
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION CIENCIAS AGRONÓMICAS



**"EVALUACIÓN DE 23 HÍBRIDOS
EXPERIMENTALES DE SORGO (*Sorghum bicolor*
L. Moench) EN AMECA JALISCO"**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA
P R E S E N T A
FRANCISCO FUENTES TEMBLADOR
LAS AGUJAS MUNICIPIO DE ZAPOPAN. ENERO DE 1999



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) EN AMECA JALISCO"

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

FRANCISCO FUENTES TEMBLADOR

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

M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ
M.C. LUIS JAVIER ARELLANO RODRIGUEZ
M.C. ADRIANA N. AVENDAÑO LOPEZ

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

M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS	PRESIDENTE
ING. JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA	SECRETARIO
M.C. MOISES MARTIN MORALES RIVERA	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 22 de enero de 1999

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

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

DEDICATORIAS

A Dios :

Por haberme dado la vida, y la oportunidad de terminar mis estudios. Porque para el nada le es imposible.

A mis padres : Miguel Fuentes Talavera

Emilia Temblador Obledo

Quienes a sus esfuerzos, preocupaciones y consejos han sido de mi una persona honesta y responsable. Por tal motivo, y muchas cosas más, que son difíciles de decir en unas cuantas líneas ... Muchas Gracias.

A Moisés Torres Vargas :

Por haber sido mi mejor amigo en vida ... Descansa en paz.

Con afecto y admiración A :

Dorían Lizethe Macías Paez.

Quien además de ser hermosa, física y de corazón. Hemos tenido siempre una amistad muy sincera.

En especial a Claudia Valladares :

Por su amistad y toda aquella emoción que me hace sentir cuando la tengo cerca de mi.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara y al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Por darme la oportunidad de formarme como profesionista.

A mi director y asesores de tesis :

M.C. José Sánchez Martínez

M.C. Luis Javier Arellano Rodríguez

M.C. Adriana Natividad Avendaño López

Por su amistad, disposición y orientación para la realización de este trabajo.

A mis hermanos : Rafael, Miguel y Ernesto Alonso

“Gracias por su apoyo”

A los estudiantes :

Judith Orosco Pérez

Gabriela Ballesteros Martínez

Ivan Contreras Delgado

José Antonio Guerrero Sánchez

Muchas Gracias por haberme ayudado en el presente trabajo.

A mis tíos :

M.C. Francisco Javier Fuentes Talavera

Lic. María Consuelo Fuentes Talavera

Febe Fuentes Talavera

Sara Fuentes Talavera

Joel Fuenes Talavera

Lic. C.P. Benjamin Fuentes Talavera

Elías Fuentes Talavera

Heren Fuentes Talavera

A mis abuelos :

Francisco Fuentes Rodriguez

Micaela Talavera Tovar

Elías Temblador Arcega

Ana Obledo Barrios

Por todo el apoyo y animo que me brindaron en el transcurso de la carrera ...

Muchas Gracias.

Al M.C. Elías Sandoval Islas :

Por su amistad y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros :

Fernando Alcalá García

Rodolfo Amador Gil

Mario Davila Larios

Salvador Gutiérrez Carbajal

Gildardo Hernández Rodríguez

Hector Hugo Víctor López

Tomas Pérez Vivar

Verenice Moreno Llamas

Patricia Olivares Viscarra

Salvador Macías Ballín

William del Jesús Zapata Cervera

José Manuel Arana Ortiz

Homar Galvez Martínez

Noé Paredes Guajardo

Israel Mejía Rodríguez

Alfonso Cobían López

Jorge Miguel Ordaz Gaona

Eduardo Marte Ramírez Vega

Raúl Vázquez Burgueño

Por todos aquellos momentos alegres que vivimos juntos ... Dios los bendiga.

CONTENIDO

	pag.
Lista de cuadros.....	vii
Resumen.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen y distribución geográfica.....	4
2.2 Distribución en México	5
2.2.1 <i>Estados productores del cultivo de sorgo en México</i>	7
2.3 Hibridación.....	7
2.4 Androesterilidad.....	11
2.4.1 <i>Restauración de la androesterilidad</i>	14
2.5 Heterosis o Vigor Híbrido.....	16
2.6 Evaluación.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Características Fisiográficas de la Región.....	21
3.1.1 <i>Localización geográfica</i>	21
3.1.2 <i>Tipo de suelo</i>	22
3.2 Características Climáticas de la Zona.....	22
3.2.1 <i>Clima</i>	22
3.2.2 <i>Temperatura</i>	23
3.2.3 <i>Precipitación</i>	23
3.3 Material genético.....	23
3.4 Diseño experimental.....	25
3.5 Desarrollo experimental.....	25
3.5.1 <i>Preparación del terreno</i>	25
3.5.2 <i>Siembra</i>	25

3.5.3 <i>Fertilización del cultivo</i>	26
3.5.4 <i>Control de maleza</i>	26
3.5.5 <i>Cosecha</i>	27
3.6 Variables estudiadas.....	27
3.6.1 <i>Días a floración</i>	27
3.6.2 <i>Rendimiento</i>	28
3.6.3 <i>Altura de planta</i>	28
3.6.4 <i>Longitud de panoja</i>	28
3.6.5 <i>Excerción</i>	29
IV RESULTADOS Y DISCUSION	30
4.1 Días a floración.....	30
4.2 Rendimiento.....	33
4.3 Altura de planta.....	36
4.4 Longitud de panoja.....	39
4.5 Excerción.....	41
V CONCLUSIONES	43
VI BIBLIOGRAFIA CITADA	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1 Relación de tratamientos.....	24
Cuadro No. 2 Análisis de varianza para la variable días a floración.....	30
Cuadro No.3 Comparación de medias para la variable días a floración al 0.05% de probabilidad, utilizando la prueba de Tukey.....	32
Cuadro No. 4 Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	33
Cuadro. No. 5 Comparación de medias para la variable rendimiento al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba de Tukey.....	35
Cuadro No. 6 Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	36
Cuadro No. 7 Comparación de medias para la variable altura de planta al 0.05% de probabilidad, utilizando la prueba de Tukey.....	38
Cuadro No. 8 Análisis de varianza para la variable longitud de panoja.....	39
Cuadro No. 9 Comparación de medias para la variable longitud de panoja al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba de Tukey.....	40
Cuadro No. 10 Análisis de varianza para la variable excerción.....	41
Cuadro No. 11 Comparación de medias para la variable excerción al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba de Tukey.....	42

RESUMEN

El cultivo del sorgo ocupa un lugar preponderante en nuestro país, al ser un cultivo básico en tan corto tiempo, ha venido ocupando una gran superficie agrícola ; debido a que no existen variedades en el mercado el 100% de la superficie sembrada es con semilla mejorada y específicamente híbridos.

Sin embargo los bajos rendimientos no satisfacen la demanda necesidades de este grano, por lo que los programas de mejoramiento preocupados por resolver la problemática actual en este cultivo, generan y se evalúan nuevos materiales genéticos que cumplan las expectativas trazadas de los productores.

