

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

**EVALUACION DE 23 HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench) BAJO TEMPORAL Y COMPONENTES
QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO EN XALISCO, NAYARIT.**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A
JORGE QUIÑONES DIAZ
GUADALAJARA, JAL. 1998



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

ING. ELENO FELIX FREGOSO
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: **TESIS**, con el título:

"EVALUACION DE 23 HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) BAJO TEMPORAL Y COMPONENTES QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO EN JALISCO, NAYARIT"

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

JORGE QUIÑONES DIAZ

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO
M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS
M.C. LUIS JAVIER ARELLANO RODRIGUEZ

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ
M.C. ADRIANA N. AVENDAÑO LOPEZ
ING. JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA

PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 3 de diciembre de 1998

M.C. JESUS NETZAHUALCOYOTL
MARTIN DEL CAMPO MORENO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
SRIO. DEL COMITE DE TITULACION



AGRADECIMIENTOS

BIBLIOTECA CENTRAL

A la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara hoy Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Agronómicas. Así como a todos mis Maestros por la educación, preparación y la Profesión que me brindaron.

A la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, por proporcionarme todo el apoyo incondicional para la realización del presente trabajo en el campo experimental a través del Departamento de Investigación Dependiente de la Subdirección de Posgrado e Investigación.

Con el más profundo respeto y agradecimiento al Dr. Jesús Alberto Betancourt Vallejo, por su atinada dirección y asesoría del presente trabajo, así como sus valiosos conceptos vertidos, el tiempo dedicado y la ayuda desinteresada siempre mostrada.

De la misma manera mi gratitud al Dr. José Roberto Gómez Aguilar, por su invaluable ayuda y disposición desinteresada en el apoyo del presente trabajo.

También agradezco a mis asesores M. C. Elías Sandoval Islas, M.C. Luis Javier Arellano Rodríguez, M.C. José Sánchez Martínez, M.C. Adriana N. Avendaño López y al Ing. José Miguel Padilla García por su ayuda en la revisión y corrección en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. M.C. Mariano García López al L. I. Roy Argel Gómez Olguin y al Ing. Victor Manuel González Velázquez por el apoyo en la realización del formato, los análisis estadísticos y la corrección del trabajo realizado.

Así mismo al alumno Francisco Casillas Isiordia por su valiosa participación en la toma de datos realizados en el trabajo de campo.

A mis compañeros maestros a mis alumnos y a todos aquellas personas que de una forma directa o indirecta colaboraron en la realización y culminación de este trabajo.

También agradezco al SPAUAN (Sindicato de Personal Académico de la Universidad Autónoma de Nayarit), por el apoyo económico y moral para ver culminados mis esfuerzos

DEDICATORIAS

A mis Padres:

Francisco

María Guadalupe †

Por el amor incondicional, la fe dada y por el gran esfuerzo que realizaron para poder formarme.

A mi Esposa:

María de la Luz

Siempre admirable su apoyo irrestricto y con todo el amor de compañera y madre.

A mis Hijos:

Georgina

Mayra

Karla

Jorge

Todos ellos son el apoyo para seguir adelante.

A mis Hermanos:

Francisco

Ramón

Antonio

María Esther

Que con el amor familiar hemos formado y realizado las mejores cosas.

A mi Tía:

Micaela

Por el siempre amor mostrado.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

GRACIAS

CONTENIDO

	PAGINA
Lista de Cuadros.....	ii
Resumen.....	iii
CAPITULO	
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia del Cultivo.....	4
2.1.1 Origen y Distribución Geográfica del Sorgo.....	4
2.1.2 Importancia Mundial y Nacional.....	5
2.1.3 Clasificación Taxonómica.....	7
2.1.4 Clasificación Botánica.....	9
2.2 Desarrollo de los Híbridos de Sorgo.....	14
2.2.1 Concepto de Hibridación.....	14
2.2.2 Concepto de Híbrido.....	15
2.2.3 Descubrimiento de la Esterilidad Genico-citoplásmica en el Sorgo (líneas A, B y R).....	15
2.2.4 Métodos de Derivación de Líneas A, B y R.....	17
2.3 Concepto de Adaptación del Sorgo.....	19
2.4 Componentes de Rendimiento.....	20
2.4.1 Componentes Fisiológicos.....	20
2.4.2 Componentes Morfológicos.....	22
2.4.3 Indices Fisiotécnicos.....	25
2.5 Caracteres Agronómicos Asociados al Rendimiento.....	30
III. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1 Localización Geográfica del Sitio Experimental.....	31
3.1.1 Ubicación.....	31
3.1.2 Clima.....	31
3.1.3 Suelo.....	31

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

3.2	Material Genético.....	32
3.2.1	Híbrido Evaluados.....	32
3.3	Labores Culturales.....	34
3.3.1	Preparación del Terreno.....	34
3.3.2	Siembra y Densidad de Población.....	34
3.3.3	Fertilización.....	34
3.3.4	Control de Plagas y Enfermedades.....	34
3.3.5	Control de Malezas.....	35
3.4	Diseño y Parcela Experimental.....	35
3.5	Datos Agronómicos.....	35
3.5.1	Rendimiento de Grano.....	35
3.5.2	Altura de Planta.....	36
3.5.3	Altura de Panoja.....	36
3.5.4	Altura de Hoja Bandera.....	36
3.5.5	Número de Hoja.....	36
3.5.6	Longitud de Hoja.....	36
3.5.7	Ancho de Hoja.....	36
3.5.8	Color de Grano.....	36
3.5.9	Tipo de Panoja.....	36
3.5.10	Análisis de Varianza y Prueba de Medias de Tukey.....	37
3.5.11	Análisis de Correlación Simple.....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
4.1	Análisis de Varianza Aplicado a las Variables Evaluadas.....	38
4.2	Prueba de Medias para la Variable Rendimiento de Grano.....	38
4.3	Prueba de Medias para la Variable Altura de Planta.....	40
4.4	Prueba de Medias para la Variable Altura de Panoja.....	41
4.5	Prueba de Medias para la Variable Días a Floración.....	42
4.6	Prueba de Medias para la Variable Altura de Hoja Bandera.....	45
4.7	Prueba de Medias para la Variable Número de Hoja.....	44
4.8	Prueba de Medias para la Variable Longitud de Hoja.....	45

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

4.9	Prueba de Medias para la Variable Ancho de Hoja.....	46
4.10	Análisis de Correlación Simple.....	47
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	51

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

LISTA DE CUADROS

PAGINA

Cuadro No. 1	Híbridos evaluados y su Distribución en el Ensayo de Rendimiento Xalisco, Nayarit., 1997.	33
Cuadro No. 2	Resultados de Análisis de Varianza Aplicado a las Características Agronómicas Evaluados. Xalisco, Nayarit., 1998.	39
Cuadro No. 3	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Rendimiento de Grano. Xalisco, Nayarit., 1997.	40
Cuadro No. 4	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Días a Floración. Xalisco, Nayarit., 1997.	41
Cuadro No. 5	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Altura de Planta. Xalisco, Nayarit., 1997.	42
Cuadro No. 6	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Altura de Panoja. Xalisco, Nayarit., 1997.	43
Cuadro No. 7	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Altura de Hoja Bandera. Xalisco, Nayarit., 1997.	44
Cuadro No. 8	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Número de Hojas. Xalisco, Nayarit., 1997.	45
Cuadro No. 9	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Longitud de Hojas. Xalisco, Nayarit., 1997.	46
Cuadro No. 10	Resultados de la Prueba de Comparaciones Múltiples por el Método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la Variable Ancho de Hojas. Xalisco, Nayarit., 1997.	47

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

RESUMEN

Durante el ciclo de verano 1997 se evaluaron 25 híbridos experimentales de sorgo bajo condiciones de temporal en los terrenos de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

El objetivo de la Investigación fue identificar los híbridos de sorgo más sobresaliente que en el futuro pueden reemplazar a los que se siembran comercialmente en la actualidad y con frecuencia muestran susceptibilidad a las principales plagas y enfermedades de ese cultivo. Asimismo, se determinaron las características agronómicas que estuvieron asociadas al rendimiento y que pudieran ser utilizados como índices de selección en el mejoramiento genético.

La evaluación se llevó a cabo en un diseño Bloques al Azar con 3 repeticiones donde la parcela estuvo formada por dos surcos de 5m de longitud y espaciadas los surcos a 0.80 m realizando la siembra en forma manual. La siembra se realizó el 17 de Julio de 1998, empleando la formula de fertilizante 140-60-40.

Los datos agronómicos evaluados fueron, rendimiento de grano, días a floración, altura de planta, altura de panoja, altura de hoja bandera, número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja. Así como otras características agronómicas como color de grano, tipo de panoja etc. Se llevó a cabo el Análisis de Varianza para las variables estudiadas y la Prueba de Medias de Tukey.

Los resultados indicaron diferencias significativas entre híbridos siendo los híbridos experimentales superiores a los testigos donde la mayoría de los caracteres agronómicos medidos estuvieron correlacionados con el rendimiento. Se concluyó por tanto y de acuerdo a la evaluación realizada que los días a floración, longitud y ancho de hoja así como el número de hojas pueden emplearse como índices de selección para los sorgos híbridos adaptados a esta región.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El sorgo para grano (Sorghum bicolor (L) Moench), es considerado en Africa y Asia como un cultivo básico en la alimentación humana. Ocupa un lugar entre los cinco cereales más importantes a nivel mundial , debido a la gran demanda que existe del grano para la alimentación del ganado e industria agropecuaria.

En México es considerado como un cultivo de reciente introducción, sin embargo, ocupa el segundo lugar en producción y el tercer lugar en superficie cultivada a nivel nacional después del maíz y el frijol. Sin embargo la producción es insuficiente convirtiéndose México como un fuerte importador de este grano, debido a la gran demanda en la industria de la fabricación de alimentos balanceados.

El sorgo por su amplia adaptación actualmente se produce en la mayoría de los estados de la República Mexicana en condiciones ecológicas distintas. Su rápida expansión y aumento de la superficie cultivada ha ocasionado un detrimento de la superficie destinada tradicionalmente al cultivo del maíz, debido entre otros a los factores siguientes:

- 1) a su amplia adaptabilidad a diversas condiciones agroecologicas y sobre todo por su tolerancia a la sequía o limitaciones de humedad.
- 2) a la superioridad económica del cultivo del sorgo sobre el maíz, debido a sus menores costos de inversión, al mecanizarlo en su totalidad empleando el 100% de semilla híbrida.
- 3) por el aumento considerable en la demanda de grano de sorgo para la industria de alimentos balanceados.
- 4) por la necesidad que tiene el país de la diversificación de cultivos.

En México se ha observado que existen muchos problemas para alcanzar un rendimiento óptimo, principalmente por la diversidad de climas prevalecientes que tienen influencia en el crecimiento y productividad del cultivo.

Los principales problemas que existen están en relación con el establecimiento del cultivo, las variaciones de temperatura, y sobre adaptación de algunos híbridos; salinidad, suelos pobres en nutrimentos y factores bióticos como plagas y enfermedades.

En el Estado de Nayarit el cultivo del sorgo, se siembra en la costa norte principalmente bajo condiciones de humedad residual durante el ciclo otoño e invierno, la superficie sembrada durante los dos últimos años fue de 41,000 has con un rendimiento promedio de 4.8 ton/ha.

En la zona del altiplano de Nayarit, específicamente el Valle de Matatipac, que es la zona de influencia de la Facultad de Agricultura, este cultivo se siembra en pequeña escala con un poco más de 6,000 has distribuidas en los municipios de Compostela, Ahuacatlán y Tepic, comparativamente por ejemplo los municipios de Santiago Ixcuintla y Acaponeta con 58,000 y 120,000 has respectivamente.

