

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
" ANTONIO NARRO "
DIVISION DE AGRONOMIA**



**Estudio Comparativo de Híbridos Experimentales de
Sorgo para Grano (Sorghum bicolor L. Moench)
en Tres Ambientes**

Por:

ELIOS COYOTE ORTIZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE
SORGO PARA GRANO (Sorghum bicolor L. Moench)
EN TRES AMBIENTES

POR:

ELIOS COYOTE ORTIZ

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALIDAD PRODUCCION

A P R O B A D A

EL PRESIDENTE DEL JURADO

ING. M.C. LUIS ANGEL MUÑOZ ROMERO

BIOL. M.C. ARMANDO RODRIGUEZ G.

ING. ALFREDO SANCHEZ G.

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

ING. M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2000

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Galdino Coyote Velona

Enriqueta Ortiz Sánchez

Con el amor que ellos se merecen, la admiración y comprensión que tuvieron, quienes lucharon incansablemente para que yo fuera algo en la vida, quienes sufrieron pero vencieron, quienes han hecho todo por mi sin pedir nada a cambio, y sobre todo por ser lo más grande que tengo en la vida, a ellos mil gracias.

A MIS HERMANOS:

María Teresa

Eduardo

Miguel Angel

Quienes compartieron momentos de tristeza y de alegría, a ellos mi cariño y a quienes les deseo lo mejor en la vida.

A MIS SOBRINOS:

Rafael
Carlos Enrique
Eduardo
Flor de Odilia
Oscar

Por llevar la alegría a nuestro humilde hogar.

A MIS PRIMOS:

Por la amistad y apoyo que depositaron en mi, en especial a Omar Coyote Omaña.

A MIS AMIGOS:

Oscar Cadenas Ramírez. Juan Pineda Sánchez y Raúl González López.
Por la amistad de muchos años que nos une.

Para alguien muy especial que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, además de brindarme su cariño y comprensión; JCR

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por darme la vida.

A mi ALMA MATER por todo lo ofrecido durante mi estancia en ella y que finalmente me permitió alcanzar un objetivo mas en mi vida.

Al Ing. M.C. Luis Angel Muñoz Romero, por su amistad incondicional y por darme la oportunidad de realizar bajo su asesoría mi trabajo de tesis.

Al Biol. M.C. Armando Rodríguez García por sus valiosas aportaciones y correcciones hechas durante la realización del presente trabajo para una mejor presentación.

Al Ing. Alfredo Sánchez Gaytan, por su valiosa ayuda en la realización de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	III
Indice de Cuadros.....	VI
Resumen.....	VII
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Adaptación.....	4
Interacción genotipo-ambiente.....	7
Hibridación.....	14
Heterosis.....	15
Rendimiento.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Material Genético.....	23
Ambientes de Prueba.....	24
Reynosa, Tamaulipas.....	24
Zaragoza, Coahuila.....	25
Celaya, Guanajuato.....	25
Establecimiento y Manejo del Experimento.....	26
Preparación del Terreno.....	26
Siembra.....	26
Fertilización.....	27
Labores culturales.....	27
Variables Evaluadas.....	27

Altura de planta.....	27
Excerción de panoja.....	27
Tamaño de panoja.....	28
Rendimiento.....	28
Análisis Estadístico.....	29
Análisis de varianza combinado.....	29
Análisis de varianza bloques al azar.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
Análisis individual.....	35
Análisis combinado.....	48
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
3.1 Análisis de varianza combinado para un diseño de bloques al azar	31
3.2 Análisis de varianza individual para un diseño de bloques al azar	32
4.1 Análisis de varianza de la localidad de Celaya, Guanajuato para 4 características evaluadas en sorgo para grano.....	38
4.2 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Celaya, Guanajuato en sorgo para grano	39
4.3 Análisis de varianza de la localidad de Zaragoza, Coahuila para 4 características evaluadas en sorgo para grano.....	42
4.4 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Zaragoza, Coahuila.....	42
4.5 Análisis de varianza para la localidad de Reynosa, Tamaulipas para 4 características evaluadas en sorgo para grano.....	46
4.6 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Reynosa, Tamaulipas.....	46
4.7 Análisis de varianza combinado para las tres localidades en sorgo para grano.....	48
4.8 Medias de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en las tres localidades.....	51

RESUMEN

El presente trabajo nace de la necesidad de que existen híbridos comerciales pertenecientes a compañías nacionales, esto para intentar bajar los precios por tonelada de semilla híbrida de sorgo para grano que existen en el mercado actualmente; ya que los híbridos utilizados en el campo mexicano pertenecen a compañías transnacionales.

En esta investigación se evaluaron 25 materiales híbridos de sorgo para grano, intentando seleccionar los materiales que presenten buenas características y rendimientos elevados en comparación con testigos comerciales, a través de tres localidades; las localidades utilizadas en este trabajo fueron Reynosa, Tamaulipas; Zaragoza, Coahuila y Celaya, Guanajuato. Las características que se midieron fueron altura de planta, excerción, tamaño de panoja y rendimiento.

El diseño experimental utilizado fue de un Análisis de Varianza de Bloques al Azar para cada localidad y posteriormente un Análisis de Varianza Combinado, este para tratar de observar si había diferencia significativa a cualquier nivel para la fuente de variación Tratamientos, lo que nos indica la existencia de unos materiales mejores que otros; este mismo diseño nos proporciona la información de la Interacción Tratamientos por Localidad que no

es otra cosa más que la Interacción del genotipo del material con el medio ambiente, además se realizó una Prueba de Rango Múltiple por D.M.S., para encontrar cuales de los materiales eran estadísticamente superiores o iguales a los híbridos comerciales usados como testigos y también cuales de los materiales eran inferiores.

INTRODUCCION

El cultivo del sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench) esta considerado como originario de Africa Oriental (probablemente Etiopía o Sudan) donde apareció hace aproximadamente 3000-5000 años A.C., Extendiéndose después Asia y la India y en la actualidad se encuentra en todas las regiones tropicales y templadas del mundo.

En la República Mexicana el sorgo tiene gran potencial para ser cultivado debido a que el país tiene gran extensión de superficie de temporal donde los cultivos tradicionalmente establecidos como el maíz y frijol no dan los rendimientos esperados, lo que no sucede con el cultivo del sorgo. Este cultivo posee características que le han ayudado a ser aceptado y dispersado por el mundo, Como son; a) resistencia a sequía b) resistencia al calor c) amplio rango de adaptación a diferentes ambientes d) variabilidad genética alta.

Este cultivo cada día esta adquiriendo importancia en estos últimos años y se ha visto que puede ser un complemento del maíz en la mayoría de los usos que este tiene, como es alimento humano, como forraje verde, utilización de

grano para la engorda de animales, así como también la industrialización, también son de gran importancia los caracteres de calidad evidentes del sorgo tales como: fácil trilla, endosperma externo de naturaleza cornea, espeso blanco y brillante, suficiente duro para ser resistente a los insectos, y todavía mas importante sus cualidades de buena cocción y buen sabor.

El rendimiento es el objeto principal de toda planta cultivada y es conocimiento de todos que la influencia ambiental es decisiva en la expresión fenotípica de cualquier carácter cuantitativo; prueba de ello es que algunos genotipos de buen comportamiento agronómico en algunos ambientes pueden resultar inadecuados en un ambiente diferente para dar solución a este problema de comportamiento es necesario probar los materiales en diferentes localidades con el propósito de que tengan la oportunidad de manifestar su real comportamiento en condiciones variables de medio ambiente.

El procedimiento a seguir para la obtención de información de las respuestas fenotípicas de los materiales en estudio, seria sembrar ensayos uniformes de rendimiento en las localidades agrícolas de interés, sometiendo después de los resultados obtenidos a un análisis de varianza combinado.

Objetivos:

1. Determinar que híbridos experimentales compiten favorablemente con testigos comerciales.
2. Seleccionar las combinaciones híbridas experimentales de buen potencial de rendimiento.
3. Detectar las líneas progenitoras para su incremento a mayor escala.

Hipótesis:

1. Existen combinaciones híbridas experimentales que igualen o superen a los materiales comerciales.
2. En cada localidad es posible seleccionar cuando menos un híbrido experimental de buenas características agronómicas.
3. Hay posibilidad de seleccionar algunas líneas progenitoras de híbridos experimentales en común para las tres localidades.

REVISION DE LITERATURA

Adaptación

Existen diferentes opiniones acerca del concepto de Adaptación, por ejemplo;

Allard (1967), nos dice que adaptación es la capacidad o aptitud para sobrevivir en un ambiente determinado. Por otra parte

Rzedowski (1988), dice que adaptación es la característica de un organismo que le permite vivir en determinadas condiciones del medio.

Sánchez-Monge (1961), mencionan que adaptación es un proceso mediante el cual los miembros de un grupo genético sean como individuos, sus partes o como grupos, se acomodan o se hacen más aptos al medio en que viven.

Daubenmire (1978), considera que toda característica de un organismo o de sus partes, que le permita existir en las condiciones de su hábitat puede llamarse adaptación. Tales rasgos pueden asegurar cierto grado de éxito, ya sea permitiéndole a la planta hacer uso total de las cantidades de nutrientes del suelo, agua, calor o luz disponibles, o bien, confiriéndole un alto grado de

protección contra algunos factores, como lo son las temperaturas extremas, sequía y los parásitos.

Salvat (1974), menciona que todos los seres vivos poseen la capacidad de hacer ajustes fisiológicos para subsistir en las fluctuaciones del ambiente inmediato; a estos ajustes se les llama también “adaptación”. Esta misma obra, nos dice que: se usa el término “adaptación” para referirse a cambios fenológicos que sufren los individuos mismos. También subraya que adaptación es sinónimo de evolución.