La presente evaluación se llevó a cabo bajo condiciones de temporal en el campo experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias ubicado en el Municipio de Ameca, Jalisco. Las variables estudiadas fueron : Días a floración, rendimiento, altura de planta, longitud de panoja y excerción.

El diseño experimental utilizado fue Bloques al Azar con tres repeticiones, y la comparación de medias por medio de la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad.

En los Análisis de varianza realizados en las variables estudiadas se encontró en su mayoría diferencias altamente significativas entre tratamientos. En forma general, los coeficientes de variación (C.V.) fueron menores de 7% a excepción de las variables rendimiento y excerción con 22.15 y 19.46% respectivamente.

El cruzamiento que más destacó fue el A4XR21, ya que este híbrido obtuvo el mayor rendimiento (10.4 ton/ha.), así como alta sanidad, una altura de 1.49 m, una longitud de panoja de 29 cm y una excerción de 10 cm. En tanto que los híbridos A39XR24 y A10XR31 con rendimientos superiores a las 8 ton/ha, presentaron características desfavorables como altura de planta arriba de los 1.80 m.

Dentro de los materiales utilizados como testigos, el material que más destacó en esta evaluación fue la variedad U de G 110 ocupando el tercer lugar con un rendimiento de (8.83 ton/ha.), en tanto que el híbrido D - 65 ocupó el décimo lugar con un rendimiento de (7.06 ton/ha.).

1. INTRODUCCION

El sorgo ha sido a través de todos los tiempos una fuente de alimento para millones de personas. En años recientes la población mundial en crecimiento siempre continuo, ha originado demandas cada vez más crecientes con respecto a este cultivo básico ; pero en los trópicos semiáridos, donde se cultiva más de la mitad del sorgo del mundo, las condiciones climatológicas limitan drásticamente su producción.

En el Continente Americano, el conocimiento del sorgo es relativamente nuevo. Se introdujo por primera vez a los Estados Unidos de Norteamérica en 1857, y se utiliza extensamente para producir jarabe a principios de los años 1900. En la actualidad, el sorgo es uno de los cultivos de grano mas importantes en este país. Por lo que respecta a Centro y Sudamérica el cultivo adquiere rasgos de importancia a partir de los años cincuenta de este siglo.

En México, en algunas regiones del país ha sido una de las principales fuentes de ingreso. En su mayoría este grano ha sido utilizado como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para animales, y en menor escala como complemento en la producción de harinas. En 1958 cuando se inició la expansión del cultivo del sorgo ; la superficie cosechada fue 119, 812 has. y para 1993 ya eran 1'299, 537 has. Por esa época también se empezó a manifestar la regionalización del cultivo al concentrarse la

producción comercial en Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa.

En los últimos años el crecimiento de la población ha originado una demanda mayor de este grano (5 a 8 millones de toneladas anualmente), coincidiendo con niveles de producción limitada. Debido a que actualmente los productores de sorgo se enfrentan a serios problemas, como son : bajos precios de garantía, elevados costos de producción, baja productividad como consecuencia de materiales de sorgo no adaptados a las condiciones cambiantes de clima, temporales deficientes, alta susceptibilidad de materiales a plagas y enfermedades. Lo que hace que México no sea autosuficiente, convirtiéndonos en un fuerte comprador en el extranjero (más de 3 millones de toneladas cada año), dada la fuerte demanda ejercida por los ganaderos y la industria procesadora de alimentos balanceados.

En lo que se refiere a la producción de semillas de sorgo, se tiene que el 100% de la superficie se siembra con híbridos, de los cuales solamente el 5% es producido por empresas e instituciones públicas y el 95% es producida o importada por empresas privadas. Lo que da origen a una mayor dependencia tecnológica del extranjero.

Debido a lo anterior, es urgente seleccionar y formar nuevos materiales adaptados a las condiciones del agricultor de nuestro país. Para este fin, dentro del Centro de Investigaciones en Producción de Semillas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara desde 1981 se han venido generando híbridos y variedades de sorgo con amplia adaptación y rendimiento.

1.1 Objetivo

Evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de 23 híbridos experimentales en Ameca.

1.2 Hipótesis :

H₀ : Existen diferencias en cuanto a comportamiento en cada una de las cruzas en evaluación.

H_a : Los materiales evaluados en Ameca, presentan diferencias agronómicas y de rendimiento entre sí, lo cual permite determinar los mejores.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución geográfica

De acuerdo a Vinall et al ; (1936) y Robles (1990) citado por Valenzuela (1997) se cree que el sorgo, es originario de África. Su propagación a otras partes del mundo se atribuye a la mano del hombre. Desde épocas prehistóricas el sorgo ya era conocido en la India, y desde antes del año 700 A.C. se producía en Asiria.

Por su parte, Poehlman (1992), señala que los sorgos son nativos de ciertas regiones de África y Asia donde se han cultivado desde hace más de 2000 años.

Los sorgos se introdujeron por primera vez a los E.U. y se cultivaron a lo largo de la costa del Atlántico más o menos a mediados del último siglo. Desde esta región el cultivo de sorgo se extendió hacia el Oeste a regiones más secas y antes de 1900 se encontraban bien establecidos en las grandes llanuras del Sureste, y en California.

Robles (1990) citado por Valenzuela (1997) señala que la planta se cultiva en muchas regiones de África y extensamente también en la India, China, Manchuria y los E.U., es empleada en siembras comerciales en Asia Menor, Irán, Turkestán, Corea, Japón, Europa, Sur de Australia, México, Centro y Sudamérica, algunas Islas de las Indias

Orientales y Occidentales.

2.2. Distribución en México

La fecha en que el sorgo fue introducido a México, es inexacta. No existen datos comerciales ni experimentales sobre este cultivo anteriores a 1944, solo existe una referencia anterior a esta fecha y se refiere a los sorgos dulces o sacarinos.

En México, las investigaciones sobre el sorgo se iniciaron en 1944 por parte de la Oficina de Estudios Especiales en el campo agrícola experimental " El Horno " Chapingo, estado de México (Muñoz y Rachie, 1960, citados por Calderón y Valdés 1995).

El cultivo de sorgo en México empezó adquirir importancia aproximadamente en el año de 1958, en la zona norte de Tamaulipas (Río Bravo), al iniciar el desplazamiento del cultivo del algodnero en aquella región. Con el transcurso de los años, este cultivo ha adquirido cada vez mas importancia y se ha extendido prácticamente a todos los estados de la República, alcanzándose en el ciclo, P.V. 1990 una superficie de 2' 027, 461 has. y una producción de 5 992, 631 ton.

Con la propagación de este cultivo, también se han presentado y diseminado algunos problemas fitosanitarios que están adquiriendo cada vez mayor importancia y

2.2.1. Estados Productores del Cultivo de Sorgo en México

Tamaulipas que comprende las localidades de Matamoros, Río Bravo y Villa Hermosa, son las más importantes en su producción ; ya que, en esta zona se produce en la actualidad el 80% de la producción total del país, otras regiones importantes es el Bajío que comprende los estados de Guanajuato, con 1.56 millones de toneladas en P.V. 1990 con 291,168 hectáreas de superficie.