La siembra de sorgo en Nayarit se realiza exclusivamente con híbridos lo que indica que ciertas regiones son favorables a cierto tipo de híbridos mientras que en otros ocurre lo contrario, con el paso del tiempo algún híbrido al ser popular ejerce una presión sobre las poblaciones de hongos e insectos y se hacen más susceptibles a las enfermedades y plagas, su rendimiento y sus características agronómicas ya no son atractivos al productor, eso hace necesario la búsqueda de nuevo material genético que sustituya con ventaja al material original. Para lograr lo anterior, se requiere identificar la adaptación de los híbridos sobresalientes y determinar que factores agronómicos estén determinando esas características. La situación mencionada motivó el planteamiento del presente trabajo de investigación que plantea los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1 OBJETIVOS

1.- Determinar cuales híbridos experimentales resultan sobresalientes en el área de prueba y bajo las condiciones climáticas del área de Xalisco, Nayarit.

2.- De los híbridos seleccionados por su adaptabilidad y rendimiento obtener información sobre los caracteres agronómicos que determinan el rendimiento para que en futuros programas de mejoramiento genético sean empleadas como índices de selección.

1.2 HIPÓTESIS

Ho: La adaptación y rendimiento de los híbridos es similar y por tanto no existen diferencias entre ellos. Las características agronómicas son independientes del rendimiento y por tanto no es posible identificar índices de selección.

Ha: Las respuestas de los híbridos en el área de prueba son diferentes y es factible obtener índices de selección para rendimiento que permitan obtener mejores híbridos en cuanto a éste carácter en el futuro.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo

2.1.1 Origen y distribución geográfica del sorgo.

Poehlman M. J. (1965), y Hernández (1979), afirman que el sorgo es originario de ciertas regiones de África y Asia donde se ha cultivado desde hace más de 2000 años.

Wet 1970 y Murdok 1957, citados por House 1982 indican que la domesticación del sorgo se inició por los pobladores de Monde, en las riveras del Río Níger.

En tanto que Dogget citado por House (1982), sugiere que la domesticación del cultivo ocurrió cuando se introdujo de Egipto a Etiopía, alrededor del año 3000 a.C.

Wall 1975, y House 1982, citados por López 1986, afirman que existen indicios de que el sorgo es originario de Africa Oriental, probablemente de Etiopía ó Sudán, y que había aparecido en tiempos prehistóricos, entre 5000 y 7000 años atrás o tal vez más.

Hagert, 1974, menciona que hacia el comienzo de la Era Cristiana se le conocía al sorgo en la India y Europa, y Plinio ya lo menciona en el siglo I.

La producción de sorgo se extendió por el sur de Asia y aparentemente llegó a China en el siglo XIII Hagert, 1974, citado por Rodríguez 1992, aunque hay quienes afirman, sin prueba alguna que ya lo conocían antes del año 1200.

House (1982), menciona que en América el sorgo se introdujo por primera ocasión a los Estados Unidos de Norteamérica en 1853.

CUCBA



Hernández (1979), reporta que el sorgo fue introducido a México a principios del presente siglo, sembrándose en áreas muy reducidas y conociéndose desde entonces a la fecha en algunas regiones del país con el nombre de "Maíz Milo".

Pitner y Lazo (1950), y Pitner y Sánchez (1950), citados por Ángeles (1968), Estrada (1971) y Romo (1977), mencionan que; fue a partir de 1944 cuando la extinta oficina de Estudios Especiales (O.E.E.) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (S.A.G). introdujo con fines experimentales, algunas variedades e híbridos de sorgo para ser probados en Chapingo y en el Bajío, y es a partir de entonces que han continuado los trabajos experimentales sistematizados en la selección y obtención de variedades comerciales mejoradas, adaptadas a las condiciones prevalecientes del país, cuyos resultados son el incremento en rendimiento y superficie agrícola ocupada por este cultivo.

2.1.2 Importancia Mundial y Nacional

House 1982, citado por López 1986 y González 1988, señalan que entre 1961-1965 a 1976 la superficie mundial sembrada de sorgo aumentó de 38.5 a 43.9 millones de hectáreas, y la producción total de 35.3 a 51.8 toneladas métricas. Por ello entre los cereales el cultivo del sorgo ocupa el quinto lugar a nivel mundial, en cuando a superficie sembrada, después del trigo, arroz, maíz y la cebada.

Wall 1975, citados por López 1986 y González 1988, afirman que en 1966, los principales países productores de sorgo fueron Estados Unidos, China Continental, India, Nigeria, México, Argentina, Sudan y la República Árabe Unida, y que los más altos rendimientos se obtuvieron en los Estados Unidos, Francia y México.

Según Romo (1977), el cultivo del sorgo en México no obstante su reciente introducción, en la actualidad ocupa el tercer lugar en superficie, después del maíz y el trigo.

CUICBA



Por su parte, Robles (1975), reporta que el cultivo del sorgo empezó adquirir mayor importancia aproximadamente desde 1960 en la zona Norte de Estado de Tamaulipas y que todavía en la actualidad sigue siendo la principal región productora de éste cereal, siguiéndole en orden de importancia los Estados de Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Michoacán, Nuevo León, Morelos y Nayarit.

El cultivo de sorgo en el Estado de Nayarit es de gran importancia, ya que se siembran anualmente un poco más de 40,000 has. en el ciclo otoño – invierno, con un rendimiento promedio de 4.8 ton/ha. Ocupando el primer lugar en producción con 190,000 ton, mientras que el frijol ocupa el segundo lugar en producción con 72,478 ton y el maíz el tercer lugar con 31,712 ton. En cuanto a superficie sembrada, el cultivo de frijol ocupa el primer lugar con 75,755 has. el sorgo en segundo lugar con 35,665 has. y el maíz en tercer lugar con 13,629 has. (SAGAR 1997).

Es importante mencionar que el sorgo que se produce en el Estado de Nayarit se destina hacia los Estados de Guanajuato, Jalisco, Sinaloa y localmente.

Lases 1984., citado por Rodríguez 1992., menciona que el sorgo para consumo animal se distribuye como sigue. Avicultura 46.87 %, Porcinocultura 34.81 % y Otros 18.23 %.

En el consumo humano se utiliza como fuente de almidón, aceite, jarabes, gluten y malta. Se utiliza también en la elaboración de alcohol, y recientemente en la elaboración de tortillas Holt, 1979, citado por Rodríguez 1992.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

2.1.3. Clasificación Taxonómica

De acuerdo con Robles (1982), la clasificación taxonómica del sorgo, es la siguiente:

Reyno-----	Vegetal
División-----	Tracheophyta
Subdivisión-----	Pteropsidae
Clase-----	Angiospermae
Subclase-----	Monocotiledoneae
Grupo-----	Glumiflora
Orden-----	Graminales
Familia-----	Graminae
Subfamilia-----	Panicoideas
Tribu-----	Andropogoneae
Género-----	Sorghum
Especie-----	Vulgare
Especie-----	bicolor *

* Clasificado por L. Moench a todos los sorgos cultivados. (1794), Betancourt (1998) 1]]

1] Dr. Alberto Betancourt 1998. Profesor Investigador de la Facultad de Agricultura U.A.N. Comunicación personal.

Según De Wet y Hckbay (1967) citados por House (1982), consideran a las 52 especies de sorgo, identificados por Snowden (1936), como razas de la misma especie, a la cuál dividen en dos subespecies: 1) *Sorghum bicolor* subespecie halepense, además de que tiene dos tipos morfológicamente distintos: el tipo cromosómico $2n = 40$ con plantas pequeñas y hojas angostas, y un tipo cromosómico $2n = 20$ con plantas y hojas más grandes; 2) *Sorghum bicolor* subespecie *bicolor*, la cuál incluye todos los tipos cultivados y tienen un número cromosómico de $2n = 20$. Se inter cruzan por tanto ambas subespecies siendo el zacate Johnson s. halpence un fuerte contaminante en la producción comercial del sorgo híbrido 1]

Shena (1954) y Wall (1975), clasifican comercialmente y por su utilización al sorgo en 4 grupos:

a) **Sorgos para grano.** Incluye a todos aquellos tipos que se cultivan para la recolección del grano; el que se utiliza como alimento humano, así como para la industria en la elaboración de alimentos balanceados.

b) **Sorgos dulces.** Son todos aquellos cuyos tallos, por su alto contenido de azúcar, se emplean en la elaboración de jarabes y son muy convenientes para forrajes.

c) **Sorgos escoberos.** Son aquellos en los que se aprovecha el raquis de la panoja, para la manufactura de escobas, cepillos y artículos similares.

d) **Sorgos forrajeros.** Estos sorgos son establecidos como pastizal con propósitos de pastoreo o de henificación después de su corte.

1] Dr. Alberto Betancourt V. Profesor Investigador de la Facultad de Agricultura de la U.A.N. Comunicación Personal 1998.

2.1.4. Clasificación Botánica

Ciclo vegetativo

Según Parodi, citado por Holt (1979), casi todos los sorgos son anuales, con excepción del sorgo negro (*Sorghum almun*) y el zacate Johnson (*Sorghum halepense*).

Robles (1982), menciona que el sorgo, es una especie vegetal con un hábito de crecimiento anual. El ciclo vegetativo depende de la especie (precoces y tardías) y de la región donde se cultive; produciendo un mayor rendimiento los de 120 a 140 días.

Ibar 1984, citado por Rodríguez 1992, señala que el sorgo es una especie anual y la duración del ciclo varía entre 80 y 120 días o más, según la variedad. Por la duración de su ciclo, clasifica a los sorgos de la manera siguiente:

- a) Ciclo largo: Período vegetativo superior a los 120 días.
- b) Ciclo medio ó intermedio: período de 100 a 120 días.
- c) Ciclo corto o precoz: período de 80 a 90 días.

Sistema radicular

Según House (1982), el sistema radical del sorgo es profuso y tiene muchos pelos radiculares (casi dos veces más que el maíz).

En la etapa de germinación primeramente aparecen las raíces embriónicas o primarias, que generalmente no se ramifican. Después aparecen las raíces secundarias del primer nudo y es de éstas raíces de donde se desarrolla el profuso sistema radicular de la planta, subsecuentemente mueren las raíces primarias. Las raíces modales de sostén pueden aparecer de los nudos más bajos y no son útiles en la absorción de agua y nutrimentos.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Ibar (1984) y House (1982), coinciden en apuntar que todas las raíces del sorgo son fibrosas, recias y alcanzan un notable desarrollo, profundizando en el suelo, en pocas semanas de 30 a 60 cm, llegando a alcanzar de 1 a 2 m.

González (1988), anota que el sorgo posee raíces adventicias y fibrosas profundamente ramificadas, lo que hace que este sea resistente a la sequía, aunque también existen otros factores que contribuyen al respecto. Las plantas al principio crecen muy lentamente, hasta que el sistema radicular está establecido.

Robles (1975), señala que la profusa ramificación y amplia distribución radicular y aunado a que la planta puede permanecer latente durante largos períodos de sequía, sin que las partes florales en desarrollo mueran, pudiendo continuar el crecimiento una vez que las condiciones ambientales sean favorables, son características que proporcionan al sorgo mayor tolerancia a la sequía en comparación con otros cultivos.

Tallo

Según Hernández (1979), estos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 60 m. y hasta 3.5 m. estando divididos longitudinalmente en entrenudos o "canutos" cuyas uniones la forman los nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada nudo está provisto de una yema lateral. En algunas variedades, se desarrollan para formar macollos, ésta clase de amacollamiento no se considera indeseable; sin embargo el desarrollo de yemas laterales en los nudos superiores, tiene como resultado una especie de ramas cuyas panojas maduran mucho más tarde que la principal y por lo tanto esta es indeseable.

