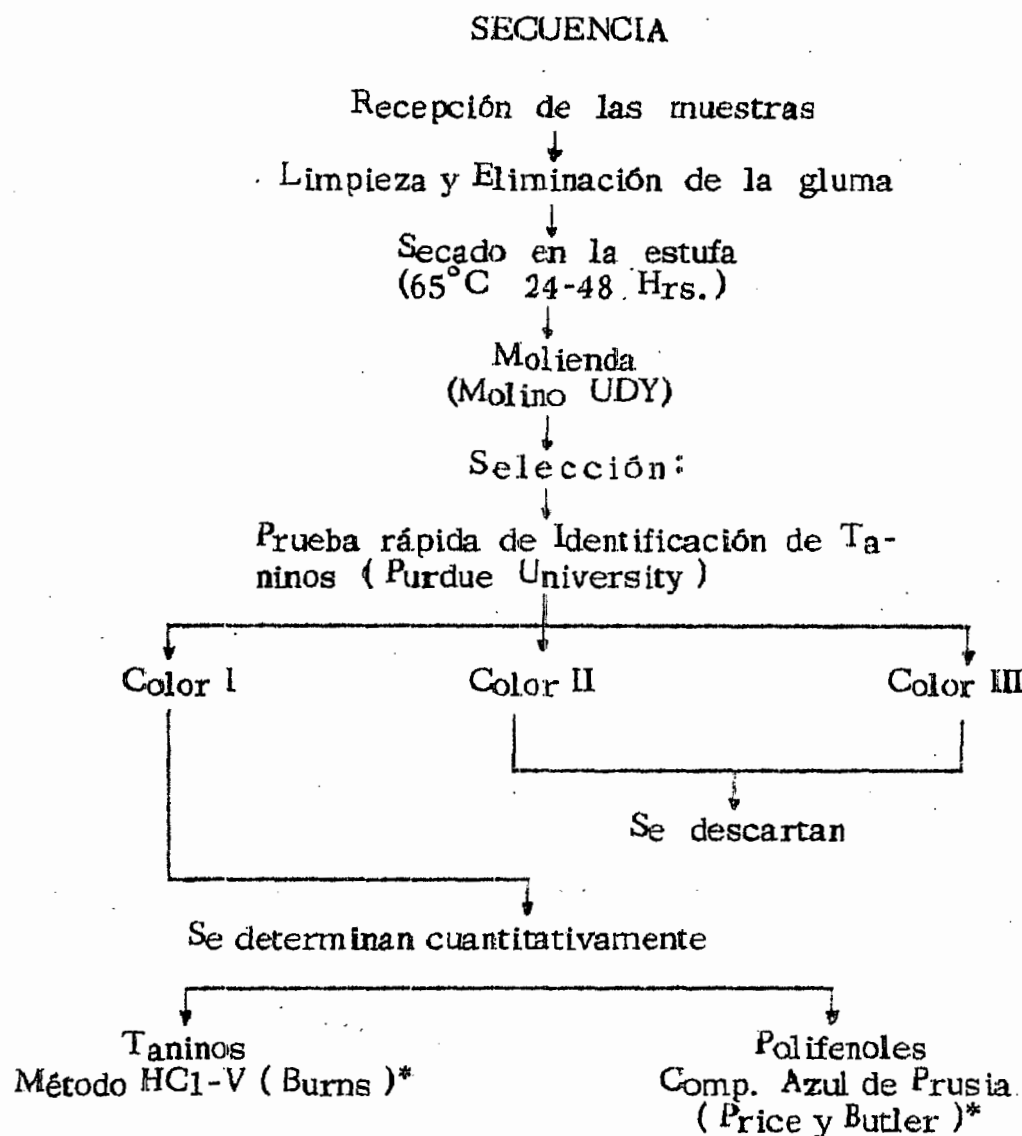
P = valor tabulado para un nivel de probabilidad

p = número de medias

n = grados libertad del error

Los resultados del proceso de diferenciación de medias, se presentan con letras, donde: letras iguales indican medias estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad de error.

FIGURA 1. ANALISIS DEL GRANO DE SORGO



*Lab. de Técn. de Alimentos INIA-CIAMEC-CAEVAMEX,
Modificado por Cejudo y Venado.

IV. RESULTADOS

Se presentan las observaciones correspondientes a cada uno de los caracteres de interés en el estudio.

4.1 Número de granos

El número de granos por panoja, es un factor que está estrechamente relacionado con el rendimiento. El Cuadro 22 muestra las correlaciones entre las variables estudiadas, en el cual se observan valores altos (cercanos a 1) entre la variable número de granos y el rendimiento.

En los Cuadros 5 al 21, los híbridos con número "par" corresponden a tratamientos sin aplicación de fungicida. Híbrido con cifra "non" corresponde a tratamiento con aplicaciones de fungicida.

El Cuadro 5 muestra el número total de granos por panoja, incluyendo los sanos y los enfermos. Se observa también una marcada diferencia entre los tratamientos de mayor y menor número de granos donde 4 sorgos manifestaron un valor estadísticamente superior y diferente de granos por planta.

CUADRO 5. Número total de granos por panoja, en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixcuintla. 1981 P. -V.

Número de híbrido	N o m b r e	Número de granos por panoja	
2	TE - Total	1 352	a
3	TE - Y - 101	1 289	a
4	TE - Y - 101	1 274	a
8	Grower's ML-135	1 268	a
1	TE Total	1 253	a
6	Grower's ML-136	1 232	a
5	Grower's ML-136	1 153	a b
7	Grower's ML-135	1 089	a b
10	Inia Cora	949	b c
9	Inia Cora	945	b c
11	Inia Olmeca	765	c
12	Inia Olmeca	761	c

NOTA: En los cuadros subsecuentes, letras iguales indican medias estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad de error, de acuerdo a Duncan.

4.1.1 Número de granos sanos

Cada híbrido evaluado presentó un diferente número de granos sanos como queda establecido en el Cuadro 6. Esto fue debido a la mayor o menor tolerancia a los mohos de la panoja de los híbridos evaluados.

CUADRO 6. Número de granos sanos por panoja y % de granos sanos en los híbridos probados. Santiago Ixcuintla 1981 P. -V.

No. de Híbrido	H í b r i d o	Granos sanos por panoja		% de granos sanos
2	TE - Total	1 262	a	93.3
4	TE - Y - 101	1 196	a	93.8
1	TE - Total	1 177	a b	93.9
3	TE - Y - 101	1 164	a b	90.3
8	Grower's ML-135	1 149	a b	90.6
6	Grower's ML-136	998	a b c	81.0
7	Grower's ML-135	996	a b c	91.4
5	Grower's ML-136	901	a b c	78.1
9	Inia Cora	813	a b c	86.0
10	Inia Cora	786	b c	82.8
12	Inia Olmeca	698	c	91.7
11	Inia Olmeca	671	c	87.7

4.1.2 Número de granos dañados

Durante el desarrollo del cultivo, cuatro fueron los géneros de hongos que se identificaron infectando el grano de sorgo, los cuales fueron Curvularia sp., Fusarium sp., Penicillium sp., y el género Rhizopus sp., que solo se presentó en periodo de floración.

4.1.2.1 Granos dañados por Curvularia sp

Los granos infectados por Curvularia sp presentaron un color negro. El Cuadro 7 muestra el número de granos por panoja, infectados por este hongo, en las diversas variedades evaluadas y el porcentaje de granos dañados con respecto al total de la panoja.

CUADRO 7. Número de granos por panoja, infectados por Curvularia sp. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P. -V.

