

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO "
DIVISIÓN DE AGRONOMIA



Evaluación y Selección de Progenitores de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), de Acuerdo a sus Valores de Aptitud Combinatoria General y Aptitud Combinatoria Especifica

Por:

RODOLFO ELIZARRARAZ AGUIRRE

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:
Ingeniero Agrónomo en Producción.
Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 2003.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

" ANTONIO NARRO "

DIVISION DE AGRONOMIA

Evaluación y Selección de Progenitores de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), de Acuerdo a sus Valores de Aptitud Combinatoria General y Aptitud Combinatoria Especifica

POR:

RODOLFO ELIZARRARAZ AGUIRRE

TESIS

Qué se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción.

A P R O B A D A

Presidente del Jurado

Ing. José Luis Herrera Ayala

Asesor Principal

MC. José L. Chávez Araujo

Sinodal

MC. Emilio Padrón Corral

Sinodal

Coordinador de la División de Agronomía

Biol. Leopoldo Arce González

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2003

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme dado la oportunidad y fortaleza de vivir y existir en esta vida; de iluminarme y conducirme por el buen camino de la vida. Dar-me la paciencia y calma en mi ser para salir adelante hoy y siempre. Por la esperanza de haberme dado la oportunidad de culminar una etapa muy valiosa de mi vida...

A MIS PADRES

Raúl Elizarráz Mireles

María Anita Aguirre Muños

Con todo cariño y respeto que se merecen cada uno de ellos, por haberme dado la vida y la dicha de existir en este mundo, por haberme enseñado a luchar contra los obstáculos y tropiezos de la vida.

A MIS HERMANOS

Ana Lilia

Raúl

Sergio.

Quienes me brindaron todo su apoyo y comprensión en todo momento. De igual manera a mis sobrinos Yuliana, Norma Alicia y Arturo. A mis Abuelos, Tíos y Primos, tanto paternos como maternos.

A Maricela Raya T. Por haberme dado su comprensión, cariño y apoyo moral incondicional en todo momento.

A MIS AMIGOS

A todos mis compañeros de la Generación XCIV, y amigos en general por haberme brindado su amistad y confianza durante la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A MI “ALMA MATER”

Por haberme acogido en su seno y haberme cobijado en los momentos de frío; por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista en el ramo de la agronomía.

Al Ing. José Luis Herrera Ayala

Por el gran y apoyo y amistad que me brindó con su asesoría durante la presente investigación.

Al M.C. José Luz Chávez Araujo

Por su amistad, orientación y participación como sinodal en la revisión del presente trabajo.

Al M.C. Emilio Padrón Corral

Por su desinteresado y valioso apoyo de sus aportaciones al presente trabajo de investigación.

Al H. Comité de Becas Tesis (COECYT) y Colaboradores

Por haberme brindado la oportunidad de ser beneficiado económicamente y así poder concluir satisfactoria mente el presente trabajo de investigación.

Al Biol.. M.C. Armando Rodríguez García

Por su enseñanza y amistad durante la carrera. y ser partipe en la presente investigación.

A la Lic. Sandra López Betancourt

Por brindarme su apoyo con sus asesorías en la presentación de este trabajo.

A todos aquellos que de una u otra manera que colaboraron en la culminación de este trabajo (En especial al **Ing. José del Carmen Rodríguez Ayala, Ing. José Manuel Figueroa Sandoval, Elías García González, Polo Hernández Hernández, M. C. Alfredo Rosas Loera**)

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
Índice de cuadros	vi
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Resumen	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Problemática del sorgo en México	4
Formación de híbridos	5
Androesterilidad	6
Evaluación de híbridos en condiciones diferentes	11
Heterosis	14
Aptitud combinatoria	17
III. MATERIALES Y METODOS	19
Material genético	19
Obtención de cruzas	20
Ambientes de prueba	22
Establecimiento y manejo del experimento	23

Diseño experimental	23
Labores culturales	26.
Toma de datos	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Análisis de varianza parcelas divididas	30
Heterosis	38
Aptitud combinatoria general	49
Aptitud combinatoria especifica	51
Conclusión	58
Apéndice	61
Bibliografía	73

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pag.
3.1	Material genético	19
3.2	Relación de cruzas, testigos y progenitores	21
3.3	Análisis de varianza de parcelas divididas en un diseño bloques al azar	29
4.1	Relación de cruzas, progenitores y testigos que presentaron alto rendimiento en la localidad de Derramadero Coah.	36
4.2	Relación de cruzas, progenitores y testigos que presentaron alto rendimiento en la localidad de Zaragoza Coah.	37
4.3	Porcentajes de heterosis de los 18 híbridos experimentales de las variables evaluadas en la localidad de Derramadero, Coah.	47
4.4	Porcentajes de heterosis de los 18 híbridos experimentales de las variables evaluadas en la localidad de Zaragoza, Coah.	48
4.5	Rendimiento de grano (ton ha ⁻¹) y efecto de ACG de los progenitores femeninos en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coah., 2002	49
4.6	Rendimiento de grano (ton ha ⁻¹) y efecto de ACG en los progenitores masculinos en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coah., 2002	51

4.7	Rendimiento de grano (ton ha ⁻¹), efecto de aptitud combinatoria específica en Derramadero Coah.....	55
4.8	Rendimiento de grano (ton ha ⁻¹), efecto de aptitud combinatoria específica en Zaragoza Coah.	56
4.9	Relación de híbridos de mejor comportamiento en la localidad de Derramadero	57
4.10	Relación de híbridos de mejor comportamiento en la localidad de Zaragoza	57
A 1	Análisis de varianza para el carácter de días a floración.	62
A 2	Análisis de varianza para el carácter de altura de planta	62
A 3	Análisis de varianza para el carácter de excursión.	63
A 4	Análisis de varianza para el carácter de tamaño de panoja	63
A 5	Análisis de varianza para el carácter de peso de 1000 semillas	64
A 6	Análisis de varianza para el carácter de rendimiento	64
B 1	Comparación de media para el carácter de días a floración	65
B 2	Comparación de media para el carácter altura de planta.	66

B 3	Comparación de media para el carácter de excersión en Derramadero, Coah., 2002.	67
B 4	Comparación de media para el carácter de excersión en Zaragoza, Coah., 2002	68
B 5	Comparación de media para el carácter de peso de 1 000 semillas en Derramadero, Coah., 2002	69
B 6	Comparación de media para el carácter de peso de 1 000 semillas en Zaragoza, Coah., 2002	70
B 7	Comparación de media para el carácter de rendimiento en Derramadero, Coah., 2002	71
B 8	Comparación de media para el carácter de rendimiento en Zaragoza, Coah., 2002	72

RESUMEN

Uno de los métodos frecuentemente utilizados en los programas de mejoramiento genético en sorgo, es el sistema clásico de líneas endocriadas y su combinación en híbridos. Dado que el método requiere de demasiado tiempo para lograr el éxito, se considera conveniente realizar las pruebas tempranas de selección, basándose en su aptitud combinatoria (ACG y ACE), lo cual hace una reducción en trabajo, tiempo y dinero, y la identificación de las líneas superiores, que en cruzamientos resulte un incremento en heterosis.

La presente investigación se llevo a cabo durante el ciclo primavera verano de 2002, en las localidades de Derramadero y Zaragoza Coahuila, evaluando 3 hembras y 6 machos, así como progenitores de cada híbrido experimental en comparación con 4 testigos. Los objetivos fueron la selección de los mejores progenitores e híbridos en base a su Aptitud Combinatoria General y Especifica y su porcentaje de heterosis en las variables días a floración, altura de planta, excersión, longitud de panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento.

La siembras se efectuaron el tres de abril de 2002 en la localidad de Zaragoza y el dieciocho de abril del mismo año en Derramadero, la siembra se realizo a chorrillo en forma manual, con una densidad aproximada de 250 000 plantas por hectárea, con un diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas con dos repeticiones en cada localidad; cada parcela experimental consistió en un surco de cinco metros de longitud con una separación entre surcos de .8 metros, al momento de la cosecha en la

localidad de Derramadero se tomo un metro lineal y en Zaragoza 1.5 metros lineales de la parte más uniforme de la parcela experimental denominándose ésta parcela útil.

Los análisis de varianza en parcelas divididas indicaron diferencias altamente significativas entre híbridos y en la interacción Localidad x Híbridos sólo resultó altamente significativo en las variables de excersión y peso de 1000 semillas; y significativo en rendimiento, existiendo amplia variación genética entre los progenitores y progenies para las características evaluadas.

Para la variable de rendimiento que es de mayor importancia a una confiabilidad del 95 por ciento se encontró en la localidad de Derramadero, existen 6 híbridos experimentales y una línea progenitora masculina que supera a los testigos, mientras que en la localidad de Zaragoza existe solo un híbrido que supera a los testigos, dicho de otra manera existió mejor comportamiento de los materiales en la localidad de Derramadero.

De acuerdo a los resultados de la Aptitud Combinatoria General aplicándole modelo propuesto por Ross y *et al* (1983), para las líneas progenitoras femeninas contrastando ambas localidades indica que la línea de mejor comportamiento fue la Atx 629, como comportamiento estable la Atx 630 y la de menor y con valores negativos la Atx 623. Para los progenitores masculinos encontramos 3 valores mayores de comportamiento entre ellos se encuentra el Rtx 2898, Rtx 2892 y Rtx 2893 con valores positivos y como valores negativos se encuentran el Rtx 2901, Rtx 2906 y Rtx 2905.

Las combinaciones de Aptitud Combinatoria Especifica y por ciento de heterosis en la localidad de Derramadero se presento un 22.2 por ciento, es decir 4 híbridos experimentales que superan la media de sus progenitores, excepto en floración, peso de 1000 semillas y excersión, cuyas genealogía son Atx 630 x Rtx 2898, Atx 629 x Rtx 2898, Atx 623 x Rtx 2893 y Atx 623 x Rtx 2892. Cabe señalar que las líneas progenitoras Rtx 2898 y Atx 623, participan en dos de los híbridos experimentales.

En la localidad de Zaragoza se presenta un 27.7 por ciento (5 híbridos experimentales), que superan la media de sus progenitores cuyos híbridos son Atx 630 x Rtx 2898, Atx 630 x Rtx 2906, Atx 629 x Rtx 2893, Atx 623 x Rtx 2905 y Atx 623 x Rtx 2892, coincidiendo la mayoría en por ciento de heterosis negativa en la variable de floración; indicando mayor precocidad en dichos materiales experimentales. También en dicha localidad se presentan los valores más altos en por ciento de heterosis y de aptitud Combinatoria Especifica. Dentro de las participaciones frecuentes están las líneas Atx 630 y Atx 623 con 2 participaciones cada una.

Lo anterior indica que si existen híbridos experimentales de sorgo para grano en la presente evaluación con potencial de rendimiento para competir con híbridos comerciales.

I. INTRODUCCION

El mejoramiento del rendimiento de grano de sorgo se ha llevado a cabo considerando a éste como criterio principal de selección, y sólo en muy raras ocasiones sobre la base de los componentes de rendimiento y/o características fisiológicas. Los avances han sido notables hasta ahora y no parece observarse a corto plazo que la selección *per se* para rendimiento sea una limitante en el mejoramiento de este carácter, Peña (1997).

Dentro de los métodos para la evaluación y selección de progenitores se tienen entre otros la evaluación *per se*, la estimación de la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), los cuales nos permiten conocer la forma en que actúa los genes de un carácter dado; sí, la acción es aditiva o no aditiva y la importancia de cada una, así mismo es posible obtener un rápido avance en la mejora genética si se usan los genotipos de mayor aptitud combinatoria. El análisis de cruzamientos dialélicos permite la identificación de progenitores y cruza superiores, al mismo tiempo ayuda a elegir el método más eficiente de selección, permitiendo estimar la magnitud de los diversos parámetros genéticos (Elizondo, 2000).

Otro parámetro de selección es la heterosis donde los efectos de ésta, sirven como indicadores de diversidad génica entre los materiales bajo evaluación, los cuales proporcionan las bases para la elección y formación de fuentes germoplásmicas para formar posteriormente una sola fuente, a la vez se pueden escoger aquellos progenitores que proporcionen una media alta, gran variabilidad genética y altas ganancias esperadas al practicar la selección recurrente (Gardner, 1982).