La longitud de los entrenudos o "canutos" determinan la altura de la planta, por lo que las variedades dobles enanas y altas de la misma precocidad y en el mismo estado de madurez, tendrían el mismo número de hojas, nudos y entrenudos, siendo la diferencia en altura debido únicamente a la longitud de los entrenudos, más no al número de ellos.

House (1982), menciona al respecto, que la caña o tallo es delgado, vigoroso, sólido con corteza dura y médula suave, que puede ser dulce o insípida, jugosa o seca se forma una yema en cada nudo o excepción de la hoja "bandera". Los hijuelos basales, cuando ocurren, se forman en el primer nudo.

Hojas

Wall (1975), menciona que las hojas del sorgo forman dos hileras (dícticas), alternas y opuestas, apareciendo aproximadamente en un mismo plano; y al madurar la planta tiene entre 7 y 28 hojas o menos. Además señala que los estomas durante períodos de sequía, se abren solo un poco durante todo el día y que la capa de cutina (cera) que recubre a las plantas, también retarda su desecación y estas características podrían ser la causa de la superioridad del sorgo granífero con respecto al maíz.

House (1982), señala que las hojas se distribuyen de diversas maneras a lo largo del tallo; en algunos tipos pueden estar concentrados cerca de la base, mientras que en otros se colocan más o menos uniformemente. Existiendo variedades bien adaptadas que poseen comúnmente de 14 a 16 hojas y especies menos adaptadas pueden tener hasta 30.

Robles (1975), menciona que las hojas aparecen alternas, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se presentan sobrepuestas, y que las hojas se doblan durante los períodos de sequía para reducir la transpiración. Además señala que todos los sorgos contienen en sus tallos y hojas tiernas, ácido prúsico o cianhídrico. Y que Wall (1975), señala que las concentraciones altas de nitrógeno incrementan el porcentaje de éste ácido y que sus niveles de concentración esta influido genéticamente, los cuales pueden ser reducidas con las siguientes prácticas:

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

- 1) Aplicar fertilizantes potásicos, fosforados y cálcicos.
- 2) Dejar que el cultivo madure engavillado (se reduce hasta un 80% el ácido prúsico).
- 3) Sometiendo la planta a ensilaje (se reduce de 1/3 a 1/8, en seis a 15 semanas, respectivamente) y Robles (1975), recomienda, que para evitar los efectos letales del ácido prúsico, el zacate sudan que contiene menos, se pastoree después de que alcance 50 cm, mientras que los demás sorgos forrajeros deben pastorearse hasta su madurez fisiológica.

Inflorescencias

La inflorescencia del sorgo es una panícula o panoja. Ibar (1984) mencionada por Orozco (1982) señala que las panojas pueden ser compactas, abiertas y semiabiertas; con tamaño de 20 a 40 cm, de forma ovalada, cilíndrica, redondeada, etc.

Las panículas están formadas por espigas o racimos que están protegidos por dos glumas o brácteas y cada espiga está formada por espiguillas (protegidas por dos glumillas), las cuales pueden ser pediceladas o sésiles, siendo estaminadas (estériles) las primeras y hermafroditas, las segundas.

House (1982), señala que la panícula del sorgo comienza a florecer en su punta, y continúa sucesivamente hacia abajo en un período de 4 a 5 días; * (Betancourt 1998), 1] señala que tarda un período de 4 a 9 días; florece normalmente de los 55 a 70 días en días cálidos, pero puede variar entre 80 a más de 100 días en los valles altos de México. Además menciona que el sorgo es una especie autógama, presentando entre 2 y 10 por ciento de polinización cruzada; por su parte (Prado 1977), citado por Rodríguez (1992), anota que una panícula de sorgo puede llegar a tener hasta 6,000 flores, cuyas anteras pueden producir de 24 a 100 millones de granos de polen.

1] Dr. Alberto Betancourt V. Profesor Investigador de la Facultad de Agricultura U.A.N. (período que ha observado durante sus trabajos realizados en el cultivo del sorgo).

El polen germina inmediatamente después de la dehiscencia y retiene su viabilidad por menos de una hora. Los estigmas por el contrario, permanecen receptivos por varios días (desde dos días antes de que se abran, hasta 16 a 18 días después).

Grano

Robles, citado por Prado (1977), apunta que los granos de sorgo, en 25,000 a 60,000 por kg. son pequeños en comparación con aquellos de maíz, los cuales se encuentran en número de 2,500 por kg. La semilla o grano tiene forma redonda, su diámetro oscila entre 3 y 6 mm. El color de la misma puede ser blanco, rojo, amarillo o café, el que proviene de complejas genéticos que envuelven al pericarpio y la testa. La mayor parte del cariopside es almidón casi en su totalidad, además contiene el 7 al 12 % de proteínas, 3% de grasa y el 70% de carbohidratos.

Wall (1975), señala que una panoja típica, bien desarrollada produce 1,500 o 2,000 semillas, pero puede llegar a dar de 3,000 a 4,000.

Prado 1977, citado por Rodríguez 1992 reconoce que, con relación a las características del grano, debe mencionarse que algunas variedades y particularmente los forrajeros, contienen en sus semillas cantidades considerables de taninos, sustancia que le proporciona a éstas un color cafésaceo y cierta resistencia al ataque de pájaros aún cuando hay sorgos con colores más claros que contienen taninos debido a la presencia de una testa pigmentada inmediatamente abajo del pericarpio. Betancourt (1998) 1).

CUCBA



1) Dr. Alberto Betancourt, Profesor Investigador de la Facultad de Agricultura U.A.N. Comunicación personal. 1998.

Cejudo 1978, citado por Rodríguez 1992, en su estudio sobre las metodologías para la determinación de taninos en granos de sorgo, observó una correlación positiva y altamente significativa, entre el color oscuro y el contenido de taninos. Así, también Hoshino 1979 citado por Flores 1981 y López 1986, citado por Rodríguez 1992, encontraron los factores de resistencia al ataque de pájaros asociados con panojas abiertas, glumas largas y alto contenido de taninos; todos ellos en forma asociada, ya que estas características aisladas entre sí, presentaron resistencia efectiva.

Osuna (1980), atribuye a los granos de color amarillo propiedades más nutritivas debido a la presencia de caroteno y xantofilas. Observándose que el grano de color blanco, tiene la desventaja de ser atrayente para los pájaros, ya que se piensa que tiene mejor sabor, debido principalmente a su bajo contenido de taninos ; por esto, comercialmente los granos color blanco y amarillo son los más cotizados. Poehlman (1976), en concordancia con lo anterior subraya, que el destino final del grano puede estar en función de la coloración del mismo, así en la preparación de alimentos para consumo humano, prefiere el grano blanco o amarillo, y el de color rojo se destina para la alimentación de ganado y aves de corral.

2. 2 Desarrollo de los híbridos de sorgo

2. 2. 1 Concepto de Hibridación

Marquez (1988) define hibridación, como un método genotécnico en las plantas que es el aprovechamiento del vigor híbrido en la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos progenitores que pueden ser: poblaciones (poblaciones paternas), líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o poblaciones F1 por sí mismas.



2. 2. 2 concepto de híbrido

Shull (1908) definió al híbrido como el resultado de la cruce entre dos líneas autofecundadas.

Bucio (1954), señala que para formar híbridos más eficientes se considera que es preciso aumentar el número de localidades y años en los cuáles se evalúen líneas, seleccionando aquellas que en promedio muestren los rendimientos más altos; obteniéndose híbridos altamente rendidores y adaptados a diversas condiciones ambientales, lo anterior es aceptable para el cultivo del sorgo pero no para el maíz dado que una línea rendidora de maíz no necesariamente produce los híbridos más rendidores.

Brauer (1980) afirma que al formar líneas homocigóticas (líneas puras) antes de proceder a la hibridación se hace para que los caracteres hereditarios sean replicables, de esta manera cada vez que se haga la misma hibridación se volverá a obtener aproximadamente el mismo híbrido.

Poehlman (1981), en concordancia con lo señalado por Shull menciona que el maíz híbrido no es más que la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas.

2. 2. 3 Descubrimiento de la esterilidad genico-citoplásmica en el sorgo (líneas A,B y R).

Marquez (1986), indica que la emasculación genéricamente hablando es la supresión de la actividad reproductora de los órganos masculinos, es decir de la producción de polen, existiendo tres maneras de efectuarse.

a) **Emasculación física**; como el despigamiento en el maíz o la remoción de **Cardeas** en la florecilla del sorgo.



b) Emasculación química; se usan sustancias químicas (gameticidas) que impiden la funcionalidad de los estambres o bien si se producen éstos no hay producción de polen o este es abortivo, infuncional o inviable.

c) Emasculación genética; las plantas son estériles en sus órganos masculinos, no hay producción de polen. Este fenómeno (androesterilidad, esterilidad masculina, o simplemente esterilidad) es causado por factores genéticos o genéticos en interacción con un citoplasma anormal (esterilidad - genico - citoplásmica).

Robles (1986), Márquez (1988), así como Betancourt (1998), 1) mencionan que la androesterilidad genico citoplasmática fue encontrada en el cultivo de la cebolla y posteriormente se encontró en maíz, tabaco, girasol, linaza, tomate, sorgo, trigo, arroz y otras especies en donde se forman híbridos para aprovechar los efectos de la heterosis.

Betancourt (1998), menciona que la androesterilidad genico - citoplásmica se produce en el cultivo del sorgo cruzando las variedades Milo por Kafir, ocurriendo esta cuando se cruza Milo con Kafir, y no a la inversa ya que el citoplasma del Milo interacciona en los genes del núcleo del Kafir, y puesto que la herencia del citoplasma es materna es factible el incremento de la línea androestéril cruzándola con una línea fértil mantenedora.

1) Dr. Alberto Betancourt V. Profesor Investigador de la Facultad de Agricultura de la U.A.N. Comunicación Personal 1998.

House (1982), menciona que la esterilidad masculina es el resultado de una asociación de citoplasma de milo con genes de esterilidad que se encuentran en los Kafires, la producen dos genes (msc 1 y msc 2 cuando son recesivos en la presencia de citoplasma de milo).

2. 2. 4 Métodos de derivación de líneas A, B y R.

House (1982), menciona que los sorgos híbridos se producen mediante cruzamiento de un progenitor andro estéril con un polinizador androfértil. El progenitor androestéril se produce cruzando un progenitor polinizador llamado mantenedor. El progenitor andro estéril se le denomina "línea A", y su mantenedor es llamado "línea B".

Cuando la línea A se cruza con la línea B, las semillas producidas producen plantas androestéril; la línea B, es mantenedora de la línea A: las líneas A y B son isogénicas (fenotípicamente iguales) excepto que la línea A es androestéril y la línea B es fértil; dado que ésta última no posee el citoplasma de la línea A. Ejemplo: Línea A X Línea B = Línea A.

La semilla híbrida o híbrido comercial que emplea el productor se produce cruzando la línea A por la línea R (línea restauradora). Las plantas que se cultivan de las semillas producidas mediante esta cruce son fértiles; es decir, la línea R es restauradora sobre la línea A. Esto permite que la cruce produzca un híbrido de alto rendimiento. Ejemplo: Línea A X Línea R = Híbrido Fértil con alto vigor híbrido.

La línea R puede poseer tanto el citoplasma estéril (S) o el fértil (F) pero no tiene efecto sobre la F₁ debido a que el citoplasma se hereda en forma materna.