En el tercer lugar se encuentra el estado de Jalisco con 979, 396 ton. durante el año de 1990 ocupando 200, 463 has.

Mientras tanto, Michoacán con una producción de 650,000 ton. anuales ocupa el cuarto lugar, su rendimiento promedio es de 3.0 ton/ha. Así mismo, el estado de Sinaloa ocupa el quinto lugar con una producción de 480,000 toneladas anuales, su rendimiento medio es de 2.8 ton/ha. Su bajo rendimiento se debe principalmente a : ciclones, sequías, mala fertilización, mala preparación del terreno, plagas, enfermedades y variedades no aptas, para esa zona (Elizalde 1991).

2.3. Hibridación

Reyes (1985), menciona que la hibridación es la producción de animales o vegetales, apareando individuos de diferente especie y genero. Se distingue del cruzamiento en que sus productos son generalmente infecundos.

Brauer (1987), dice que la hibridación desde el punto de vista de la genotecnia es un tanto diferente, pues aquí por lo general se trata de aprovechar los conocimientos anteriores de herencia para el desarrollo de nuevas variedades de plantas que deberán ; por tanto, tener caracteres distintos de los progenitores, desde los tipos más simples que afectan caracteres cualitativos, hasta más complejos para obtener rendimientos mas elevados.

Así mismo, hace notar que los casos más frecuentes que pueden requerir hibridación es la transferencia de caracteres de una variedad a otra, tratando de unirlos en una nueva variedad.

Poehlman (1992), menciona que mediante la hibridación se puede combinar las mejores características de las variedades progenitoras en una línea pura que se reproduzca idéntica a si misma. Además de combinar características visibles de los progenitores por hibridación, también es posible seleccionar plantas de la progenie de una crusa que puede ser superior a los progenitores en características de naturaleza cuantitativa, como el rendimiento, peso específico, tolerancia a temperaturas bajas, cuya herencia esta determinada por genes múltiples.

De la Loma (1963), menciona que el hombre dispone, como se ha visto de dos métodos fundamentales para mejorar las plantas que cultiva : la selección y la hibridación.

Sé sabe que el primero consiste en elegir los individuos que mejores condiciones reúnan , dentro de la finalidad que se persiga, para obtener de ellos las simientes precisas para perpetuar la planta, o los órganos necesarios para multiplicarlo, si ha de producirse asexualmente, es decir, por estacas, tubérculos, bulbos, esquejes, acodos o injertos.

La hibridación por contrario, no se limita a elegir entre los individuos que forman la población de una especie de plantas los más convenientes, si no que procura la aparición de tipos nuevos dentro de esa población, haciendo que se reproduzcan entre si individuos con características diferentes, mediante el cruzamiento de progenitores pertenecientes a variedades, especie y a un géneros distintos.

Chávez (1995), dice que la hibridación es el acto de fecundar los gametos femeninos de un individuo con gametos masculinos procedentes de otro individuo.

Y que la hibridación se realiza con los siguientes objetivos :

- a) Explotar el vigor híbrido (heterosis).
- b) Formar ideotipos (arquetipos) específicos para determinados ambientes.
- c) Provocar variabilidad y selección de nuevos materiales.
- d) Seleccionar los materiales que intervendrán como progenitores en las cruzas.
- e) Seleccionar la crusa adecuada y deseable de acuerdo a las exigencias del consumidor.

Estos objetivos se logran por medio de cruzamientos, intervarietales interespecíficos y de la utilización de líneas endogámicas de amplia aptitud combinatoria, es decir que los genotipos que intervienen en los diferentes cruzamientos híbridos pueden ser líneas, híbridos, variedades, especies, razas, clones, etcétera.

Sandoval (1996), menciona que la hibridación también puede ser utilizada para :

- 1.- Producir o crear nuevos genotipos, nuevas combinaciones genéticas en una población y luego por selección separar los mejores individuos.
- 2.- Utilizar la F_1 como semilla comercial y cosechar la semilla F_2 como producción, haciendo uso de la heterosis o vigor híbrido que se presenta en la cruce de dos líneas puras donde la F_1 a F_2 es más vigorosa y rendidora que cualquiera de sus progenitores.

Por su parte Vasal et al (1990), indicaron que en cualquier programa de hibridación con objetivos bien definidos deberán de seleccionarse fuentes de germoplasma orientado al desarrollo de híbridos, estas fuentes deberán tener aspectos importantes tales como ; buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables ; tolerancia a endocria, buena habilidad combinatoria, alto comportamiento en cruzamiento con otras poblaciones de grupo heterótico opuesto y buena capacidad para generar progenitores endocriados y no endocriados.

Stephens y Lahr (1959) citados por Estrada (1983), buscando otros métodos de hibridación probaron híbridos de tres líneas, los de cruce simple para evaluar la producción de semilla sin abatir el rendimiento y los de tres líneas para aumentar la variabilidad en cultivos comerciales. Concluyeron que algunos híbridos de tres líneas fueron mas variables en floración y altura de planta que los de cruce simple, y además presentaron un rendimiento medio de 1.9% en dos localidades.

Romero (1984) citado por Sandoval et al (1994), menciona que la metodología de mejoramiento de sorgo más común en México a partir de 1956 es la hibridación ; ya que, en base a esta se ha podido reunir fácilmente un mayor número de características deseables en un solo genotipo.

2.4 Androesterilidad

Chávez (1993), señala que hay androesterilidad o esterilidad masculina cuando los órganos reproductores masculinos (gametos) de las plantas se encuentran mal desarrollados o abortados de tal manera que no se forma polen viable.

En forma visual todas las especies diploides de plantas, domesticadas y silvestres, han mostrado (si se estudia cuidadosamente) que poseen por lo menos un locus para esterilidad masculina y, por lo tanto, es heredable. La androesterilidad aparece en las plantas esporádicamente, tanto en especies alógamas como en autógamias como

consecuencia de :

- a) Genes mutantes (generalmente recesivo).
- b) Factores citoplásmicos (citoplasma).
- c) Efectos combinados de ambos genes (genes - citoplasma).

Lo anterior ocasiona : aborto del polen, que las anteras no habrán, aborto de las anteras, anteras pistiloides (anteras transformadas en pistilos). La androesterilidad es muy útil e interesante para los mejoradores de plantas, porque proporciona un medio muy eficaz para simplificar la formación de híbridos, y elimina así el proceso tan laborioso de la emasculación manual.

De acuerdo a Reyes (1985), menciona que la literatura cita ejemplos a los de esterilidad masculina en tomate, papa, frijol y cebada, ocasionada por genes. El estudio de herencia ha indicado que la esterilidad es un carácter recesivo en contraste con la fertilidad que es dominante y de herencia simple. La esterilidad citoplásmica es de herencia materna y la F₁ es siempre estéril. La utilidad de esta fuente de esterilidad permite prolongar la floración en plantas de ornato y si la F₁ se propaga asexualmente se puede utilizar de manera comercial ; la esterilidad génica - citoplásmica fue originalmente encontrada en al variedad de cebolla " Italian red." No obstante, su importancia en esta especie es relativa porque la F₁ se puede propagar asexualmente ; tiene la ventaja que evita la emasculación. En plantas como sorgo y maíz hay mayor ventaja porque evita la emasculación y permite la producción de semilla en gran escala.