No. de Híbrido	H í b r i d o	Granos infectados	
		N ú m e r o	%
5	Grower's ML-136	248 a	21.5
6	Grower's ML-136	186 b	15.1
10	Inia Cora	140 b c	14.8
9	Inia Cora	126 c d	13.3
3	TE Y-101	120 c d	9.3
11	Inia Olmeca	92 c d e	12.0
8	Grower's ML-135	91 c d e	7.2
7	Grower's ML-135	90 c d e	8.3
2	TE Total	74 d e	5.5
1	TE Total	73 d e	5.8
4	TE Y-101	67 d e	5.3
12	Inia Olmeca	56 e	7.4

4.1.2.2 Granos dañados por Fusarium sp.

Los granos infectados por el género Fusarium, desarrollaron una coloración rozada. Este hongo se presentó en menor cantidad que Curvularia, como se muestra en el Cuadro 8. El Análisis de Varianza no detectó diferencias entre tratamientos.

CUADRO 8. Número de granos por panoja infectados por Fusarium sp. Santiago Ixc., Nay. 1981. P.-V.

No. de Híbrido	H í b r i d o	Granos infectados	
		Número	%
6	Grower's ML-136	48.3	3.9
8	Grower's ML-135	26.0	2.1
10	Inia Cora	22.8	2.4
4	TE Y-101	20.3	1.6
2	TE Total	11.7	0.9
12	Inia Olmeca	8.3	1.1
3	TE Y-101	5.8	0.4
9	Inia Cora	5.8	0.6
5	Grower's ML-136	4.0	0.3
1	TE Total	2.5	0.2
7	Grower's ML-135	2.3	0.2
11	Inia Olmeca	2.0	0.3

4.1.2.3 Granos dañados por Penicillium sp.

A excepción de Rhizopus, el género Penicillium se presentó en menor cantidad del complejo de hongos identificados en la panoja. Este patógeno causó una coloración verde en la cubierta del grano. En el Cuadro 9 se muestra el número de granos dañados y el % de incidencia del hongo por panoja. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

CUADRO 9. Número de granos por panoja infectados por Penicillium sp. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. de Híbrido	H í b r i d o	Granos infectados	
		Número	%
2	TE Total	5.0	0.37
4	TE Y-101	4.5	0.35
8	Grower's ML-135	3.3	0.26
7	Grower's ML-135	1.3	0.12
10	Inia Cora	1.3	0.14
1	TE Total	1.0	0.08
12	Inia Olmeca	1.0	0.13
9	Inia Cora	0.8	0.09
11	Inia Olmeca	0.5	0.07
6	Grower's ML-136	0.5	0.04
3	TE Y-101	0.0	0.00
5	Grower's ML-136	0.0	0.00

4.2 Peso de granos

El tamaño del grano, expresado a través del peso, es uno de los principales componentes de rendimiento, el cual se muestra influenciado por el tipo de híbrido de sorgo. El Cuadro 22 muestra la correlación del peso total de granos con respecto a rendimiento. En el Cuadro 10 se muestra la comparación estadística en la cual existieron diferencias altamente significativas entre variedades. Los valores muestran gran diferencia debido a que el peso va estrechamente relacionado con el número de granos y este valor no fue el mismo para todos los híbridos (Cuadro 5).

CUADRO 10. Peso total de granos por panoja ^{a/}.

No. Híbrido	H í b r i d o	Peso (gr)	
8	Grower's ML-135	30.725	a
2	TE Total	30.261	a
1	TE Total	30.143	a
7	Grower's ML-135	29.416	a
3	TE Y-101	27.359	a b
4	TE Y-101	25.369	a b c d
6	Grower's ML-136	22.995	b c d
5	Grower's ML-136	22.755	b c d
9	Inia Cora	20.146	c d e
10	Inia Cora	20.130	c d e
11	Inia Olmeca	18.444	d e
12	Inia Olmeca	16.909	e

^{a/} Igual que rendimiento por planta.

4.2.1 Peso de 100 granos sanos

El número de granos sanos, es un componente que determina la calidad del grano; encontrando mediante el Análisis de Varianza que los datos exhibieron diferencias altamente significativas entre peso de 100 granos sanos, esta información se presenta en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Peso en gr de 100 granos sanos de 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P.-V.

No. Híbrido	H í b r i d o	P e s o (g r)	
7	Grower's ML-135	2.797	a
11	Inia Olmeca	2.575	a b
8	Grower's ML-135	2.493	a b c
1	TE Total	2.430	a b c d
2	TE Total	2.329	b c d
12	Inia Olmeca	2.288	b c d
10	Inia Cora	2.245	b c d
9	Inia Cora	2.212	b c d
3	TE Y-101	2.150	c d
5	Grower's ML-136	2.135	c d
4	TE Y-101	2.020	c d
6	Grower's ML-136	1.980	d

4.2.2 Peso de granos dañados

El peso de granos dañados o enfermos es un factor que reduce el rendimiento; y éste se verá mayor o menormente afectado según sea la incidencia del patógeno. El Cuadro 12 muestra el peso de 100 granos dañados por el género Curvularia sp que fue el que se presentó con mayor incidencia y el único en el cual el Análisis de Varianza, detectó diferencias significativas.

CUADRO 12. Peso de 100 granos dañados por Curvularia sp en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. Híbrido	H í b r i d o	P e s o (g r)	
8	Grower's ML-135	1.880	a
7	Grower's ML-135	1.815	a b
1	TE Total	1.735	a b c
10	Inia Cora	1.587	a b c d
11	Inia Olmeca	1.502	b c d
2	TE Total	1.476	b c d
9	Inia Cora	1.468	b c d
6	Grower's ML-136	1.453	c d
3	TE Y-101	1.432	c d
5	Grower's ML-136	1.428	c d
12	Inia Olmeca	1.363	d
4	TE Y-101	1.358	d

El Análisis de Varianza para peso de 100 granos dañados por Fusarium sp y Penicillium sp, no detectó diferencias significativas para esta variable. Sin embargo, se observó al comparar la media general, que los granos dañados por Fusarium sp, presentaron un peso más elevado que los dañados por Curvularia sp y Penicillium sp, siendo éstos últimos los más livianos, evidencia de lo anterior puede observarse en el Cuadro 13.

CUADRO 13. Peso en gr de 100 granos dañados por Fusarium sp y Penicillium sp en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P.-V.

No. Híbrido	H í b r i d o	P e s o (g r)	
		<u>Fusarium</u>	<u>Penicillium</u>
1	TE Total	1.57	1.026
2	TE Total	1.41	1.149
3	TE Y-101	1.41	-
4	TE Y-101	1.44	1.240
5	Grower's ML-136	1.601	
6	Grower's ML-136	1.331	1.079
7	Grower's ML-135	1.652	1.111
8	Grower's ML-135	1.179	1.532
9	Inia Cora	1.803	1.576
10	Inia Cora	1.428	1.232
11	Inia Olmeca	1.250	1.060
12	Inia Olmeca	1.441	1.310

4.3 Longitud de panoja

La longitud de panoja, es un factor importante en las características de un sorgo, ya que esta puede estar íntimamente relacionada con el rendimiento.

El comportamiento de cada uno de los híbridos de sorgo con respecto a su longitud, mostró en el análisis, diferencias altamente significativas como queda establecido en el Cuadro 14.