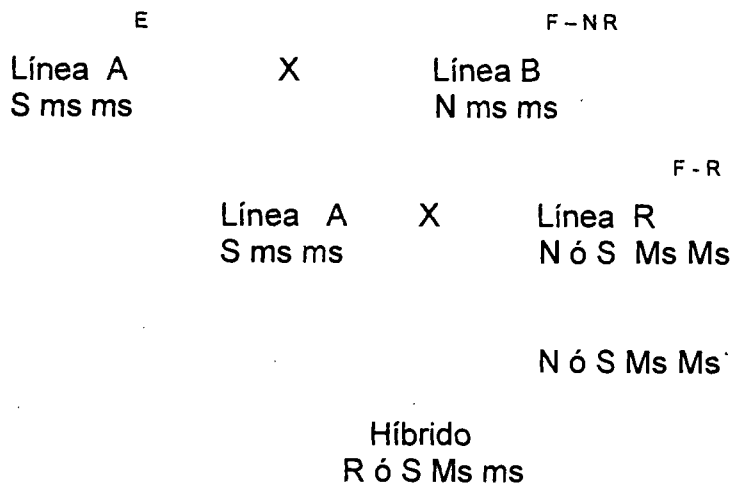
Márquez (1988), menciona que en sorgo, la presencia de citoplasma estéril y el genotipo recesivo msc msc causan esterilidad genico - citoplásmica.

Para la obtención de líneas estériles A y sus contraparte fértil B y la hibridación este autor señala el esquema siguiente:

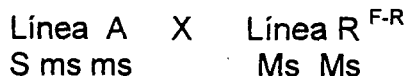
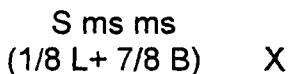
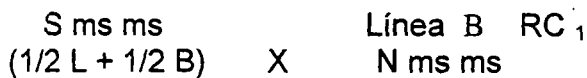
CUCBA



Ejemplo. Mantenimiento de una línea A y la hibridación en sorgo, usando esterilidad genico - citoplasmico.



En el siguiente esquema se muestra la obtención y mantenimiento de la línea estéril A, y la hibridación con la línea restauradora R. Se supone que la línea B ya ha sido identificado como fértil no restauradora (F - NR) y la línea L es la donante del citoplasma estéril



Híbrido Comercial
S o F Ms ms

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Línea B RC₃
N ms ms

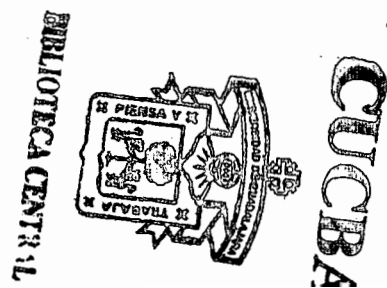
2.3 Concepto adaptación del sorgo

Márquez (1988), define adaptación como el comportamiento de un genotipo o una población genotípica, en un ambiente. Por lo tanto define adaptabilidad como la capacidad de hacerlo en una serie de ambientes. También define estabilidad como algo que no cambia su expresión en espacio y tiempo, es decir que los efectos de interacción permanecen constantes al cambio ambiental; o el ambiente ejerce poco o nulo efecto, sobre el genotipo.

Wilsie 1962, citado por Sandoval 1984, define al medio ambiente como el conjunto de condiciones externas e influencias que afectan la vida y el desarrollo de un organismo e indica que el medio ambiente natural de una planta es dinámica y constantemente cambia la intensidad de sus factores, variando con la hora del día, estación del año, y que las proporciones en cambio de intensidad, el tiempo de duración y valores extremos son valores importantes.

Matsuo (1975), señala que la adaptabilidad es la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes y recalca que es una habilidad genética de los organismos lo que determina la estabilización de las interacciones genético ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos, indica además que dicho carácter es el resultado de un proceso evolutivo, siendo la adaptabilidad por lo tanto, un proceso genético de los genotipos para elevar su potencial de rendimiento y presentar estabilidad en ambientes contrastantes.

Laing 1978, citado por Sandoval 1984, define la adaptabilidad como el comportamiento relativo de genotipos particulares al cultivarlos en ambientes diversos y clasifica los materiales según su comportamiento; son variedades con amplia adaptabilidad todos aquellos que presentan un alto nivel de comportamiento relativo bajo una gran diversidad de ambientes.



Menciona además, que la adaptabilidad no solo se refiere a la adaptación afectado por factores agronómicos y sistemas de cultivo.

La estabilidad la define como la respuesta relativa de un genotipo a los cambios en los factores del medio ambiente a través del tiempo en localidades específica. Por lo que un genotipo que presenta bajo variabilidad relativa en su rendimiento, de una estación a otra, en una localidad presenta un alto nivel de estabilidad temporal.

Por otra parte señala que las variedades que presentan un bajo nivel de variabilidad en su rendimiento en términos de la varianza varietal en una localidad en diversas repeticiones presenta un alto nivel de estabilidad especial.

House (1982), menciona que el sorgo es una especie que se adapta a un sin número de medios ambientes, el rango de maduración es de 90 a 140 días.

2. 4. Componentes de Rendimiento

2. 4. 1 Componentes fisiológicos

Sinha y Khanna (1975), mencionan los siguientes:

l) Producción de materia seca, donde los subcomponentes más importantes son el área foliar y la tasa de fotosíntesis neta (TFN). Así, la producción de materia seca para una sola hoja está dada por la ecuación $TFN \times \text{área foliar}$, mientras que la producción por unidad de superficie de terreno está dada por la ecuación $TFN \times IAF$ (donde el IAF = índice de área foliar que equivale al área foliar \times área de terreno ocupada).

2) Producción de fotosíntesis, donde los principales subcomponentes son: el intercambio gaseoso (que dependen de la frecuencia de estomas y la tasa de difusión); la carboxilación (que depende de la actividad de la RU DP carboxilasa y/o PEP - carboxilasa); la fotofosforilación (que depende la fotosforilación cíclica) y la fotorespiración.

3) El crecimiento de la raíz y absorción de nutrimentos, cuyas subcomponentes son el peso de raíces y la absorción por unidad de peso.

En este punto, Rojas (1977), expresa el crecimiento de la siguiente forma: crecimiento (aumento de peso) = fotosíntesis = respiración.

Considerando la respiración como una constante y suponiendo que una planta en condiciones normales el rendimiento es función directa del crecimiento, se tiene:

Rendimiento = Fotosíntesis

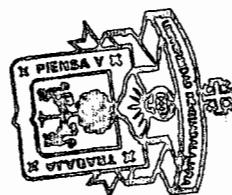
Ahora bien, de acuerdo con este autor, la cantidad de fotosintatos en una planta depende de dos características: la cantidad de tejido clorofílico y la asimilación neta; por lo que tendría:

Rendimiento = Area foliar x asimilación neta.

Así, este autor indica que la variación en el área foliar es el principal factor que determina las diferencias en el rendimiento y que la variación en la asimilación neta es secundaria. Además, ambos caracteres parecen ser genéticamente independientes. Sin embargo Molina (1975), menciona un caso en frijol, donde unas variedades con menor área foliar que otras tuvieron mayor rendimiento de grano, debido precisamente a que la asimilación neta fue mayor.

Tanaka y Yamaguchi (1977), en un estudio sobre la contribución de las hojas, según su posición, el rendimiento del grano y la producción de la materia seca en maíz, indican que la disminución en la velocidad de la fotosíntesis

BIBLIOTECA CENTRAL



CUCEBA

el incremento en la velocidad de la respiración y la senectud más precoz de las hojas inferiores se traducen en una reducida aportación de éstas a la producción de materia seca total; por otro lado, los granos asimilan los productos de la fotosíntesis que se realiza en las hojas situadas arriba del nivel de la mazorca durante el período del llenado de grano, pero la actividad fotosintética de estas hojas superiores esta controlada por la actividad de los granos actuando como demanda fisiológica.

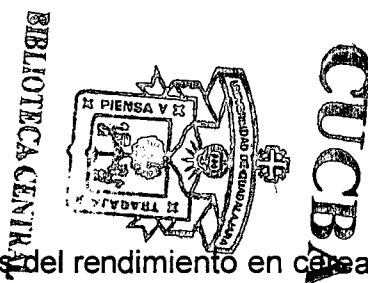
Beratto (1974), estudiando la influencia de la duración del ciclo vegetativo sobre algunos parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento del grano de trigo, encontró que las variedades tardías tuvieron mayor producción de materia seca que las variedades intermedias, y éstas superaron a los precoces, aunque las variedades intermedias presentaron los mayores rendimientos de grano.

2. 4. 2. Componentes Morfológicos

Según Evans y Wardlaw (1976), los principales componentes del rendimiento en cereales son el número de granos por unidad de superficie (el cultivo está determinado por el número de inflorescencias por unidad de superficie, el número de flores por espiguilla y la producción de flores que forman grano) y el tamaño del grano.

Poehlman (1976), señala que en el sorgo la duración del período vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral. Las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, un mayor número de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con rapidez.

Solórzano (1980), indica que en un estudio realizado en el cultivo de la haba, el rendimiento de grano por planta estuvo determinado principalmente por los componentes número de granos por planta y peso seco de 100 gramos, presentando correlación positiva altamente significativa con el peso seco de vainas por plantas.



En tanto que, Aguilar (1975), en frijol, encontró que el peso de grano no fue afectado por cambios de densidad de población en ninguna época de desarrollo.

Al respecto, Mesquita (1973), considera que en el frijol el número de ramas determina el potencial de producción de flores y contribuye para una mayor área foliar. El rendimiento esta asociado en un mayor número de vainas que alcanzan la madurez fisiológica y con mayor número promedio de semillas por vaina (índice de eficiencia para producción de semillas).

Liang *et al.* (1969), al correlacionar caracteres de diversos genotipos, incluyendo poblaciones segregantes y líneas de sorgo, encontraron que el rendimiento de grano estuvo relacionado positiva y significativamente con el peso de la panoja, el número de granos, los días a antesis y el número de hojas, pero correlacionó negativamente con el porcentaje de germinación y el porcentaje de proteínas.

Atkins *et al.* (1968), estudiaron la relación entre el peso seco de panoja, porcentaje de trillado y rendimiento de grano en sorgo; obteniéndose coeficientes de correlación de 0.91 a 1.00 para la asociación de peso de panoja con peso de grano trillado, lo cual indica que el peso de panojas sin trillar puede ser útil como un criterio efectivo de comparación del rendimiento relativo de grano entre un grupo de híbridos. Sin embargo, la variabilidad que se encontró entre los híbridos, localidades y años para porcentaje de grano de la panoja, sugiere que el uso de un porcentaje de trillado único para estimar el rendimiento real de los pesos secos de panojas sin trillas para todos los híbridos, en todas las localidades o para cualquier año, no es confiable.

Daynard y Duncan (1969), encontraron que a la madurez se desarrolló una capa negra que encierra la región placentar en el cariósido del maíz. La utilidad de esta capa negra como un indicador de la madurez fisiológica la estudiaron en cuatro híbridos con variación en madurez.



Mediante la observación directa (con el uso de la lupa o microscopio) la capa se desarrolló en menos de tres días y su apariencia coincidió con el máximo peso seco acumulado de grano. En forma similar, Eastin et al: (1973), mencionan que la determinación de la capa permite identificar la madurez fisiológica o el dato del peso seco máximo del grano del sorgo.

Solórzano (1980), estudiando la fenología y el comportamiento de los componentes del rendimiento de diversos genotipos de haba bajo condiciones ambientales contrastantes, señala que algunas características como : número y peso seco del grano por planta, y número y peso seco de vainas, tienden a disminuir en función de los incrementos de la densidad de siembra, mientras que el rendimiento por unidad de superficie, dentro del rango de ambientes estudiados, presenta mayor respuesta a los incrementos en la densidad de siembra, fertilización y humedad suficiente.