Así mismo el sorgo forma una amplia cadena en la que se involucran una serie de efectos que van desde el producto, pasando por los industriales, productores pecuarios, empaques hasta los consumidores finales; esto necesariamente hace que las concentraciones que se dan entre ellos sean complicadas y en algunas difíciles.

Bajo este contexto las Instituciones de Investigación Agrícola del País han desarrollado nuevos materiales genéticos con alto potencial de rendimiento. Entre estas instituciones se encuentra la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro la cual cuenta con un programa de mejoramiento genético en sorgo la que a través de varios años de investigaciones han generado variedades e híbridos con potencial de rendimiento y otras características agronómicas que compiten con híbridos comerciales.

Tomando en consideración lo anterior, se realizó el presente experimento bajo los **OBJETIVOS** siguientes:

- a) **En base a los valores de ACG y ACE seleccionar los mejores progenitores de combinaciones híbridas.**
- b) **Determinar el potencial de rendimiento de los progenitores y sus cruzas en dos ambientes contrastantes.**
- c) **De acuerdo a los valores de heterosis identificar a los mejores progenitores de híbridos.**

De los objetivos antes mencionados se plantean las siguiente **HIPÓTESIS**.

- a) **De acuerdo a los valores de Aptitud Combinatoria General y Aptitud Combinatoria Especifica se encuentran los mejores progenitores en sus combinaciones híbridas.**
- b) **Estimación del potencial del rendimiento de los progenitores y sus cruzas en las localidades de Derramadero y Zaragoza Coah.**
- c) **Basándose en los valores mayores de heterosis identificar a los mejores progenitores dentro de sus combinaciones híbridas.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA

PROBLEMÁTICA DEL SORGO EN MEXICO

Si bien el sorgo de grano de grano se ha convertido en uno de los productos económicamente importantes de la agricultura Mexicana, su cultivo se ha iniciado en tiempos relativamente recientes y, en consecuencia, algunas de las prácticas agronómicas empleadas y algunos de los insumos específicos utilizados en su producción son todavía los desarrollados en otros países. En el caso de la semilla, por ejemplo, se ha venido importando las cantidades necesarias cada año, principalmente de los Estados Unidos o de filiales de compañías norteamericanas establecidas en otros países. Este hecho ha significado no solamente la compra en el exterior de un insumo agrícola que puede producirse en el país, sino también la utilización de híbridos adaptados a condiciones ambientales diferentes y que, en los trópicos, han manifestado rendimientos más bajos que los que presentan en su lugar de origen (Riccelli, Luna y Sequera, 1977).

Los híbridos norteamericanos tuvieron buena aceptación en México y Argentina, donde se adaptaron mejor que en los países tropicales. Sin embargo, la mayoría de las compañías productoras de semilla de sorgo esperan cubrir grandes áreas con características muy variables desde el punto de vista ecológico, con un reducido número

de genotipos, lo que ocasiona problemas de falta de adaptación. Por otra parte, las fluctuaciones tan grandes en los rendimientos que se registran en este cultivo a través de los años, indican que el tipo de híbridos que se usa son genotipos homogéneos, con poca flexibilidad y con la necesidad de aplicarles una serie de insumos y de prácticas culturales que no siempre están al alcance de nuestros agricultores

FORMACIÓN DE HÍBRIDOS

Reyes (1985), describe que una línea pura es una población de plantas con una estructura genotípica homocigota y homogénea, la fijación de los caracteres deseables se logra mediante la autofecundación sucesiva de varias generaciones.

Chávez y López (1990), citado por Ponce (1994), mencionan que la formación de líneas puras es básico para la hibridación, realizando una selección entre y dentro de líneas, con el fin de eliminar plantas con caracteres indeseables, así mismo, define a la hibridación, como el acto de fecundar los gametos de un individuo femenino con gametos masculinos de otro con el objetivo de:

- a). Explotar el vigor híbrido.
- b). Formación de idiotipos específicos para determinados ambientes, y
- c). Provocar variabilidad y selección de nuevos materiales.

La hibridación es el aprovechamiento de generaciones F₁, provenientes del cruzamiento entre dos poblaciones P₁ y P₂ (poblaciones paternas). Las poblaciones P₁ y P₂ son dos poblaciones cualesquiera de la misma especie, que puede tener los objetivos que se persiguen en la utilización comercial de las generaciones F₁. Las poblaciones pueden ser, por lo tanto, líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o también las polinizaciones F₁ mismas, (Marquéz 1988).

ANDROESTERILIDAD

La androesterilidad es la incapacidad de la planta de producir anteras funcionales o polen viable. Sin embargo, en las plantas macho-estériles los ovarios funcionan normalmente, por lo tanto, si bien no pueden autopolinizarse, pero sí pueden ser polinizadas por otras plantas.

En plantas como cebolla, maíz, remolacha azucarera, sorgo y mijo, la utilización de androesterilidad es la manera de producir semillas híbridas en forma comercial. Para producir un híbrido es necesario cruzar dos líneas endogámicas, esto es, dos grupos de plantas autofecundadas por varias generaciones, de diferente origen. Si una de dichas líneas endogámicas está compuesta por plantas androesteriles, no podrá autopolinizarse, y si ambas líneas están aisladas, sólo será polinizada por las plantas de la línea endogámica normal (androfértil). La semilla híbrida será producida entonces por las

plantas macho-estériles, sin requerir de emasculaciones (eliminación de los órganos masculinos), que pueden demandar gran cantidad de trabajo.

Reyes (1983), indica que se pueden presentar diferentes grados de esterilidad y varias son las causas siendo las de mayor importancia:

- a). Aberraciones Cromosómicas.- fenómenos de poliploidia, heteroploidía, inversiones, translocaciones.
- b). Falta de homología entre los genomas.
- c). Genes que afectan a los órganos reproductores.
- d). Esterilidad que afecta únicamente al grano de polen (esterilidad masculina). En este caso se puede deber a la acción de genes; acción del citoplasma o a la interacción núcleo – citoplasma.

Esterilidad masculina.

La literatura cita ejemplos de esterilidad masculina en tomate, papa, frijol y cebada, ocasionada por genes. Estudios de herencia han indicado que la esterilidad es el carácter recesivo en contraste con la fertilidad que es dominante y de herencia simple. Se han sugerido los siguientes fenotipos, Reyes (1983).

Estériles	Fértiles
<i>ms ms</i>	<i>Ms Ms</i>
F ₁	<i>Ms ms</i> Fértiles

La androesterilidad masculina esta controlado por genes recesivos simples (Ayyangar, Ponnaiya; Stephens, 1937). Hasta 1966 se habían descubierto dos genes de esta naturaleza, diferentes he independientes (Schertz y Stephens, 1966), los que se conocen con el símbolo *ms*. Aunque la androesterilidad génica podría emplearse eventualmente en la producción de semilla híbrida en tres líneas (Stephens, Kuykendall, George 1952), no se hizo uso extensivo de ella por que se descubrió en esos mismos años un tipo de esterilidad que presentaba mejores ventajas y que podía manejarse en forma más simple: la esterilidad génica – citoplásmica, citado por Pecina (1992).

En algunas especies la esterilidad masculina hereditaria es en absoluto el resultado de la acción de genes, presentándose en cebada, maíz, sorgo, remolacha azucarera y otros cultivos. En cebada un simple par de genes recesivos (*ms ms*) determina la producción de anteras estériles. El gene dominante (*Ms*), determina la producción de anteras fértiles, (Milton, 1990).

Se ha utilizado la esterilidad masculina para eliminar el trabajo de emasculación al hacer cruza. El gen de esterilidad masculina recesiva se introdujo en líneas para utilizarse extensivamente como el progenitor femenino, en programas de cruza o cruza regresivas. Esta línea con esterilidad masculina puede enseguida polinizarse artificialmente en cruzamiento sin practicar la emasculación, está línea se mantiene mediante la polinización con una línea macho fértil que es idéntica en genotipo, excepto que este tiene el gen dominante para la fertilidad masculina.

Esterilidad masculina citoplásmica.

Reyes (1983), menciona que este tipo de esterilidad esta controlada por la acción del citoplasma. Los factores genéticos no intervienen, salvo en lo que respecta a la posibilidad de que modifiquen la acción del citoplasma. Debido que el citoplasma se trasmite únicamente por el huevo, ya que los espermias contribuyen en una parte pequeñísima a integrar el citoplasma del cigoto; este tipo de esterilidad se trasmite solamente a través de la planta madre.

Los genes están localizados en los cromosomas y serán aportados por los progenitores hembra y macho. Las plantas con esterilidad masculina citoplasmática contienen citoplasma estéril (*S*). Las plantas macho fértiles contienen citoplasma normal (*N*). En la esterilidad masculina citoplásmica se tienen los siguientes genotipos.

Estériles	Fértiles
<i>ms ms S</i>	<i>Ms ms N ó ss F</i>
	<i>Ms ms N ó Ss F</i>
	<i>Ms Ms N ó SS F</i>
	<i>Ms Ms S ó SS F</i>
	<i>Ms ms S ó Ss f</i>

donde:

N = Citoplasma normal que permiten fertilidad.

S = Citoplasma que produce esterilidad.

Ms = Genes restauradores de fertilidad.

La esterilidad masculina citoplásmica es potencialmente un peligro, ya que las plantas son muy uniformes y de herencia materna que las hace vulnerables a la epifitias, por que basta que una planta sea susceptible para que se propague en un cultivar. Dentro de la producción de híbridos se utilizan los métodos de androesterilidad citoplásmica y sus usos en la producción de sorgo.

Efecto materno.

Al igual que en el caso de la herencia citoplásmica, el efecto materno se caracteriza por la aparición de una descendencia similar a la madre. Pero, a diferencia de la herencia citoplásmica, el efecto materno se debe a la acción de genes nucleares.

Producción y mantenimiento de las líneas progenitoras

La producción de semilla de las líneas progenitoras es relativamente simple. consiste en multiplicar el núcleo de fundación bajo condiciones que garanticen su pureza. La semilla de líneas "A" se produce en campos en los cuales un número de hileras de la línea androesteril se alterna con un número de hileras de la línea mantenedora correspondiente (línea B). Aunque la proporción de hileras de líneas " A" y " B " ha variado, generalmente se ha usado la proporción 3: 1. La polinización ha sido siempre satisfactoria, aún en los casos en que se ha observado que la antesis en las flores de la línea B comenzaba dos o tres días antes de la aparición de estigmas receptivos en

las panículas de la línea " A ". En lo que respecta a la líneas " B " y " R " simplemente se mantiene su aislamiento de cada una para la recombinación y pureza genética de las mismas.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS EN CONDICIONES DIFERENTES

Sandoval (1992), evaluó 16 híbridos experimentales de sorgo en la localidad de Zapopan Jalisco, con el objetivo de evaluar el potencial de rendimiento, adaptación y compararlos con los materiales comerciales. Se emplearon 14 híbridos experimentales y dos híbridos comerciales, como variables a evaluar se tomaron días a florear, altura de planta, excursión longitud de panoja, tipo de panoja, color del grano y peso en 1000 semillas. De este estudio se encontró que híbridos experimentales superaron a los testigos comerciales. .

H. Williams (1990), al seleccionar sorgos resistentes al carbón de la panoja (*Sporisorium reilianum*) y a la pudrición del tallo (*Macrosphomia phaselina*), en el norte de Tamaulipas, enfermedades que se han presentado desde principios de los años 70 's y que actualmente se han convertido en un relevante problema por que afectan la parte comercial de la planta y un alto porcentaje de plantas acamadas por lo que es un serio problema que reduce el rendimiento y calidad de la cosecha. Deduciendo que la incidencia de carbón se presenta como incidencia natural es decir año con año. Para la pudrición carbonosa del tallo los materiales resultaron susceptibles en las localidades de el Tapon y el Guelato a ésta enfermedad.