CUADRO 14. Longitud de panoja en cm de 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. Híbrido	H í b r i d o	Longitud de panoja	
6	Grower's ML-136	31.0	a
5	Grower's ML-136	30.7	a
11	Inia Olmeca	30.5	a
12	Inia Olmeca	30.4	a
10	Inia Cora	28.9	a b
9	Inia Cora	28.8	a b
1	TE Total	28.4	a b
2	TE Total	28.3	a b
4	TE Y-101	27.6	b c
8	Grower's ML-135	27.5	b c
7	Grower's ML-135	26.5	c
3	TE Y-101	25.3	c

4.4 Calidad de grano

En las actividades de comercialización y almacenaje de grano, son de capital importancia las mermas de calidad que debe poseer el grano, ya que de no ajustarse a éstas, el productor obtendrá mermas económicas por aspectos de descuento.

Los híbridos en estudio, presentaron diferente incidencia de mohos del grano. En el Cuadro 15 se observa el número y porcentaje de incidencia de granos dañados por los diversos géneros de mohos presentados.

CUADRO 15. Porcentaje de granos dañados por diferentes géneros de mohos en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. Híbrido	H í b r i d o	<u>Curvularia</u>	<u>Fusarium</u>	<u>Penicillium</u>	Total
5	Grower's ML-136	21.5	0.3	0.00	21.80
6	Grower's ML-136	15.1	3.9	0.04	19.04
10	Inia Cora	14.8	2.4	0.14	17.34
9	Inia Cora	13.3	0.6	0.09	13.99
11	Inia Olmecca	12.0	0.3	0.07	12.37
3	TE Y-101	9.3	0.4	0.00	9.70
8	Grower's ML-135	7.2	2.1	0.26	9.56
12	Inia Olmecca	7.4	1.1	0.13	8.63
7	Grower's ML-135	8.3	0.2	0.12	8.62
4	TE Y - 101	5.3	1.6	0.35	7.25
2	TE Total	5.5	1.6	0.35	6.77
1	TE Total	5.8	0.2	0.08	6.08

4.5 Viabilidad del grano

La ocurrencia de los hongos sobre la panoja, provoca una infección en la estructura del grano, y causa en éste, reducción en la viabilidad, dado que el germen resulta afectado.

El efecto más pronunciado sobre la germinación lo causó el género Penicillium sp, como lo presenta el Cuadrò 16.

CUADRO 16. Porcentaje de germinación en granos atacados por diferentes géneros de mohos, en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. Híbrido	Híbrido	Granos sanos	Granos con		
			<u>Curvularia</u>	<u>Fusarium</u>	<u>Penicillium</u>
1	TE Total	87	12	0	0
2	TE Total	85	3	1	0
3	TE Y-101	60	2	0	0
4	TE Y-101	48	7	0	0
5	Grower's ML-136	45	3	1	0
6	Grower's ML-136	45	5	0	0
7	Grower's ML-135	77	12	5	0
8	Grower's ML-135	75	22	0	1
9	Inia Cora	66	5	2	2
10	Inia Cora	76	5	4	0
11	Inia Olmeca	82	2	2	0
12	Inia Olmeca	88	17	2	0

4.6 Taninos y polifenoles

Los resultados del análisis de taninos y polifenoles correspondiente a los sorgos evaluados se observan en el Cuadro 17.

De acuerdo a los límites de tolerancia de taninos y polifenoles, ninguno de los sorgos en estudio es apto para consumo humano (nixtamalización), aunque todos pueden ser utilizados para la alimentación animal.

CUADRO 17. Análisis de taninos y polifenoles en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No. Híbrido	Híbrido	Selección rápida	mg de AT/gr de S.	Equiv. de Catequina
1	TE Total	III	0.059	0.112
2	TE Total	III	0.117	0.101
3	TE Y-101	III	0.222	0.090
4	TE Y-101	III	0.375	0.112
5	Grower's ML-136	III	0.269	0.112
6	Grower's ML-136	III	0.351	0.303
7	Grower's ML-135	III	0.117	0.146
8	Grower's ML-135	III	0.234	0.235
9	Inia Cora	II	0.176	0.210
10	Inia Cora	II	0.410	0.202
11	Inia Olmeca	II	0.456	0.067
12	Inia Olmeca	II	0.141	0.123

mg AT/gr de S. = Miligramos de Acido Tánico/gr de sorgo = polifenoles

Equivalente de Catequina: Taninos

Los valores aceptados para consumo humano (nixtamalización) son: menos de 0.5 mg de AT/gr de sorgo y menos de 0.04 equivalentes de Catequina

4.7 Rendimiento

El rendimiento, esta en función de varios factores, uno de ellos es la planta y dentro de ésta el rendimiento estará en función de sus componentes. Los factores mayormente relacionados con rendimiento en el estudio fueron: número total de granos, número de granos sanos, peso de panoja, y peso total de granos como lo muestra el Cuadro 22.

Con respecto al Análisis Estadístico se detectaron diferencias altamente significativas en cuanto a híbridos, siendo 3 los más sobresalientes, como se puede apreciar en el Cuadro 18.

CUADRO 18. Rendimiento de grano en kg/ha al 12% de humedad en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixc., Nay. 1981. P. -V.

No.	H í b r i d o	Rendimiento kg/ha
3	TE Y-101	4 077 a
4	TE Y-101	3 932 a b
2	TE Total	3 611 a b c
8	Grower's ML-135	3 509 a b c
1	TE Total	3 505 a b c
5	Grower's ML-136	3 448 a b c
6	Grower's ML-136	3 418 a b c
7	Grower's ML-136	3 230 b c
9	Inia Cora	3 035 c
10	Inia Cora	2 968 c
11	Inia Olmeca	2 234 d
12	Inia Olmeca	2 123 d

V. DISCUSION

Se presenta la discusión de cada uno de los caracteres evaluados en el estudio.

5.1 Número de granos

El caracter número de granos resultó ser una de las variables más correlacionadas con el rendimiento, como lo define Eastin (1962) y que está esencialmente de acuerdo con Kambal y Webster (1966). - Tal correlación se presenta en el Cuadro 22. Se observa en el Cuadro 5 que el número de granos es una característica varietal en la cual no existieron diferencias significativas, entre híbridos tratados y no tratados con fungicida, ya que éste no mostró ningún efecto sobre la variable en cuestión. Los sorgos que presentaron menor número de granos fueron el Inia Cora e Inia Olmeca que a su vez mostraron menor rendimiento como era de esperarse. La implicación sobre el caso del control por fungicidas indica que debido a la alta incidencia de inóculo presente, es muy difícil el control químico de los mohos y por tanto se deben enfocar estudios de resistencia genética o evitar el daño (escape) sembrando en fechas donde la incidencia sea baja.

5.1.1 Número de granos sanos

El sorgo TE Total, presentó el mayor número y porcentaje de granos sanos por panoja, no existiendo de acuerdo al Análisis de Va-

rianza diferencias significativas, entre tratamientos con aplicación de fungicida y sin aplicación (Cuadro 6), por lo tanto, al obtener un comportamiento igual, se deduce — como se mencionó anteriormente — que las aplicaciones de Benlate 50 W no presentaron ningún efecto significativo, sobre el control de mohos que afectaron a la panoja observándose que algunos tratamientos con aplicaciones de fungicidas presentaron mayor número de granos enfermos que los no tratados. Estos resultados se contraponen a los presentados por Foster y Frederiksen (1975) quienes redujeron la incidencia de Fusarium y Alternaria en un 10% al aplicar Benlate 50 W; sin embargo, debe de mencionarse que en los trabajos de los autores citados pudo haber existido diferente o menor presión de ataque de mohos a los que se presentaron en Santiago Ixc., y que en parte puede explicar este contraste de los resultados con la presente investigación.

En lo que respecta al % de granos sanos de los híbridos probados, las diferencias observadas pudieron haberse debido a que el número elevado en algunos híbridos, compense hasta cierto punto los granos dañados en por ciento y no necesariamente a que se presente cierta tolerancia al ataque de mohos y viceversa.