Mesquita (1973), señala que en frijol, una mejor distribución del área foliar y mayor cantidad de vainas y semillas por vainas estuvo asociada con un mayor rendimiento.

Lozoya (1973), menciona que en plantas de papa sin competencia, el máximo peso del tubérculo por planta estuvo asociado con la rápida formación y prolongada persistencia de la superficie foliar funcional.

Díaz (1974), encontró, en frijol, que para las variedades de mata y semiguía el área foliar presentó una correlación positiva y altamente significativa con el número de hojas.

Beratto (1974), indica que en trigo sembrado en dos fechas de siembra, no hubo prácticamente relación entre rendimiento y duración de área fotosintética.

Molina (1975), investigando sobre el frijol, encontró, variedades con gran área foliar, porque probablemente éstas tuvieron mayor tasa de asimilación neta.



Quinby et al (1973), sembraron, en varias localidades genotipos de sorgo que llevaban consigo diferentes combinaciones de los cuatro genes de maduración en su forma dominante y recesiva; ellos observaron que el área foliar se incrementó en altas temperaturas nocturnas y el número de hojas fue mayor a bajas temperaturas nocturnas.

Jiménez (1979), señala que en sorgo, el área foliar total, el número de hojas en la floración, y el número de hojas en la madurez fisiológica no estuvieron altamente correlacionados con el rendimiento del grano.

CUCBA



2. 4. 3. Índices fisiotécnicos

a) Generalidades

Ozbum (1976), señala que el uso de la información genético-fisiológica es una buena alternativa para hacer más eficiente el mejoramiento de las plantas y recomienda la obtención de la información siguiente en cada ensayo de rendimiento de especies anuales al momento de la cosecha.

- 1) Número de días a la madurez (fisiológica preferentemente)
- 2) Rendimiento biológico, que es el peso seco total de la planta
- 3) Rendimiento económico, peso seco de órganos económicamente importantes

Con la información anterior se pueden calcular los siguientes parámetros fisiotécnicos relacionados con la eficiencia de la planta para producir altos rendimientos.

- 1) Índice de cosecha, rendimiento económico / rendimiento biológico.
- 2) Rendimiento económico por hectárea por día; rendimiento económico / días a madurez fisiológica.
- 3) Rendimiento biológico por hectárea por día; rendimiento biológico / días a madurez fisiológica.

Mendoza et al: (1978), describen algunos índices de eficiencia, los que pueden expresarse por planta o por unidad de superficie:

1) Índice de cosecha. En base a datos por planta o por m^2 .

$$IC = \frac{\text{rendimiento económico}}{\text{rendimiento biológico}} \times 100$$

2) Eficiencia del área foliar general. En base a datos promedio por m^2

$$EAFg = \frac{\text{rendimiento económico}}{\text{área foliar en anthesis}}$$

3) Eficiencia del área foliar durante el llenado de grano. En base a datos promedio de m^2

$$EAF = \frac{\text{rendimiento económico}}{\text{área foliar promedio durante el llenado de grano.}}$$

4) Eficiencia de la producción en función de tiempo. En base a datos promedio por m^2

4.1) Durante el ciclo del cultivo (de siembra a madurez fisiológica).

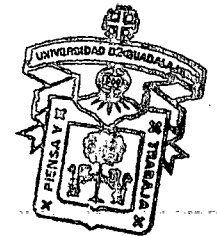
Rendimiento económico y rendimiento biológico $\text{día}^{-1} \text{ ha}^{-1}$

4.2) Durante el período de llenado de grano (anthesis a madurez fisiológico).

rendimiento económico y rendimiento biológico $\text{día}^{-1} \text{ ha}^{-1}$

Ortíz (1977), señala algunos índices de eficiencia como: rendimiento/día, rendimiento/unidad de superficie foliar, rendimiento/unidad de luz, rendimiento/ materia seca total y rendimiento/unidad de nutrimentos aplicados.

CUCBA



B.B. BOTECA CENTRAL

b) Aplicaciones

Singh y Stoskopf (1979), estudiaron el índice de cosecha en trigo, arroz, cebada y avena, de 1964 a 1967, y encontraron un alto grado de variabilidad para estas especies. Los tallos contribuyeron en mayor cantidad al peso seco total por lo que tuvieron influencia sobre el índice de cosecha. La reducción de la altura de planta disminuyó el peso seco de las partes vegetativas y el rendimiento de paja, sin afectar grandemente el rendimiento de grano por lo que aumento el índice de cosecha. El índice de cosecha se correlacionó positivamente con el rendimiento de grano pero tuvo correlación negativa con el crecimiento vegetativo.

Fischer y Kertesz (1976), señalan que el índice de cosecha permite predecir la habilidad productiva, cuando la disponibilidad de la semilla es limitada y no es posible el establecimiento de parcelas grandes donde haya competencia completa entre plantas, pues encontraron que el índice de cosecha es menos afectado por la densidad de siembra que el rendimiento de grano por planta.

Takeda y Frey (1976), señalan que el rendimiento de los cereales se puede expresar de la siguiente forma:

- a) Rendimiento biológico, es decir el total de la materia seca producida durante una estación de crecimiento y b) rendimiento económico, es decir, rendimiento de grano.

El cociente entre el rendimiento económico y el rendimiento biológico, es el índice de cosecha. El producto de la tasa de crecimiento y de la duración del crecimiento estima el rendimiento biológico,; y el producto del rendimiento biológico y del índice de cosecha estima el rendimiento del grano.



De este modo aumentando la tasa de crecimiento lograron incrementar el rendimiento biológico y de grano en líneas de avena ya que la variación en el rendimiento de grano fue determinado casi completamente por la tasa de crecimiento y el índice de cosecha. Un incremento de 0.1 g/día/parcela en la tasa de crecimiento dio el mismo porcentaje de incremento en el rendimiento de grano (14%) que un 4% de incremento en el índice de cosecha.

Mesquita (1973), concluye, en una parte de su trabajo sobre la influencia de algunos componentes en el rendimiento de frijol, que el mayor rendimiento estuvo asociado a una mayor producción de materia seca por la planta.

Beratto (1974), al estudiar la influencia de la longitud del ciclo sobre algunos componentes del rendimiento de trigo con diferentes tipos de madurez, encontró que el mayor rendimiento de las variedades intermedias es consecuencia de un mayor índice de cosecha.

Aguilar (1975), en una investigación relacionada con la competencia entre plantas sobre el rendimiento y sus componentes en frijol, menciona que la proporción de peso seco en grano, evaluada a través del índice de cosecha, fue mayor en las bajas densidades de población (3.2 plantas/m²); pero el mayor rendimiento (3.96 ton/ha) se obtuvo con la población de 28.8 plantas/m², sin aclareo.

Osuna (1980), en un trabajo sobre la estimación y uso de índices fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo para grano tolerantes al frío, concluye algunos puntos como:

- 1) El uso de la información fisiotécnica en la evaluación de los genotipos, permitió hacer una categorización diferente de ellos en relación a la que se obtuvo a través de los caracteres agronómicos, especialmente la obtenida al emplear como criterio de clasificación al rendimiento económico.

2) Los genotipos evaluados mostraron notables diferencias en la expresión de los caracteres agronómicos y fisiotécnicos.

3) Las condiciones diferenciales entre ambientes fueron un factor determinante en los cambios que cada genotipo experimentó para caracteres agronómicos y fisiotécnicos.

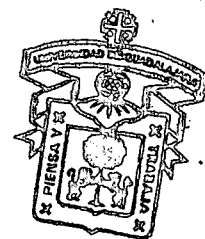
4) Los componentes que mejor explicaron el comportamiento de los genotipos para rendimiento económico variaron con el ambiente; en los ambientes mas favorables, los componentes fueron los días a madurez fisiológica y el rendimiento económico en función de tiempo durante el ciclo del cultivo; en el ambiente menos favorables, los componentes fueron el rendimiento biológico y el índice de cosecha.

Jiménez (1979), en una investigación referida a la estabilidad del rendimiento y de algunos componentes fisiotécnicos en sorgo para grano, indica que se identificó un mayor número de líneas B que fueron eficientes que las líneas R en producción de materia seca por su ciclo más corto; así mismo se encontraron líneas con rendimiento económico tan alto como el de los híbridos analizados.

Wong (1979), observando el comportamiento de las características agronómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimiento de genotipos de sorgo bajo riego y sequía, encontró que el rendimiento económico y el biológico fueron las variables más afectadas, en el orden del 20%. Los índices de eficiencia fisiológica calculadas mostraron variabilidad y correlacionaron positivamente con el rendimiento económico.

Quinby y Karper (1954), demostraron que una de las características relacionadas con el rendimiento es la altura y esta condicionada por cuatro genes mayores, concluyeron que los genes se heredan independientemente y que la altura es parcialmente dominante sobre el enanismo.

CUCBA



Atkins al et; (1968) y Karper (1932), estos autores señalan que la altura de planta tiene efecto sobre el rendimiento y en^ocontraposición a ellos;

Casady (1965), Hadley et al (1965), afirman no haber identificado tal efecto en sus trabajos realizados.

2. 5. Caracteres Agronómicos Asociados al Rendimiento

Betancourt 1985, citado por Zamora 1985, indica que los máximos rendimientos en sorgo se obtienen con alturas cercanas a 1.70 m. y que alturas mayores ocasionan problemas con el acame.

Betancourt 1982 citado por Rosas 1982, dice que los componentes del rendimiento más importantes en sorgo son el número de granos por panoja, el peso específico del grano y el número de espiguillas por panoja, y que el tamaño del grano se encuentra inversamente correlacionado con el número de granos, por lo que comúnmente se pueden encontrar panojas con grano pequeño y un número grande de ellos, y viceversa, con lo que concluye que es muy importante el balance de estos dos componentes. Este mismo autor señala que para aprovechar el máximo de heterosis en el cultivo del sorgo la hembra androestéril debe contener un alto número de granos sin importar su tamaño, y el macho o línea R debe de contener granos grandes sin importar el número de granos.



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3. 1 Localización geográfica del sitio experimental

3. 1. 1 Ubicación

El experimento se estableció en los terrenos del Departamento de Investigación de la Facultad de Agricultura ubicada en el Km. 9 de la carretera Tepic - Puerto Vallarta. Esta zona se encuentra situada en la porción oeste centro del valle de matatipac el cual comprende parte de los municipios de Xalisco y Tepic, Nayarit, dicha planicie ocupa una extensión aproximada de 120 KM² y geográficamente se encuentra localizado entre los 20° 21' 21° 21' de latitud norte entre los 104° 54' y 104° 48' de longitud oeste, la situación geográfica de dichos terrenos en particular es latitud norte 21° 26' longitud oeste y 104° 51' y una altura de 965 m. s. n. m.

3. 1. 2 clima

La clasificación del clima según Koppen y modificado por Enriqueta García es Aw (W) tipo cálido sub-húmedo con lluvias de verano, de esta forma se tienen los siguientes datos termo pluviométricos: temperatura media anual de 19° a 23°C. precipitación media anual 800 a 1400 mm anuales.