Wilsie (1962). Indica que la adaptación puede definirse como el valor de supervivencia de un organismo bajo las condiciones que prevalecen en el hábitat en el que se desarrolla.

Brewbaker (1967). Por su parte, considera la adaptación como sinónimo de potencial de reproducción.

Lewontin (citado por Lozano 1980), describe dos tipos de adaptación; dentro de una población y adaptación de una población. La primera se define como la habilidad relativa de los individuos de un genotipo particular en la contribución de descendencia en generaciones sucesivas, y la segunda se define como la habilidad de esa población comparada con otras, para llevar adelante su descendencia en generaciones sucesivas. Estas dos definiciones son la especificación del valor adaptativo de los genotipos de un ambiente dado. Dice

además, que una población posee una mayor adaptación que otra si está adaptada a un número mayor de ambientes.

Nienstaedt (1990), menciona que la adaptación puede ser muy precisa y por esta razón no es posible mover una población de un ambiente a otro, sin disminución del crecimiento o si el ambiente nuevo es muy diferente en comparación con el original, el fracaso será completo.

Mitchel (1964), dice que la adaptación es un proceso selectivo que identifica y mantiene a un grupo de alelos actuando de una manera sinérgica para producir combinaciones genéticas deseables y que dota al sistema genético de una población con la propiedad de integridad.

Metler y Gregg (1979), indican que si una población vive en un medio constante durante varias generaciones puede tener oportunidad de alcanzar un alto grado de adaptabilidad, misma que se origina a través de la selección natural. Dichos autores argumentan que la selección natural reduce la diversidad de los organismos mediante la conservación o eliminación de genotipos.

Por ultimo para Brawer (1969), y Narváez (1977), consideran que hay ciertas reacciones fisiológicas que son importantes porque van íntimamente ligadas a factores que caracterizan: un clima, un suelo, etc. Tales reacciones son determinantes en la capacidad de adaptación de una variedad o bien limitan las posibilidades de floración y por consiguiente el cruzamiento y reproducción de una planta.

Interacción genotipo-ambiente

Lerner (1954), define el termino interacción genotipo-ambiente como las reacciones diferenciales que son llevadas a cabo por genotipos en diversas condiciones externas.

Hernandez (1987), menciona que la interacción genotipo-ambiente (IGA) puede definirse como la “falla” de los genotipos para comportarse similarmente en diferentes ambientes. La existencia de la IGA y sus efectos en sus programas de mejoramiento, son ampliamente reconocidos. La IGA reduce la correlación entre el fenotipo y el genotipo, con lo que las inferencias se tornan mas complicadas. Todo fitomejorador entiende que la expresión del fenotipo es un reflejo de la interacción del genotipo y del ambiente y que, además, estos dos componentes no son independientes entre sí. Dicho en otras palabras, el fenotipos de un individuo (F) está dado por un efecto genético (G), un efecto ambiental (A) y un efecto de interacción entre el genotipo y el ambiente (IGA).

Marquez (1970), y Narváez (1977), dicen que interacción genotipo-ambiente no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhibe los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes. Cuando se habla de los fenómenos hereditarios que suceden en tal o cual investigación, está implícito que ellos se refieren al medio ambiente en el cual tuvieron lugar. Si dicho ambiente cambia, es probable que los citados fenómenos hereditarios también cambien.

Henderson y Fuller (citados por Ehrmon *et-al* 1972), mencionan que otra posibilidad, es que la interacción genotipo ambiente es realmente una interacción fenotipo-ambiente.

Walkins (1965) y Nárvaez (1977), asumen que los genes involucrados en la interacción: dominancia, epistasis, aditividad. Se pueden distinguir tres tipos de relación genes-medio:

- 1) Relación aditiva, donde los fenotipos permanecen constantes en todos los medios.
- 2) Relación no aditiva (A), donde diferencias cuantitativas en valores fenotípicos cambian con diferentes medios, pero su rango u orden no cambia.

3) Relación no aditiva (B), donde se distingue el revés del rango fenotípico al cambiar el genotipo a otros medios.

Moll y Stuber (1974), asumen que la importancia de la interacción genético-ambiental será la que el fitomejorador determine de acuerdo a sus intereses; por ejemplo, si requiere de genotipos de buen comportamiento de un amplio rango de ambientes, requerirá de materiales que interacciones poco; y cuando desea genotipos con buena adaptación sobre ambientes específicos, los materiales

Hernandez (1987), menciona que con el conocimiento de la IGA se puede definir la o las localidades necesarias representativas de la región, para la cual se va a hacer mejoramiento genético.

Martín, *et-al* (1976), consideran que los organismos vivos para mostrar su potencial genético, es necesario que se encuentren en el medio adecuado para ello, tal potencial, se reflejara principalmente en la cantidad y calidad del producto aprovechable que produzca.

Torrice (citado por Quintero 1980), menciona que esta investigadora en sus conclusiones dice que las variedades desarrolladas en condiciones ambientales críticas al ser evaluadas en ambientes favorables, muestran un

comportamiento mejor que aquellas variedades desarrolladas en buenas condiciones ambientales.

Así mismo Ortega (1984), determino que tanto las altas como las bajas temperaturas, afectan adversamente el desarrollo normal del cultivo, por lo que indica que es mejor establecerlo en fechas en las cuales se evite el efecto de este factor así como también el del factor biótico (plagas y enfermedades).

Bárrales (1984), indica que las variaciones de rendimiento en los cultivos dependen del 60 al 80 por ciento de efectos ambientales, sobre todo de temperatura y precipitación.

Marquez (1985), señala que en ambientes controlados, los genotipos se estarán adaptando a una serie de condiciones ante las cuales tienen que sobrevivir y desarrollarse. Dichos genotipos adquieren ciertas modificaciones para adaptarse a esos ambientes, dándose de esta forma la interacción genotipo-ambiente.

Comstock y Moll (citados por Lozano 1980), han demostrado estadísticamente el efecto de grandes interacciones genotipo-ambiente en la reducción del progreso en selección. Se ha usado con cierta eficacia la estratificación de ambientes para reducir la interacción. Por lo tanto la región en la cual un mejorador está desarrollando variedades mejoradas puede ser

subdividida en forma tal que todos los ambientes en la región sean algo similares. Sin embargo para Allard y Bradshaw (1960), clasifican como impredecible la variación ambiental para la cual no es efectiva la estratificación.

Al respecto Lozano (1980), menciona que como no se puede esperar mayor progreso con estos métodos, se deben investigar otros. Uno de ellos puede ser el seleccionar genotipos estables que interactúen menos en el ambiente. Si la estabilidad de comportamiento o la habilidad para mostrar un mínimo de interacción con el ambiente es una característica genética, se puede planear entonces una evaluación preliminar para identificar los genotipos estables. Para ello se han propuesto una serie de índices numéricos para describir la respuesta de producción y las características de estabilidad de genotipos vegetales, al respecto los parámetros de estabilidad junto con la media varietal pueden ser criterios para la selección de variedades.

Fisher (citado por Quintero 1980), presentó el argumento que fue el punto de partida para adoptar los diseños factoriales en experimentos de campo. Esta técnica fue adoptada para analizar interacciones genotipo-ambiente, ya que la variación total para genotipos y ambientes se divide en tres componentes ortogonales independientes: Uno evaluando la diferencia entre genotipos, otro midiendo las diferencias entre ambientes y finalmente la evaluación de sus efectos conjuntos.

Stuber, *et-al*, (citados por Quintero 1980), mostraron otra manera de medir la interacción genotipo-ambiente que puede servir como un recurso empírico para el mejoramiento de plantas, la cual consiste en correlacionar el comportamiento de un conjunto de genotipos en un ambiente, con su comportamiento en otros ambientes valores positivamente altos para este tipo de coeficiente de correlación indican poco efecto de las interacciones genotipo-ambiente.

Cross (1977), menciona que la respuesta de híbridos a diferentes ambientes se puede medir estadísticamente por su comportamiento en la interacción genotipo-ambiente. Híbridos estables tendrán baja interacción genético-ambiental, mientras que los inestables tendrán una alta interacción genotipo-ambiente.

Mungomery, *et-al* (citados por Narvaéz 1977), desarrollaron un estudio sobre la interacción genético-ambiental. El ensayo y análisis involucran dos fases.

- 1) Un estudio de clasificación para determinar si la población de líneas en diferentes ambientes se puede ver como un número de subpoblaciones o grupos de asociados y ver si existe una semejanza entre las líneas a través de diferentes ambientes.
- 2) Un estudio de orden de la población para examinar la relación entre líneas individuales.

Briggs y Knowles (1967), mencionan que el ambiente modifica el efecto de la expresión de los poligenes, pero es difícil determinarlo porque existe la imposibilidad de medir este efecto en cada planta. Existen métodos sofisticados y complicados que se están desarrollando actualmente para determinar la herencia de caracteres cuantitativos. Estos métodos indicaran la contribución de la varianza de una población segregante por; genes con efectos aditivos, genes con efectos dominantes, interacción entre genes, efectos epistáticos, efectos del ambiente y por la interacción de los genes con el ambiente.

Comstock y Moll (1963), mencionan que los factores genéticos son inferidos por observaciones sobre el fenotipo y porque es una contribución potencial de efectos de la interacción genotipo-ambiente, está cada vez más involucrada en los problemas de genética cuantitativa y muchos problemas de mejoramiento de plantas. La cooperación activa de fisiólogos, biometristas, genetistas, podría abrir nuevos caminos de investigación que podrían guiar la identificación de los factores físicos y fisiológicos responsables de las interacciones genotipo-ambiente y ser usadas en un futuro.

Bucio (1966), menciona que se han realizado muchos y variados trabajos en relación con la variación genotípica y que se ha hecho poco esfuerzo en cuanto a los componentes ambientales y de interacción genotipo-ambiente.