5.1.2 Número de granos dañados

Los primeros síntomas de ataque de hongos en la panoja, se observaron en la etapa de floración (*Rhizopus* so), periodo en que se inició la aplicación del fungicida. Los géneros Curvularia, Fusarium y

Penicillium, se presentaron en la fase de llenado de grano.

El género que más incidió en la panoja fue Curvularia (Cuadro 7), cuyo porcentaje varió de 5.3 en el híbrido TE Y-101 a 21.5 en el Grower's ML-136.

Los granos dañados por Fusarium, presentaron el segundo lugar en incidencia fluctuando su porcentaje de 0.2 en TE Total a 3.9 en el Grower's ML-136 (Cuadro 8).

El género Penicillium que causó una coloración azul-verdosa en la cubierta del grano, fue casi imperceptible, ya que se observaron híbridos en los que no se presentó el hongo, no verificándose incidencias ni del 1% en los híbridos más infectados (Cuadro 9).

La presencia del género Rhizopus, se considera inapreciable. Las observaciones anteriores concuerdan con las realizadas por Williams y Rao (1978) que señalan que los géneros de hongos más frecuentes en sorgo y mijo son Fusarium y Curvularia y las observaciones de Quiñones (1980) realizadas en cultivares de sorgo en la costa de Nayarit.

Una explicación probable de lo anterior podría deberse al hecho de que tanto Fusarium como Curvularia tengan mecanismo de penetración mucho más variables que los otros géneros y eso explique su alta incidencia tanto en ésta como en otras regiones donde se siembra sorgo con problemas de mohos.

5.2 Peso de granos

El peso total de granos presentó una alta correlación con rendimiento (Cuadro 22), lo que concuerda con los resultados de Fore y Woodworth (1933).

El Análisis Estadístico (Cuadro 10), muestra a 3 híbridos como sobresalientes. Se observa que no hay diferencias entre el peso de granos de sorgos con aplicación de fungicida y sin la aplicación de este, sin embargo en este aspecto, se logró realizar una comparación entre el peso de granos sanos y enfermos. Las pequeñas diferencias observadas pudieron haberse debido a un error de muestreo y no precisamente al efecto del fungicida como se anotó anteriormente en el factor número de granos por panojas.

5.2.1 Peso de 100 granos sanos

El Cuadro 11, presenta al Grower's ML-135 y al TE Total, como los híbridos con grano más pesado, existiendo diferencias altamente significativas entre éstos y el resto del grupo.

Se observa en el Cuadro 19 la relación del grano sano con respecto al grano dañado por los diversos géneros de mohos detectados en el estudio, el cual muestra en sus medias totales el diferente efecto que presentaron.

El efecto más severo, lo causó el género Penicillium que disminuyó el peso en un 47%, el género Fusarium en 30% y Curvularia en 25%. Lo anterior resulta de importancia en el sentido de que aún cuan

do Curvularia y Fusarium fueron los hongos más prevalentes, no siempre resultaron ser los más dañinos. Debe aclararse sin embargo, que aún cuando el efecto dañino es a nivel individual, los rendimientos globales (por panoja) son poco afectados y más bien el efecto detrimental es en calidad y no a nivel rendimiento (Cuadro 19).

Lo descrito anteriormente concuerda con las observaciones de investigadores de todas partes del mundo, que sugieren que estas pérdidas son significativas (Williams y Rao, 1978).

CUADRO 19. Relación peso grano sano-dañado por los diferentes géneros de hongos presentados en la panoja. S.I. 81 P.V.

No. Hfb.	H í b r i d o	Relación grano sano-enfermo			
		<u>Curvularia</u>	<u>Fusarium</u>	<u>Penicillium</u>	Complejo hongos
1	TE Total	1:1.40	1:1.55	1:2.36	1:1.77
2	TE Total	1:1.58	1:1.65	1:2.03	1:1.75
3	TE Y - 101 ^{a/}	1:1.50	1:1.52		1:1.51
4	TE Y - 101	1:1.49	1:1.40	1:1.63	1:1.51
5	Grower'sML136 ^{a/}	1:1.50	1:1.33		1:1.42
6	Grower'sML136	1:1.36	1:1.49	1:1.84	1:1.56
7	Grower'sML135	1:1.54	1:1.69	1:2.52	1:1.92
8	Grower'sML135	1:1.33	1:2.11	1:1.63	1:1.69
9	Inia Cora	1:1.51	1:1.23	1:1.40	1:1.38
10	Inia Cora	1:1.41	1:1.57	1:1.82	1:1.60
11	Inia Olmeca	1:1.71	1:2.06	1:2.43	1:2.07
12	Inia Olmeca	1:1.68	1:1.59	1:1.75	1:1.67
	\bar{X}	1:1.50	1:1.60	1:1.94	1:1.65

^{a/} Híbridos en que fue inapreciable la presencia de Penicillium

5.2.2 Peso de 100 granos dañados.

Los Cuadros 12 y 13, informan sobre el peso que presentaron los granos infectados donde se observa que el híbrido Grower's ML-135 presentó el mayor peso de grano con daño de Curvularia y el Inia Cora, tratado con Benlate, presentó el mayor peso con daño de Fusarium y Penicillium.

Se observa que los granos afectados por Fusarium tienen mayor peso en los híbridos tratados con Benlate que en los no tratados, excepto el TE Y-101 e Inia Olmeca que se comportaron de manera opuesta.

Los resultados de Foster y Frederiksen (1975), utilizando el mismo producto para el control de mohos, podrían explicar en parte estos resultados; también se encontró en la investigación llevada a cabo por el presente estudio y observaciones personales, que tanto el Inia Olmeca como TE Y-101 han mostrado en forma consistente, tolerancia a los mohos del grano y probablemente eso explique su comportamiento.

Del Cuadro 19, se deduce que el género que mayor efecto presentó en la reducción del peso de grano, fue el Penicillium, seguido por Fusarium y Curvularia.

5.3 Longitud de panoja

Esta variable presentó en el estudio una correlación negativa con respecto a rendimiento (Cuadro 22), la cual concuerda con autores como Martin (1966), Eastin (1972) y otros investigadores que

no citan la longitud de panoja como un componente importante del rendimiento y menos en forma aislada. Respaldo de lo anterior muestran los Cuadros 14 y 18 en que el Grower's ML-136, el Inia Olmeca e Inia Cora, presentaron una panoja con mayor longitud y fueron los dos últimos, los que presentaron el menor rendimiento del grupo.

En esta variable, no se observó el efecto que tuvieron los mohos del grano, debido a que los tratamientos con aplicación de fungicida presentaron infección por hongos.

Aparentemente la longitud de panoja podría tener un efecto significativo sobre el rendimiento siempre y cuando el número de granos fuera grande. En el presente estudio los híbridos con panojas largas presentaron menor número de granos y de tamaño mayor al normal lo cual muestra el balance entre número y tamaño citado por Betancourt (1981).

5.4 Calidad de grano

El principal efecto de los mohos que incidieron en la panoja, se observa en la calidad del grano. El Cuadro 15, indica que el porcentaje de incidencia del complejo de hongos varió de 6.08 en el TE Total a un 21.8 en el Grower's ML-136. Tales sorgos, fueron los mayor y menormente afectados por los hongos. Las incidencias observadas, rebasan los parámetros de calidad exigidos por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares ^{a/} en el estado de Nayarit (Cuadro 4) la

^{a/} CONASUPO

cual acepta el sorgo con un máximo de 2.5% de grano infectado. Daños que rebazan el citado rango sufren una reducción en precio y aceptabilidad, como lo observado por Williams y Rao (1978) en India Central donde el precio de grano enmohecido, disminuía hasta un 20%.