3. 1. 3 Suelo

El tipo de suelo que ocupa una gran parte del valle, así como los terrenos mencionados corresponden al grupo llamados regosoles, los cuales se describen como suelos inmaduros formados por capas de material suelto, lo constituyen cenizas volcánicas conocidas como jal, este tipo de suelo presenta las siguientes características, están compuestos por materiales silicatos amorfos, fácilmente impermeabilizables, profundos de textura arenosa, con bajo contenido de material orgánica menos de 2% y con un pH ácido de 4.0 a 5.5 pero dichos tipos de suelo así como presentan algunas desventajas también presentan características favorables para la explotación agrícola como son:

CUCBA



Alta capacidad de retención de humedad aprovechables por las plantas, manejables en cualquier época del año, incluso se puede trabajar pocas horas después de llover.

Dentro de esta región podemos encontrar diversos tipos de suelos derivadas de cenizas volcánicas con material de piedra pómez (jal).

Suelos de poca fertilidad y poco contenido de materia orgánica; muestreo con fines de análisis físico y químico, demostraron además que son suelos con un pH que oscila entre 5.5 a 5.7 para corregir esta acidez, existe la necesidad de incorporar cal agrícola para acondicionarlos a suelos de cultivo.

3. 2 Material Genético

El material genético evaluado se presenta en el Cuadro 1

3. 2. 1 Híbridos evaluados

Los materiales utilizados en el presente estudio fueron proporcionados por el Centro de Investigaciones en Producción de Semillas de la División de Ciencias Agronómicas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA). Se evaluaron 25 híbridos de sorgo, de los cuales , 23 híbridos sobresalientes fueron formados en el CUCBA y dos híbridos comerciales se utilizaron como testigos cuadro 1.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Cuadro 1. Híbridos evaluados y su distribución en el ensayo de rendimiento xalisco, nayarit. 1997 T.

NO. ORDEN	GENEALOGIA O DESIGNACION	NO. DE PARCELA EN REPETICION		
		I	II	III
1	A 4 X R 21	15	27	62
2	A 38 X R 4	10	29	58
3	A 38 X R 5	8	31	52
4	A 38 X R 8	24	34	55
5	A 4 X R 13	2	26	54
6	A 9 X R 7	13	36	73
7	A 10 X R 40	20	44	66
8	A 22 X R 17	11	46	68
9	A 22 X R 37	5	32	71
10	A 23 X R 23	25	42	61
11	A 27 X R 8	17	39	51
12	A 27 X R 19	7	30	69
13	A 34 X R 31	9	48	74
14	A 4 X R 31	16	43	63
15	A 4 X R 26	3	35	56
16	A 39 X R 24	18	47	53
17	A 10 X R 31	23	50	75
18	A 22 X R 10	22	37	72
19	A 1 X R 2	6	40	65
20	A 23 X R 17	21	49	67
21	A 38 X R 22	12	41	59
22	A 23 X R 40	14	28	70
23	A 27 X R 30	1	38	60
24	T 1 (PRIME 762)	19	45	64
25	T 2 (GENESIS 933)	4	33	57

T1 = Testigo Comercial (1)

T2 = Testigo Comercial (2)

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

3. 3 Labores culturales

3. 3. 1 Preparación del terreno

Esta se realizó mediante un paso de arado y dos de rastra con la finalidad de dejar el suelo completamente mullido libre de terrones, y proporcionarle una buena preparación al momento de la siembra.

3. 3. 2 Siembra y densidad de población

La siembra se realizó el 18 de Julio de 1997 en forma manual, depositando la semilla a chorrillo en el fondo del surco, realizándose el aclaréo a los 20 días después de la siembra para dejar distancia entre plantas de 5cm para obtener una densidad de población de 250,000 plantas por hectárea obteniendo así 200 plantas por parcela y por surco 100 plantas.

3. 3. 3 Fertilización

Se utilizó la formula 140 - 60 - 40 aplicándola de la siguiente manera el 50% del Nitrógeno, todo el Fósforo y todo el Potasio al momento de la siembra. El otro 50% de Nitrógeno se aplicó al momento de la escarda. Las fuentes de nutrimentos se derivaron de los siguientes compuestos: Urea (46%), Fosfato de Amonio (18 - 46 - 00) y Cloruro de Potasio (60%).

3. 3. 4 Control de plagas y enfermedades

En los terrenos donde se instaló el experimento es muy frecuente la aparición de diferentes especies de plagas, como el caso de las plagas del suelo (principalmente gallina ciega, gusano de alambre y barrenador del tallo), para su control se utilizó Counter al 15% granulado en dosis de 7 Kg/ha. mezclado con el fertilizante que fue aplicado a chorrillo al momento de la siembra.



Las enfermedades que se presentaron fueron manchas foliares causadas por Exserohilum turcicum y Fusarium moniliforme que ataca el pedúnculo y la panoja y los mohos del grano los cuales son causados por los géneros más frecuentes como: Fusarium, Curvularia, Phoma, Trichothecium, Aspergillus y Alternaria.

En algunos híbridos se presentó la enfermedad azucarada del sorgo conocido comúnmente como ergot producida por el hongo. Sphacelia sorghi se controló con aplicaciones de Benlate 2.3 gr/litro de agua más Dimetoato 6 ml/litro de agua repitiendo las aplicaciones cada semana durante 3 semanas.

3.3.5 Control de malezas

Para el control de malezas de hoja ancha y hoja angosta se empleo el herbicida selectivo Goliat a razón de 3 litros por hectárea y deshierbe manual en época de floración.

3.4 Diseño y parcela experimental

El diseño experimental utilizado fue en Bloques al Azar con 3 repeticiones; la parcela experimental consistió en dos surcos de 5 metros de longitud con anchura de 80 cm obteniéndose una parcela útil de 8 m² cada repetición del experimento ocupó un área 200 metros cuadrados, por lo cuál el área total del experimento fue de 800 m² incluyendo calles y callejones.

3.5 Datos agronómicos

3.5.1 Rendimiento de grano

Se obtuvo pesando los dos surcos y ajustando el peso al 14% de humedad comercial. La fórmula empleada fue peso del campo por factor de ajuste en metros cosechados por % de humedad = peso ajustado PC x FAMC x % H = RA. (Rendimiento ajustado).

Las siguientes variables se obtuvieron empleando 5 plantas como tamaño de muestra.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

3. 5. 2 Altura de planta

Se midió de la base del surco a la punta de la panoja en cm.

3. 5. 3 Altura panoja

De la base del surco a la base de la panoja en cm.

3. 5. 4 Altura de la hoja bandera

Se obtuvo midiendo desde la base del surco a la base de inserción de la última hoja u hoja bandera.

3. 5. 5 No. De hojas

Se obtuvo el total de hojas de las cinco plantas y posteriormente se estimó la media de la muestra.

3. 5. 6 Longitud de hoja

Base de inserción de la ligula a la punta de la hoja través de la nervadura central.

3. 5. 7 Ancho de la hoja

Se midió de la parte central de la hoja en cm.

3. 5. 8 Color del grano

Se determinaron 8 tipos: Blanco = B; Blanco perla = BP, Amarillo = A, Naranja = N, Naranja claro = NC, Rojo = R, Rojo intenso = RI y Café = C

3. 5. 9 Tipo de panoja

Se determinaron 4 tipos; Abierto = A; Semiabierta = SA, Compacta = C y Semicompacta = SC.

3. 5. 10 Análisis de varianza y prueba de medias de Tukey

Se llevó a cabo un Análisis de Varianza para las variables: rendimiento de grano, días a floración, altura de planta, altura de panoja, altura de hoja bandera, número de hojas, longitud de la hoja y ancho de la hoja.

En todas las variables estudiadas se realizó la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

3. 5.11 Análisis de correlación simple

El análisis de correlación simple se llevó a cabo entre las variables rendimiento, altura de planta, altura de panoja, altura hoja bandera, número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja y días a floración.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de varianza aplicado a las variables evaluadas.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del Análisis de Varianza aplicado a las variables utilizadas para medir su efecto en cada uno de los diferentes híbridos experimentales, donde se puede observar como todas las características agronómicas presentaron diferencias estadísticas significativas. indicando que todos los tratamientos evaluados se manifestaron de manera distinta, por su diferente efecto en dichas variables.

Los coeficientes de variación encontrados fueron relativamente bajos (5 a 16%), reflejando un grado de error aceptable en la evaluación realizada durante el ciclo de temporal.

Los valores de R^2 (coeficiente de determinación) explicaron que el modelo estadístico utilizado fue adecuado para la mayoría de las características agronómicas evaluadas. Los valores encontrados explican entre el 80 y 95% de la variabilidad presente en el experimento, excepto para la variabilidad ancho de hoja (53%) y longitud de hoja (79%).

4.2 Prueba de medias para la variable rendimiento de grano.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la prueba de medias para la variable rendimiento de grano, indicando la presencia de 9 grupos estadísticos, siendo los mejores híbridos los agrupados en la letra "A" ya que no se presentaron diferencias entre ellos, en donde se incluyen los híbridos el A4 x R31, A27 x R30 y el A34 x R31 con valores medios de rendimiento de 11.380, 10.188 y 9.229 ton/ha respectivamente. En último lugar se ubico al híbrido A4 x R26 con 3.275 ton/ha.

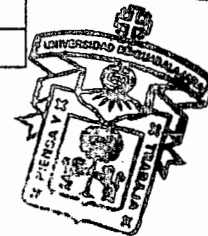
Los testigos manifestaron rendimientos muy bajos. La situación anterior está en concordancia con lo señalado por Beratto (1974) sobre la duración del ciclo vegetativo para el trigo que también es una planta autógama, las variedades más precoces mostrara los más bajos rendimientos.

Cuadro 2. Resultados del Análisis de Varianza aplicado a las características agronómicas evaluados. Xalisco Nayarit, 1997.

Variable	Pr>F *	C.V. (%)	R ²
1.- Días a floración	0.0001	4.520	0.872
2.- Altura de planta	0.0001	5.114	0.919
3.- Altura de panoja	0.0001	6.725	0.908
4.- Altura de la hoja bandera	0.0001	6.085	0.958
5.- Número de hojas	0.0001	7.873	0.838
6.- Longitud de hoja	0.0001	5.272	0.789
7.- Ancho de hoja	0.0001	11.383	0.695
8.- Rendimiento de grano	0.0001	12.548	0.905

* Cuando la $P_r > F$ es menor de 0.05 existen diferencias significativas.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Beratto encontró a las variedades intermedias como las más rendidoras ocurriendo algo similar con el presente trabajo verse cuadros (3 y 4), por otra parte House (1982) señala a las variedades intermedias de sorgo como las más productivas dado que las tardías tienden a producir más follaje y menos grano. Esta situación no ocurrió en el caso del presente trabajo dado que el híbrido 21 de buen rendimiento mostró también mayor número de hojas (cuadro 8)

Cuadro 3. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable rendimiento de grano. Xalisco Nayarit. 1998.

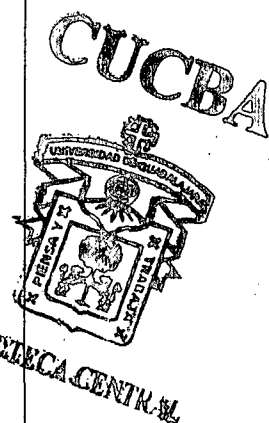
Tratamientos	Medias (Ton/ha) *	Grupos
14 A4 X R31	11.380	A
23 A27 X R30	10.188	A B
13 A34 X R31	9.229	A BC
21 A38 X R22	8.646	BC D
16 A39 X R24	7.146	C D E
2 A38 X R4	7.131	C D E
9 A22 X R37	7.010	C D E
17 A10 X R31	6.590	D E F
3 A38 X R5	6.497	D E F G
19 A1 X R2	6.074	E F G H
7 A10 X R40	6.052	E F G H
8 A22 X R17	5.775	E F G H
11 A27 X R8	5.690	E F G H I
10 A23 X R23	5.606	E F G H I
4 A38 X R8	5.580	E F G H I
18 A22 X R10	5.517	E F G H I
12 A27 X R19	5.290	E F G H I
5 A4 X R13	5.248	E F G H I
1 A4 X R21	5.132	E F G H I
24 PRIME	4.932	E F G H I
20 A23 X R27	4.490	FGHI
6 A9 X R7	4.273	FGHI
25 GENESIS	4.124	GHI
21 A22 X R40	3.797	HI
15 A4 X R26	3.275	I

* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas.