En el campo experimental Río Bravo, se formaron 11 materiales entre ellos híbridos y líneas, utilizando cuatro testigos en contraste con los anteriores. Se ha encontrado, que la localidad más efectiva para la selección de sorgo resistente al carbón de la panoja, es el Tapon en condiciones de temporal donde se presenta la incidencia natural alta. En tanto para seleccionar resistencia a la pudrición del tallo en condiciones naturales, se opto por la localidad del rancho Guelatao y el Canelo. Hasta 1994, se ha logrado seleccionar 100 pares de líneas A y B y 54 líneas R tolerantes a estas enfermedades.

Por lo anterior es muy factible utilizar como criterios de selección al follaje senescente; en la formación de sorgos tolerantes a la Pudrición Carbonosa del Tallo.

Valdez (1999), llevo acabo un estudio comparativo sobre el rendimiento y comportamiento agronómico de híbridos comerciales de sorgo y la generación F_2 , para determinar el efecto en el rendimiento del grano, cuando se utiliza para la siembra la semilla F_2 y contrastar el comportamiento agronómico de las plantas provenientes de dicha semilla, con respecto a los híbridos comerciales.

Empleando siete híbridos comerciales bajo riego, encontrando un rendimiento general del experimento de los híbridos comerciales de 4, 534.53 kg/ha. Dicho valor representa el incremento de 12.7 % con respecto al rendimiento promedio regional, no obstante, cuando se comparo ese valor respecto a los segregantes, se observa una diferencia de 1, 101.9 kg a favor de los primeros. Esto equivale a una merma de 24.3 %

en la capacidad de producción de los materiales segregantes, lo cual coincide con los autores, Milton, 1981, y Wall, 1970.

Este echo por si mismo justifica plenamente comprar semilla híbrida de sorgo año con año. No obstante existen además ventajas en el comportamiento agronómico de las plantas híbridas, como son, su mayor tolerancia a las enfermedades y la mayor uniformidad, lo cual facilita el control de las plagas y la cosecha mecánica.

Torres (1993), realizó una evaluación de sorgos experimentales comerciales del INIFAP y compañías comerciales particulares en Iguala Guerrero, la evaluación involucra dos experimentos, realizando ajustes en rendimiento al 12 % de humedad, días a 50 % de floración, altura (cm.), sanidad y uniformidad de la planta 20 días antes de la cosecha. Encontrando al realizar el análisis para rendimiento y las 4 características restantes en ambos experimentos, los genotipos de mayor resistencia a enfermedades y uniformidad en las plantas, obtuvieron el mayor rendimiento y viceversa con rendimientos de 5 215 a 9 471 kg/ha. Por otra parte, también presentaron adaptación y una altura de 1.6 m. en promedio que son ideales para el corte manual característico de dicha región desempeñar el doble propósito tanto para forraje y rendimiento de grano. Como conclusión se determino que existe gran variabilidad y en algunos buena adaptación al clima y manejo de Iguala Guerrero.

HETEROSIS

La heterosis o vigor híbrido se manifiesta como manifestación de una mejora del híbrido F_1 por el cruzamiento de dos individuos generalmente diferentes, en comparación a sus padres. La heterosis se puede definir como la desviación cuantitativa ascendente de sus padres, basándose en el promedio de los valores de los padres (Johnson *et al.* 1995).

Reyes (1985), menciona que la heterosis es el fenómeno mediante el cual la cruce (F_1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, esta produce un híbrido superior en tamaño, rendimiento o vigor general.

En la manifestación de heterosis, Reyes (1983) menciona que se produce un estímulo general en la progenie o en los híbridos y modifica la constitución de los individuos de diferentes maneras.

En general se manifiesta por:

- a). Mayor rendimiento de grano, forraje o fruto.
- b). Madurez más temprana.
- c). Mayor resistencia a plagas y enfermedades.
- d). Plantas más altas.
- e). Aumento en el tamaño o número de ciertas partes u órganos de la planta.
- f). Incrementa algunas características internas de la planta.

Un estudio realizado por Milton (1986), indica que la expresión del vigor híbrido en los sorgos puede acentuarse por el efecto de genes complementarios para altura y precocidad. En las primeras generaciones la superioridad de los híbridos sobre sus progenitores fue en tamaño, amacollamiento y rendimiento lo cual pareciera deberse a una manifestación normal de heterosis o vigor híbrido tal como se observa en la F_1 de maíz o de otras especies.

Márquez, (1995), llamo vigor híbrido o heterosis al aumento en vigor, altura, rendimiento, resistencia, etcétera, de la progenie F_1 (híbrido) resultante de la cruce entre dos poblaciones paternas P_1 y P_2 . Es decir se tiene máxima heterosis cuando las dos poblaciones que se cruzan son líneas homocigotas. Por otro lado la F_1 es tan uniforme como las líneas mismas ya que todos sus individuos tendrán al genotipo heterocigote Aa .

Siendo la F_1 las medias genotípicas de los progenitores (P_1 y P_2), respectivamente. La heterosis depende de la diferencia (d) entre las diferencias génicas de las poblaciones y el grado de dominancia; si cualquiera de estos valores es cero no existe heterosis; cuando $d = 0$ las dos poblaciones son iguales, y se tiene un valor máximo cuando $d = 1$, siendo en este caso las dos poblaciones que se cruzan dos líneas homocigotas AA y aa , ya que entonces, se ilustra a sí.

$$\text{Fren (A) en } AA = 1$$

$$\text{Fren (A) en } aa = 0.$$

Teoría de la heterocigosis

La teoría de la heterocigosis (conocida también como la teoría de la interacción de los alelos, complemento ínter génico o sobredominancia) sostiene que la heterocigosis *Per-se* es responsable del mayor vigor del híbrido (Milton, 1986). Esta teoría sostenida por Shull y East (1908), citado por Milton, argumenta a favor de ello lo siguiente:

- a). Si dos líneas puras homocigotas, o dos plantas autógamas (no emparentadas) se cruzan, se manifiesta la heterosis.
- b). Si una planta autógrama se autofecunda, su vigor disminuye.

Los dos casos a y b obedecen al mismo fenómeno, dicho fenómeno es la heterocigosis, es decir, si se realiza la cruce P_1 aabbcc \times AABbCC, la F_1 es AaBbCc, la generación F_1 es más vigorosa que cualquier progenitor heterocigote en todos los pares de genes. Lo anterior amplía:

1.- Sería posible obtener por autofecundación un genotipo homocigote e igualmente vigoroso a F_1 .

2.- Las diferencias en germoplasma entre los progenitores de F_1 afectaría el grado de heterosis. La heterosis es tanto mayor cuando más diferentes son los progenitores. La manifestación del vigor de F_1 es más vigorosa que los propios progenitores (P_1 y P_2), se puede atribuir a un efecto de sobredominancia.

APTITUD COMBINATORIA

Sprague y Tatum (1942), definen los términos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE), en relación con el comportamiento relativo de las líneas al ser cruzadas; define la ACG como el comportamiento promedio de una línea en combinación híbridas; y la ACE como la desviación de cada combinación con respecto a la ACG de los progenitores, es decir, cada cruce puede ser mejor o peor de lo que se esperaría en base al comportamiento promedio de las líneas consideradas, citado por Queme y *et al* (1990). La prueba de aptitud combinatoria nos determina el valor de las líneas para utilizarlas como progenitores de híbridos comerciales.

Chávez (1995), mencionan que la aptitud combinatoria, es el comportamiento medio de una línea en las combinaciones híbridas al cruzarse con otras líneas, o bien el comportamiento de una o varias líneas al cruzarse con una variedad de amplia base genética. Así mismo Márquez (1988), la define como la capacidad de un individuo y/o una población de combinarse con otras, dicha capacidad medida por medio de su progenitor.

La Aptitud Combinatorias General (ACG) nos proporciona información sobre líneas puras, que deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas y generalmente para determinarlas se usa un probador de amplia base genética, donde son importante los efectos aditivos de los genes.

Queme (1990), menciona que el valor del progenitor esta determinado por la capacidad para producir híbridos superiores cuando se cruzan con otros progenitores, siendo la prueba de Aptitud Combinatoria lo que determina dicho valor.

Allard (1980), menciona que la prueba de ACG, se realiza con plantas seleccionadas originales (S_0) o con las primeras generaciones de autofecundaciones (S_1), han encontrado efectividad varios investigadores en pruebas tempranas.

El mismo autor cita a Jenkins, quien indicó que las líneas puras adquieren su individualidad como progenitores al principio del proceso de autofecundación, pues su Aptitud Combinatoria permanece bastante estable en lo sucesivo. Sin embargo, también existen otros investigadores que tienen dudas sobre la bondad de pruebas tempranas de ACG, argumentando que se pueden perder mucha líneas valiosas.

La Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) se refiere al comportamiento de una combinación de dos líneas específicas de una determinada cruce (Poehlman, 1981). Dentro de este parámetro dependen más de los genes con dominancia y efectos epistáticos.

De manera general se deben de tomar en cuenta los componentes de varianza aditiva como los no aditivos, siendo de suma importancia para el mejorador los controlados por la acción génica aditiva y cuando se requiere obtener combinaciones específicas las no aditivas serán de importancia.

III. MATERIALES Y METODOS

Material Genético.

Para la realización del presente trabajo se emplearon tres líneas androesteriles (líneas "A") y seis líneas restauradoras (líneas "R") señalando que dicho material genético es considerado como precoz, del programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio, cuya procedencia de dicho material es la University Texas A & M, obteniéndose por medio de un dialélico 18 híbridos experimentales cuyo pedigrí se muestra continuación.

Cuadro 3.1. Material genético empleados en la presente investigación

Líneas A	Líneas R	Origen
Atx 623	Rtx 2901	University Texas A & M
Atx 629	Rtx 2906	University Texas A & M
Atx 630	Rtx 2892	University Texas A & M
	Rtx 2893	University Texas A & M
	Rtx 2905	University Texas A & M
	Rtx 2898	University Texas A & M

Obtención de cruzas.

En el ciclo primavera verano de 2001, se estableció el dialélico en la localidad de Derramadero municipio de Saltillo Coahuila, el cual se sembraron cinco surcos de 5 m. de longitud de cada hembra y de cada macho.

Antes del inicio de la floración de las hembras se cubrieron las panojas con bolsas, para realizar los posteriores cruzamiento con cada uno de los seis machos en el momento adecuado, de igual manera se cubrió un promedio de cinco panojas de cada macho para su autofecundación e incremento de línea. El promedio de cruzas polinizadas fue de 10 plantas hembras con cada macho, para obtener suficiente semilla para las evaluaciones posteriores.

La cosecha se realizo manualmente cosechando cada cruza en forma individual. Posteriormente se llevaron a la bodega de sorgo para su desgrane, de igual manera el desgrane fue manualmente, depositando las semillas obtenidas de cada cruza en una bolsa plenamente identificada.

Los 18 híbridos experimentales, los progenitores (líneas B y R) a sí como híbridos comerciales como testigos se muestra en el cuadro 3.2. con su respectiva genealogía lo cuales fueron evaluados en las localidades de Derramadero y Zaragoza Coahuila.

Cuadro. 3.2. Relación de cruzas, testigos y progenitores.

Entrada	Genealogía
1	Atx 623 x Rtx 2901
2	Atx 623 x Rtx 2906
5	Atx 623 x Rtx 2892
6	Atx 623 x Rtx 2893
8	Atx 623 x Rtx 2905
10	Atx 623 x Rtx 2898
12	Btx 623 (♀)
13	Rtx 2906 (♂)
14	PIONNEER 8282 (Testigo)
27	Rtx 2901 (♂)
28	PIONNEER 8313 (Testigo)
29	Rtx 629 x Rtx 2906
30	Atx 629 x Rtx 2901
32	Atx 629 x Rtx 2892
33	Atx 629 x Rtx 2893
35	Atx 629 x Rtx 2905
37	Atx 629 x Rtx 2898
38	Btx 629 (♀)
39	Rtx 2892 (♂)
40	PIONNEER 8428 (Testigo)
41	Atx 630 x Rtx 2901
42	Atx 630 x Rtx 2906
44	Atx 630 x Rtx 2892
45	Atx 630 x Rtx 2893
47	Atx 630 x Rtx 2905
49	Atx 630 x Rtx 2898
50	Btx 630 (♀)
51	PIONNEER 8313 (Testigo)
52	Rtx 2893 (♂)
54	Rtx 2509 (♂)
56	Rtx 2898 (♂)

NOTA: Los números faltantes en la entrada fueron excluidos debido a la pérdida o falta de datos de los mismos para la evaluación debido a efectos climáticos.