Stephens y Holland (1954) citados por Estrada (1983), descubrieron la androesterilidad genica- citoplásmica resultante de la interacción entre el citoplasma de Milo y factores nucleares de Kafir, y propusieron un sistema de hibridación más simple que el anterior, que es el que aun continua en uso.

Robles (1987), menciona que los factores extracromosómicos se denominan plasmagenes. Se aprovecha la interacción de genes y plasmagenes para obtener esterilidad masculina y para restaurar la fertilidad. Esto es muy útil en la producción de híbridos, ya que se evita el trabajo del desespigado en maíz y en general de la emasculación en diversas especies.

Poehlman (1992), menciona que el procedimiento para la formación de híbridos se ha facilitado considerablemente en la actualidad por la utilización de las líneas androesteriles. Esto elimina la necesidad del proceso laborioso de la emasculación de los sorgos, la cebolla y remolacha azucarera, así como el desespigamiento en maíz.

López (1995), señala que la esterilidad citoplásmica depende de factores citoplásmicos. Se encuentra en plantas con citoplasma que trasmite la androesterilidad para producir semilla, pero si están presentes plantas polinizadoras (B) ; la F₁ producirá solo plantas androesteriles, ya que un citoplasma se deriva completamente del gameto femenino.

Algunas organizaciones utilizan el fenómeno de la esterilidad masculina para producir semilla híbrida. Este tipo de esterilidad reduce la cantidad de desespigamiento necesario para producir la semilla de la cruza.

2.4.1 Restauración de la androesterilidad

Quinby et al (1958) citados por Valdivia (1974), mencionan que las líneas A y B son similares en su estructura genética, pero la líneas A tienen citoplasma (Milo) estéril, y las líneas B tiene citoplasma normal. Las líneas R conducen al gene restaurador de fertilidad, y frecuentemente, pero no siempre, tienen citoplasma estéril.

Soltero (1997), señala que la línea B es mantenedora de su isogénica A y no le restaura la fertilidad, la línea R es reaturadora de la fertilidad y es la que se cruza con la línea A para formar híbridos.

Williams et al (1992), menciona que dentro de los programas de mejoramiento genético se han tomado en cuenta para la selección de progenitores, aspectos de importancia para la producción de semilla híbrida tales como : líneas A rendidoras, estables y sin problema de “ blasting “ ; líneas R buenas polinizadores en cantidad y duración, y pocos días de diferencia en floración entre los progenitores.

Por otro lado Valdés *et al* (1998), señalaron que cuando se tiene variabilidad genética restringida, ó para la explotación máxima de la misma, la utilización de los segregantes de híbridos comerciales y experimentales de sorgo para fines de selección, es una fuente de variabilidad genética útil para la formación de nuevas líneas R de sorgo con buena ACG y capaces de formar buenos híbridos de sorgo.

Sánchez *et al* (1994) seleccionaron un grupo de líneas derivadas de la poblaciones de sorgo Sg 3 blancos y Sg 3 rojos. Realizando una selección entre líneas, de acuerdo a sus características, (uniformidad y tipo de planta), y estas fueron utilizadas para realizar cruzamientos con líneas androestériles para probar su capacidad restauradora y a la vez su aptitud combinatoria.

Sandoval (1995), señala que se ha logrado producir y mantener la calidad genética de tres líneas androesteriles (progenitor femenino) y tres líneas restauradoras de la fertilidad (progenitor masculino).

Que conformará la base para iniciar el proceso de producción de semilla básica de los híbridos a que dan origen las combinaciones de estas líneas.

2.5 Heterosis o Vigor Híbrido

El término heterosis se debe a Shull (1914) citado por Reyes (1985), que lo usó como una contracción de la expresión “ estímulo de la heterocigosis “ y se utiliza como sinónimo de vigor híbrido, por el efecto que manifiesta en la generación F_1 al presentarse un estímulo general en el híbrido, que es : incremento en la producción, altura, resistencia a plagas, enfermedades, sequía o cualquier otra característica que expresa mayor vigor que el que manifiesta el promedio de los progenitores o el progenitor más vigoroso.

Reyes (1985) citado por Velasco (1993), señala que la heterosis *per se*, es responsable del mayor vigor del híbrido, si dos líneas puras homocigóticas o dos plantas autóгамas (no emparentadas) se cruzan, se manifiesta la heterosis. Si una planta alógama se autofecunda, su vigor disminuye. El mayor vigor en F_1 se debe a que el cigote del híbrido se reúnen genes favorables dominantes de los progenitores.

Elliot (1967), señala que la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la heterosis es un fenómeno complejo de herencia cuantitativo, y que las características que muestran heterosis, generalmente son aquellas que son modificadas en alto grado por el medio.

De acuerdo a Robles (1987), menciona que la máxima expresión de heterosis, se presenta en la generación F₁ y disminuye en la F₂ por segregación de esta. En genotecnia vegetal, se espera que la expresión de heterosis sea mayor cuanto más diferentes genotípicamente sean los progenitores en la formación de híbridos por cruce de líneas puras; por ejemplo, se espera mayor heterosis en cruces intravarietales, cruces intervarietales y a veces interespecíficas.

Al respecto Jugenheimer (1981), señala que la importancia y la utilización de la heterosis depende de los incrementos del rendimiento, de la adquisición de otros caracteres agronómicos deseados, de la facilidad de la hibridación o del bajo costo de la producción.

East y Hayes (1912) citados por Jugenheimer (1981), Señalaron al vigor de la generación F₁ a su condición heterocigótica. Así, entre mayor sea el número de genes por el cual una planta es heterocigótica, mayor será su heterosis.

Poehlman (1992), manifiesta que en los híbridos de sorgo se ha observado un extremado vigor en muchas ocasiones; estas pueden asentarse por el efecto de genes complementarios para la altura y precocidad.

En experimentos realizados las variedades progenitoras tienen genes similares para la altura y precocidad, la superioridad de los híbridos sobre sus progenitores en tamaño,

amacollamiento y rendimiento en algunas cruzas parecería deberse a una manifestación normal de heterosis o vigor híbrido, tal como se observa en los híbridos de la F₁ de maíz o de otras especies, sin que existan efectos complementarios de los genes para la altura y precocidad.

Allard (1980), considera que el vigor híbrido o heterosis puede ser considerado como el factor inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad. Sin embargo, el efecto beneficioso de la hibridación es un fenómeno mucho más conocido que la depresión debido a la consanguinidad, porque se observa en casi todos los híbridos F₁ entre los genitores no relacionados. Hasta las especies que parecen no degenerar por la autofecundación suelen beneficiarse con la hibridación.

2.6 Evaluación

Walsh y Atkins (1973) citados por Estrada (1983), señalaron que evaluaron en 2 años el comportamiento y variabilidad dentro de híbridos : de 3 líneas de cruza simple y de sus respectivos padres. Indican que las cruzas simples fértiles y los híbridos de 3 líneas no difieren significativamente en rendimiento de grano, peso de 100 semillas, semillas por panoja, panojas por planta, altura de planta y días a floración.