De frías, (citado por Ehrmon, *et-al* 1972), desarrollo una ecuación introduciendo el termino interacción genotipo-ambiente.

Para Falconer (1970), el valor fenotípico se divide en componentes debidos al genotipo y al medio ambiente, denominado ambiente a toda circunstancia no genética que puede originar desviaciones ambientales y la desviación ambiental media en la población en conjuntos se toma como un valor de cero.

Hibridación

Poehlman (1986), menciona que el maíz híbrido es la primera generación proveniente del cruzamiento artificial de progenitores de diferente constitución genética, y es una característica que esta primera generación sea heterocigota para los genes en que difieren los progenitores.

De la loma (1965), manifiesta que en la mayoría de los casos un híbrido es más notable, más vigoroso que los individuos que lo originaron, este fenómeno es conocido en genética como vigor híbrido o heterosis, que resulta de un estímulo fisiológico producido por la unión de gametos diferentes. La creencia generalizada actualmente, supone que la heterosis se debe a la acumulación de factores dominantes en el cigote y sobre todo; a la combinación en él, de genes complementarios.

Brauer (1980), menciona que en plantas alógamas, una población panmítica tiene la tendencia a mantener en equilibrio su constitución genética, y cada uno de los individuos que constituyen tal población es un híbrido diferente a cualquier otro de la misma población, y por consecuencia, cada uno tiene diferente grado de heterosis y así mismo diferente capacidad de rendimiento.

CIMMYT (1987). Menciona que la hibridación es una de los métodos de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, puesto que los resultados obtenidos en ciertas condiciones, reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno conocido como vigor híbrido o heterosis.

Cordova (1980), indica que para un programa de formación de híbridos tenga éxito se debe coordinar eficientemente tres funciones: la variabilidad genética de los progenitores, una metodología eficiente y el criterio del fitomejorador para identificar genotipos superiores para lograr sus mejores combinaciones.

Heterosis

Robles (1982) y Brondo (1986), mencionan que la heterosis o vigor híbrido es un fenómeno opuesto a la consanguinidad o depresión endogámica, el cual

se manifiesta en la F_1 como aumento en rendimiento y en caracteres agronómicos producto de la hibridación de estas características será mayor mientras mas grande sea la diversidad genética de los progenitores, hasta cierto punto, pues existe un optimo en dicha diversidad genética.

Allard (1967), menciona que la heterosis o vigor híbrido puede ser considerado el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad o endogamia. El efecto de heterosis en algunos casos híbridos se ve afectada de diferentes maneras; como un aumento del tamaño de la planta, madurez mas temprana, mayor productividad, resistencia a plagas y enfermedades.

Ville (1974), nos dice que la descendencia del apareamiento de individuos de razas no relacionadas, frecuentemente esta mucho mejor adaptadas para la supervivencia que uno u otro de los progenitores, a este fenómeno se le ha denominado heterosis.

Poehlman (1965), define el vigor híbrido o heterosis como el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto a sus progenitores, y esto es explicado en las siguientes teorías:

1. - Teoría de la Dominancia; nos dice que el vigor es el resultado de reunir genes dominantes favorables. Esta teoría es la mas aceptada, debido a los

genes dominantes aportados por el otro progenitor, así la F_1 tendrá una combinación mayor de genes dominantes que cualquiera de sus progenitores.

2. - Teoría de la Sobredominancia: explica que el vigor híbrido es debido a que la heterocigocidad es superior a la homocigocidad, por lo tanto, el individuo más vigoroso es aquel que tiene alelos heterocigóticos

Jugenheimer (1981), describe a la heterosis como el fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades producen un híbrido que es superior en cruzamientos, tamaño, rendimiento o en vigor híbrido.

Se han desarrollado dos hipótesis para explicar el fenómeno de la heterosis:

a) Hipótesis de Dominancia:

Propuesta por Daven (1908), Bruce (1910) y Keeble y Pellew (1910), que se basa en que los espacios de polinización libre constan de gran número de individuos genéticamente diferentes, y entre ellos, muchos son portadores de genes deletéreos en condiciones heterocigóticas. Si los genotipos llegan a ser homocigóticos, para esos genes deletéreos, expresan algunas características indeseables con menor capacidad de adaptación, ocasionada por una pérdida de vigor (Depresión Endogámica), como consecuencia del cruzamiento entre individuos emparentados, que conduce en menor tiempo a la homocigosis. Si los individuos homocigóticos (líneas puras) se cruzan, sus híbridos muestran

una condición heterocigotica para sus respectivos genes recesivos deletéreos, lo que se traduce en un mayor vigor o heterosis con respecto al progenitor superior.

b) Hipótesis de la Sobredominancia:

Shull y East (1908), propusieron esta hipótesis, cada uno en forma independiente, sugirieron que existe un estímulo fisiológico del desarrollo que aumenta con la diversidad de los gametos que se unen, es decir, que la condición heterocigótica Aa es superior a las condiciones homocigóticas AA y aa , aumentándose la heterosis en proporción a la homocigosis, heterosis de genes simples, acción acumulativa de genes divergentes y estímulo de alelos divergentes.

Estas dos hipótesis conducen a los mismos resultados esperados y la pérdida de vigor es proporcional a la disminución de la heterocigosis.

Guzmán (1988), menciona que existen diferentes términos relacionados con el vigor o heterosis:

Heterosis Forzada; Término que indica el mantenimiento de organismos heterocigotes, ya que son la única forma viable pues algunos de los homocigotos son letales.

Heterosis Monogénica; el vigor híbrido esta condicionado por la acción de un solo par de genes.

Cis-heterosis; la F₁ manifiesta menor vigor que los progenitores.

Trans-heterosis; La F₁ manifiesta mayor vigor que los progenitores.

Crow (1984), describe a la heterosis como una ventaja selectiva del heterocigote sobre el homocigote.

Crees (1966), indica para que se manifieste la heterosis, es condición necesaria la diversidad genética entre los progenitores. Esto significa que la existencia de la diversidad genética ocasiona la heterosis, pero si esta ultima no se observa, no necesariamente es falta de diversidad genética.

De león (1981), al evaluar híbridos de maíz, formados apartir de progenitores con diferentes características agronómicas, originadas por un lado de un progenitor normal y por el otro de un progenitor raquíico; confirmo que por sus diferencias morfológicas, así como por la composición genética, la heterosis se manifiesta.

Rendimiento

Yassin (1973), reporta que el rendimiento es heredado cuantitativamente y es influenciado por efectos genéticos y por la interacción del genotipo con el medio ambiente. El rendimiento por sí mismo, no es el mejor criterio de

selección y por eso es importante estudiar sus componentes y el grado de asociación de estos con el rendimiento.

Al respecto Kambal (1969), indica que el rendimiento es un carácter complejo, determinado por diversos componentes y en un intento de mejorar el rendimiento deben examinarse los diversos componentes y dar mayor atención a los que tengan mayor influencia modificadora de fuerzas no genéticas.

Adams (1967), la consecución de la forma y función de una característica en la planta, como el rendimiento, depende de una cadena de eventos interrelacionados, los cuales son secuenciales en tiempo, regulados por genes y sujetos a la influencia modificadora de fuerzas no genéticas.

De acuerdo con Graffius (1959), menciona que los componentes del rendimiento tienen relación multiplicativa respecto al rendimiento y gran parte de la varianza no aditiva del rendimiento puede explicarse en función de la varianza aditiva de los componentes, y de los progenitores de las cruzas destinadas a capitalizar los efectos favorables no aditivos, pueden ser seleccionados en base a los efectos aditivos estimados en los componentes de rendimiento.

Riojas (1977), considera que el rendimiento depende de muchas características, tales como son la capacidad de amacollamiento, el desarrollo radicular y la formación potencial de semillas.

Al respecto Braver (1980), menciona que el mayor rendimiento de las plantas depende en gran medida de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía luminica, las sustancias nutritivas y en general, las condiciones del medio ambiente.

Donal (1963) y Willey y Heath (1969), explican que las relaciones entre densidad de planta y rendimiento puede ser:

- a) Asistólica, la cual se presenta cuando incrementos en la densidad de población propician un rendimiento máximo y este se mantiene constante conforme la diversidad se incrementa.
- b) Parabólica, cuando el rendimiento tiende a un máximo pero declina rápidamente al incrementarse la densidad de población.

Finlay y Wilkinson (1963), establecieron que la media de rendimiento de todas las variedades en cada sitio y en cada ciclo provee en grado numérico de los sitios y ciclos y sugiere que es una útil evaluación del ambiente.

Finalmente Donald (1962), por primera vez, propone el índice de cosecha y su utilidad en común con los esfuerzos realizados por el fitomejorador, para incrementar el rendimiento en los cultivos.

MATERIALES Y METODOS

Material Genético

Para realizar el presente trabajo se utilizaron 30 materiales híbridos, de los cuales 25 son experimentales del programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y 5 son híbridos comerciales utilizados como testigos (T).

Tratamiento	Genealogía
1	AN34 X IA9
2	AN34 X IA28
3	AN34 X IA52
4	AN34 X IA57
5	AN34 X RTX433
6	PIONEER 8313 (T)
7	AN35 X IA9
8	AN35 X IA28
9	AN35 X IA52
10	AN35 X IA57
11	AN35 X RTX433
12	MASTER 911 (T)
13	AN39 X IA9
14	AN39 X IA28

15	AN39 X IA52
16	AN39 X IA57
17	AN39 X RTX433
18	MARFIL (T)
19	IA36 X IA9
20	IA36 X IA28
21	IA36 X IA52
22	IA36 X IA57
23	IA36 X RTX433
24	ASGROW OSAGE (T)
25	A2 X IA9
26	A2 X IA28
27	A2 X IA52
28	A2 X IA57
29	A2 X RTX433
30	DECALB D-65 (T)

Ambientes de Prueba

Con la intención de reducir el efecto ambiental sobre el comportamiento y expresión de los materiales evaluados, estos se establecieron en tres localidades las cuales fueron:

Reynosa, Tamaulipas.