Bajo la suposición de que el grano dañado no tiene ninguna aceptabilidad o éste debe separarse del sano para cumplir con las normas de compra y almacenaje dictaminados por CONASUPO, las pérdidas por grano infectado varían de 183 a 752 kg/ha en los híbridos mayor y menormente afectados. El Cuadro 20 indica el volumen de grano dañado por los diversos géneros de mohos observados.

Como se indicó anteriormente, el daño a nivel global que causan los mohos en la panoja, no reducen el rendimiento en forma significativa (Cuadros 19 y 20) sino más bien la calidad del mismo, y ésta situación provoca que el producto obtenido carezca de mercado según las normas del Cuadro 4.

Lo anterior, aunado al hecho de que se presentan problemas de plagas, enfermedades, y malezas que inciden en los costos del cultivo, han ocasionado una reducción de la superficie de sorgo que se siembra bajo condiciones de temporal en la costa de Nayarit.

CUADRO 20. Volúmen en kg/ha de grano dañado por mohos de la panoja en 6 híbridos de sorgo. Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P. -V.

No. Híbr.	H í b r i d o	Rend. kg/ha 12% humedad	% de granos dañados	Volúmen dañado (kg/ha)	Rend. sin granos dañados (kg/ha)
5	Grower's ML-136	3 448	21.80	752	2 696
6	Grower's ML-136	3 418	19.04	651	2 767
10	Inia Cora	2 968	17.34	515	2 453
9	Inia Cora	3 035	13.99	425	2 610
3	TE Y-101	4 077	9.70	396	3 681
8	Groer's ML-135	3 509	9.56	336	3 173
4	TE Y-101	3 932	7.25	285	3 647
7	Grower's ML-135	3 230	8.62	278	2 952
11	Inia Olmeca	2 234	12.37	276	1 958
2	TE Total	3 611	6.77	245	3 366
1	TE Total	3 505	6.08	213	3 292
12	Inia Olmeca	2 123	8.63	183	1 940

5.5 Viabilidad del grano

Junto con la calidad, fue la viabilidad del grano la que mayormente resintió el efecto de los mohos, reduciendola hasta en un 100%.

El efecto más drástico lo causó el género Penicillium, que causó en la mayoría de los híbridos una reducción del 100% en la germinación, seguido de acuerdo a la magnitud del daño por Fusarium y Curvularia (Cuadro 16). Los resultados anteriores se contraponen a lo descrito por Arif y Ahmed (1969) que reportan a Fusarium como el género más inhibidor de la germinación seguido por Aspergillus, Penicillium y Helminthosporium. Sin embargo, debe aclararse, que el tamaño de muestra tomado para Penicillium fue menor que la utilizada en los otros géneros y eso explique el contraste de en resultados obtenidos.

La germinación en los granos sanos varió de 45 a 88%, debido posiblemente al desarrollo durante la germinación, de un micelio de color negro identificado como Curvularia lunata.

Observese que TE Total como Inia Olmecca presentaron mayor porcentaje de germinación lo cual corrobora las observaciones anteriores en cuanto a su tolerancia a mohos.

En los granos dañados por Fusarium y Curvularia, se desarrolló un hongo color blanco de aspecto algodonoso, identificándose como hongos unicelulares del género Fusarium.

Los granos infectados por Penicillium, desarrollaron hongos de color amarillo y gris, tratándose del mismo género.

Lo observado anteriormente indica que el complejo mohos del grano de sorgo, se disemina a través de la semilla de siembra.

Lo anterior es de suma importancia en áreas de producción de semilla de híbridos comerciales dado que se puede afectar la germinación de los híbridos para su venta a nivel comercial, e infectar otras áreas que anteriormente estaban libres de estos problemas.

5.6 Taninos y polifenoles

Los taninos y polifenoles se encuentran principalmente en la testa del grano y en menor cantidad en el epicarpio y mesocarpio confiriéndole al grano una coloración rojiza o café. No se encontró efecto del complejo mohos del grano, sobre el contenido de estas sustancias en el grano de sorgo. Tampoco fue posible determinar la presencia o ausencia de testa en los sorgos probados. En general, puede afirmarse que los sorgos deseables para consumo humano, son aquellos que carecen de testa, de endospermo intermedio y son de color blanco o amarillo. El híbrido TE Y-101 mostró buenas cualidades en cuanto a su contenido de taninos (Acido tánico) que fue bajo, y cuyo equivalente en Catequina fue de 0.09 cercano al 0.04. El otro fue el Inia Olme ca que presentó valores un poco más elevados, pero en general aceptables (Cuadro 17). Aún cuando los sorgos presenten testa y polifenoles, su utilización para el consumo humano puede ser factible si se les descascara en un proceso parecido al que se lleva a cabo en arroz y trigo, aunque elevaría los costos de procesamiento.

5.7 Rendimiento

El rendimiento calculado en kg/ha, presentó diferencias altamente significativas (Cuadro 18), también se observó una correlación positiva con la variable peso total de granos que es igual a rendimiento por planta (Cuadro 22).

En el Cuadro 21, se presenta la reducción real del rendimiento por efecto de los mohos y el cálculo del rendimiento que se hubiese obtenido si la infección no se presenta.

Se observa en forma general que el efecto de los mohos sobre el rendimiento no es muy severo, ya que la reducción varía de 44 a 187 kg/ha, sobre este punto debe aclararse que contrastan en los reportados por Bhatnagar (1971), Gray et al (1971) y Castor (1977) en el sentido de que estos autores reportaron pérdidas significantes en el rendimiento.

En el presente estudio los resultados concuerdan si se toma la reducción a nivel grano individual de sorgo y no rendimiento a nivel híbrido tomando las panojas en conjunto. El punto importante encontrado en esta investigación, indica que la calidad de acuerdo a las normas existentes resulta seriamente afectada, lo que tiene como consecuencia inaceptabilidad del sorgo en el mercado. Esta situación tal vez es té conduciendo a que cada vez, se siembre menos sorgo en condiciones de temporal en la costa del estado de Nayarit.

CUADRO 21. Reducción de peso en kg/ha por efecto de los mohos del grano en 6 híbridos de sorgo.
Santiago Ixcuintla, Nay. 1981. P. -V.

No. Hib.	H í b r i d o	<u>Curvularia</u>	<u>Fusarium</u>	<u>Penicillium</u>	Total kg	Cálculo de Produc. (kg/ha) sin Infec.
1	TE Total	40.63	1.57	1.93	44.13	3 549
2	TE Total	57.71	10.56	6.70	74.97	3 686
3	TE Y-101	94.9	4.25		99.15	4 176
4	TE Y-101	51.04	12.57	4.34	67.95	3 999
5	Grower's ML-136	185.40	1.60		187.00	3 635
6	Grower's ML-136	97.91	32.65	0.60	126.16	3 544
7	Grower's ML-135	72.25	2.22	1.01	75.4	3 305
8	Grower's ML-135	41.74	48.32	2.88	92.94	3 602
9	Inia Cora	103.02	2.09	0.55	105.66	3 141
10	Inia Cora	90.09	20.31	1.70	112.1	3 080
11	Inia Olmeca	95.03	3.36	1.14	99.53	2 334
12	Inia Olmeca	56.27	7.00	2.67	65.94	2 189

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

Las aplicaciones de Benlate 50 W, no surtieron ningún efecto en el control de los mohos del grano, por tal razón no se logró cuantificar el efecto de los géneros de hongos presentados, sobre las variables número de granos y longitud de panoja.

Las variables que mayor correlación presentaron con rendimiento por planta fueron: peso de panoja, número de granos sanos, número total de granos y rendimiento.