House (1982), señala que es necesario realizar una gran cantidad de cruzas para poder lograr los objetivos, ya que los ensayos preliminares de rendimiento requieren de muchos híbridos.

Chávez (1993) menciona que para la formación de híbridos, es necesario realizar un buen número de cruzas entre líneas o variedades y seleccionar las mejores combinaciones para explotarse como un híbrido comercial.

Valdivia (1974), en su trabajo que realizó de evaluación de híbridos experimentales de sorgo encontró que el grano germinado causado por lluvias excesivas poco antes de la cosecha afecto principalmente al rendimiento encontrándose correlación con algunos caracteres agronómicos. Las variedades más resistentes a la germinación del grano fueron las de grano color café, los de ciclo vegetativo tardío, los de mayor altura de planta y los de buena uniformidad de planta.

Estrada (1974), en la evaluación de sorgos experimentales encontró que para la zona de Zapopan los híbridos que más sobresalieron en características agronómicas y en rendimiento fueron los intermedios y tardíos. Así mismo, recomienda continuar con este tipo de trabajo de ensayos de híbridos con el fin de reafirmar algunos resultados, probar nuevos híbridos, tomando en cuenta un mayor número de localidades.

Sánchez (1984), en un trabajo de adaptación de 20 variedades híbridas de sorgo, realizado en el Municipio de Zapotiltic, Jalisco, menciona que la altura de la planta puede ser buena o mala, la buena cuando se requiere de doble propósito, ó sea que también se utilice para silo; esta característica es mala porque resulta más susceptible al acame, la variedad de mayor altura. Una planta de porte bajo carece de excerción lo que dificulta una trilla limpia y efectiva.

Romero (1977) citado por Torres y Williams (1988), evaluó 95 familias de sorgo durante 1975 en Amacuzac, Mor; Zacatepec, Mor; Iguala, Gro; Río Bravo, Tam. Y Roque, Gto. Estas familias se obtuvieron de un compuesto formado con la mezcla mecánica de semillas de generaciones F₃ de 15 híbridos. En el ciclo siguiente se recombinó y se seleccionaron las familias (panoja por surco) del compuesto. Encontró que es factible obtener variedades de sorgo de polinización libre con rendimiento similar al de híbridos comerciales con amplia adaptación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 *Características Fisiográficas de la Región*

3.1.1 Localización geográfica

El experimento fue desarrollado en el campo experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara ubicado en el Municipio de Ameca, que se encuentra en la parte Centro - Oeste del estado de Jalisco con coordenadas extremas de :

Latitud N : 20° 21' 45'' y 20° 38' 51''

Longitud W : 103° 52' 07'' y 104° 16' 49''

Altitud media. 1750 m.s.n.m.

Su territorio se asemeja a la figura de un trapecio invertido. Se ubica en la región del Eje Neovolcánico, donde resultan variaciones de altura sobre el nivel del mar, que van desde los 900 hasta a los 2600 metros (Arámbula 1985).

3.1.2 Tipo de Suelo

La clasificación de los suelos para la localidad de Ameca es como sigue : Vp, el cual pertenece al grupo vertisoles suelos predominantes : Vertisol Pelico (Vp) Vertisoles que tienen una intensidad en húmedo menor de 1.5, predominante en la matriz del suelo a través de los primeros 30 cm. Suelos de textura fina a los primeros 30 cm (Arámbula 1985).

3.2 *Características climáticas de la zona*

3.2.1 Clima

Consultando la clasificación climática de Thoenhwaite (1948), se encontró que el Municipio de Ameca posee un clima C (ci) B,1 (a').

Donde :

C = Semiseco (ci) = Con otoño e invierno secos

(B,1) = Semicalido (a') = Sin cambio térmico bien

definido en invierno.

3.2.2 Temperatura

Durante el ciclo Primavera Verano se registra una temperatura máxima de 24.3 grados centígrados y una mínima de 16.7 grados centígrados.

3.2.3 Precipitación

La precipitación pluvial media registrada en la región es de 914 mm anuales (García 1981 citado por Arámbula 1985).

3.3 *Material genético*

En el presente trabajo se utilizaron 23 híbridos experimentales formados por el programa programa de mejoramiento genético del Centro de Investigaciones en Fitomejoramiento, Departamento de Producción Agrícola del C.U.C.B.A - U de G. En el experimento se incluyeron dos testigos comerciales (Cuadro 1).

Cuadro No. 1 Relación de tratamientos.

TRATAMIENTO	CRUZAS
1	A4XR21
2	A38XR4
3	A38XR5
4	A38XR8
5	A4XR13
6	A9XR7
7	A10XR40
8	A22XR17
9	A22XR37
10	A23XR23
11	A27XR8
12	A27XR19
13	A34XR31
14	A4XR40
15	A39XR11
16	A39XR24
17	A10XR31
18	A22XR10
19	A3XR22
20	A4XR20
21	A23XR31
22	A23XR40
23	A27XR30
24	U de G 110*
25	D - 65*

* Testigos

3.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de " bloques al azar " con tres repeticiones y 25 tratamientos distribuidos en parcelas de dos surcos de 5 m de longitud a una distancia entre surcos de 0.80 m. La parcela útil fue de (1.6 m²).

3.5 Desarrollo experimental

3.5.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició en el mes de abril, con un barbecho a 30 cm de profundidad. Posteriormente se realizaron tres pasos de rastra. Una vez preparado el terreno se procedió hacer el surcado a 0.80 m entre estos.

3.5.2 Siembra

La siembra se realizó el día 28 de junio de 1997 después de haberse establecido el temporal, la forma de sembrar fue a chorrillo en un costado del lomo del surco, depositando la semilla a una profundidad de 4 a 5 cm. Empleando 10 gramos por parcela y/o 1 gramo por metro experimental. Con una densidad de población de 250,000 a 266,000 plantas por hectárea. El tipo de suelo donde se estableció el experimento fue de textura

arcillosa. Este terreno presentó problemas durante el laboreo, debido al exceso de humedad en el ciclo Primavera/Verano 1997, y a la falta de nivelación.

3.5.3 Fertilización del cultivo

Se hizo una sola aplicación al suelo, en el momento en que la planta alcanzó una altura de 15 cm aproximadamente. Posterior a la fertilización se realizó la escarda.

Los fertilizantes granulados que se utilizaron fueron : Urea y Superfosfato de Calcio Triple, con un tratamiento de 100 - 80 - 00.

También se hicieron aplicaciones de fertilizante foliar con los productos siguientes: Superfos 12-60-00 a una dosis de 3 kg/ha. en 200 lts de agua, Ferti-Kor 15-20-10 a una dosis de dos lts/ha. Se llevaron acabo 2 aplicaciones de la forma siguiente :

La primera aplicación, se realizó cuando las plantas presentaron una altura promedio de 50 cm a 60 cm. Y la segunda aplicación, fue a los 15 días después de la primera.

3.5.4 Control de maleza

Para mantener el cultivo libre de maleza, se aplicó Gesaprim combi preemergente, después de la siembra en dosis de 4 lts/ha. en 200 lts de agua con aspersora de mochila, y con boquilla de abanico (TJ8004).