Que presenta las siguientes características;

Ubicada a 98° 17' longitud oeste y 26° 06' latitud norte, con una altura sobre el nivel del mar de 0034 m, una temperatura media anual de 22° C con una precipitación media anual de 400-500 mm y un clima seco estepario, muy cálido con un régimen de lluvias de verano, se distinguen con facilidad dos estaciones la de verano; la temperatura llega hasta 40° C en los meses de mayo y agosto y la de invierno; el termómetro baja hasta menos de 18° C.

Zaragoza, Coahuila.

Que presenta las siguientes características;

Ubicada a 100° 55' longitud oeste y 28° 28' latitud norte con una altura sobre el nivel del mar de 360 m, una temperatura media anual que fluctúa entre 22 a 24° C, una precipitación media anual que fluctúa entre 300-500 mm y un clima que registran tipos de climas semisecos templados y climas secos semicálidos, lluvias durante los meses de abril a noviembre y escasas el resto del año.

Celaya, Guanajuato.

Que presenta las siguientes características;

Ubicada a 100° 49' longitud oeste y 20° 31' latitud norte, con una altura sobre el nivel del mar de 1752 m, una temperatura media anual de 18.8° C, con una precipitación media anual de 683 mm y un clima templado.

Establecimiento y Manejo del Experimento

Preparación del Terreno.

Para tener una cama de siembra que permitiera una buena germinación de la semilla, se realizaron labores de preparación del terreno, las cuales fueron: barbecho, rastreo, nivelación y surcado, en cada una de las localidades antes mencionadas.

Siembra.

Los genotipos fueron sembrados en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones en cada una de las localidades. La siembra se realizó en forma manual (a chorrillo), depositando la misma cantidad de semilla por tratamiento, en seco, y posteriormente se aplicó el riego de nacencia, la distancia de los surcos fue de 5 m de largo y una distancia entre surcos de 0.80

m. Las fechas de siembra fueron el 5-marzo-1999, 21-abril-1999 y 24-abril-1999 respectivamente.

Fertilización.

La fórmula de fertilización utilizada fue 160-60-00 aplicándose todo al momento de la siembra.

Labores Culturales.

Se realizaron labores culturales necesarias para el cultivo, como fueron: deshierbes, realizados en forma manual y mecánica; control de plagas y riegos de auxilio.

Variables Evaluadas

Las variables en estudio en el presente trabajo se describen a continuación.

Altura de planta.

Expresada en centímetros como la distancia que existe desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja.

Excrción de panoja.

Es la distancia que hay a partir de la base de la hoja bandera hasta la base de la panícula expresada en centímetros.

Tamaño de panoja.

Expresada en centímetros y es la distancia que hay desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja.

Rendimiento.

Se tomaron todas las panojas, se desgranaron y se procedió a pesarlas, posteriormente se multiplico por un factor de conversión para determinar su peso expresado en toneladas por hectárea.

$$F_c = \frac{10000 \text{ m}^2}{(L_s)(D_s)}$$

Donde:

F_c =Factor de conversión

10000 m² = Area total de una hectárea

L_s = Longitud del surco

D_s = Distancia entre surcos

Análisis Estadístico

Se efectuaron análisis de varianza individuales, con el propósito de detectar diferencias estadísticas entre los genotipos en estudio de cada una de las localidades; bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la i-j-ésima variable

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error Experimental

El análisis de varianza combinado fue utilizado para estimar la diferencia entre localidades y la interacción genotipo-ambiente; el modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + B_{ij} + T_k + L_{tik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable en estudio

μ = media general

L_i = Efecto de la i -ésima localidad

B_{ij} = Efecto del bloque j dentro de la localidad i

T_k = Efecto del K -ésimo tratamiento y la i -ésima localidad

L_{tik} = Interacción entre el K -ésimo tratamiento y la i -ésima localidad

E_{ijk} = Error Experimental

Cuadro 3.1 Análisis de varianza combinado para un diseño de bloques al azar

F,V	g.l	S.C	C.M.
Localidades (loc.)	(l-1)	$\sum_{i=1}^L \frac{y_i^2}{rt} - \frac{y^2}{rtl}$	$\frac{S.C.L}{g.l}$
Bloques dentro de localidades	(r-1)l	$\sum_{ij}^{lr} \frac{y_{ij}^2}{t} - \sum_{i=1}^l \frac{y_i^2}{rt}$	$\frac{S.C.BDL}{g.l}$
Tratamientos (trat)	(r-1)l	$\sum_{k=1}^t \frac{y_{..}^2 k}{rl} - \frac{y^2}{rtl}$	$\frac{S.C.T}{g.l}$
Tratamiento x localidad	(t-1)(l-1)	$\sum_{ik}^u \frac{y_i^2 k}{r} - \sum_{i=1}^l \frac{y_i^2}{rt} - \sum_{k=1}^t \frac{y^2 .k}{rl} - \frac{y^2}{rtl}$	$\frac{S.C.TxL}{g.l}$
Error	L(r-1)(t-1)	$\sum_{ijk} y^2_{ijk} - \frac{y^2}{rtl} - S.C.L - S.C.BDL - S.C.T. - S.C.TxL.$	$\frac{S.C.E}{g.l}$
Total	rtl-l	$\sum_{ijk} y^2_{ijk} - \frac{y^2}{rtl}$	

Cuadro 3.2 Análisis de varianza individual para un diseño de bloques al azar

Fuentes de variación	g.l	S.C	C.M.	F.C
Bloques	$r - 1$	$\sum_{j=1}^r \frac{y^2 \cdot j}{t} - \frac{y^2 \cdot \cdot}{tr}$	$\frac{S.C.r}{r-1}$	$\frac{C.M.r}{C.M.E.E.}$
Tratamientos	$t-1$	$\sum_{i=1}^T \frac{y^2 i \cdot}{r} - \frac{y^2 \cdot \cdot}{tr}$	$\frac{S.C.t}{t-1}$	$\frac{C.M.t}{C.M.E.E.}$
Error Experimental	$(r-1)(t-1)$			
Total	$rt - 1$			
		S.C tot. – (S.C.r. = S.C.t)	$\frac{S . C. tot.}{(R-1)(t-1)}$	
		$\sum_{ij}^{tr} y^2_{ij} - \frac{y^2 \cdot \cdot}{tr}$		

A cada análisis estadístico realizado se obtuvo el coeficiente de variación, para obtener el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{C.M.E.E.}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental

\bar{x} = Media general

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos utilizando la prueba de rango múltiple Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

Para la comparación múltiple de medias en una localidad, se utilizó la siguiente fórmula:

$$D.M.S. = t_{\alpha/2, g.l.} E.E. \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

Y para la comparación múltiple de medias de las tres localidades, la formula utilizada fue:

$$D.M.S. = t_{\alpha/2} \text{ g.l. E.E. } \sqrt{\frac{2CMEE}{rl}}$$

Donde:

g.l. E.E. = Grados de libertad del error experimental

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

r = repeticiones

l = localidades

RESULTADOS Y DISCUSION

En los análisis para una mejor interpretación de las variables estudiadas en el presente trabajo se discutirán primero en forma individual y posteriormente se utilizó el análisis combinado, con el fin de interpretar el comportamiento de las variables en las tres localidades juntas.

Análisis individual

Los análisis de varianza de cada una de las características evaluadas en Reynosa, Coahuila y Guanajuato se presentan en los cuadros 4.1, 4.3 y 4.5 respectivamente.

Celaya

En la localidad de Celaya (1999) los resultados que muestran el (cuadro 4.1) indican una alta significancia para los caracteres: altura de planta, tamaño de panoja, rendimiento y excerción, lo cual quiere decir que todos los materiales utilizados no se manifestaron uniformes en cuanto al desarrollo de dichos caracteres, al respecto Williams (1965), Menciona que las simples diferencias

del microclima se pueden reflejar en cambios significativos que afectan la expresión de los genes responsables de caracteres cuantitativos.

Para el carácter altura de planta se identificaron mediante la prueba de D.M.S. (cuadro 4.2) como los materiales más altos el 17, 18, 23, 11 y 8 con una altura que va de 134.33 a 140.66 cm los cuales son estadísticamente iguales, el tratamiento 17 es un híbrido formado en la UAAAN y le sigue el material 18 que es un híbrido comercial. Los materiales más bajos fueron los materiales 3, 25, 4, 21 y 19 con una altura que va de 95 a 103.66 cm los cuales son estadísticamente diferentes todos estos materiales son de la UAAAN, el valor medio obtenido fue de 118.7 cm con un rango de 30.7cm, cabe mencionar que en el análisis de varianza se obtuvo un coeficiente de variación (C.V) de 5.38% lo cual nos indica el manejo adecuado del experimento.

Es importante considerar la altura de planta en sorgo ya que según sean estos los fines del productor, va a ser si la diferencia de la planta es alta se puede utilizar tanto el grano como el forraje para el ganado y si nada mas se quiere buena producción de grano se pueden utilizar materiales de altura adecuada para facilitar la cosecha, así como materiales bajos para aquellas regiones donde los cultivos son acamados por el viento.

En excerción de panoja los materiales con mayor excerción (cuadro 4.2) fueron el 8, 10, 9, 16 y 3 con una longitud de excerción que va de 15 a 19.33 cm, los materiales 19, 6, 5, 25 y 2 presentaron menor excerción con valor de 4

a 7.33 cm, todos estos materiales fueron formados en el programa de sorgo de la UAAAN. El valor medio de excerción de panoja obtenido fue de 12.7 cm, con un rango de 7.7 cm y un C.V. de 33.92%.