Los hongos que se identificaron incidiendo en condiciones naturales en la panoja fueron los géneros Curvularia, Fusarium, Penicillium y Rhizopus.

El género más predominante en la panoja fue Curvularia, cuyo porcentaje fluctuó de 5.3 a 21.5, luego Fusarium con 0.2 a 3.9% y por último Penicillium con incidencias menores al 1%.

El género Penicillium disminuyó el peso individual de grano en 47%, Fusarium en 30% y Curvularia en 25%.

La calidad de grano fue la variable mayormente afectada por los mohos del grano. En forma global, el complejo de hongos afectó un volumen de grano que varió de 183 a 752 kg/ha, considerado de cuantía en algunos híbridos.

En los seis híbridos evaluados, el % de germinación fue el siguiente:

Granos sanos: 69.5

Granos afectados por Curvularia: 7.9

Granos afectados por Fusarium: 1.41

Granos afectados por Penicillium: 0.25

Ninguno de los sorgos evaluados presenta ventajas en la producción de tortillas debido a la inaceptabilidad por color en la formación de estas, a menos que se elimine la testa por un proceso de pulido semejante al que se realiza con el arroz.

El efecto de los mohos sobre el rendimiento varió de 44.1 a 187 kg/ha, valor que se considera bajo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Anónimo. 1978. Development of Improved High Yielding Sorghum Cultivar. 4^o reporte anual de Progresos, de marzo 1977 a febrero 1978. U.S.A. p. 89.
- Brinkman, M. A. y K. J. Frey. 1977. Yield component analysis of oat isolines that produce different grain yields. *Crop sci.* 17 : 165-168
- Burns, R. E. 1963. Methods of Tannin Analysis for forage crop evaluation. *Georgia Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* N^o 32:1-4.
- . 1971. Method for Estimation of Tannin in Sorghum Grain. *Agron. J.* 63:511-512.
- Castor, L. L. y R. A. Frederiksen. 1978. *Fusarium y Curvularia* grain molds in Texas. *Proceedings of the International Workshop on sorghum Diseases.* ICRISAT, HYDERBAD INDIA, p. 93.
- Christensen et al. 1977. *Manual de campo de las enfermedades y plagas comunes en trigo.* CIMMYT. p. 22, 30.
- Eastin, J. D. 1972. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In *sorghum in the seventies.* N. G. P. Rao y L. R. House (Eds.) New Delhi. BH & Oxford.

- Fore, R.F. y C.M. Woodworth. 1933. Analysis of yield in certain oat varieties. J. Amer. Soc. Agron. 25:190-202.
- Foster y Frederiksen. 1975. Fungicide and nematocide tests. American Phitopathological Society. Vol. 31. p. 122.
- Glueck, J.A. and L.W. Rooney. 1978. Chemistry and structure in relation to mold resistance. Proceedings of the International workshop on sorghum diseases. ICRISAT, HYDERABAD, INDIA. p. 119.
- Joseph, S.W. y W.M. Roos. 1975. Producción y usos del sorgo. Ed Hemisferio Sur. p. 113.
- Kambal, A.E. y D.J. Webster. 1966. Manifestations of hibrid vigor in grain sorghum and the relations among the components of yield, weight per bushel an height. Crop Sci. 6:513-515.
- León Gallegos, H.M. and M.A. Castro. 1977. The ocurrence in México of *Curvularia lunata* on sorghum kernels plant. Dis. Reprtr. 61 : 1082-1083.
- . 1978. Enfermedades de cultivos en el estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH. México. p. 3, 38.

- Maxón, E. D. 1971. Evaluation of Methods for analysis of Tannins and other polyphenolic compounds in Sorghum bicolor (L.) Moench grain. M. S. Thesis. Texas A & M University. College Station. TX.
- and I. W. Rooney. 1972. Two Methods of Tannin Analysis for Sorghum bicolor (L.) Moench Grain. Crop Science. 12 (2) : 253-254.
- Murty, D. S., K. N. Rao y L. R. House. 1978. Breeding for grain mold resistance sorghum at ICRISAT. Proceedings of the International workshop on sorghum diseases. ICRISAT, HYDERABAD, INDIA. p. 154.
- Price, M. L. and L. G. Butler. 1977. Rapid Visual Estimation and Spectrophotometric Determination of Tannin Content in Sorghum Grain. Agric. Food Chem. 25 : 1268-1273.
- , S. Van Scoyoc and L. G. Butler. 1978. A critical evaluation of the Vainillin Reaction as an Assay for Tannin in Sorghum Grain. J. Agric. Food Chem. 26 : 1214.
- Quiñones Felix, J. A. 1980. Enfermedades de los principales cultivos del estado de Nayarit. Circular CIAPAN No. 94. INIA. SARH. p. 44.

- Rao, K. N. y R. J. Williams. 1978. Screening of sorghum grain mold resistance. Proceedings of the International Workshop on Sorghum Diseases. ICRISAT, HYDERABAD, INDIA.
- Stephens, S. G. 1942. Yield characters of selected oat varieties in relation to cereal breeding technique. J. Agric. Sci. (Camb.) 32 : 217-254.
- Stoskopf, N. C. y E. Reinbergs. 1966. Breeding for yield in spring cereals. Can. J. Plant Sci. 46 : 513-519.
- Williams, R. J. and K. N. Rao. 1978. A review of sorghum grain mold. Proceedings of the international workshop on S. D. pp 79-85.
- , et al. 1978. Manual para la identificación de enfermedades de sorgo y mijo. Boletín informativo No. 2. ICRISAT, HYDERABAD, INDIA.

CUADRO 22. CORRELACIONES DE LAS VARIABLES OBSERVADAS EN EL ESTUDIO.

Var.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.000	0.777	-0.607	0.885	-0.353	0.113	0.086	0.207	0.048	0.311	-0.375	0.940	0.741
2	0.777	1.000	-0.605	0.894	0.213	-0.089	0.567	0.073	-0.116	0.363	-0.186	0.877	0.953
3	-0.607	-0.605	1.000	-0.609	-0.252	0.401	-0.370	0.237	-0.089	-0.260	0.112	-0.484	-0.665
4	0.885	0.894	-0.609	1.000	-0.117	-0.199	0.236	0.162	-0.120	0.535	-0.138	0.957	0.900
5	-0.353	0.213	-0.252	-0.117	1.000	-0.433	0.731	-0.494	-0.002	0.002	0.253	-0.260	0.283
6	0.113	-0.089	0.401	-0.199	-0.433	1.000	-0.199	0.180	0.176	-0.478	-0.555	0.087	-0.218
7	0.086	0.567	-0.370	0.236	0.731	-0.199	1.000	-0.032	-0.085	0.074	0.293	0.186	0.596
8	0.207	0.073	0.237	0.162	-0.494	0.180	-0.032	1.000	-0.428	0.204	0.316	0.295	0.001
9	0.048	-0.116	-0.089	-0.120	-0.002	0.176	-0.085	-0.428	1.000	-0.139	-0.298	-0.098	-0.039
10	0.311	0.363	-0.260	0.535	0.002	-0.478	0.074	0.204	-0.139	1.000	0.453	-0.268	-0.086
11	-0.375	-0.186	0.112	-0.138	0.253	-0.555	0.293	0.316	-0.298	0.453	1.000	0.229	0.466
12	0.940	0.877	-0.484	0.957	-0.260	0.087	0.186	0.295	-0.098	-0.268	0.229	1.000	0.844
13	0.741	0.953	-0.665	0.900	0.283	-0.218	0.596	0.001	-0.039	-0.086	0.466	0.844	1.000