3.5.5 Cosecha

La cosecha se realizó a partir de la tercera semana de Noviembre, tomando únicamente la parcela útil de cada repetición (1.6 m²) para la toma de datos.

Se cortaron las panojas depositando correspondientemente a las de cada parcela, en un costal de plástico con su etiqueta de identificación del material, para pesarse y desgranarse posteriormente.

3.6 Variables estudiadas

Las variables estudiadas en este trabajo son las que se consideraron de mayor importancia para efectuar la selección de los genotipos, siendo las que a continuación se describen :

3.6.1 Días a floración.

Número de días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas se encuentran en antesis, en cada parcela.

3.6.2 Rendimiento.

Se determinó pesando el grano de cada parcela útil, y se transformó en toneladas por hectárea.

Debido a que el peso de grano se realizó un mes después de la cosecha, el contenido de humedad de cada muestra era similar, por lo que no fue necesaria la estandarización de humedad en las muestras.

3.6.3 Altura de planta.

Se realizó cuando la planta llegó a la madurez fisiológica, tomando de la base del suelo al ápice de la panoja.

3.6.4 Longitud de la panoja.

La medición fue desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma. Este dato se tomó al momento de la madurez fisiológica.

3.6.5 Excerción

Esta característica se tomó de la cubierta de la vaina de la hoja bandera hasta la base de la panoja. Este dato fue tomado en el momento de la madurez fisiológica.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este trabajo se presentan a continuación para cada una de las variables en estudio.

4.1 Días a floración .

En el análisis de varianza para esta variable (cuadro 2), se observa que existen diferencias significativas en tratamientos, esto pudo ser a la diversidad genética que hay entre los materiales, y a las condiciones del medio ambiente que fueron sometidos. El coeficiente de variación del análisis fue de 3.64% el cual se considera bajo, y da alto grado de confiabilidad en los resultados.

Cuadro No. 2 Análisis de varianza para la variable días a floración.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	P>F
TRATAMIENTO	24	483.375000	20.140625	2.2927 *	0.007
REPETICIONES	2	5.525000	2.812500	0.3202 NS	0.732
ERROR	48	421.656250	8.784505		
TOTAL	74	910.656250			

C.V. = 3.644098%

*= Diferencia significativa N.S. = No significativo

Para este carácter se utilizó la comparación de medias por el método de Tukey al 0.05% de probabilidad, con lo cual formó un solo grupo (Cuadro 3).

Esto quiere decir que a pesar de ocho días de diferencia entre la cruza mas tardía, y la cruza mas precoz, son estadísticamente iguales.

Cuadro No. 3 Comparación de medias para días a floración al 0.05% de probabilidad, utilizando la prueba de Tukey.

Cruzas	No. de entrada	Días a floración	Agrupación
A38XR5	3	84	A **
A38XR4	2	84	A
A4XR21	1	84	A
A22XR17	8	84	A
A4XR40	14	84	A
A10XR31	17	83.66	A
A10XR40	7	83.33	A
A23XR40	22	83.33	A
A3XR22	19	83	A
A22XR10	18	82.66	A
A39XR11	15	82.66	A
A34XR31	13	82.33	A
A27XR30	23	82.33	A
A4XR20	20	81	A
A23XR23	10	81	A
UdeG110*	24	80.33	A
A22XR37	9	80.33	A
A9XR7	6	80.33	A
A39XR24	16	80	A
A27XR19	12	79.66	A
A23XR31	21	79.33	A
A38XR8	4	79	A
A27XR8	11	78.66	A
A4XR13	5	77.33	A
D - 65*	25	76.33	A

* Testigos

** = Medias agrupadas con la misma literal son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha \leq 0.05$) = 9.38 * Testigos

4.2 Rendimiento.

En el análisis de varianza para la característica de rendimiento de grano (Cuadro 4), se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, estas pueden ser a la diversidad genética que existe entre los materiales evaluados, por otra parte para las repeticiones no se presentan diferencias. El coeficiente de variación fue de 22.15% considerando aceptable.

Cuadro No. 4 Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	P>F
TRATAMIENTO	24	157.454590	6.560608	2.9143 **	0.001
REPETICIONES	2	4.685791	2.342896	1.0408 NS	0.362
ERROR	48	108.054688	2.251139		
TOTAL	74	270.195068			

C.V. = 22.159998% ** = Diferencia altamente significativa N.S. = No significativo

Dado que presentaron diferencias entre tratamientos se realizó la prueba de medias Tukey (Cuadro 5), al 0.05% de probabilidad. Los híbridos que presentaron los rendimientos mas altos fueron A4XR21 y el A39XR24 con rendimientos promedios de

10.40 y 9.30 ton/ha. respectivamente. Lo anterior coincide con que los dos híbridos presentaron la mayor longitud de panoja y peso de grano.

En el mismo grupo están 18 materiales mas, presentando una diferencia con el primero A4XR21 y el último A4XR13 de 4.67 toneladas, dentro de los cuales se encuentran a los testigos ; la variedad U de G 110 con 8.883ton/ha. y el D - 65 con 7.06 ton/ha.

Los híbridos que presentaron los rendimientos mas bajos fueron A22XR37, A23XR40, A23XR31, A38XR5 Y A4XR20 con 5.13, 5.13, 5.00, 4.70 y 4.63 ton/ha. respectivamente.

El híbrido que más destacó es el que se originó de la cruce A4XR21 mostrando alto rendimiento, sanidad y una buena altura. Cabe señalar que hay materiales como A10XR31 Y A27XR30 con buen rendimiento (superior 7.5 ton/ha.), pero tienen el inconveniente de que presentan alturas de plantas de 2.13 m y 1.93 m respectivamente al ser sembrados en el campo Agrícola Experimental de Ameca Jalisco.

Los resultados de los híbridos experimentales muestran un alto nivel competitivo con respecto a los híbridos testigos o comerciales y ya pueden ser validados y en su caso liberados, con el fin de que el productor tenga mas alternativas, con un menor costo de la semilla.

Cuadro No. 5 Comparación de medias para la variable rendimiento al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba de Tukey.

Cruzas	No. de entrada	Rendimiento ton/ha.	Agrupación
A4XR21	1	10.40	A **
A39XR24	16	9.30	AB
UdeG110*	24	8.83	AB
A10XR31	17	8.53	AB
A27XR30	23	8.53	AB
A39XR11	15	7.90	AB
A10XR40	7	7.66	AB
A38XR8	4	7.36	AB
A34XR31	13	7.10	AB
D - 65*	25	7.06	AB
A38XR4	2	6.86	AB
A9XR7	6	6.73	AB
A23XR23	10	6.70	AB
A4XR40	14	6.66	AB
A22XR10	18	6.10	AB
A27XR8	11	6.06	AB
A27XR19	12	6.00	AB
A22XR17	8	5.96	AB
A3XR22	19	5.76	AB
A4XR13	5	5.73	AB
A22XR37	9	5.13	B
A23XR40	22	5.13	B
A23XR31	21	5.00	B
A38XR5	3	4.70	B
A4XR20	20	4.63	B

*Testigos

** = Medias agrupadas con la misma literal son estadísticamente iguales,

Tukey ($\alpha \leq 0.05$) = 4.75

4.3 Altura de planta.

El análisis de varianza para esta característica (Cuadro 6), muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos y no significativas para repeticiones, el cual quiere decir que los materiales difieren entre si. El coeficiente de variación del análisis fue 5.63% el cual se considera como confiable.