Ambientes de Prueba.

Zaragoza.

El municipio de Zaragoza se localiza en el centro de la región norte del estado de Coahuila, entre las coordenadas geográficas $100^{\circ} 54'$ longitud oeste y $28^{\circ} 33'$ latitud norte, a una altura de 350 msnm. Su clima es considerado subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 22 a 24°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y escasas el resto del año;. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de uno a dos días en la parte noreste del municipio y cero a uno en el resto.

Derramadero.

La región de Derramadero se encuentra bajo las siguientes coordenadas geográficas, presenta una Latitud Norte de $25^{\circ} 17' 30''$, con una Longitud Oeste de $101^{\circ} 17'$ y a 1780 msnm.

El clima predominante en esta región es semicálido, con lluvias durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, y de los meses de noviembre a febrero presenta heladas, con una temperatura media anual de 19°C , y una precipitación media anual de 250 mm.

Establecimiento y Manejo de Experimento.

En cada una de las localidades la siembra se realizó en surcos de 5 m con una distancia entre surcos de 0.8 m., aplicando tres riegos con una lamina de 10 cm de igual manera se realizó control fitosanitario oportuno con el objetivo que el cultivo este libre de plagas y malezas, también se efectuaron labores de preparación del terreno que consistieron en barbecho, rastreo y surcado, esto con el propósito de tener las condiciones adecuadas del terreno para una buena germinación.

Siembra.

La siembra se llevo a cavo en forma manual (a chorrillo) depositando la misma cantidad de semilla por tratamientos. La siembra en la localidad de Zaragoza se realizo el tres de abril de 2002 en Derramadero el 18 de abril. En ambas localidades (Zaragoza y Derramadero) se estableció el experimento bajo condiciones de riego.

La siembra se realizo en parcelas de 5 m de largo y a 0.80 m de distancia entre surcos con una densidad de población aproximada de 250, 000 ptas/ha

Diseño Experimental.

El diseño utilizado en el presente trabajo fue el de bloques al azar en parcelas divididas con dos repeticiones donde la parcela grande corresponde a las localidades y la parcela chica a los híbridos más sus correspondientes progenitores. El análisis de

varianza se realizo para cada una de las variables en estudio con el fin de detectar variables diferentes Esta evaluación se realizo bajo el siguiente modelo lineal. (Padrón 1996).

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + L_i + E_{ij} + H_j + (L \times H)_{ij} + E_{ijk}$$

Para:

$i = 1, 2$ Localidad

$j = 1, 2 \dots 31$, Híbridos

$k = 1, 2$ Repeticiones

Donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria obserbable correspondiente al i – esima de la localidad, j – esima de híbrido.

μ = Media general

B_k = Efecto de k – esima repetición

L_i = Efecto de la i – esima localidad

E_{ij} = Error parcela grande

H_j = Efecto de la j – esimo híbrido
localidad y el j – esimo híbrido

$(L \times H)$ = Efecto conjunto de i – esima

E_{ijk} = Error de parcela chica

En la obtención del coeficiente de variación se utilizo la siguiente formula para obtener dicho resultado.

$$C.V. (\%) = \frac{\sqrt{CM_{Ex.}}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

C. V. = Coeficiente de variación.

$CM_{Ex.}$ = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{X} = Media general.

Prueba de Medias.

La fórmula de la Diferencia mínima significativa (DMS) se derive, a su vez, de la fórmula de la t en la prueba de la significación estadística de la diferencia entre dos medias.

$$DMS = t \sqrt{\frac{2 S^2}{r}}$$

Donde:

S^2 = Cuadrado medio del error.

r = Número de repeticiones.

t = Valor tabulado para los grados de libertad del error.

Para la estimación de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) se utilizó la metodología propuesta por Ross y *et al.* en 1983; siendo la siguiente:

$$ACG (\mathbf{Hembras}) = \mu_i - \Psi$$

$$ACG (\mathbf{Machos}) = \mu_j - \Psi$$

$$ACE (\mathbf{Cruzas}) = \mu_{ij} - \mu_i - \mu_j + \Psi$$

Donde:

μ_i = Media de la i -ésima Hembra.

μ_j = Media del j -ésimo macho.

μ_{ij} = Media de cada una de las cruzas.

Ψ = Media general.

Para la determinación del porcentaje de heterosis para cada una de las características en estudio, en los dos ambientes de prueba utilizando la fórmula siguiente:

$$H\% = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

Donde:

F_1 = Media del híbrido (F_1)

MP = Media de los progenitores $= \frac{P_1 + P_2}{2}$

P_1 = Progenitor uno

P_2 = Progenitor dos..

Labores Culturales.

Estas se llevaron a cabo durante todo el ciclo vegetativo dando prioridad a la eficiencia en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se aplicó oportunamente los herbicidas (Hierbamina 1.5 lts/ha) y se realizaron deshierbes en forma manual y mecánica para mantener libre de malezas al cultivo.

Toma de Datos.

Días a Floración.

Es el tiempo transcurrido de la fecha de siembra (riego) a la antesis del 50 % de las plantas de cada parcela.

Altura de Planta.

Estas se obtuvieron midiendo la distancia de la base del tallo al ápice de la panoja. Se tomaron cinco plantas al azar en cada unidad experimental.

Excursión.

Distancia que hay a partir de la base de la hoja bandera hasta a la base de la panoja la medición se realizando las mismas cinco plantas elegidas para estas características.

Tamaño de Panoja.

Esta se obtuvo midiendo la longitud de la panícula del ápice a la parte basal de la misma, en las cinco ya utilizadas.

Peso de 1 000 granos.

Este se refiere al peso de una muestra de 1,000 granos tomadas al azar de la producción total de cada parcela experimental.

Rendimiento.

Es el peso de grano de todas las panojas de la parcela útil de cada material. Este peso se multiplica después por un Factor de Corrección para obtener el peso en ton/ha de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R.T.H. = P.P.U. \times F.C.}$$

Donde:

$$\mathbf{F.C. = \frac{1\ 000\ m^2}{T. M \times D.S}}$$

$$\mathbf{T. M \times D.S}$$

R:T:H = Rendimiento en toneladas por hectárea.

P.P.U = Peso de parcela útil (Peso de muestra).

F.C = Factor de conversión.

1000 m² = Área total de una hectárea.

T. M = Tamaño de muestra cosechada.

D. S = Distancia entre surcos.

Cuadro 3. 3. Esquema del análisis de varianza de parcelas divididas en un diseño bloques al azar.

F.V	Gl	C.M
Repeticiones	(r - 1)	$\frac{SC\ Rep}{r - 1}$
Localidades	(a - 1)	$\frac{SC\ Loc}{a - 1}$
Error de Loc.	(a - 1) (r - 1)	$\frac{SC\ Error_{Loc}}{(a - 1)(r - 1)}$
Híbridos	(b - 1)	$\frac{SC\ Hib.}{b - 1}$
Loc x Hib.	(a - 1) (b - 1)	$\frac{SC\ Hib.\ x\ Loc}{(a - 1)(a - b)}$
Error Loc x Hib.	a(b - 1)(r - 2)	$\frac{SC\ Error_{Loc\ x\ Hib.}}{a(b - 1)(r - 2)}$
Total	abr - 1	

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Parcelas Divididas

Los resultados a continuación descritos son los obtenidos al evaluar 31 genotipo de sorgo para grano en las localidades de Derramadero y Zaragoza Coahuila, realizando un análisis de varianza (ANVA) individual para cada una de las variables de floración, altura de planta, excersión, tamaño de panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento. Aplicando la prueba de medias de Desviación Mínima Significativa (DMS), en los niveles significancia de 0.05 y 0.01 y discutidas individualmente.

Floración

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta de días a floración se encontró significancia ($P < 0.05$) en las localidades y altamente significativo ($P < 0.01$), el factor híbridos, obteniendo un coeficiente de variación aceptable de 4.00 por ciento., (Apéndice, Cuadro A 1).

Al realizar la prueba por el método de desviación mínima significativa (DMS), para el factor localidades, se encontró que Derramadero (90.77 días) supera a la localidad de Zaragoza (77.32 días), con un 95 por ciento de confiabilidad con una media general de 84.04 días a floración, existiendo gran influencia en las condiciones climáticas que predominan en la localidad de Derramadero, con una precipitación anual de 250 mm. y una temperatura media anual de 19 °C, es decir, es más fría que la localidad de Zaragoza, que cuenta con una temperatura media anual de 22 a 24 °C y una precipitación anual de 300 a 400 mm. De acuerdo a datos anteriores Zaragoza presenta temperaturas más adecuadas y con una precipitación anual mayor que la localidad de Derramadero.

Al realizar la prueba de desviación mínima significativa se encontraron 7 grupos jerárquicos oscilando entre un rango de 90 a 83 días a floración, destacando en los primeros cuatro lugares a líneas (54, 56, 39 y 50) y subsecuentemente híbridos y testigos (Apéndice, Cuadro B 1). El valor más alto lo representa la línea progenitora 54 con 90 días a floración y el valor más bajo el híbrido 28 con 78.75 días.

Altura de Planta

Al desarrollar el ANVA para el factor localidades no se encontró significancia, sin embargo, en los materiales evaluados se obtuvo significancia ($P < 0.05$), entre los híbridos y un coeficiente de variación de 12.82 por ciento (Apéndice, Cuadro A2), que es una dispersión baja en dicha variable.

En la comparación de desviación mínima significativa (Apéndice, Cuadro B 2), se encontró 5 grupos. Dentro del primer grupo se encuentran 24 materiales. El valor mayor lo presenta el híbrido 8, con una altura de 1.24 m que supera a tres testigos (testigos 28, 14, y 40) de cuatro de ellos, y el valor mínimo lo conforma el tratamiento 56 con una media de 0.79 m. perteneciente a una línea progenitora.

Excursión

Al desarrollar el ANVA para el factor híbrido y la interacción localidad x híbridos se encontró una alta significancia ($P < 0.01$), con un coeficiente de variación de 32.84 por ciento (Apéndice, Cuadro A3).

En la comparación de desviación mínima significativa (Apéndice, Cuadro B 3), en el comportamiento de los híbridos en la localidad de Derramadero, se encontró 2 grupos jerárquicos, cuyos híbridos lo conforman el grupo 1 un total de 30 tratamientos y del grupo 2 solo un híbrido. Dentro del grupo 1 tenemos el valor más alto de 9.1 cm., correspondiente al híbrido 2, superando en la totalidad a los testigos y como grupo mínimo fue de 0.6 cm. de longitud.

En la localidad de Zaragoza, (Apéndice, Cuadro B 4), se encontraron 8 grupos diferentes. Destacando en esta localidad 19 tratamientos en el grupo 1 cuyas medias se encuentran arriba o igual de 12 cm., incluyendo solo dos testigos en la posición media de la tabla. Como valor superior se encontró el tratamiento 1 con una media 20.0 cm y el

valor mínimo a un testigo (testigo 51). En la evaluación de esta variable se observa que nuevamente la localidad de Zaragoza, supera a la localidad de Derramadero, con un 99 por ciento de confiabilidad.

Tamaño de Panoja

Al desarrollar el ANVA para la variable longitud de panoja no se encontraron diferencias significativas tanto para localidades, híbridos y interacción localidad x híbridos; con un coeficiente de variación de 14.53 por ciento (Apéndice, Cuadro A 4).

Peso de 1000 Semillas

Al desarrollar el ANVA para la variable peso de 1000 semillas no se encontraron diferencias significativas entre localidades pero se encontró alta significancia ($P < 0.01$), entre híbrido y significancia ($P < 0.05$), a la interacción localidad x híbridos como se observa en (Apéndice, Cuadro A5).