Clave Variables

- | | |
|---|---|
| 1. - Rendimiento | 8. - Número de granos con <u>Fusarium</u> sp. |
| 2. - Peso de panoja | 9. - Peso de granos con <u>Fusarium</u> sp. |
| 3. - Longitud de panoja | 10. - Número de granos con <u>Penicillium</u> sp. |
| 4. - Número de granos sanos | 11. - Peso de granos con <u>Penicillium</u> sp. |
| 5. - Peso de granos sanos | 12. - Número total de granos |
| 6. - Número de granos con <u>Curvularia</u> sp. | 13. - Peso total de granos = Rend. por planta |
| 7. - Peso de granos con <u>Curvularia</u> sp. | |

CUADRO 23. RESULTADOS GENERALES DE TRATAMIENTOS CON Y SIN APLICACIONES DE FUNGICIDA

H í b r i d o	No. Tot. granos		No. granos sa- nos/P.		No. granos con <u>Curvularia</u>		No. granos con <u>Fusarium</u>		No. granos con <u>Penicillium</u>	
	*		*		*		*		*	
TE Total	1253	1352	1177	1262	73	74	2.5	11.7	1.0	5.0
TE Y-101	1289	1274	1164	1196	120	67	5.8	20.3	0.0	4.5
Grower's ML-136	1153	1232	901	998	248	186	4.0	48.3	0.0	0.5
Grower's ML-135	1089	1268	996	1194	90	91	2.3	26.0	1.3	3.3
Inia Cora	945	949	813	786	126	140	5.8	22.8	0.8	1.3
Inia Olmeca	765	761	671	698	92	56	2.0	8.3	0.5	1.0

* Tratado con fungicida.

Rend. por planta (gr)		Peso 100 granos sanos (gr)		Peso 100 granos con <u>Curvularia</u>		Peso 100 granos con <u>Fusarium</u>		Peso 100 granos con <u>Penicillium</u>		Longitud de panoja (cm)	
*		*		*		*		*		*	
30.143	30.261	2.430	2.329	1.735	1.476	1.57	1.41	1.026	1.149	28.4	28.3
27.359	25.369	2.150	2.020	1.432	1.358	1.41	1.44	-	1.240	25.3	27.6
22.755	22.995	2.135	1.980	1.428	1.453	1.601	1.331	-	1.079	30.7	31.0
29.416	30.725	2.797	2.493	1.815	1.880	1.652	1.179	1.111	1.532	26.5	27.5
20.146	20.130	2.212	2.245	1.468	1.587	1.803	1.428	1.576	1.232	28.8	28.9
18.444	16.909	2.575	2.288	1.502	1.363	1.250	1.441	1.060	1.310	30.5	30.4

Granos sanos		<u>Granos con Curvularia</u>		<u>Granos con Fusarium</u>		<u>Granos con Penicillium</u>		Rendimiento (kg/ha)	
*		*		*		*		*	
87	85	12	3	0	1	0	0	3505	3611
60	48	2	7	0	0	0	0	4077	3932
45	45	3	5	1	0	0	0	3448	3418
77	75	12	22	5	0	0	1	3230	3509
66	76	5	5	2	4	2	0	3035	2968
82	88	2	17	2	2	0	0	2234	2123

T. Máxima ———
 T. Media - - - - -
 T. Mínima - · - · -

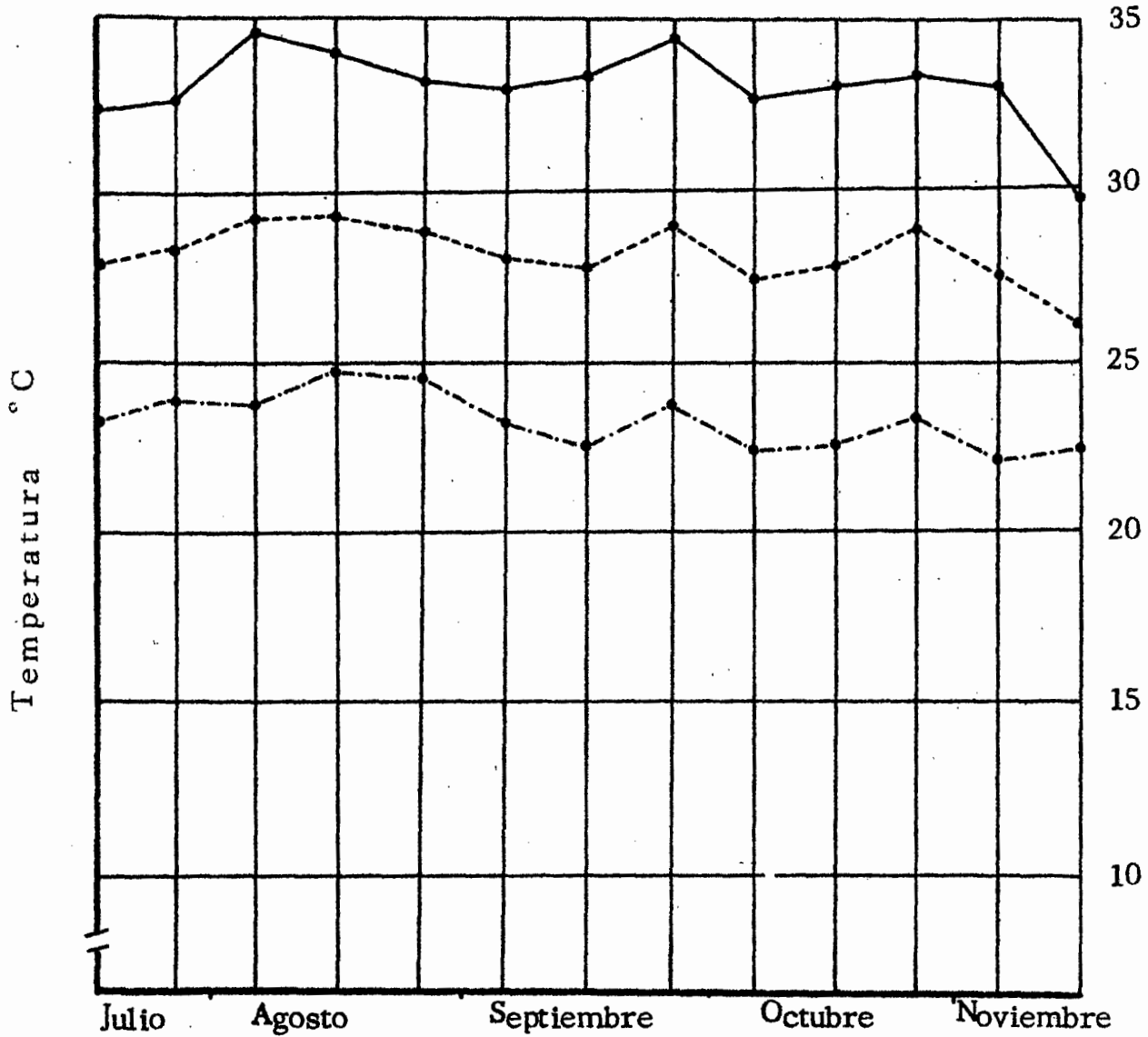


FIGURA 2. Variación de la temperatura durante la estación de crecimiento primavera-verano 1981. (Estación meteorológica el Tizate, Nay.).