4.3 Prueba de medias para la variable altura de planta.

La prueba de Tukey señaló la presencia de 10 grupos estadísticos (Cuadro 5), siendo los más sobresalientes los agrupados en la letra "A" (A10 X R31, A22 X R10, A27 X R30 y A4 X R31). Estos dos últimos híbridos con alturas de 1.70 cm en concordancia por lo señalado por Betancourt (1998) en el sentido de que el rendimiento óptimo del sorgo se acerca con híbridos de esa altura.

El primero de estos manifestó una altura de 1.80 metros y fue el más rendidor sin embargo este comportamiento en la altura puede considerarse desfavorable para el productor, por posibles problemas de acame que si utiliza cosechadora mecánica, el gran número de hojas de éste híbrido podría aumentar la humedad del grano a la cosecha (véase cuadro (8)).



Cuadro 4. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable días a floración. Xalisco Nayarit 1997.

Tratamientos	Medias	Grupo
14 A4 X R31	82.333	A
23 A27 X R30	81.667	A
2 A38 X R4	81.667	A
3 A38 X R5	79.667	A B
17 A10 X R31	79.000	A B C
9 A22 X R37	78.667	A B C
13 A34 X R31	78.333	A B C D
21 A38 X R22	77.000	A B C D E
8 A22 X R17	75.000	A B C D E F
10 A23 X R23	74.000	A B C D E F G
19 A1 X R2	73.000	A B C D E F G H
20 A23 X R 17	72.667	A B C D E F G H I
18 A22 X R10	70.667	B C D E F G H I J
1 A4 X R21	70.000	C D E F G H I J K
5 A4 X R13	69.000	C D E F G H I J K
16 A39 X R24	68.333	D E F G H I J K
12 A27 X R19	67.333	E F G H I J K
7 A10 X R40	67.333	E F G H I J K
4 A38 X R8	66.667	F G H I J K
11 A27 X R8	66.000	F G H I J K
15 A4 X R26	64.333	G H I J K
22 A23 X R40	63.333	H I J K
24 PRIME	62.667	I J K
25 GENESIS	61.667	J K
6 A9 X R7	60.000	K



* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas

Todos los híbridos experimentales superaron a los testigos (Prime y Génesis 933) los cuales manifestaron mayor precocidad con rendimientos bajos y las alturas más bajas (1.0967 y 1.0667 cm) respectivamente; (cuadros 4 y 5).

4.4 Prueba de medias para la variable altura de panoja.

Los resultados de la prueba de medias para la variable altura de panoja se pueden observar en el cuadro 6, donde se pueden apreciar 10 grupos estadísticos, en los cuales los tratamientos A10 X R31, A22 X R10, A27 X R 30 y A4 X R31 obtuvieron los valores más altos en índices de 1.4667, 1.3633, 1.3433, 1.3233 y 1.3000 cm respectivamente. Los testigos se manifestaron en último lugar (mismo comportamiento que la variable anterior). La altura de planta y de panoja mostraron una alta correlación como era de esperarse (cuadros 5 y 6) y por tanto las tendencias observadas en la altura fueron similares a la altura de panoja.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable altura de planta Xalisco. Nayarit, 1997.

Tratamientos	Medias	Grupo
17 A10 X R31	1.8067	A
18 A22 X R10	1.6967	A B
23 A27 X R30	1.6933	A B
14 A4 X R31	1.6500	A B C
3 A38 X R5	1.6067	A B C D
2 A38 X R4	1.5400	B C D E
11 A27 X R8	1.5300	B C D E F
4 A38 X R8	1.4367	C D E F
16 A39 X R24	1.4300	C D E F G
13 A34 X R31	1.4133	D E F G
15 A4 X R26	1.3667	E F G H I
12 A27 X R19	1.3633	E F G H I
8 A22 X R17	1.3500	E F G H I
20 A23 X R17	1.3467	E F G H I
5 A4 X R13	1.3433	E F G H I
10 A23 X R23	1.3067	F G H I J
9 A22 X R37	1.2867	G H I J K
19 A1 X R2	1.2733	G H I J K
7 A10 X R40	1.2700	G H I J K
1 A4 X R21	1.2467	G H I J K
22 A23 X R40	1.2033	H I J K
22 A38 X R22	1.1733	I J K
6 A9 X R7	1.1733	I J K
24 PRIME	1.0967	J K
25 GENESIS	1.0633	K



- Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas

4.5 Prueba de medias para la variable días a floración.

Los resultados para esta variable se presentan en el (cuadro 4) donde se puede observar que los híbridos más tardíos o intermedios fueron los más sobresalientes en cuanto a rendimiento (cuadro 1), situación que esta de acuerdo a lo reportado por Liang (1969, Beratto (1974), Pohlman (1976)) y Robles (1982).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable altura de panoja. Xalisco Nayarit. 1997.

Tratamientos	Medias (cm) *	Grupos
17 A10 X R31	1.4667	A
18 A22 X R10	1.3633	A B
23 A27 X R30	1.3433	A B C
14 A4 X R31	1.3233	A B C D
3 A38 X R5	1.3000	A B C D
2 A38 X R4	1.2367	B C D E
11 A27 X R8	1.1877	B C D E F
16 A39 X R24	1.1233	C D E F G
4 A38 X R8	1.1067	D E F G
15 A4 X R26	1.0733	E F G H
13 A34 X R31	1.0633	E F G H I
5 A4 X R13	1.0367	E F G H I
12 A27 X R19	1.0233	E F G H I J
10 A22 X R17	0.9867	F G H I J
9 A22 X R37	0.9633	F G H I J
1 A4 X R21	0.9467	G H I J
22 A23 X R40	0.9433	G H I J
7 A10 X R40	0.9400	G H I J
10 A23 X R23	0.9367	G H I J
19 A1 X R2	0.9333	G H I J
20 A23 X R17	0.9233	G H I J
6 A9 X R7	0.8700	H I J
24 PRIME	0.8500	H I J
21 A38 X R22	0.8433	I J
25 GENESIS	0.8067	J

* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas

4.6 Prueba de medias para la variable altura de la hoja bandera.

Para la característica altura de la hoja bandera, se puede observar en el cuadro 7 el ordenamiento de los tratamientos con base en su valor medio, donde se formaron 10 grupos estadísticos, sobresaliendo los híbridos A34 X R31 A27 X R30, A4 X R31 y A22 X R10. El A27 X R30, sigue manifestándose dentro de los mejores, como en las variables anteriores. Los testigos siguen manifestándose como los peores materiales. Nótese que la altura de la hoja bandera está asociada al rendimiento de los mejores híbridos observándose como era de esperarse alto valor con la altura de planta y panoja.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable altura de hoja bandera. Xalisco Nayarit. 1997.

Tratamientos	Medias (cm) *	Grupos
17 A10 X R31	1.4067	A
23 A27 X R30	1.3267	AB
14 A4 X R31	1.3100	AB
18 A22 X R10	1.2700	ABC
2 A38 X R4	1.2233	BC
3 A38 X R5	1.1933	BCD
11 A27 X R8	1.0933	CDE
4 A38 X R8	1.0367	DEF
13 A34 X R31	1.0367	DEF
16 A39 X R24	0.9833	EFG
5 A4 X R13	0.9333	EFGH
15 A4 X R26	0.8767	FGHI
1 A4 X R21	0.8567	FGHI
8 A22 X R17	0.8400	GHIJ
12 A27 X R19	0.8367	GHIJ
9 A22 X R37	0.8300	GHIJ
7 A10 X R40	0.8033	GHIJ
10 A23 X R23	0.7800	HIJ
20 A23 X R17	0.7800	HIJ
21 A38 X R22	0.7667	HIJ
19 A1 X R2	0.7600	HIJ
22 A23 X R40	0.7233	IJ
24 PRIME	0.7067	IJ
6 A9 X R7	0.6600	J
25 GENESIS	0.6600	J

* Medidas con la misma literal no presentan diferencias significativas.

4.7 Prueba de medias para la variable número de hojas.

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos en la prueba de medias para esta variable, clasificando como los materiales más sobresalientes a todos los agrupados en la letra "A" y dentro de estos, a los híbridos A38 X R22 y el A38 X R4 con valores medios de 12.467 hojas. Los testigos fueron los que tuvieron el menor número de hojas. Para el caso del presente estudio es evidente que el # de hojas y rendimiento estuvieron muy asociados aunque no necesariamente el de mayor número fue el más rendidor sin embargo, la frecuencia de un número alto de híbridos rendidores con este número de hojas refuerza el argumento anterior resultados que están de acuerdo con Liang (1969) y Poehlman (1976).

Cuadro 8. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable número de hojas . Xalisco Nayarit. 1997.

Tratamientos	Medias (cm) *	Grupos
21 A38 X R22	12.467	A
2 A38 X R4	12.467	A
17 A10 X R31	11.933	A B
23 A27 X R30	11.833	A B
14 A4 X R31	11.800	A B
3 A38 X R5	11.467	A B C
1 A4 X R21	11.400	A B C
13 A34 X R31	11.400	A B C
8 A22 X R17	11.200	A B C
10 A23 X R23	11.133	A B C
19 A1 X R2	10.333	A B C D
9 A22 X R37	10.267	A B C D
18 A22 X R10	10.200	A B C D
12 A27 X R19	10.000	A B C D
4 A38 X R8	9.867	B C D
20 A23 X R17	9.467	B C D
6 A9 X R7	9.400	B C D
7 A10 X R40	9.400	B C D
16 A39 X R24	9.000	C D
11 A27 X R8	9.000	C D
22 A23 X R40	8.333	D
15 A4 X R26	8.200	D
5 A4 X R13	8.100	D
24 PRIME	7.867	D
25 GENESIS	7.800	D

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas.

4.8 Prueba de medias para la variable longitud de hoja.

En los resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el procedimiento de Tukey para esta característica, destacan 8 grupos estadísticos, donde se puede observar que todos los híbridos experimentales superaron en la longitud de sus hojas a los testigos. Manifestándose, todavía dentro de los primeros el híbrido A27 X R30 con una longitud de 76.633 centímetros. (Cuadro 9). De acuerdo a lo observado para este carácter aparentemente la longitud de hoja tiene valor en el sentido de que los híbridos rendidores sobresalientes fueron híbridos con longitud hoja mayor. Quizá el área foliar podrá tener una mayor influencia y comprobar lo anterior.

Cuadro 9. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para la variable longitud de hojas . Xalisco Nayarit. 1997.