Debido a que se encontró significancia ($P < 0.05$), en la interacción entre localidad x híbridos implica obtener las medias de los efectos simples, es decir híbridos en cada localidad (Apéndice B 5), en dicho cuadro se observa lo siguiente.

Las medias de los híbridos en la localidad de Derramadero fluctúan entre 29.02 a 24.85 gr. en el grupo uno, de un total de nueve que logran conformar dicha prueba de medias, y dentro del valor mayor tenemos la línea progenitora 13 con una media de 29.02 y el valor mínimo lo contiene la línea 56 con 18.41 gr.

En la interacción localidad x híbridos en la localidad de Zaragoza, se encuentran 6 grupos jerárquicos encontrando 21 materiales en el primer grupo cuyas medias oscilan entre 28.18 gr. y 24.06 gr. (Apéndice, Cuadro B 6) con una confiabilidad en ambas localidades del 95 por ciento. Como media máxima tenemos al híbrido 54 con un valor de 28.18 gr. y la media mínima la presenta la línea progenitora 50 cuyo valor es de 18.61 gr.

Rendimiento

Al obtener el análisis de varianza (ANVA) para la variable de respuesta a rendimiento no se encontró diferencia significativa entre localidades pero se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre híbridos y significativo ($P < 0.05$) a la interacción localidad x híbridos, con una dispersión de los datos de 35.12 por ciento (Apéndice, Cuadro A6).

En la comparación de desviación mínima significativa con una confiabilidad de 95 por ciento, tenemos que la localidad de Derramadero se encuentran 5 grupos diferentes. El valor de rendimiento más alto lo obtiene el híbrido 6 con 5.445 ton ha⁻¹.

hasta el rendimiento mínimo que lo representa una línea progenitora con 1.305 ton./ha⁻¹. (Apéndice, Cuadro B 7). En el primer grupo tenemos a 10 materiales, teniendo como híbrido experimental superior al número 6 con un rendimiento de 5.445 ton ha⁻¹, superando a los 7 restantes. Encontrando también 3 testigos (testigos 28, 40 y 14), dentro de dicho grupo.

La media de los cuatro testigos es de 3.082 ton ha⁻¹, superando dicha cifra solo tres testigos (testigo 28, 40 y 14) y de los 7 híbridos experimentales restantes de mejor comportamiento la media es de 4.102 ton ha⁻¹. superando solo 2 híbridos experimentales (híbridos 6 y 54).

El comportamiento de los híbridos en la localidad de Zaragoza, encontramos 9 grupos representativos (Apéndice, Cuadro B 8), en el primer grupo lo conforma 4 híbridos experimentales entre ellos se encuentran materiales experimentales (híbridos 49, 33, y 5) y un testigo (testigo 40), teniendo como rendimiento máximo al híbrido 49 con 5.707 ton. ha⁻¹ en segunda posición un testigo (testigo 40) con un rendimiento de 5.587 ton ha⁻¹ y como el rendimiento mínimo tenemos el híbrido 2 con 0.290 ton ha⁻¹.

El rendimiento promedio de los cuatro testigos es de 3.843 ton. ha⁻¹, superando esta cifra sólo el testigo 40. La media de los 3 híbridos experimentales en el primer grupo es de 4.399 ton ha⁻¹. Este promedio lo supera sólo 1 híbridos experimentales (Atx 630 x Rtx 2898). Lo anterior indica que si existen híbridos experimentales de sorgo para grano en la presente evaluación con potencial de rendimiento para competir con híbridos comerciales.

Cuadro 4.1. Relación de cruzas, progenitores y testigos que presentaron alto rendimiento en la localidad de Derramadero, Coah.

Ent.	Genealogía	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Floración (Días)	Altura de Planta (m.)	Excursión (cm.)	Tamaño de Panoja (cm.)	Peso de 1000 Semillas (gr.)
6	Atx623XRtx2893	5.445	84.50	1.08	2.9	23.60	25.92
54	Rtx 2905	4.174	90.00	0.80	4.9	22.90	27.69
10	Atx623XRtx2898	4.080	82.50	1.25	4.5	28.15	21.03
37	Atx629XRtx2898	4.050	87.50	0.97	4.3	24.50	19.95
32	Atx629XRtx2892	3.905	82.50	1.03	1.4	26.95	20.25
5	Atx623XRtx2892	3.750	80.00	1.02	2.6	28.12	19.76
33	Atx629XRtx2893	3.730	85.50	1.05	3.1	24.90	22.33
28	PIONNEER 8310	3.630	78.75	1.04	6.9	23.00	24.85
40	PIONNEER 8428	3.555	85.00	1.00	4.5	25.90	23.30
49	Atx630XRtx2898	3.490	84.75	1.09	7.9	27.70	21.00
35	Atx629XRtx2905	3.380	85.75	0.95	1.9	20.4	23.13
14	PIONNEER 8282	3.315	81.25	1.03	6.3	22.7	24.47
8	Atx623XRtx2905	3.230	78.75	1.25	7.0	25.8	25.01
30	Atx629XRtx2901	3.190	82.25	0.99	8.2	19.8	26.37
1	Atx623XRtx2893	3.150	81.50	1.02	8.3	21.6	28.34
12	Btx 623	2.990	85.75	1.15	7.9	20.5	22.98
13	Rtx 2906	2.920	82.50	1.05	6.9	22.8	29.02
38	Btx 629	2.910	86.25	1.07	2.6	20.5	24.98
41	Atx630XRtx2901	2.905	86.75	1.11	1.2	21.0	22.84
45	Atx630XRtx2893	2.800	85.00	1.13	3.9	21.9	23.36
42	Atx630XRtx2906	2.725	83.50	1.09	4.9	22.7	24.33
44	Atx630XRtx2892	2.710	82.50	1.07	5.3	19.7	23.79
27	Rtx 2901	2.547	84.50	0.88	0.6	21.7	23.09
39	Rtx 2892	2.520	88.50	0.92	7.6	20.2	21.19
47	Atx630XRtx2905	2.297	82.25	1.12	7.9	20.2	24.48
29	Atx629XRtx2906	2.195	83.00	1.09	5.5	22.2	25.21
2	Atx623XRtx2906	2.192	79.25	1.18	9.1	25.3	25.68
51	PIONNEER 8313	1.830	80.50	0.94	4.9	24.9	22.32
50	Btx 630	1.380	88.00	1.07	7.3	19.8	25.27
56	Rtx 2898	1.310	89.50	0.79	5.0	17.3	18.41
52	Rtx 2893	1.305	86.25	0.90	3.6	21.7	23.53

Cuadro 4.2. Relación de cruzas, progenitores y testigos que presentaron alto rendimiento en la localidad de Zaragoza Coah.

Ent.	Genealogía	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Floración (Días)	Altura de Planta (m.)	Excursión (cm.)	Tamaño de Panoja (cm.)	Peso de 1000 Semillas (gr.)
49	Atx630XRtx2898	5.707	87.75	1.09	17.0	27.70	22.87
40	PIONNEER 8428	5.587	85.00	1.00	16.0	25.90	24.66
33	Atx629XRtx2893	3.750	85.50	1.05	12.5	24.90	25.63
5	Atx623XRtx2892	3.740	81.00	1.02	14.0	28.12	24.70
28	PIONNEER 8310	3.599	78.75	1.05	10.0	24.0	24.06
37	Atx629XRtx2898	3.455	87.50	0.98	16.0	27.0	22.75
30	Atx629XRtx2901	3.141	82.25	0.99	15.5	25.5	25.40
51	PIONNEER 8313	3.126	80.50	0.94	3.0	29.0	25.51
44	Atx630XRtx2892	3.070	82.50	1.07	15.5	26.0	24.92
32	Atx629XRtx2892	3.061	82.50	1.04	16.0	28.0	22.35
45	Atx630XRtx2893	2.863	85.00	1.13	7.0	30.5	25.59
38	Btx 629	2.637	86.25	1.07	8.0	25.5	24.28
56	Rtx 2898	2.453	89.50	0.79	5.0	28.0	20.31
35	Atx629XRtx2905	2.366	85.75	0.95	18.5	27.5	25.05
42	Atx630XRtx2906	2.299	83.50	1.09	13.0	26.5	26.51
8	Atx623XRtx2905	2.264	78.75	1.25	9.0	31.0	26.86
27	Rtx 2901	2.234	84.50	0.88	6.5	27.0	27.70
14	PIONNEER 8282	2.182	81.25	1.04	15.0	27.0	24.50
29	Atx629XRtx2906	2.149	83.00	1.09	14.0	25.5	25.42
54	Rtx 2905	2.009	90.00	0.81	3.5	23.0	28.18
41	Atx630XRtx2901	1.996	86.75	1.11	12.0	31.0	24.32
6	Atx623XRtx2893	1.501	84.50	1.08	9.5	22.5	24.89
10	Atx623XRtx2898	1.500	82.50	1.03	16.0	29.5	23.26
52	Rtx 2893	1.415	86.25	0.90	11.0	28.5	20.93
12	Btx 623	1.409	85.75	1.15	12.5	26.5	22.12
47	Atx630XRtx2905	1.160	82.25	1.12	15.5	27.5	24.62
39	Rtx 2892	1.071	88.50	0.92	5.5	26.0	22.34
1	Atx629XRtx2901	0.630	81.50	1.02	20.0	28.0	19.63
50	Btx 630	0.534	88.00	1.07	7.0	24.5	18.61
13	Rtx 2906	0.500	82.50	1.05	12.5	24.5	26.95
2	Atx623XRtx2906	0.290	79.25	1.18	16.5	27.0	25.42

Heterosis

A continuación se presentan los porcentajes de heterosis de cada una de las variables evaluadas en la localidad de Derramadero y Zaragoza, mostrándose en los cuadros 4.3 y 4.4. respectivamente.

Floración

En el cuadro 4.3, se muestran los porcentajes de heterosis en la variable de floración en la localidad de Derramadero, señalando que de los 18 híbridos experimentales evaluados el 88.8 por ciento de ellos no superó a la media de los progenitores, dicho de otra manera obtuvieron valores negativos, y solo el 11.1 que supero la media de sus progenitores, es decir con valores positivos, cuyas cruzas son Atx 630 x Rtx 2901 y Atx 630 x Rtx 2898 con valores de 1.928 y 1.621 respectivamente. El rango oscila de 1.928 a – 8.556.

En la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.4), encontramos que el 77.7 por ciento de los híbridos experimentales no superan la media de sus progenitores y solo el 22.2 por ciento logra superar la media de sus progenitores. De acuerdo a los valores positivos de los híbridos experimentales en esta localidad en comparación con Zaragoza son totalmente distintas, es decir, ningún material se presenta en ambas localidades. El rango fluctúa entre 8359 a – 13.043.

Cabe señalar que dentro de los valores positivos se contempla la participación del macho Rtx 2906 en dos híbridos con distinto progenitor femenino, y dentro de los valores negativos nos indican que fueron más precoces las cruzas que sus respectivos progenitores.

El sorgo es una especie de días cortos. Esto significa que el lapso entre emergencia y floración será más breve cuando se desarrolle en ambientes que presenten menor cantidad de horas luz por día. De este modo, teniendo en cuenta que los días se alargan hasta el 23 de diciembre, los híbridos sembrados a mediados de octubre estarán estimulados para adelantar su floración respecto de aquellos sembrados un mes más tarde. Los híbridos comerciales en su mayoría son prácticamente insensibles al fotoperíodo.

Además del fotoperíodo, existen otros factores ambientales que regulan el comportamiento de la planta. Entre ellos, el régimen de temperatura que puede modificar el momento de floración, verificándose a mayor temperatura un adelanto de la floración.

Altura de Planta

Con respecto a la altura de planta en la localidad de Derramadero (Cuadro 4.3), obtuvimos que 14 híbridos experimentales (77.7 por ciento), presentaron valores positivos y 6 de ellos formados con el progenitor femenino Atx 630 son porcentajes de heterosis positivos, y dentro de los mismos existe el híbrido Atx 630 x Rtx 2906 con un

valor de 0.0, es decir, no existió efecto heterotico por parte de los progenitores. Un total de 4 híbridos experimentales (22.2 porciento), presentan valores negativos. Como valor mayor tenemos el híbrido Atx 623 x Rtx 2905 con 32.352 y como rango mínimo se encuentra el híbrido experimental Atx 629 x Rtx 2905 con – 12.903.