Precipitación ———
Evaporación - - - - -

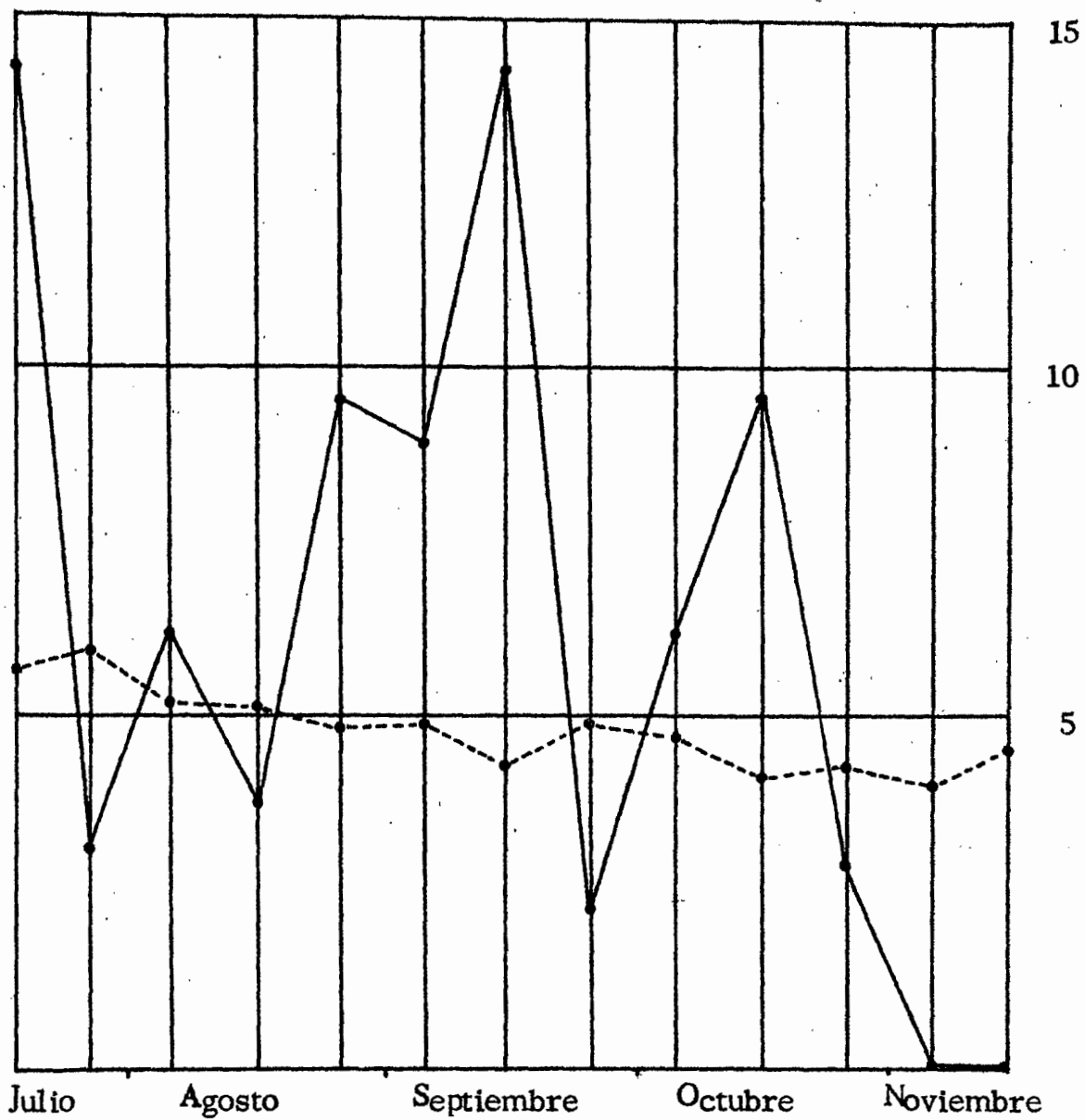


FIGURA 3. Variación de precipitación y evaporación durante la estación de crecimiento primavera-verano 1981. (Estación meteorológica el Tizate, Nay.).

CUADRO 24. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO TOTAL DE GRANOS

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t	
					0.05	0.01
Repet.	3	1443489	481163	14.75	2.89	4.44 **
Trat.	11	1897394	172490	5.28	2.09	2.84 **
Error	33	1076486	32620			
Total	47	4417369				

CV = 16.3 %

Media general = 1 110.8

CUADRO 25. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE GRANOS SANOS POR PANOJA

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t	
					0.05	0.01
Repet.	3	141158	47053	0.785	2.89	4.44 N S
Trat.	11	1901146	172832	2.89	2.09	2.84 **
Error	33	1976852	59905			
Total	47	4019156				

CV = 24.8 %

Media general = 984.3

CUADRO 26. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE GRANOS INFECTADOS POR Curvularia

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t	
					0.05	0.01
Repet.	3	52874	17625	12.88	2.89	4.44 **
Trat.	11	137029	12457	9.11	2.09	2.84 **
Error	33	45123	1367			
Total	47	235026				

CV = 32.5%

Media general = 113.9

CUADRO 27. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE GRANOS INFECTADOS POR Fusarium

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t	
					0.05	0.01
Repet.	3	2111	704	1.62	2.09	2.84 N S
Trat.	11	8461	769	1.77	2.89	4.44 N S
Error	33	14348	435			
Total	47	24920	528			

CV = 156.0%

Media general = 13.29

CUADRO 28. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE GRANOS INFECTADOS POR Penicillium

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	11.23	3.74	0.58	2.89	4.44	NS
Trat.	11	133.23	12.11	1.89	2.09	2.84	NS
Error	33	211.52	6.41				
Total	47	355.98					

CV = 159.9% Media general = 1.41

CUADRO 29. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO POR PLANTA.

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	988.3	329.5	24.87	2.89	4.44	**
Trat.	11	1098.2	99.8	7.53	2.09	2.84	**
Error	33	437.1	13.2				
Total	47	2523.7					

CV = 14.8% Media general = 24.55

CUADRO 30. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO DE 100 GRANOS SANOS.

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	0.461	0.153	2.43	2.89	4.44	N S
Trat.	11	2.074	0.188	2.95	2.09	2.84	**
Error	33	2.067	0.063				
Total	47	4.602					

CV = 10.89 %

Media general = 2.304

CUADRO 31. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO DE 100 GRANOS INFECTADOS POR Curvularia

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	0.212	0.071	1.48	2.89	4.44	N S
Trat.	11	1.349	0.123	2.56	2.09	2.84	*
Error	33	1.598	0.048				
Total	47	3.159					

CV = 14.21 %

Media general = 1.541

CUADRO 32. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO DE 100 GRANOS INFECTADOS POR Fusarium

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	1.815	0.605	1.42	2.89	4.44	N S
Trat.	11	3.599	0.327	0.768	2.09	2.84	N S
Error	33	14.074	0.426				
Total	47	19.488					

CV = 44.73

Media general = 1.46

CUADRO 33. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO DE 100 GRANOS INFECTADOS POR Penicillium

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	1.660	0.553	1.940	2.89	4.44	N S
Trat.	11	7.053	0.641	2.249	2.09	2.84	*
Error	33	9.390	0.285				
Total	47	18.103					

CV = 52.03 %

Media general = 1.026

CUADRO 34. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE PANOJA.

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	22.47	7.49	2.19	2.89	4.44	NS
Trat.	11	139.41	12.66	3.70	2.09	2.84	**
Error	33	116.33	3.42				
Total	47	278.11	5.79				

CV = 6.4 %

Media general = 28.6

CUADRO 35. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO.

F. V.	GL	S C	S ²	F c	F t		
					0.05	0.01	
Repet.	3	2799359	933119.6	3.731	2.89	4.44	*
Trat.	11	15623497	1420317.9	5.679	2.09	2.84	**
Error	33	8252611	250079.1				
Total	47	26675467					

CV = 15.35%

Media general = 3 257.5