Es importante la excerción de la panoja en los materiales de sorgo para grano, ya que de ella depende la obtención de una trilla más limpia, observándose que los materiales evaluados presentan una buena excersion en comparación de los híbridos comerciales (testigos).

Para el carácter tamaño de panoja los genotipos que presentaron un mayor tamaño de panoja (cuadro 4.2) fueron el 30, 6, 1, 28 y 24 con valores que van de 27.33 a 29 cm, los materiales 30, 24 y 6 son híbridos comerciales y los genotipos 1 y 28 son híbridos de la Universidad, por otro lado los genotipos con un menor tamaño de panoja fueron el 23, 21, 17, 15 y 11 con un tamaño que va de 20.33 a 22 cm, todos estos materiales fueron formados en la UAAAN. El valor medio obtenido de tamaño de panoja fue de 25.0 cm, con un rango de 5.3 cm y un C.V. de 8.29%.

El carácter tamaño de panoja es importante, ya que de este puede depender el rendimiento del grano, debido a que existe una correlación diferente entre tamaño de panoja y rendimiento a mayor tamaño de panoja más probabilidad de un mayor rendimiento y a menor tamaño de panoja menor rendimiento. Desde el punto de vista agronómico es el carácter más importante para el productor.

En cuanto a rendimiento los genotipos más sobresalientes (cuadro 4.2) fueron el 26, 11, 13, 2 y 23 con un rendimiento que van de 6717 a 8839.67 kg./ha todos estos genotipos son materiales de la UAAAN, lo cual indica que estos fueron los que mejor se adaptaron a las condiciones climáticas que prevalecieron en esa región y en ese año, los materiales con menor rendimiento fueron el 3, 6, 10, 21 y 16 con un rendimiento que va de 1248 a 3750 kg./ha, de los cuales el material 6 es un híbrido comercial. En dicha localidad se obtuvo una media de 5402.3 kg./ha, con un rango de 2967 kg./ha y un C.V. de 11.38%. Al respecto podemos mencionar que el rendimiento promedio para el estado de Guanajuato es de 6290.0 kg./ha (reportado por INEGI 1999), lo cual indica que los materiales formados en el programa de sorgo de la UAAAN se comportan adecuadamente, logrando competir satisfactoriamente con los testigos utilizados y los reportados por dicha institución.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza de la localidad de Celaya, Guanajuato para 4 características evaluadas en sorgo para grano.

F.V	G.L	ALT. PTA. (cm)	TAMAÑO DE PANOJA (cm)	EXCERCION (cm)	RENDIMIENTO (kg./ha)
Bloques	2	204.00**	2.10 _{NS}	70.57**	276224.00 _{NS}
Tratam.	29	477.85**	15.57**	41.88**	7898809.50**
E.E	58	40.76	4.20	15.54	338401.10

NS = No-significancia

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 4.2 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Celaya, Guanajuato en sorgo para grano.

T	GENEALOGIA	A.P.	T	EXC.	T	T.P.	T	RTO.	T
1	AN34 X IA9	140.6	17	19.3	8	29	30	8836.7	26
2	AN34 X IA28	137.3	18	17.3	10	28	6	7269.0	11
3	AN34 X IA52	135.6	23	16.0	9	28	1	6893.7	13
4	AN34 X IA57	135.3	11	15.3	16	27.3	28	6816.7	2
5	AN34 X RTX433	134.3	8	15.0	3	27.3	24	6717.0	23
6	PIONEER 8313 (T)	131.3	12	15.0	29	27.0	2	6646.3	7
7	AN35 X IA9	130.7	9	14.3	27	27.0	4	6577.0	18
8	AN35 X IA28	129.3	14	14.3	22	26.7	26	6431.3	8
9	AN35 X IA52	128.0	29	14.0	30	26.3	10	6212.7	29
10	AN35 X IA57	125.0	30	13.0	28	26.0	27	5571.0	14
11	AN35 X RTX433	124.0	10	13.0	4	25.7	14	5554.3	20
12	MASTER 911 (T)	123.3	26	13.0	18	25.7	25	5548.3	22
13	AN39 X IA9	120.6	5	12.7	12	25.3	7	5496.0	30
14	AN39 X IA28	119.3	15	12.7	7	25.0	29	5408.3	12
15	AN39 X IA52	118.7	2	12.7	17	25.0	9	5402.3	25
16	AN39 X IA57	118.3	16	12.3	11	24.3	12	5275.0	28
17	AN39 X RTX433	118.0	13	12.0	1	24.3	22	5150.3	4
18	MARFIL (T)	116.3	7	11.3	13	24.3	13	4902.0	5
19	IA36 X IA9	114.7	28	11.0	21	24.0	3	4725.3	9
20	IA36 X IA28	114.0	24	11.0	23	23.7	18	4490.0	17
21	IA36 X IA52	111.7	22	10.0	24	23.7	19	4319.0	15
22	IA36 X IA57	110.3	1	9.66	14	23.3	5	4283.7	19
23	IA36 X RTX433	108.0	6	9.0	15	23.0	8	3987.7	24
24	ASGROW OSAGE (T)	107.0	20	8.7	20	22.7	16	3927.3	1
25	A2 X IA9	105.0	27	8.6	26	22.7	20	3879.7	27
26	A2 X IA28	103.6	19	7.3	2	22.0	11	3750.0	16
27	A2 X IA52	103.3	21	5.7	25	22.0	15	3029.3	21
28	A2 X IA57	101.3	4	5.3	5	21.7	17	2823.0	10
29	A2 X RTX433	97.3	25	5.0	6	20.7	21	2229.3	6
30	DECALB D-65 (T)	95.0	3	4.0	19	20.3	23	1248.0	3

A.P. = Altura de planta (cm)

T.M. = Tamaño de panoja (cm)

EXC. = Excerción (cm)

RTO. = Rendimiento (kg./ha)

T = Tratamiento

Los tres materiales que presentaron mayor rendimiento fueron el 26 (8839.66 kg./ha), el 11 (7269.00 kg./ha) y el 13 (6893.66 Kg./ha) estos materiales son híbridos experimentales de la universidad, en relación con ellos podemos mencionar que el material 26 mostró una buena altura de planta (123.3 cm), una buena excerción (8.6 cm) y un buen tamaño de panoja (26.7 cm), el material 11 presenta una mayor excerción (12.3 cm), altura de planta (135.3 cm) y un menor tamaño de panoja (22.0 cm). El material 13 muestra un buen tamaño de panoja(11.3 cm), buena excerción (24.3 cm) y un más bajo tamaño de planta (118.0 cm), en cuanto al material 6 es un híbrido comercial (Pioneer 8313) y muestra un rendimiento muy por debajo de los híbridos experimentales, cuando presenta un tamaño de panoja bueno, una altura de planta baja y una excerción baja.

Zaragoza, Coahuila.

En la localidad de Zaragoza, Coah. (1999) los resultados de los análisis de varianza (cuadro 4.3) en tratamientos indican una alta significancia para los caracteres; altura de planta, tamaño de panoja, rendimiento y excerción lo cual nos indica que los 30 materiales utilizados no se comportaron de la misma manera en su desarrollo.

En el carácter altura de planta los genotipos más sobresalientes (cuadro 4.4) fueron el 17, 23, 30, 12 y 11 con una altura que va de 131.33 a 147 cm y los genotipos con menor altura fueron el 4, 7, 1, 27 y 25 con una altura que va de 98.67 a 102.67 cm estos últimos son estadísticamente diferentes, el valor

medio que se obtuvo fue de 117.7 cm, con un rango de 28.66 cm y un C.V. de 6.28%.

En cuanto a excerción los materiales con una mayor excerción (cuadro 4.4) fueron el 20, 16, 27, 21 y 22 con una longitud que va de 9 a 11.66 cm todos estos materiales fueron formados en la UAAAN. Los materiales con una menor excerción son el 24, 13, 7, 18 y 1 con una longitud de excerción que va de 0 a 1.33 cm de los cuales los materiales 24 y 18 son híbridos comerciales, el valor medio fue de 5.7 cm y un rango de 7.7 cm, con un C.V. de 67.67%.

Para el tamaño de panoja los materiales que presentaron un mayor tamaño de panoja (cuadro 4.4) fueron el 12, 6, 9, 14 y 2 con valores que van de 29.67 a 32 cm de lo cual podemos observar que los híbridos formados en la UAAAN se comportan similar a los híbridos comerciales, y los materiales con un menor tamaño de panoja fueron 26, 13, 3, 17 y 20 con un tamaño que va de 23 a 24 cm, el valor medio obtenido para esta variable fue de 26.0 cm, con un rango de 5.7 cm y un C.V. de 10.96%.

Para el carácter rendimiento los más sobresalientes fueron los materiales 26, 8, 2, 30 y 12 con un rendimiento que va de 6165 a 6741.67 kg./ha de los cuales los materiales 30 y 12 son híbridos comerciales y los materiales 26, 8 y 2 son híbridos de la Universidad, lo cual nos indica que los híbridos formados en la UAAAN si compiten con los híbridos que existen en el mercado, por otra parte los híbridos que presentaron un rendimiento más bajo fueron el 22, 19, 3,

21 y 23 con un rendimiento que va de 2226.67 a 2655 kg./ha de estos últimos materiales ninguno es un híbrido comercial, El valor medio de rendimiento obtenido fue de 5051.7 kg./ha, con un rango de 3510 kg./ha y un C.V de 8.48%, cabe mencionar que el rendimiento promedio para el estado de Coahuila es de 2820.9 kg./ha, lo cual nos demuestra que los híbridos de la universidad se adaptan muy bien a la región se puede obtener buena producción.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza de la localidad de Zaragoza, Coahuila para 4 características evaluadas en sorgo para grano.