Dentro de los valores negativos encontramos la participación del macho Rtx 28 92 en dos híbridos experimentales.

En la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.4), obtuvimos un 94.4 porciento de valores positivos, es decir, solo un híbrido experimental obtuvo valor negativo. El mayor valor es 141.610 y el valor mínimo es de – 2.991 porciento de heterosis.

La altura del sorgo es variable y sus mecanismos de control genético son conocidos. En algunos países se prefieren las plantas altas, mientras que en otros donde se cosecha mecánicamente se requieren alturas menores.

En los cultivares actuales existe una relación positiva entre altura y rendimiento. Los mayores rendimientos se obtienen con alturas entre 1,5 y 1,75 m. Pero a medida que la altura aumenta, los problemas de acame comienzan a adquirir relevancia; de modo que el mejoramiento debe orientarse a la obtención de cultivares que compatibilicen ambos aspectos.

A su utilización como grano forrajero en la producción de carne y leche se suman nuevas alternativas de utilización en alimentación como silaje de planta entera y de

grano húmedo con el agregado de úrea que acrecienta su calidad forrajera en competitividad con el maíz. Además el sorgo se destaca como el cultivo ideal para mejorar la estructura del suelo por el volumen de rastrojo que proporciona.

Excursión

El comportamiento de la variable de excursión en Derramadero Coah., (Cuadro 4.3) obtuvimos un 50 por ciento de valores positivos y el resto como negativos. Encontrando en los híbridos obtenidos con la línea Atx 629 el menor número de valores negativos. Por el contrario en los híbridos de mayor porcentaje de valores negativos son los obtenidos con la línea progenitora Atx 630. El rango positivo mayor es de 243.75 y el rango menor es de -72.549 . En híbrido Atx 629 x Rtx 2893 al igual que en la variable anterior no existió efecto de heterosis, es decir, su valor nuevamente es 0.0.

Dentro de los valores negativos tenemos que el macho Rtx 2892 participa en cada una de las líneas progenitoras femeninas y con dos participaciones el Rtx 2893 en distintos híbridos experimentales.

En Zaragoza (Cuadro 4.4), obtuvimos un 94.4 por ciento de valores positivos y dentro de ellos se encuentran porcentajes de heterosis muy aceptables. La fluctuación de los valores es de 221.739 a -19.148 por ciento de heterosis.

Dentro de los híbridos experimentales con valores positivos tenemos los materiales con las líneas progenitoras Atx 629 y Atx 630 con valor negativo tenemos solamente el híbrido experimental Atx 623 x Rtx 2893.

Esta variable es una característica deseable en cultivo de sorgo ya que con esta se logra tener una cosecha libre de impurezas aumentando la calidad de la misma. Dentro de los genotipos evaluados existe materiales con buena excersión y algunos mostraron no tenerla o muy corta. Dentro de un programa de mejoramiento es de suma importancia. Loya (1986), menciona que es una característica muy importante para muchos agricultores ya que aparte de preferir un material rendidor también requiera de excersión aceptable para que sus cosechas resulten libres de impurezas, citado por Morgado (1999).

Longitud de Panoja

La estimación de heterosis para la localidad de Derramadero (Cuadro 4.3), encontramos un 72.2 por ciento de valores positivos (13 híbridos experimentales), y un 27.7 por ciento de valores negativos (5 híbridos experimentales). La totalidad de híbridos obtenidos con la línea progenitora Atx 623, contiene valores positivos, mientras que 3 de 6 híbridos contienen valores negativos obtenidos con la línea Atx 630.

Cabe señalar que dentro de los valores negativos se expresa el macho Rtx 2905 en dos de los híbridos experimentales.

La estimación de heterosis para la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.4), en dicha variable, existe un 83.3 por ciento de híbridos con valores positivos. Teniendo como valor mayor el híbrido Atx 623 x Rtx 2905 con 25.252 y como valor mínimo al híbrido Atx 623 x Rtx 2893 con - 18.181. Dentro de los valores negativos coinciden dos apariciones del macho Rtx 2893 en distintas cruzas.

Flores (1989), evaluó componentes de rendimiento encontrando que la longitud de panoja de los genotipos varía de acuerdo con el ambiente de prueba. Estos resultados son similares con Márquez (1975) de la interacción genotipo ambiente, el cual menciona que es comportamiento diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes. Entonces podemos decir que la longitud de panoja es una característica deseable dentro del cultivo de sorgo ya que a mayor longitud tendrá mayor número de granos lo cual influye en el rendimiento, dentro de los materiales evaluados presentaron buena longitud de panoja, lo cual es recomendable evaluarlos en otra localidad para ver que tanta estabilidad presentan.

Peso de 1 000 Semillas

El peso de 1 000 semillas dentro de la evaluación de híbridos de sorgo es de suma importancia debido a que es un componente de rendimiento que esta correlacionado positivamente con este. Los porcentajes de heterosis en la localidad de Derramadero (Cuadro 4.3), observamos que el 72.2 por ciento (13 híbridos experimentales) no superan a la media de sus progenitores y solo 5 híbridos (27.7 por ciento), presentan valores que superan a la media de sus progenitores. Dentro del

valor mayor del porcentaje de heterosis corresponde al híbrido Atx 623 x Rtx 2901 con 23.016 y el valor menor es el híbrido Atx 629 x Rtx 2892 con – 12.266 por ciento.

De acuerdo a los valores negativos tenemos el progenitor Rtx 2906 y Rtx 2905, con un máximo de tres apariciones en los híbridos evaluados y el machos Rtx 2892 participa sólo dos ocasiones.

En la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.4), encontramos mayor número de valores positivos en contraste con la localidad anterior, existiendo un 83.3 por ciento de materiales que superan la media de sus progenitores (15 híbridos experimentales) y 5 híbridos con valores negativos. La fluctuación de valores oscila entre 29.438 a – 21.182.

Castañón, (1986), menciona que el peso de la semilla es importante, ya que si se tiene un peso mayor, el grano será más grande y por lo tanto más grande su endospermo y tendrá más reserva para un mayor germinación de dichos material. Loya, (1986), indica que la variable de peso de 1 000 semillas es un componente importante para la estimación de rendimiento ya que entre mayor peso tenga la semilla, el rendimiento incrementa, a un que también va a depender de otros componentes, citado por Olmos, (1989).

Olmos, (1989), menciona que el numero de granos por volumen al igual que el peso volumétrico, son conceptos casi nuevos muy útiles para determinar la densidad del grano en la panoja, de tal manera que grano grande en la panoja muestra menor densidad

que en un grano pequeño y, no necesariamente, el grano grande pesa más que el grano pequeño.

Rendimiento

La estimación de heterosis para la localidad de Derramadero (Cuadro 4.3) encontramos 13 híbridos experimentales que superan la media de sus progenitores, representando el 72.2 por ciento; y un total de 5 materiales que no superan la media de sus progenitores, representando el 27.7 por ciento. La línea progenitora con menor número de valores negativos es la línea progenitora Atx 630, con solo una cruce con dicho valor. De acuerdo a los valores negativos se observa que la línea Rtx 2905 coincide en los tres híbridos formados con dicho macho progenitor. El rango de fluctuación de los valores es 159.479 que corresponde al material Atx 623 x Rtx 2893 a -25.820.

La estimación de heterosis para la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.4) en esta variable, existe un 77.7 por ciento de híbridos experimentales con valores positivos que sobresalen de sus progenitores y un 22.2 por ciento que no superan la media de sus progenitores. La línea con menor combinación fue la Atx 623 con un 50 por ciento de cruces positivas y negativas. La línea Atx 629 obtuvo su totalidad de híbridos experimentales con valores favorables, es decir valores positivos.

Palacios, (1996), encontró que para determinar el amplio grupo de líneas evaluando, rendimiento de grano y rendimiento de forraje, son variables no correlacionadas, mientras que el rendimiento del grano esta relacionado principalmente con el tamaño de panoja, el rendimiento del forraje lo esta en días a floración y altura de panoja, y por lo que encontrar líneas con buena producción simultanea de grano y forraje no ha sido tarea fácil.

El período de siembra a madurez es controlado genéticamente y puede ser modificado para regular el tiempo a cosecha, evitando de este modo el deterioro de los granos por hongos o insectos y logrando así optimizar el rendimiento. En general, en híbridos graníferos este período varía de 100 a 140 días. También cabría mencionar que las diferencias que se observan en madurez se deben a una combinación de respuestas a la temperatura y al fotoperíodo.

El grano de sorgo iguala al maíz en ganancia y eficiencia alimentaría del ganado. Su sustitución por el maíz en las raciones permite disminuir costos sin afectar el valor nutritivo. De allí la importancia relevante de este grano en el ciclo de engorde.

Flores, (1989), y Menchaca (1992) reportan resultados similares. Davila, (1980), también concluye que existen híbridos experimentales formados en la UAAAN que rinden estadísticamente igual a los mejores testigos, citado por Tenopala, (1994).

Cuadro 4.3. Porcentajes de heterosis de los 18 híbridos experimentales de las variables evaluadas en la localidad de Derramadero, Coah.

Genealogía	Rend.	Floración	Altura de Planta	Ecersion	Longitud de. Panoja	Peso de 1000 Semillas
Atx 630 x Rtx 2898	159.479	1. 621	11.475	28.455	36.927	- 3.846
Atx 623 x Rtx 2893	153.609	- 5.313	17.142	- 49.565	13.744	11. 480
Atx 630 x Rtx 2893	108.643	- 1. 621	13.846	- 28.440	5.542	- 4.262
Atx 629 x Rtx 2898	99.943	- 1. 052	3.333	13.157	16.402	- 8.051
Atx 623 x Rtx 2898	89.767	- 4.712	6.060	- 30. 232	41.798	1.618
Atx 629 x Rtx 2893	77.028	- 1.069	0.000	0.000	8.056	- 7.944
Atx 629 x Rtx 2906	53.005	- 3.504	7.042	72.631	2.540	- 6.636
Atx 630 x Rtx 2901	47.987	1. 928	6.060	- 69.620	- 3.225	- 8.187
Atx 629 x Rtx 2892	43.830	- 5.570	- 4.615	- 72.549	20.481	- 12.266
Atx 630 x Rtx 2892	38.974	- 5. 347	3.030	- 28.859	- 3.431	2.410
Atx 623 x Rtx 2892	36.116	- 7.124	- 1.408	- 66.451	31.325	- 10.527
Atx 630 x Rtx 2906	26.744	- 4. 891	0.000	- 30.985	6.572	- 10.370
Atx 623 x Rtx 2901	13.800	- 5.978	1.408	95.294	2.369	23. 016
Atx 623 x Rtx 2906	- 25.820	- 8.556	9.090	22.972	16.859	- 1.211
Atx 629 x Rtx 2901	- 24.699	- 4.980	- 4.615	243.750	- 6.161	9.712
Atx 630 x Rtx 2905	- 17.284	- 7.774	11.111	29.508	- 5.164	- 7.533
Atx 623 x Rtx 2905	- 9.826	- 7.651	32.352	9.375	19.168	- 1.282
Atx 629 x Rtx 2905	- 4.573	- 1. 856	- 12.903	- 49.333	- 5.773	- 12.157

Cuadro 4.4. Porcentajes de heterosis de los 18 híbridos experimentales de las variables evaluadas en la localidad de Zaragoza, Coah.