Cuadro No. 6 Análisis de varianza para la variable altura de planta.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	P>F
TRATAMIENTO	24	3.125916	0.130246	14.942**	0.000
REPETICIONES	2	0.0455105	0.022552	2.5873NS	0.084
ERROR	48	0.418396	0.008717		
TOTAL	74	3.589417			

C.V.= 5.638295 ** = Diferencia altamente significativa N.S. = No significativo

Para esta característica se obtuvieron, mediante la comparación de medias por el método de Tukey al 0.05% de probabilidad 9 grupos (Cuadro 7). Los híbridos que presentaron la mayor altura fueron A10XR31, A27XR8, A27XR30, A38XR5, A23XR21 Y A4XR13 con 2.13, 1.95, 1.93, 1.92, 1.90 Y 1.86 metros respectivamente, considerados materiales de porte alto que en un momento dado pueden ser rechazados comercialmente por el problema de acame.

Los materiales que presentaron altura de planta aceptable y buen rendimiento (superior a las 7 ton/ha.) incluyendo los testigos son A38XR8, A34XR31, U de G 110, D - 65 y A4XR21. En tanto que los híbridos A39XR24 y A10XR31 son dos de los cuatro con más altos rendimientos, pero la altura que presentaron (2.13 y 1.783 respectivamente), Se consideran una desventaja, de acuerdo a las necesidades de los productores.

Cuadro No. 7 Comparación de medias para la variable altura de planta al 0.05% de probabilidad, utilizando la prueba de Tukey.

Cruzas	No. de entrada	Altura de planta (cm)	Agrupación
A10XR31	17	2.130	A **
A27XR8	11	1.953	AB
A27XR30	23	1.930	ABC
A38XR5	3	1.923	ABCD
A23XR31	21	1.900	ABCD
A4XR13	5	1.866	ABCD
A22XR10	18	1.820	BCDE
A39XR24	16	1.783	BCDEF
A38XR4	2	1.743	BCDEFG
A38XR8	4	1.686	BCDEFGH
A34XR31	13	1.663	BCDEFGHI
A39XR11	15	1.656	CDEFGHI
U de G 110*	24	1.633	DEFGHI
A27XR19	12	1.560	EFGHI
A22XR17	8	1.543	EFGHI
A22XR37	9	1.543	EFGHI
A23XR23	10	1.503	FGHI
A3XR22	19	1.493	FGHI
A4XR21	1	1.493	FGHI
A10XR40	7	1.460	GHI
A23XR40	22	1.450	GHI
A4XR20	20	1.440	HI
A4XR40	14	1.436	HI
D - 65*	25	1.393	HI
A9XR7	6	1.390	I

*Testigos

** = Medias con la misma literal, son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha \leq 0.05$) = 0.295

4.4 Longitud de panoja.

En el análisis de varianza para esta característica (Cuadro 8), se observa que presentaron diferencias altamente significativas para tratamientos, en tanto que para repeticiones no existieron diferencias. El coeficiente de variación fue de 6.95% el cual se considera confiable.

Cuadro No. 8 Análisis de varianza para la variable longitud de panoja.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	P>F
TRATAMIENTO	24	294.605469	12.275228	3.4832**	0.000
REPETICIONES	2	4.183594	2.091797	0.5936NS	0.561
ERROR	48	169.156250	3.529089		
TOTAL	74	467.945313			

C.V.= 6.959672% ** = Diferencia altamente significativa N.S. = No significativo

En la comparación de medias (Cuadro 9) mediante la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad, muestra que los híbridos A23XR23 y A10XR31 con 31.00, 30.66 cm ; respectivamente, fueron los mas sobresalientes, con relación a los híbridos que presentaron los mas altos rendimientos de la evaluación A4XR21 y A39XR34, (Cuadro 5) mostraron valores de longitud de panoja de 29.66 y 25.33 cm. respectivamente, en tanto que los testigos D - 65 y U de G 110 con valores de longitud de panoja con 26.33 y 24.00 cm, presentaron buenos rendimientos con 7.06 y 8.83 ton/ha. respectivamente.

Cuadro No. 9 Comparación de medias para la variable longitud de panoja al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba Tukey.

Cruzas	No. de entrada	Longitud de panoja (cm)	Agrupación
A23XR23	10	31.00	A **
A10XR31	17	30.66	A
A4XR21	1	29.66	AB
A34XR31	13	29.00	AB
A27XR19	12	28.66	AB
A22XR17	8	28.00	ABC
A3XR22	19	28.00	ABC
A27XR8	11	28.00	ABC
A9XR7	6	27.66	ABC
A10XR40	7	27.33	ABC
A23XR31	21	27.33	ABC
A22XR37	9	27.33	ABC
A38XR4	2	27.00	ABC
A22XR10	18	27.00	ABC
A38XR8	4	26.66	ABC
A4XR20	20	26.66	ABC
D - 65*	25	26.33	ABC
A27XR30	23	26.00	ABC
A38XR5	3	26.00	ABC
A4XR13	5	25.66	ABC
A39XR24	16	25.33	ABC
A39XR11	15	24.33	ABC
A23XR40	22	24.33	ABC
U de G 110*	24	24.00	ABC
A4XR40	14	22.66	C

*Testigos

** = Medias agrupadas con la misma literal, son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha \leq 0.05$) = 5.944

4.5 Exercicio

En el análisis de varianza (Cuadro 10) que se presenta para esta característica, se observa que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, en tanto que para repeticiones no existieron diferencias. El coeficiente de variación fue 19.46% el cual se considera aceptable.

Cuadro No. 10 Análisis de varianza para la variable ejercicio.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	P>F
TRATAMIENTO	24	1401.52148	58.396729	6.2191**	0.000
REPETICIONES	2	3.947266	1.973633	0.2102NS	0.811
ERROR	48	450.718750	9.389974		
TOTAL	74	1856.18750			

C.V.= 19.460032 ** = Diferencia altamente significativa N.S.= No significativo

Al realizar la prueba de Tukey al 0.05% comparativa de medias se obtuvieron 5 grupos (Cuadro 11). La prueba muestra que los híbridos de mayor ejercicio fueron el A3XR22, A23XR23 y A27XR19 presentando valores de 22.66, 22.66 y 22.33 cm, respectivamente. El testigo D - 65 es estadísticamente igual a los híbridos del grupo cuatro con un valor de 14.66 cm. Los materiales de menor ejercicio se encuentran en el grupo quinto, junto con el testigo U de G 110 los cuales son A4XR21, A38XR4 y U de G 110 con longitudes de 10.33, 9.00 y 6.00 cm. en ese orden ; aunque de menor ejercicio, es aceptable. Con base a estos resultados se considera que los materiales no presentan problemas para cosecharlos.