F.V	G.L	ALTURA DE PLANTA (cm)	TAMAÑO DE PANOJA (cm)	RENDIMIENTO (kg./ha)	EXCERCION (cm)
Bloques	2	644.32**	28.23**	14640.00 NS	117.48**
Tratam.	29	480.86**	17.72**	5908175.50**	34.99**
E.E	58	54.95	8.54	157367.17	13.63

NS= No-significancia

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 4.4 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Zaragoza, Coahuila.

T	GENEALOGIA	A.P.	T	EXC.	T	T.P.	T	RTO.	T
1	AN34 X IA9	147.0	17	11.7	20	32	12	6741.7	26
2	AN34 X IA28	141.3	23	10.7	16	31.3	6	6493.3	8
3	AN34 X IA52	134.0	30	10.0	27	30.3	9	6180.0	2
4	AN34 X IA57	132.0	12	9.3	21	30.3	14	6175.0	30
5	AN34 X RTX433	131.3	11	9.0	22	29.7	2	6165.0	12
6	PIONEER 8313 (T)	131.0	8	9.0	29	29.3	5	6101.7	14
7	AN35 X IA9	128.0	14	8.7	23	28.3	28	5896.7	24
8	AN35 X IA28	127.7	18	8.3	8	28.0	24	5790.0	20
9	AN35 X IA52	125.7	2	8.3	10	27.7	8	5511.7	25

10	AN35 X IA57	124.3	26	7.0	11	27.7	18	5461.7	29
11	AN35 X RTX433	123.7	13	7.0	3	27.7	30	5436.7	10
12	MASTER 911 (T)	122.0	16	6.7	9	27.3	4	5366.7	18
13	AN39 X IA9	120.3	9	6.3	28	26.7	22	5210.0	28
14	AN39 X IA28	119.3	29	6.3	17	26.0	23	5153.3	17
15	AN39 X IA52	117.7	10	5.7	19	26.0	19	5051.7	11
16	AN39 X IA57	117.0	6	5.3	12	25.7	10	5026.7	27
17	AN39 X RTX433	115.0	24	5.0	4	25.7	11	4861.7	9
18	MARFIL (T)	115.0	21	5.0	15	25.7	27	4826.7	16
19	IA36 X IA9	114.3	20	5.0	6	25.7	21	4773.3	6
20	IA36 X IA28	111.7	5	4.0	26	25.7	29	4578.3	15
21	IA36 X IA52	109.7	22	4.0	5	25.7	15	4336.7	7
22	IA36 X IA57	108.3	13	3.7	25	25.3	1	4318.3	13
23	IA36 X RTX433	108.0	19	2.7	14	25.3	25	3225.0	1
24	ASGROW OSAGE (T)	106.3	3	1.7	2	25.0	16	2756.7	4
25	A2 X IA9	105.7	28	1.7	30	25.0	7	2746.7	5
26	A2 X IA28	102.7	25	1.3	1	24.0	20	2655.0	23
27	A2 X IA52	102.0	27	0.3	18	23.7	17	2536.7	21
28	A2 X IA57	101.7	1	0.0	7	23.3	3	2405.0	3
29	A2 X RTX433	99.0	7	0.0	13	23.0	13	2383.3	19
30	DECALB D-65 (T)	98.7	4	0.0	24	23.0	26	2226.7	22

A.P. = Altura de planta (cm)

T.M. = Tamaño de panoja (cm)

EXC. = Excerción (cm)

RTO. = Rendimiento (kg./ha)

T = Tratamiento

El material 26 (A2 X IA28) presenta el mejor rendimiento (6741.66 kg./ha) (cuadro 4.4), buen tamaño de panoja y buena altura de planta con baja excerción, de los híbridos comerciales el híbrido Pioneer 8313 presento un rendimiento (4773 kg./ha) un poco por debajo del híbrido experimental, un tamaño de panoja y una excerción superior al híbrido experimental pero una menor altura de planta.

Cabe mencionar que de los híbridos más rendidores el 26 y el 2 vuelven a repetir en esta localidad.

Reynosa, Tamaulipas.

En Reynosa, Tamps. (1999), los resultados que se obtuvieron en tratamientos en los caracteres: altura de planta, rendimiento, y excerción fueron altamente significativos (cuadro 4.5) lo cual nos indica que hubo una gran diferencia en el desarrollo de dichos caracteres sin embargo para el carácter tamaño de panoja no se detectan diferencias significativas lo cual nos indica que los materiales se comportaron de manera similar en cuanto a de dicho carácter.

Para el carácter altura de planta los materiales que presentaron una mayor altura fueron (cuadro 4.6) el 21,15,10,16 y 20 con una altura que va de 131.33 a 149.67 cm todos estos materiales son de la Universidad y los materiales que presentaron una menor altura fueron 1, 4, 3, 30 y 19 con una altura que va de 93 a 106.33 cm, el material 30 es un híbrido comercial y los demás son de la UAAAN, el valor medio obtenido fue de 113.3 cm, con un rango de 25 cm y un C.V. de 3.68%.

En la excerción de panoja los materiales con una mayor excerción (cuadro 4.6) fueron el 26, 27, 24, 15 y 28 con una longitud que va de 14.33 a 21.33 cm todos estos materiales de la Universidad y de los materiales con una menor excerción fueron el 30, 17, 22, 8 y 9 con una longitud que va de 4 a 6.33 cm del cual el material 30 es un híbrido comercial, el valor medio obtenido fue de 10.3 cm, con un rango de 8 cm y un C.V. de 20.76%.

En el carácter tamaño de panoja los materiales más sobresalientes (cuadro 4.6) fueron el 6, 12, 2, 28 y 9 con un tamaño que va de 27.27 a 29.66 cm de los cuales los materiales 12 y 6 son híbridos comerciales y los materiales 2, 28 y 9 son híbridos formados en la universidad lo cual nos indica que su comportamiento son similares a el de los híbridos comerciales y los materiales que presentaron un menor tamaño de panoja fueron 19, 26, 17,13 y 20 con un tamaño que va de 21.33 a 23.67 cm, el valor medio parta este carácter fue de 26.0 cm, con un rango de 3.6 cm y un C.V. de 11.41%.

Para el carácter rendimiento los materiales más sobresalientes fueron el 16, 11, 26, 2 y 20 con un rendimiento que va de 5100.33 a 5815.00 kg./ha todos estos materiales formados en la Universidad, los materiales con el más bajo rendimiento fueron el 19, 30, 1, 22 y 21 con un rendimiento que va de 2220 a 3053 kg./ha, cabe mencionar que el material 30 es un híbrido comercial aunque su comportamiento pudo haberse debido a efectos ambientales no propicios

para su desarrollo, el valor medio para este carácter fue de 4357.3 kg./ha, con un rango de 2043.3 kg./ha y un C.V. de 4.17%, Cabe hacer mención que el rendimiento promedio para el estado de Tamaulipas es de 2374.4 kg./ha, lo cual nos indica que los materiales formados en la universidad pueden competir bien en dicho estado.

Cuadro 4.5 Análisis de varianza para la localidad de Reynosa, Tamaulipas para 4 características evaluadas en sorgo para grano.

F.V	G.L	ALTURA DE PLANTA (cm)	TAMAÑO DE PANOJA (cm)	EXCERCION (cm)	RENDIMIENTO (kg./ha)
Bloques	2	3.31 _{NS}	24.34 ^{**}	0.30 _{NS}	12608.00 _{NS}
Tratam.	29	549.22 ^{**}	13.85 _{NS}	53.92 ^{**}	2904125.75 ^{**}
E:E	58	18.81	8.70	4.87	29466.48

NS= No-significancia

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 4.6 Medias obtenidas de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en la localidad de Reynosa, Tamaulipas.

T	GENEALOGIA	A.P.	T	EXC.	T	T.P.	T	RTO.	T
1	AN34 X IA9	149.7	21	21.3	26	29.7	6	5815.0	16
2	AN34 X IA28	140.3	15	18.3	27	29.7	12	5560.3	11
3	AN34 X IA52	139.3	10	16.3	24	29.3	2	5328.0	26
4	AN34 X IA57	137.7	16	15.0	15	29.3	28	5128.3	2
5	AN34 X RTX433	131.3	20	14.3	28	29.3	9	5100.3	20
6	PIONEER 8313 (T)	131.3	26	14.0	25	27.6	14	5075.0	4
7	AN35 X IA9	129.7	27	14.0	19	27.6	5	5062.0	25
8	AN35 X IA28	129.0	14	13.3	20	27.0	11	4996.3	12
9	AN35 X IA52	127.7	5	13.3	6	27.0	7	4966.7	10

10	AN35 X IA57	122.0	22	13.3	11	26.7	10	4782.3	17
11	AN35 X RTX433	120.7	24	13.0	18	26.3	8	4714.0	14
12	MASTER 911 (T)	120.7	28	12.7	21	26.3	30	4626.3	15
13	AN39 X IA9	118.0	18	11.0	13	26.0	25	4558.6	6
14	AN39 X IA28	116.3	8	10.7	4	26.0	4	4414.3	27
15	AN39 X IA52	113.3	12	10.3	14	26.0	24	4357.3	23
16	AN39 X IA57	112.3	23	10.3	29	25.7	1	4146.3	28
17	AN39 X RTX433	112.3	29	10.0	3	25.7	29	3954.3	13
18	MARFIL (T)	111.7	7	9.7	10	25.7	18	3778.7	18
19	IA36 X IA9	111.3	9	9.0	16	25.3	21	3763.7	24
20	IA36 X IA28	111.3	25	7.7	5	24.7	27	3593.3	29
21	IA36 X IA52	111.0	13	7.7	2	24.7	16	3531.0	4
22	IA36 X IA57	110.3	2	7.3	1	24.3	15	3397.3	8
23	IA36 X RTX433	110.3	17	7.0	12	24.3	22	3300.7	5
24	ASGROW OSAGE (T)	107.3	6	6.7	23	24.3	23	3296.7	3
25	A2 X IA9	106.3	11	6.3	7	24.0	3	3148.7	7
26	A2 X IA28	106.3	19	6.3	9	23.7	20	3053.0	21
27	A2 X IA52	106.7	30	6.0	8	23.7	13	3031.0	22
28	A2 X IA57	100.3	3	5.3	22	23.0	17	2641.0	1
29	A2 X RTX433	100.3	4	4.7	17	22.3	26	2276.7	30
30	DEKALB D-65 (T)	93.0	1	4.0	30	21.3	19	2220.0	19

A.P. = Altura de planta (cm)

T.M. = Tamaño de panoja (cm)

EXC. = Exercicio (cm) RTO. = Rendimiento (kg./ha) T = Tratamiento (cm)

El mejor material con un mayor rendimiento es el 16 (5815 kg./ha) el cual muestra un buen resultado para los caracteres altura de planta, excercicio y tamaño de panoja, el material 30 es un híbrido comercial (DEKALB D-65) el cual presenta un rendimiento (2276 kg./ha) muy por debajo del híbrido experimental, en altura de planta y excercicio también esta por debajo del híbrido experimental, pero en tamaño de panoja es superior el híbrido comercial.