Genealogía	Rend.	Floración	Altura de Planta	Ecursión	Longitud de Panoja	Peso de 1000 Semillas
Atx 630 x Rtx 2906	344.680	1.273	5.761	33.333	8.163	16.374
Atx 630 x Rtx 2892	282.793	- 7.831	15.761	148.000	2.970	21.721
Atx 630 x Rtx 2898	282.250	- 10.914	22.374	183.330	14.285	17.511
Atx 623 x Rtx 2892	201.612	-6.329	0.427	55.55	10.476	11.086
Atx 630 x Rtx 2893	193.942	- 3.067	15.584	22.222	15.094	29.438
Atx 629 x Rtx 2893	85.093	- 0. 632	11.965	31.578	3.703	13.371
Atx 629 x Rtx 2892	65.102	- 5.590	11.111	137.037	- 0.970	- 4.138
Atx 630 x Rtx 2901	44.219	- 0.917	141.610	77.777	20.388	5.052
Atx 629 x Rtx 2901	37.053	- 2.208	5.960	106.896	- 2.857	-2.277
Atx 629 x Rtx 2898	35.756	- 1.519	5.855	146.153	2.803	2.017
Atx 623 x Rtx 2905	32.475	-13.043	24.263	12.5	25.252	8.936
Atx 629 x Rtx 2906	28.993	5.517	0.610	36.585	2.000	- 0.769
Atx 623 x Rtx 2893	6.303	3.225	- 2.991	- 19.148	- 18. 181	18.395
Atx 629 x Rtx 2905	1.851	-3.658	10.657	221.739	11.340	- 0.682
Atx 623 x Rtx 2906	- 69.601	- 2.013	7.128	32.000	5.882	5.774
Atx 623 x Rtx 2901	- 65.403	1.607	0.662	110.526	4.672	- 21.182
Atx 623 x Rtx 2898	- 22.320	8.359	5.855	82.857	8.256	12.772
Atx 630 x Rtx 2905	- 8.733	- 7.100	25.517	195.238	15.789	5.227

Aptitud Combinatoria General (ACG)

En el cuadro 4.5 se muestra los rendimientos *per se* de las líneas a sí como los efectos de Aptitud Combinatoria General para los progenitores femeninos en cada una de las localidades; encontrando en los progenitores femeninos que los valores más altos lo presenta la línea Btx 629 superando la localidad de Derramadero a la localidad de Zaragoza. De acuerdo a la aptitud combinatoria en la línea Btx 630 presentó gran estabilidad en ambas localidades (2.821 y 2.849), es decir, presento valores positivos similares y como valores más bajos y negativos contiene línea Btx 623 con -0.010 y -0.842 en ambas localidades.

Cuadro 4.5 Rendimiento de grano (ton ha^{-1}) y efecto de ACG en los progenitores femeninos en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coah., 2002.

Línea	Derramadero		Zaragoza	
	Rend. (ton ha^{-1})	ACG	Rend. (ton ha^{-1})	ACG
Btx 623	2.9	- 0.010	1.4	- 0.842
Btx 629	2.9	3.424	2.6	2.987
Btx 630	1.3	2.821	0.5	2.849

Los valores de ACG para los progenitores machos (Cuadro 4.6), se encontró que en la localidad de Derramadero presenta los cuatro valores mayores que corresponden a las líneas Rtx 2893, Rtx 2892, Rtx 2901 y Rtx 2898 con valores positivos en orden ascendente y con valores negativos se encuentran las líneas Rtx 2905 y Rtx 2906.

En la localidad de Zaragoza obtuvimos valores más altos de acuerdo a su ACG, teniendo a tres valores mayores que corresponden a las líneas Rtx 2898 seguido de la Rtx 2892 y por último el Rtx 2892. Dentro de las líneas con valores negativos tenemos las líneas Rtx 2905, Rtx 2901 y Rtx 2906.

De manera general y realizando un promedio de los progenitores machos en ambas localidades obtenemos tres valores positivos teniendo como promedio mayor la línea Rtx 2898, seguido de Rtx 2892 y Rtx 2893 y con valores negativos encontramos la Rtx 2901, Rtx 2905 y Rtx 2906.

Gallegos, y *et al* (1997), realizó una evaluación de maíz en el ciclo Primavera Verano de 1996, en la comarca lagunera, con 7 líneas y sus respectivos progenitores de maíz, logrando formar 21 cruzas directas encontrando valores positivos de ACG, en rendimiento, peso de mazorca y peso de semilla por mazorca, señala que en dichas cruzas uno o los dos progenitores se encuentran entre las líneas con mejores efectos de ACG, lo cual y de acuerdo a algunos criterios mencionados por Bernardino (1990) y Hayer (1939), señala la posibilidad de que líneas con buena Aptitud Combinatoria General pudieran producir cruzas superiores.

Cuadro 4.6 rendimiento de grano (ton ha^{-1}) y efecto de acg en los progenitores masculinos en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coah., 2002.

Línea	Derramadero		Zaragoza	
	Rend. (ton ha^{-1})	ACG	Rend. (ton ha^{-1})	ACG
Rxt 2901	2.5	0.292	2.2	- 0.574
Rxt 2906	2.9	-1.043	0.5	- 0.914
Rxt 2892	2.5	0.337	1.0	0.793
Rxt 2893	1.3	0.419	1.4	0.207
Rxt 2905	4.1	- 0.251	2.0	- 0.566
Rxt 2898	1.3	0.245	2.4	1.057

Aptitud Combinatoria Especifica (ACE)

En el cuadro 4.7, se muestran los rendimientos de las cruzas junto con los efectos de ACE para la localidad de Derramadero teniendo un total de 10 cruzas experimentales con valores positivos (55.5 por ciento), que superan la media de sus progenitores, y un 44.4 por ciento que no logran superar a los progenitores en su ACE en donde destacan las cruzas Atx 630 x Rtx 2906 con 0.947 y con un porcentaje de heterosis bajo de 26.744 por ciento.

En segundo lugar destaca la craza Atx 623 x Rtx 2893 con una ACE de 0.554 y un porcentaje de heterosis de 153.609, posesionándose en el segundo valor más alto en los porcentajes de heterosis, con un rendimiento aceptable de 5.4 ton ha^{-1} . En tercera

posición lo aborda la cruza Atx 630 x Rtx 2898 con un valor de 0.424 y con el porcentaje de heterosis más alto con 159.479 por ciento. En el quinto y sexto lugar se encuentran las cruzas Atx 629 x Rtx 2898 y Atx 623 x Rtx 2892 con valores de 0.381 y 0.306 respectivamente, con un porcentaje de heterosis de 99.943 y 36.116 correspondientes a cada una, con un rendimiento aceptable. Como valor mínimos de ACE y con valor negativos lo contienen las cruzas Atx 629 x Rtx 2906 con -1.076 .

En la localidad de Zaragoza (Cuadro 4.8), tenemos un total de 7 cruzas experimentales que superan la media de sus progenitores de ACE (38.8 por ciento) y porcentajes mayor de heterosis, que superan a la localidad de Derramadero. El valor mayor de ACE, lo contiene la cruza Atx 630 x Rtx 2898 con 1.802 y el tercer porcentaje mayor de heterosis con 282.250 por ciento, con el rendimiento mayor de 5.7 ton ha^{-1} . El valor positivo siguiente lo contiene la cruza Atx 623 x Rtx 2892, con 1.292, y con una heterosis alto de 201.612 por ciento. Una tercera cruza experimental con un valor arriba de uno es la cruza Atx 623 x Rtx 2905, que contiene un valor de ACE de 1.177, pero bajo en heterosis (32.475 por ciento).

Las cruzas experimentales de menor aptitud combinatoria específica son las cruzas y Atx 630 x Rtx 2906 Atx 629 x Rtx 2906, destacando la primer cruza que contiene el valor mayor en la tabla del porcentaje de heterosis con 344.680 por ciento.

Cabe señalar que en esta localidad obtuvimos mayores valores negativos para la aptitud combinatoria específica (61.11 por ciento) y un porcentaje mayor de valores positivos de heterosis. Al igual que en la localidad de Derramadero también tenemos

porcentajes altos de heterosis pero valores negativos en su ACE, tal es el caso de las cruzas Atx 630 x Rtx 2892 y Atx 630 x Rtx 2893 con 282.793 y 193.942 por ciento respectivamente.

Dentro de los valores negativos tanto para la ACE y por ciento de heterosis tenemos las cruzas Atx 623 x Rtx 2901, Atx 623 x Rtx 2906, Atx 623 x Rtx 2898 y Atx 630 x Rtx 2905.

Si efectuamos una observación comparativa de los resultados de ACG, en ambas localidades (Cuadro 4.7 y 4.8), Veremos que en el caso de Derramaderos obtenemos mayor participación de las hembras que de los progenitores masculinos, es decir, presentan valores mayores de ACG en las hembras mientras que los progenitores masculinos son bajos o negativos.

Para el caso de Zaragoza tenemos que el valor mayor de ACE, contiene ambos valores positivos tanto progenitores femeninos como masculino en su ACG, mientras que en el resto de las cruzas experimentales al menos un progenitor tiene un valor positivo.

El alto rendimiento de una combinación híbrida se puede explicar en función a los altos efectos aditivos de los genes de los progenitores, así como el efecto de interacción entre alelos dominantes de un progenitor y de los genes recesivos del otro.

Esto indica que los cruzamientos de híbridos de buen rendimiento involucran efectos aditivos como no aditivos, siendo ambos de importancia, en donde se puede observar que en las mejores combinaciones involucran progenitores en donde al menos uno de ellos cuenta con un valor positivo de Aptitud Combinatoria General.

Molina, (1992), indica que la heterosis es el fenómeno más importante en el mejoramiento genético por hibridación, en relación con el rendimiento del grano, la heterosis de un híbrido de cruce simple se expresa como la diferencia porcentual entre el rendimiento de híbrido y el promedio del rendimiento de las dos líneas progenitoras; dicha heterosis es con respecto al progenitor medio. Debido a la depresión endogámica de las líneas progenitoras, la heterosis resulta estimada, lo que origina que no siempre los híbridos con mayor heterosis son los de mayor rendimiento.

Mendoza, (1992), y *et al*, realizó una evaluación de Aptitud Combinatoria y Heterosis en maíz para trópico húmedo, encontrando que los resultados de heterosis son superiores en la cruce en donde los progenitores mostraron la ACG más alta, que en aquellos que presentaron la mejor ACE y que son los de ACG baja. Estos resultados reportan que los efectos aditivos fueron más importantes, no obstante, ambos efectos de AC relevantes en un programa de mejoramiento.

Mendoza, (1988), demuestra que el uso de los valores de ACG y ACE es una estrategia confiable para la selección de progenitores en la formación de híbridos de sorgo para grano.

Cuadro 4.7 Rendimiento de grano (ton ha^{-1}), efecto de Aptitud Combinatoria Especifica en Derramadero Coah.

Cruza	Derramadero	
	Rend. (ton ha^{-1})	ACE
Atx 630 x Rtx 2906	2.7	0.947
Atx 623 x Rtx 2893	5.4	0.554
Atx 629 x Rtx 2901	4.1	0.458
Atx 630 x Rtx 2898	3.4	0.424
Atx 629 x Rtx 2898	4.0	0.381
Atx 623 x Rtx 2892	3.7	0.306
Atx 629 x Rtx 2905	3.3	0.208
Atx 629 x Rtx 2892	3.9	0.143
Atx 623 x Rtx 2906	2.1	0.129
Atx 623 x Rtx 2905	3.2	0.065
Atx 629 x Rtx 2906	2.1	- 1.076
Atx 623 x Rtx 2898	4.0	- 0.805
Atx 630 x Rtx 2892	2.7	- 0.449
Atx 630 x Rtx 2893	2.8	- 0.441
Atx 630 x Rtx 2905	2.2	- 0.273
Atx 623 x Rtx 2901	3.1	- 0.249
Atx 630 x Rtx 2901	2.9	- 0.209
Atx 629 x Rtx 2893	3.7	- 0.113

Cuadro 4.8 Rendimiento de grano (ton ha^{-1}), efecto de Aptitud Combinatoria Especifica en Zaragoza Coah.