Cuadro No. 11 Comparación de medias para la variable excerción al 0.05% de probabilidad, mediante la prueba de Tukey.

Cruzas	No. de entrada	Excerción de panoja (cm)	Agrupación
A3XR22	19	22.66	A **
A23XR23	10	22.66	A
A27XR19	12	22.33	A
A23XR40	22	21.66	AB
A9XR7	6	20.66	ABC
A39XR11	15	18.33	ABC
A27XR8	11	18.33	ABCD
A39XR24	16	18.00	ABCD
A27XR30	23	16.66	ABCD
A38XR5	3	16.66	ABCD
A23XR31	21	16.00	ABCD
A4XR20	20	16.00	ABCD
A22XR17	8	16.00	ABCD
A22XR10	18	15.66	ABCDE
D - 65*	25	14.66	ABCDE
A4XR13	5	14.00	ABCDE
A4XR40	14	13.66	ABCDE
A22XR37	9	13.33	ABCDE
A34XR31	13	13.00	ABCDE
A10XR31	17	12.33	BCDE
A10XR40	7	12.00	BCDE
A38XR8	4	11.66	CDE
A4XR21	1	10.33	DE
A38XR4	2	9.00	DE
U de G 110*	24	6.00	E

*Testigos

** = Medias agrupadas con la misma literal, son estadísticamente iguales.

Tukey ($\alpha \leq 0.05$) = 9.70

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta evaluación se concluyó lo siguiente :

1.- Los híbridos de sorgo evaluados mostraron diferencias estadísticas en cada una de las variables en estudio y componentes de rendimiento.

2.- Los híbridos que mostraron mejores características agronómicas de mayor interés, tales como rendimiento, altura de planta, longitud de panoja y resistencia a enfermedades foliares, fue el originado de la cruce A4XR21, A34XR31 y A23XR23.

3.- Dada la constitución genética de cada uno de los híbridos experimentales, que muestran variación en cada una de las características evaluadas, es necesario seguir haciendo evaluaciones en diferentes ambientes por lo menos 3 años, para seleccionar todos aquellos materiales que presenten mayor adaptación a diferentes zonas sorgueras.

VI.- BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- **Arámbula de la T. A. 1985.** Control Químico de Plagas del Suelo en el cultivo de Maíz Temporalero en Ameca, Jalisco. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.
- 2.- **Allard, R. W. 1980.** Principios de la mejora genética de las plantas. Omega. Barcelona, España.
- 3.- **Brauer, O. H. 1987.** Fitogenetica Aplicada. Novena reimpresión. Limusa. México.
- 4.- **Calderón, F. y J. Valdés, De L. F. 1995.** Evaluación de 11 híbridos de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) en Colotlan, Jalisco. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.
- 5.- **Chávez, A. J. L. 1993.** Mejoramiento de Plantas 1. Segunda edición. Trillas. México.
- 6.- _____ 1995. Mejoramiento de Plantas 2. Primera edición. Trillas. México.

7.- **De la Loma, J. L. 1963.** Genética General y Aplicada. Primera reimpresión. Limusa. México.

8.- **Elizalde, C. S. 1991.** Diagnóstico sobre la producción de semillas en México. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

9.- **Elliot, F. C. 1967.** Citogenética y mejoramiento de plantas. Segunda edición. C.E.S.A. México.

10.- **Estrada, G. A. 1983.** Evaluación de híbridos de 3 líneas de sorgo para grano. Fitotecnia Revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. No.5 SOMEFI. Chapingo, México.

11.- **Estrada, M. A. 1974.** Evaluación de Nuevos Sorgos Híbridos Experimentales para granos del (INIA), en el Municipio de Zapopan, Jalisco. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

12.- **García de M. E. 1981.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Tercera edición. Mexico.

- 13.- **House, L. R. 1982.** El sorgo. Primera edición. Gaceta. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- 14.- **Jugenheimer, W. R. 1981.** Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa. México.
- 15.- **López, T. M. 1985.** Fitomejoramiento. Primera edición. Trillas. México.
- 16.- **Poehlman, J. M. 1992.** Mejoramiento genético de las cosechas. Novena reimpresión. Limusa. México.
- 17.- **Reyes, C. P. 1985.** Fitogenotecnia Básica y Aplicada. Primera edición. A.G.T. Editor S.A. México..
- 18.- **Robles, S. R. 1987.** Terminología genética y Fitogenetica. Primera reimpresión. Trillas. México.

19.- Soltero, D. L. 1997. Selección individual en la población de sorgo TP-17 para resistencia a *Exserohilum turcicum* (Leo y sug) y porte bajo de planta, en la Ciénega de Chapala. Tesis de Maestría para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Manejo de Areas de Temporal. Centro Universitario de ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Coordinación de Posgrado. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

20.- Sandoval, I. E., Sánchez, M. J., Avendaño, L. A. y Arellano, R. L. 1994. Formación y evaluación de híbridos experimentales. Resultados y avances de investigación. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

21.- Sandoval, I. E. 1995. Boletín del Centro de Investigaciones en Producción de Semilla (CIPROS) Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

22.- _____ 1996. Apuntes de Genotecnia. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

23.- Sánchez, M. J., Avendaño, L. A., Arellano, R. L. y Gonzalez, L. S. 1994. Generación, selección y desarrollo de líneas de sorgo útiles para la formación de variedades y/o híbridos. Resultados y Avances en investigación. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

24.- Torres, M. J. H. y Williams, A. H. 1988. Estabilidad del rendimiento, altura de planta y floración de híbridos experimentales y comerciales de sorgo. Fitotecnia Revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. No.2 SOMEFI. Chapingo, México.

25.- Valenzuela, A. P.P.1997. Evaluación de híbridos Experimentales de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en el Municipio de zapopan, Jalisco. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

26.- Valdivia, B. R. 1974. Evaluación de rendimiento y características agronómicas de los sorgos híbridos experimentales del INIA en Río Bravo Tamaulipas. Tesis profesional de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas. Universidad de Guadalajara. Jal, México.

- 27.- Valdés, L. G. S., Flores, D. N. y Pedroza, F. J. A. 1998.** Segregantes de híbridos de sorgo como fuente de variabilidad genética para formar líneas R y de buena ACG. Memorias. XVII Congreso Nacional de Fitogenética. Acapulco. Gro, México.
- 28.- Vinall, H. N. 1936.** Identification, history, and distribution of common Sorghum Varietes. USDA Tech Bul. 506.
- 29.- Velasco, O. V. 1993.** Evaluación de 3 híbridos intervarietales de Maíz en Nextipac Mpio. de Zapopan. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tesis profesional de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Jal, México.
- 30.- Vasal, S. K., Vergara, N., Mclean, S., y Espinosa, M. A. 1990.** XXXVI Reunión anual del PCEMCA. Vol.1 San Salvador, El Salvador.
- 31.- Williams, A. H. Rodríguez, H.R. y Montes, G. N. 1992.** 20 años en investigación en sorgo en el campo experimental Río Bravo. Boletín de intercambio Técnico y científico de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. No.11 Chapingo, México.