Análisis combinado

Se realizó un análisis combinado de los caracteres; altura de planta, tamaño de panoja, rendimiento y excerción para las tres localidades ya descritas, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado para las tres localidades en sorgo para grano.

F.V	G.L	ALTURA DE PLANTA (cm)	EXCERCION (cm)	TAMAÑO DE PANOJA (cm)	RENDIMIENTO (kg./ha)
Localidad	2	28.5 _{NS}	987.23 ^{**}	84.83 ^{**}	22438184 ^{**}
Rep.(Loc.)	6	18.22	6279	18.22	144896
Tratamiento	29	31.52 [*]	40.21 _{NS}	31.52 ^{**}	9277387 ^{**}
Trat x Loc	58	7.82 _{NS}	45.29 ^{**}	7.82 _{NS}	3716872 ^{**}
Error	174	7.15	11.35	7.15	175101 ^{**}

NS= No-significancia

^{**} = Altamente significativo

^{*} = Significativo

Para la fuente de variación localidad se encontró diferencia altamente significativa para los caracteres excersion, tamaño de panoja y rendimiento, mientras que para el carácter altura de planta no se encontraron diferencias significativas. Respecto a la interacción tratamiento por localidad se encontró

diferencia altamente significativa para los caracteres altura de planta, excerción y rendimiento, mientras que para el carácter tamaño de panoja mostró no significancia, los caracteres que muestran una diferencia significativa en la interacción tratamiento por localidad indica la existencia de una fuerte interacción entre el genotipo y el medio ambiente.

En lo que respecta a la fuente de variación tratamiento no se encontró diferencia significativa para el carácter excerción, mientras que para los caracteres tamaño de panoja y rendimiento se encontró una alta significancia y para el carácter altura de planta una diferencia significativa al .05 de probabilidad; esta significancia indica que los diversos niveles existe variabilidad genética por lo que existen unos materiales mejores que otros.

En relación a los promedios de los caracteres estudiados (cuadro 4.8) podemos mencionar lo siguiente.

En el carácter altura de planta el promedio más alto es el tratamiento 16 (133.44 cm) que es un híbrido experimental (AN39 X IA57) y el valor promedio más bajo es la entrada 1 (101.66 cm) que también es un híbrido experimental (AN34 X IA9), el valor medio obtenido fue de 118.2 cm, con un rango de 31.8 cm y un C.V de 5.24%.

En el carácter excerción el material 27 mostró la mayor longitud (14.22 cm) que es un híbrido experimental (A2 x IA57) y el material con una excerción más

baja es el material 2 (5.55 cm) también un híbrido experimental (AN34 X IA28), el valor medio fue de 9.55 cm, con un rango de 8.67 cm y un C.V. de 10.38%.

Para el carácter tamaño de panoja los materiales 12 y 2 mostraron el mayor tamaño (28.66 cm), el material 12 es un híbrido comercial (MASTER 911) y el 2 es un híbrido experimental y el material que presento un más bajo tamaño de panoja es el 17 (22.77 cm) que es un híbrido experimental (AN39 X RTX433), el valor medio fue de 25.66 cm, un rango de 5.89 y un C.V. de 10.38%.

En cuanto a rendimiento el material 26 presenta el máximo rendimiento (6939.78 kg./ha) el cual es un híbrido experimental (A2 X IA28) y el material 3 presenta él más bajo rendimiento (2316.56 kg./ha) también un híbrido experimental (AN34 X IA52), el valor medio obtenido para este carácter fue de 4797.22 kg./ha, con un rango de 4623.22 kg./ha y un C.V. de 9.025.

Basándose en el análisis de varianza combinado de todas las variables se observa que hubo diferencias significativas a los diversos niveles para algunos caracteres en la fuente de variación tratamientos y en la interacción tratamientos por localidad, estas significancias nos muestran que los híbridos tuvieron un comportamiento diferencial en los diversos ambientes para algunos caracteres, lo que nos indica la influencia del contenido genético y el ambiente en la expresión fenotípica de algún carácter.

Cuadro 4.8 Medias de las variables estudiadas mediante la prueba de D.M.S. en las tres localidades.

T	GENEALOGIA	A.P.	T	EXC.	T	T.P.	T	RTO.	T
1	AN34 X IA9	133.4	16	14.2	27	29.7	6	6939.8	26
2	AN34 X IA28	131.4	17	11.8	10	28.7	2	6041.7	2
3	AN34 X IA52	130.8	10	11.7	16	28.7	12	5960.3	11
4	AN34 X IA57	129.8	23	11.4	29	28.3	28	5523.2	12
5	AN34 X RTX433	127.4	15	11.3	26	27.9	14	5481.6	20
6	PIONEER 8313 (T)	126.3	26	11.2	20	27.9	9	5462.2	14
7	AN35 X IA9	126.0	8	11.2	28	27.7	30	5440.7	8
8	AN35 X IA28	125.4	14	11.2	8	27.1	24	5325.3	25
9	AN35 X IA52	123.0	11	11.0	21	26.8	5	5240.8	18
10	AN35 X IA57	122.7	21	10.9	11	26.8	4	5089.2	29
11	AN35 X RTX433	121.1	12	10.7	3	26.3	1	5055.4	13
12	MASTER 911 (T)	120.9	30	9.7	15	26.2	10	4887.3	9
13	AN39 X IA9	119.9	29	9.7	9	25.8	7	4877.1	28
14	AN39 X IA28	118.5	4	9.6	4	25.7	25	4808.6	17
15	AN39 X IA52	118.2	2	9.6	22	25.7	18	4747.2	16
16	AN39 X IA57	117.6	20	8.8	23	25.7	8	4710.6	7
17	AN39 X RTX433	116.6	24	8.8	24	25.4	29	4649.2	30
18	MARFIL (T)	116.4	18	8.8	18	25.4	27	4576.4	23
19	IA36 X IA9	116.2	13	8.3	12	25.1	22	4549.3	24
20	IA36 X IA28	115.8	5	7.9	19	24.9	11	4507.9	15
21	IA36 X IA52	115.0	7	7.9	17	24.1	16	4440.2	27
22	IA36 X IA57	114.4	22	7.8	6	24.0	15	4408.8	10
23	IA36 X RTX433	113.7	28	7.8	25	24.0	26	3853.8	6
24	ASGROW OSAGE (T)	113.6	6	7.6	14	23.9	21	3812.7	4
25	A2 X IA9	112.2	27	7.4	13	23.8	3	3649.8	5
26	A2 X IA28	106.6	4	6.9	1	23.7	19	3602.0	22
27	A2 X IA52	106.0	19	6.6	30	23.7	13	3264.4	1
28	A2 X IA57	103.8	25	6.3	7	23.6	23	2962.3	19
29	A2 X RTX433	102.7	3	5.7	5	23.4	20	2873.0	21
30	DECALB D-65 (T)	101.7	1	5.6	2	22.8	17	2316.6	3

A.P. = Altura de planta

T.M. = Tamaño de panoja

EXC. = Excerción

RTO. = Rendimiento

T = Tratamiento

El material 26 (A2 X IA28) que es un híbrido experimental presento el mayor rendimiento (6939.78 kg./ha) un buen tamaño de panoja, buena excerción y una buena altura de planta, este material es el que mejor se comporto en las tres localidades, mientras que el híbrido comercial DEKALB D-65 presento un rendimiento (4649.22 kg./ha) menor que el híbrido experimental y solo lo supero en el tamaño de panoja.

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos y tomando en cuenta los objetivos del presente trabajo, se concluye lo siguiente.

1. La diferencia estadística observada entre tratamientos en el análisis de varianza realizado para cada carácter de las localidades de Celaya, Guanajuato, Zaragoza, Coahuila. Y Reynosa, Tamaulipas. (a excepción carácter tamaño de panoja para el cual no se encontró significancia) indican la existencia de variabilidad entre los genotipos evaluados.

2. Considerando el rendimiento como el carácter determinante en la selección de genotipos, se tiene que:

- a) Para la localidad de Celaya los mejores híbridos experimentales son las cruzas A2XIA28 (8836.7 kg./ha), AN35 X RTX433 (7269.0 kg./ha), AN39 X IA9 (6893.7), AN34 X IA28 (6816.7 kg./ha), IA36 X RTX433 (6717.0 kg./ha) y AN35 X IA9 (6646.3 kg./ha), ya que su rendimiento es superior al mejor híbrido testigo de esta localidad (Marfil con un rendimiento de 6577.0 kg./ha).
- b) Para la localidad Zaragoza los mejores híbridos experimentales son las cruzas A2 X IA28 (6741.7 kg./ha), AN35 X IA28 (6493.3 kg./ha) y AN34 X IA28 (6180.0 kg./ha), ya que su rendimiento es superior al mejor híbrido

testigo de esta localidad (DECALB D-65 con un rendimiento de 6175.0 kg./ha).