Tratamientos	Medias (cm) *	Grupos
13 A34 X R31	79.633	A
23 A27 X R30	76.300	A B
17 A10 X R31	73.733	A B C
14 A4 X R31	73.200	A B C D
21 A38 X R22	72.833	A B C D
3 A38 X R5	72.500	A B C D E
19 A1 X R2	70.533	A B C D E
18 A22 X R10	71.167	A B C D E
10 A23 X R23	70.133	A B C D E
12 A27 X R19	69.800	A B C D E
7 A10 X R40	69.400	A B C D E F
8 A22 X R17	68.400	A B C D E F G
6 A9 X R7	68.033	B C D E F G
10 A27 X R8	67.667	B C D E F G
1 A4 X R21	67.467	B C D E F G
2 A38 X R4	67.267	B C D E F G H
4 A38 X R8	66.767	B C D E F G H
16 A39 X R24	65.400	B C D E F G H
20 A23 X R17	65.133	B C D E F G H
9 A22 X R37	63.533	C D E F G H
5 A4 X R13	62.200	D E F G H
22 A23 X R40	61.367	E F G H
15 A4 X R26	58.367	F G H
25 GENESIS	57.367	G H
24 PRIME	56.000	H

* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas

4.9 Prueba de medias para la variable ancho de hoja

El análisis de varianza manifestó diferencias significativas para esta características, las cuales no se detectaron en la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), razón por la se analizó utilizando el procedimiento de Duncan, el cual es más flexible en la selección de los tratamientos. (Cuadro 8).

Con dicho procedimiento se manifestaron 5 grupos estadísticos, sobresaliendo 20 híbridos en el grupo "A" (estadísticamente iguales). En último lugar se presentaron los testigos, los cuales arrojaron 6 cm de ancho en sus hojas. El comportamiento de los híbridos fue muy similar a las variables anteriores. Al observar el cuadro 3 es importante señalar que los híbridos más rendidores mostraron también hojas anchas.

Cuadro 10. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples por el método de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable ancho de hojas. Xalisco, Nayarit. 1997.

Tratamientos	Medias (cm) *	Grupos
13 A34 X R31	9.767	A
23 A27 X R30	9.427	A
21 A38 X R22	9.367	A
14 A4 X R31	9.133	A B
3 A38 X R5	9.100	A B
11 A27 X R8	8.967	A B
2 A38 X R4	8.900	A B C
6 A9 X R7	8.700	A B C D
17 A10 X R31	8.567	A B C D
11 A27 X R19	8.467	A B C D
19 A1 X R2	8.433	A B C D
8 A22 X R17	8.367	A B C D
16 A39 X R24	8.233	A B C D
10 A23 X R23	7.833	A B C D
4 A38 X R8	7.800	A B C D
1 A4 X R21	7.733	A B C D
9 A22 X R37	7.693	A B C D
20 A23 X R17	7.633	A B C D
18 A22 X R10	7.600	A B C D
7 A10 X R40	7.433	A B C D
5 A4 X R13	7.167	A B C D
15 A4 X R26	6.333	B C D
25 GENESIS	6.067	C D
24 PRIME	6.000	D
22 A23 X R40	5.933	D

* Medias con la misma literal no presentan diferencias significativas

4.10 Análisis de correlación simple

En el cuadro 11, se muestran los resultados del análisis de correlación simple aplicado a las características agronómicas evaluadas, pudiéndose apreciar que el rendimiento de grano estuvo correlacionado en forma positiva con el resto de las variables, lo que indica que al incrementarse éstas, se incrementa el rendimiento aún cuando se presentan algunas excepciones dada la variabilidad del material.

En cuanto a la altura de la planta, con el resto de las variables, se encontró una correlación positiva. Sobre todo en lo referente a la altura de panoja y altura de hoja bandera.

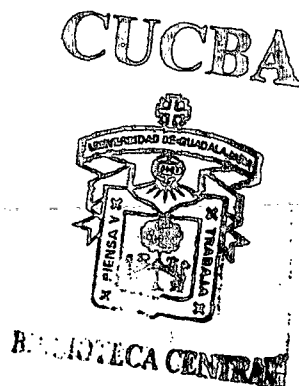
La altura de la panoja estuvo correlacionada positivamente con la altura de la hoja bandera, y con el número de largo de las hojas; pero no así para la variables anchura de la hoja, ya que el valor encontrado de $P > R$ es superior a 0.05.

En lo referente a la altura de la hoja bandera estuvo correlacionada con el número , largo y ancho de las hojas.

La característica número de hojas estuvo correlacionada positivamente con el largo y ancho de las hojas.

La longitud de las hojas manifestó una correlación positiva con el ancho de las mismas.

Tomando en consideración los resultados anteriores un índice de selección para rendimiento sería el de número y longitud de hojas que permitirá una eficiencia fotosintética con sorgos intermedio - tardío para la región de Xalisco, Nayarit.



Cuadro 11. Coeficientes de correlación para las variables estudiadas. Xalisco, Nayarit.

	APAN	AHB	NH	LH	AH	REND	DF
APL	0.9837 0.0001	0.9564 0.0001	0.4849 0.0001	0.4943 0.0001	0.2528 0.0286	0.4452 0.0001	0.5139 0.0001
APAN		0.9622 0.0001	0.4222 0.0002	0.3938 0.0005	0.1732 0.1372	0.4007 0.0004	0.4596 0.0001
AHB			0.5064 0.0001	0.4795 0.0001	0.2575 0.0257	0.5413 0.0001	0.5616 0.0001
NH				0.6566 0.0001	0.5300 0.0001	0.6322 0.0001	0.6982 0.0001
LH					0.5755 0.0001	0.6033 0.0001	0.5431 0.0001
AH						0.4930 0.0001	0.3947 0.0005
REND							0.7033 0.0001

Cuando la $P_r > R$ es menor de 0.05 existe correlación y se rechaza la hipótesis de igualdad ($H_0: \rho = 0$).

REND = Rendimiento

NH = Número de hojas

APL = Altura de planta

LH = Longitud de hojas

APAN = Altura de panoja

AH = Ancho de hojas

AHB = Altura de hoja bandera

DF = Días a floración



CAPITULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas en el presente trabajo de investigación se pueden derivar las siguientes conclusiones.

1.- Las variables utilizadas para medir el efecto de los distintos híbridos experimentales evaluados presentaron diferencias estadísticas significativas. Ya que los híbridos experimentales más sobresalientes en comparación con los testigos comerciales (Prime 762 y Génesis 933) fueron: A4 X R31, A27 X R30 y A34 X R31, los cuales resultaron estadísticamente iguales y superiores al resto.

2.- El Híbrido A4 X R31 fue de los más rendidores (11.380 ton/ha) y el que manifestó aceptable altura de planta, de panoja, de hoja bandera así como una mayor longitud y ancho de hoja.

3.- El material experimental A27 X R30 fue el que manifestó un alto potencial productivo (10.188 ton/ha) y el que expresó las mejores alturas de planta, de panoja, de hoja bandera, número, longitud y ancho de hojas.

4.- El híbrido que manifestó buena altura de hoja bandera, longitud y ancho de hojas, además de un buen rendimiento fue el A34 X R31, que en evaluaciones anteriores ha resultado sobresaliente siendo estos dos líneas A y R de alto valor genético.

5.- El rendimiento de grano manifestó una correlación positiva y significativa, con todas las características agronómicas evaluadas y por tanto se puede considerar como aceptables índices de selección en los programas de mejoramiento genético del sorgo, sin embargo y de acuerdo a los valores del coeficiente de correlación los caracteres más aceptables fueron longitud y número de hojas y días a floración (intermedio a tardío) es decir de 70 - 80 días. Para la región de Xalisco, Nayarit.



CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

Angeles, A. H. 1968. El maiz y el sorgo y sus programas de mejoramiento genético en México. En: Memoria del 3er. Congreso Soc. Méx. De Fitogenética. Chapingo, México, pp.382-434.

Aguilar, M., I. 1975. Efectos de la competencia entre plantas y su eliminación sobre el rendimiento y sus componentes en (Phaseolus vulgaris, L), Variedad Michoacán 12-A-3. Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.

Atkins, R. S., V. H. Reech, G. M. Beil, and J. S. Kirby. 1968. Interrelationships among dry weight of panicle, threshing percentage and grain yield in sorghum. Agron. J. 60:219-222.

Beratto, M., E. 1974. Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación con rendimiento de grano en 10 cultivares de trigo estudiados en Chapingo, Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.

Brauer, H., O. 1976 Fitogenética aplicada. Ed. LIMUSA, México. P. 2

Daynard, T. B. , and W. G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. crop Sci. 9:473-476.

Diaz M., F. 1974. Estudio preliminar sobre algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, Méx.

Evans, L. T. , and I. F. Wardlam. 1976. Aspectos of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. In Agron. 28:301-359.

Fischer, A. R., and Z. Kertesz. 1976. Harvest index in spaced population and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. Crop Sci. 16:55-59.

González, B., I. 1988. Determinación de la dosis óptima económica de fertilización nitrogenada y fosfatada en dos variedades de sorgo (Sorghum (L.) Moench). En Moyahua, Zacatecas. Tesis Profesional. U.A.CH. Chapingo, México bicolor.

Hernández S., R. 1979 Notas del curso de especies forrajeras. U.A.CH. Chapingo, México.

House, L. R. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 425 p.

Jiménez, C. A. 1979. Estabilidad del rendimiento y de algunos componentes fisiotécnicos en sorgo. Tesis M.C., C. de P. Chapingo, México. 201 p.

Laing, R. D. 1978. Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de frijol común. Documento presentado en la Reunión sobre Viveros Internacionales de Rendimiento y Adaptación de Frijol. CIAT. Cali. Colombia.

Liang, H. L. G., C. B. Overley, and A. J. Casady. 1969. Interrelation among agronomic characters in grain sorghum (Sorghum bicolor L. Moench). Crop Sci. 9:299-302.

Lozoya S., H. 1973. Estudio preliminar sobre algunas características fisiológicas en variedades de papa (Solanum sp). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, Méx.

López R., J. J. 1986. Evaluación de 26 híbridos de sorgo para grano (Sorghum bicolor (L.) Moench.) en Moyahua, Zac. Tesis Profesional. U. A. CH. Chapingo, México.

Mendoza O., I. E., V. A. González H. Y J. Ortiz C. 1978, Madurez Fisiológica e índices de eficiencia en sorgo. Laboratorios del Curso de Fisiotecnia Vegetal. Rama de Genética. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

Mesquita, B., E. 1973 Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.

Molina G., Orlando. 1975. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre algunos componentes fisiológicos del rendimiento y el contenido de nitrógeno en la planta, en seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris, L.). Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo, México.

Ortiz, V., B. 1977. Apuntes de fertilidad de suelos. Ed. PATENA. A.C. ENA. Chapingo, México. 210 p.

Osuna, O., J. 1980 Estimación y uso de índices fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo para grano (Sorghum bicolor L. Moench) tolerantes al frío bajo diferentes ambientes en Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.

Ozbun, J., L. (Panel Chairman). 1976. Researchable areas which have potential for increasing crop production. Cornell University. Ithaca, New York 43 p.

Poehlman, M., J. 1972 Influence of maturity genes on plant growth in sorghum. *Crop Sci.* 12:490-492.

Quinby, J., R. 1973 The genetic control of flowering and growth. *Adv. In Agron.* 25:125-162.

Rojas, G., M. 1977 Fisiología vegetal aplicada. Ed. McGraw-Hill. México. 252 p.

Singh, I. O., and N. C. Stoskopf. 1971 Harvest index in cereals. *Agron. J.* 63:224-226.

Sinha, K. S., and R. Khanna . 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. *Adv In Agron.* 27:123-171.

Solórzano, V., E. 1980 Fenología y comportamiento de los componentes del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de haba (Vicia faba L.). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.

Takeda, K., and K. J. Frey. 1976. Contribution of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies of Avena sativa x A. Sterillis crosses. *Crop Sci.* 16:817-821.

Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano de maíz. Traducido del inglés por J. Kohashi Shibata. C.P. Chapingo, México. 124 p.

Wilsie, C. P., B. Ching y V. B. Hawk. 1952. Self fertility and progeny performance in Bromus inermis. *Agron. J.* 44:605-609.

Wall, S. J. y W. M. Ross (Ed.). 1975. Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. 399 p.