- c) Para la localidad de Reynosa los mejores híbridos experimentales son las cruzas AN39 X IA57 (5815.0 kg./ha), AN35 X RTX433 (5560.3 kg./ha), A2 X IA28 (5328.0 kg./ha), AN34 X IA28 (5128.3 kg./ha), IA36 X IA28 (5100.3 kg./ha), AN34 X IA57 (5075.0 kg./ha) y A2 X IA9 (5062.0 kg./ha), ya que su rendimiento es superior al mejor testigo de esta localidad (Master 911 con un rendimiento de 4996.3 kg./ha).
- d) Para las tres localidades las mejores cruzas experimentales son; A2 X IA28 y AN34 X IA28.

3. En los análisis de varianza combinado, la diferencia estadística observada entre localidades para cada uno de los caracteres (a excepción del carácter altura de planta por el cual no se encontró significancia), indica que existe variabilidad entre los tres ambientes de prueba.

4. En el análisis de varianza combinado, en la fuente de variación tratamientos por localidades la diferencia estadística solo se observa en los caracteres excerción y rendimiento, lo cual indican la existencia de interacciones entre los genotipos evaluados y los ambientes de prueba, mientras que por los caracteres altura de planta y tamaño de panoja no se encontró significancia.

5. A continuación se enlistan los mejores diez híbridos experimentales que se colocan en función del rendimiento.

Híbrido Experimental	Rendimiento
(A2 X IA28)	6939.8 kg./ha
(AN34 X RTX433)	6041.7 kg./ha
(AN35 X RTX433)	5960.3 kg./ha
(IA36 X IA28)	5481.6 kg./ha
(AN39 X IA28)	5462.2 kg./ha
(AN35 X IA28)	5440.7 kg./ha
(A2 X IA9)	5325.3 kg./ha
(A2 X RTX433)	5089.2 kg./ha
(AN39 X IA9)	5055.4 kg./ha
(AN35 X IA9)	4887.3 kg./ha

6. De la lista anterior podemos decir que las mejores hembras son la A2 y AN35, mientras que el mejor macho es el IA28.

BIBLIOGRAFIA

Adams, M.W.1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean (Phaseolus vulgaris) Crop Sci. 7:505-510. United States of America.

Allard. 1960. Principles of plant breeding Ed. Wiley.

Allard, R.W. 1967. Principios de mejoramiento genético de plantas. Editorial Omega. Traducción del ingles. Barcelona, España.

Barrales, 1984. Relacion termo pluvial en familias de maíz bajo condiciones de temporal, Tesis, Escuela Nacional de agricultura Chapingo México. Pp.128.

Brauer, O.H. 1980. Fitogenetica aplicada. Los conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad. Ed. Limusa-Wiley. México.

Braver, R.E. 1980. Fitogenetica aplicada. Ed. Limusa. México.

Braver. 1969. Fitogenetica aplicada 1ª. Ed. Limusa, Wiley, S.A., México.

Brewbaker, J.L.1967. Genetica agrícola. Ted. De la edición en ingles. UTEHA. México. 261p.

Briggs, F.N., and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold publishing corporation. United States of América. 426p.

- Bruce, A.B. 1910. The mendelian theory of Heredity and the argumentation of vigor. *Science* 32:627-628.
- Bucio A.L. 1966. Environmental and genotype environmental components of variability. I. inbred lines. *Heredity* 21:387-397. Great Britain.
- CIMMYT. 1987. CIMMYT-Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz 1986: aspectos económicos en la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo. México, D.F.
- Comstock, R.E. and R.H. Moll. 1963. Genotype environment interactions. In: W.D. Hanson and H.f. Robinson (eds.) *Statistical genetics and plant breeding*. Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council. Publ. 982. Washington, D.C. Pp. 164-196.
- Cordova, Q. Et. al. 1980. Heterosis del rendimiento y aptitud combinatoria de líneas y familias de hermanos completos de maíz. XXVI Reunión anual de PCCMCH. Guatemala, Guatemala.
- Crees, C.E. 1966. Heterosis of the hybrid related to genefrequency difference between the populations. *Genetics* 52:139-144.
- Cross 1977. *Crop Science* Vol.17 Sep-Act. 1977.
- Crow, J.F. 1984. Alternativa hypothesis of hybrid vigor. *Genetics* 33:428-487.
- Daubenmire, R.F. 1978. *Ecología vegetal*. Limusa, México. 496pp.

Davenport, C.B.1908. Degeneration, albinism and Inbreeding. Science 28: 454-455.

De la Loma, J.L. 1965. Genética general aplicada. Tercera Edición Revisada. México, D.F.

De León C., H. 1981. Rendimiento y heterosis de híbridos de maíz con materiales sobresalientes del INIA y la UAAAN. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Donald, C.M. 1962. In search of yield. J. Aust. Agric. Sci. 28: 171-178

----- 1963. Competition among crop and pasture plant. Adv. Agron. 15: 1-18. ASA.

East, E.M. 1908. Inbreeding in corn. Conn. Agr. Exp. Sta. Rep. 1907. Pp. 419-428.

Ehrmon et-al 1972. Genetics Environment and behavior academic press. New York. Pp. 6-26, 181-218.

Falconer, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. C.E.C. S.A. México. 430p.

Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of Adaptation in a plant breeding programe. Aust. J. Agr. Res. 14.742-754.

Graffius, J. 1959. Heterosis in barley. Agron. J. 51. 551-554.

Guzmán M, E.E. 1988. Genética UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

- Hernández, S.A. 1987. Introducción al mejoramiento genético de cereales de grano pequeño. SARH-INIFAP. México, D.F tema didáctico No. 3. Pp. 73-80.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa México.
- Kambal, A.A. 1969. Components of yield in field beans (Vicia faba, L.): J. Agr. Sci. 72: 359-363. Great Britain.
- Keeble, F. and C. Pellew. 1910. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (pisum sativum L.) Jour. Genetics. 1: 47-56.
- Lerner, I.M. 1954. Genetic homeostasis. John Wiley and Sons Inc. New York. 198p.
- Lozano del Río 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la evaluación de germoplasma de triticale. Tesis UAAAN, Saltillo.
- Márquez S. 1970. El problema de la interacción genética-ambiental en Genotecnia vegetal. Colegio de Postgraduados Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México.
- Márquez S., F. 1985. Genotecnia vegetal. Tomo I Primera Edición. Editorial A.G.T. S.A. México. 118p.
- Martín, J.H. 1976. Principles of field crop production. 3ª. De., Mcmillan publishing Co., new York, (29-65 pp), U.S.A.

- Mettler, L.E. y Gregg, G. 1979. Genética de las poblaciones y evolución. Primera edición. Editorial UTEHA S.A. de C.V. México. Pp 134-136.
- Mitchel, L.I. 1964. La base genética de la selección. Primera Edición. Ediciones GEA. Barcelona, España. pp 280-286.
- Moll, R.H. and W. Stuber. 1974. Quantitative genetics empirical results relevant to plant breeding. *Advances in Agron.* 26 (IV): 277-313.
- Mungomery et-al. Genotype-Environmental interactions and environmental , Adaptation pattern analysis, application to soybean population. Copias que me facilitaron no se si esta publicado.
- Narváez 1977. Estudio de la interacción genotipo-ambiente en el mejoramiento de trigo (Triticum aestivium) Tesis ITESM Monterrey, N.L.
- Nienstaedt, H. 1990. Importancia de la variación natural. En: Memoria mejoramiento genético y plantaciones forestales. T. Eguiluz P. Y A. Plancarte B. (Editores). Chapingo, México. pp. 16-23.
- Ortega M., P.F. 1984. Evaluación de tres variedades de frijol de verano (agosto) en cuatro fechas de siembra, en la región del río Sonora. En: Avances de la investigación CIANO No. 12 Francisco Pacheco M. (Ed.) S.A.R.H. México. Primavera-verano 1982.
- Poehlman, M.J. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México.

- Quintero 1980. Función ambiental, evaluación y diversificación óptima de trigo sometidos a diferentes niveles ambientales de estrés. Tesis UAAAN Saltillo, Coah.
- Riojas, G.E. 1977. Variedades mexicanas de cebada, Instituto Nacional de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CIAMEC, Chapingo, México.
- Robles, S.R. 1982. Terminología genética y fitogenética. Editorial Trillas. México.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 431 pp.
- Salvat Editores. S.A. 1974. La nueva agricultura. Biblioteca Salvat. Barcelona, España.
- Sanchez-Monge, P.E. 1961. Genética. Primera Edición. Passim Lumen Ed. Madrid, España. 437p.
- Ville, C.A. 1974. Biología. Editorial Interamericana. México, D.F.
- Walkins 1965. Principios de genética y mejora de las plantas 1ª. Ed. Acribia Zaragoza (españa)pp.312-392.
- Wilsie, C.P: 1962. Crop. Adaptation and distribution. W.H. Freeman and Co. San Francisco and London. 448p.
- Willey, R.W. and S.B. Heath. 1969. The quantitative relationship between plant population and crop yield. Adv. Agron. 21: 281-320 USA.

Williams, W. 1965. Principios de genética y mejora de las plantas. Ed. Acribia. Zaragoza España.

Yassin, T.E. 1973. Genotypic and phenotypic variances and correlations in field beans (Vicia faba, L.). J. Agr. Sci. 81: 445-448. Great Britain.