Cruza	Zaragoza	
	Rend. (ton ha^{-1})	ACE
Atx 630 x Rtx 2898	5.7	1.802
Atx 623 x Rtx 2892	3.7	1.292
Atx 623 x Rtx 2905	2.2	1.177
Atx 629 x Rtx 2901	3.1	0.728
Atx 629 x Rtx 2893	3.7	0.555
Atx 630 x Rtx 2906	2.2	0.367
Atx 629 x Rtx 2906	2.1	0.079
Atx 623 x Rtx 2898	1.5	- 1.211
Atx 630 x Rtx 2905	1.1	- 1.122
Atx 629 x Rtx 2892	3.0	- 0.720
Atx 629 x Rtx 2898	3.4	- 0.589
Atx 630 x Rtx 2892	3.0	- 0.573
Atx 623 x Rtx 2901	0.6	- 0.450
Atx 623 x Rtx 2906	0.2	- 0.447
Atx 623 x Rtx 2893	1.5	- 0.361
Atx 630 x Rtx 2901	1.9	- 0.279
Atx 630 x Rtx 2893	2.8	- 0.194
Atx 629 x Rtx 2905	2.3	- 0.054

En resumen podemos considerar que los híbridos experimentales más sobresalientes corresponden a las combinaciones siguientes, tanto para la localidad de Derramadero como para la localidad de Zaragoza, Coahuila.

Cuadro 4.9. Relación de híbridos de mejor comportamiento en la localidad de Derramadero

Genealogía	Floración	Altura de Planta	Ecursión	Longitud de. Panoja	Peso de 1000 Semillas	Rend.	ACE
Atx 623 x Rtx 2893	- 5.313	17.142	- 49.565	13.744	11. 480	153.609	0.554
Atx 630 x Rtx 2898	1. 621	11.475	28.455	36..927	- 3.846	159.479	0.424
Atx 629 x Rtx 2898	- 1. 052	3.333	13.157	16.402	- 8.051	99.943	0.381

Cuadro 4.10. Relación de híbridos de mejor comportamiento en la localidad de Zaragoza.

Genealogía	Floración	Altura de Planta	Ecursión	Longitud de. Panoja	Peso de 1000 Semillas	Rend.	ACE
Atx 630 x Rtx 2898	- 10.914	22.374	183.330	14.285	17.511	282.250	1.801
Atx 623 x Rtx 2892	-6.329	0.427	55.55	10.476	11.086	201.612	1.292
Atx 623 x Rtx 2905	-13.043	24.263	12.5	25.252	8.936	32.475	1.177
Atx 629 x Rtx 2893	- 0. 632	11.965	31.578	3.703	13.371	85.093	0.555
Atx 630 x Rtx 2906	1.273	5.761	33.333	8.163	16.374	344.680	0.367

IV. CONCLUSIÓN

- ❶ Al realizar el ANVA, para la variable rendimiento en la localidad de Derramadero obtuvimos 6 híbridos y 1 línea progenitora masculina que superan a los testigos siendo la línea Rtx 2905 con mayor número de días a floración.
- ❷ En la localidad de Zaragoza obtuvimos al realizar el ANVA para el carácter rendimiento solo un híbrido experimental que supera a los testigos, cuya genealogía es Atx 630 x Rxt 2898.
- ❸ El mejor comportamiento de las líneas progenitoras femeninas de acuerdo a su Aptitud Combinatoria General contrastando en ambas localidades se encuentra la línea Btx 629 obtuvo el mejor comportamiento seguido de Btx 630 y con valores negativos lo presenta la Btx 623.
- ❹ El mejor comportamiento de las líneas progenitoras masculinas, de acuerdo a su promedio de comportamiento encontramos 3 valores positivos mayores que corresponden a la Rtx 2898, Rtx 2892 y Rtx 2893, dentro de los valores negativos tenemos en orden ascendente a las líneas Rtx 2901, Rtx 2905 y Rtx 2906.

⑤ Para el carácter de Aptitud Combinatoria Especifica en la localidad de Derramadero encontramos que los híbridos de mejor comportamiento son: Atx 630 x Rtx 2898, Atx 629 x Rtx 2898 y Atx 623 x Rtx 2893. Cabe señalar que dentro de los progenitores en las combinaciones híbridas la mayoría contiene valores positivos en su ACG y ACE, excepto la Btx 623, es decir, a un que tenga valor negativo tiene buen comportamiento en su ACE, en contraste en porciento de heterosis la mayoría de los materiales experimentales presentan valores negativos en floración lo cual indica precocidad en los materiales.

⑥ En la localidad de Zaragoza la mejor Aptitud Combinatoria Especifica lo presentan los híbridos Atx 630 x Rtx 2898, Atx 630 x Rtx 2906, Atx 629 x Rtx 2893, Atx 623 x Rtx 2905 y Atx 623 x Rtx 2892. Dándose la misma situación en Zaragoza que en Derramadero para el caso de las hembras, en el caso de los machos tenemos que tres de ellos presentan valores positivos (Rtx 2898, Rtx 2893 y Rtx 2892) tanto para ACG y ACE y 2 negativos (Rtx 2906 y Rtx 2905) en su ACG, sin embargo, presentan valores positivos en su ACE.

⑦ De acuerdo a su ACG con valores negativos no nos indica que son las peores líneas, si no que existe la posibilidad de que en su ACE den buenos resultados.

⑦ Es conveniente en un programa de mejoramiento para la selección de líneas en base a una buena Aptitud Combinatoria, seleccionar de acuerdo a su Aptitud Combinatoria Especifica, bebido a que si selecciona de acuerdo a su Aptitud Combinatoria General, corremos es riesgo de perder líneas valiosas.

⑨ Los más altos porcentajes de heterosis contienen una buena Aptitud Combinatoria Especifica a un que en algunos casos los híbridos experimentales con un porcentaje alto de heterosis contienen baja Aptitud Combinatoria Especifica.

APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para el carácter de días a floración.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	116.125	116.125	4.004 NS
Localidades	1	5609.312	5609.312	193.424 *
Error de Loc.	1	29.000	29.000	
Híbridos	30	1091.687	36.389	3.216 **
Loc. x Híb.	30	410.687	13.689	1.209 NS
Error de Hib.	60	678.875	11.314	
Total	123	7935.687		

C. V. = 4.00 %.

NS = No significativo. * = Significativo al 5% ** = Altamente significativo al 1%

Cuadro A 2. Análisis de varianza para el carácter de altura de planta.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	5.875	5.875	0.003 NS
Localidades	1	40935.625	40935.625	20.885 NS
Error de Loc.	1	1960.000	1960.000	
Híbridos	30	12473.250	415.774	2.385 *
Loc. x Híb.	30	4694.625	156.487	0.898 NS
Error de Hib.	60	10455.625	174.260	
Total	123	70525.000		

C. V. = 12.82 %.

Cuadro A 3. Análisis de varianza para el carácter de excersión.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	36.634	36.634	0.176 NS
Localidades	1	1478.670	1478.670	9.108 NS
Error de Loc.	1	208.003	208.003	
Hibridos	30	902.494	30.083	3.789 **
Loc. x Híb.	30	697.600	23.253	2.929 **
Error de Hib.	60	476.340	7.939	
Total	123	3799.745		

C. V. = 32.84 %.

Cuadro A 4. Análisis de varianza para el carácter de tamaño de panoja.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	72.875	72.632	1.090 NS
Localidades	1	707.070	707.070	10.612 NS
Error de Loc.	1	66.625	66.625	
Hibridos	30	397.632	13.254	1.022 NS
Loc. x Híb.	30	224.523	7.484	0.577 NS
Error de Hib.	60	777.523	12.958	
Total	123	2246.007		

C. V. = 14.53 %.

Cuadro A 5. Análisis de varianza para el carácter de peso de 1 000 semillas.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	0.851	0.851	0.100 NS
Localidades	1	9.843	9.843	1.165 NS
Error de Loc.	1	8.445	8.445	
Híbridos	30	447.492	14.916	3.488 **
Loc. x Híb.	30	244.921	8.164	1.909 *
Error de Hib.	60	256.546	4.275	
Total	123	968.101		

C. V. = 8.63 %.

Cuadro A 6. Análisis de varianza para el carácter de rendimiento.

F. V.	GL.	SC	CM	F
Repeticiones	1	3.116	3.116	6.170 NS
Localidades	1	12.782	12.782	25.165 NS
Error de Loc.	1	0.505	0.505	
Híbridos	30	98.831	3.294	3.668 **
Loc. x Híb.	30	54.215	1.807	2.012 *
Error de Hib.	60	53.883	0.898	
Total	123	223.334		

C. V. = 35.12 %.

Cuadro B1. Comparación de media para el carácter de días a floración.

$$DMS_{0.01} = 7.071$$

Tratamiento	Media (Días)	
54	90.00	A
56	89.50	AB
39	88.50	ABC
50	88.00	ABCD
37	87.50	ABCDE
41	86.75	ABCDE
38	86.25	ABCDEF
52	86.25	ABCDEF
12	85.75	ABCDEFG
35	85.75	ABCDEFG
33	85.75	ABCDEFG
40	85.00	ABCDEFG
45	85.00	ABCDEFG
49	84.75	ABCDEFG
27	84.50	ABCDEFG
6	84.50	ABCDEFG
42	83.50	ABCDEFG
29	83.00	ABCDEFG
13	82.50	BCDEFG
44	82.50	BCDEFG
32	82.50	BCDEFG
10	82.50	BCDEFG
47	82.25	CDEFG
30	82.25	CDEFG
1	81.50	CDEFG
14	81.25	DEFG
5	81.00	DEFG
51	80.50	EFG
2	79.25	FG
8	78.75	G
28	78.75	G

Cuadro B 2. Comparación de media para el carácter altura de planta.

$$DMS_{0.01} = 27.751$$

Tratamiento	Media (m)	
8	1.25	A
2	1.18	AB
12	1.15	ABC
45	1.13	ABC
47	1.12	ABC
41	1.11	ABC
49	1.10	ABC
42	1.09	ABC
29	1.09	ABC
6	1.08	ABCD
38	1.07	ABCD
50	1.07	ABCD
44	1.07	ABCDE
33	1.06	ABCDE
13	1.05	ABCDE
28	1.05	ABCDE
32	1.04	ABCDE
14	1.04	ABCDE
10	1.03	ABCDE
5	1.03	ABCDE
1	1.02	ABCDE
40	1.01	ABCDE
30	0.99	ABCDE
37	0.98	ABCDE
35	0.95	BCDE
51	0.94	BCDE
39	0.92	BCDE
52	0.90	CDE
27	0.88	CDE
54	0.81	DE
56	0.79	E

Cuadro B 3. Comparación de media para el carácter de excersión en Derramadero, Coah., 2002.

$$DMS_{0.01} = 8.377$$

Tratamiento	Media (cm)	
2	9.1	A
1	8.3	AB
30	8.2	AB
49	7.9	AB
47	7.9	AB
12	7.9	AB
39	7.6	AB
50	7.3	AB
8	7.0	AB
28	6.9	AB
13	6.9	AB
14	6.3	AB
29	5.5	AB
44	5.3	AB
56	5.0	AB
51	4.9	AB
54	4.9	AB
42	4.9	AB
10	4.5	AB
40	4.5	AB
37	4.3	AB
45	3.9	AB
52	3.6	AB
33	3.1	AB
6	2.9	AB
5	2.6	AB
38	2.6	AB
35	1.9	AB
32	1.4	AB
41	1.2	AB
27	0.6	B

Cuadro B 4. Comparación de media para el carácter de excersión en Zaragoza, Coah., 2002.

$$DMS_{0.01} = 8.377$$

Tratamiento	Media (cm)	
1	20.0	A
35	18.5	AB
49	17.0	ABC
2	16.5	ABCD
10	16.0	ABCD
37	16.0	ABCD
40	16.0	ABCD
32	16.0	ABCD
44	15.5	ABCD
47	15.5	ABCD
30	15.5	ABCD
14	15.0	ABCDE
5	14.0	ABCDEF
29	14.0	ABCDEF
42	13.0	ABCDEFG
13	12.5	ABCDEFG
33	12.5	ABCDEFG
12	12.5	ABCDEFG
41	12.0	ABCDEFG
52	11.0	CDEFGH
28	10.0	CDEFGH
6	9.5	CDEFGH
8	9.0	CDEFGH
38	8.0	DEFGH
50	7.0	EFGH
45	7.0	EFGH
27	6.5	FGH
39	5.5	GH
56	5.0	GH
54	3.5	H
51	3.0	H

Cuadro B 5. Comparación de media para el carácter de peso de 1 000 semillas en Derramadero, Coah., 2002.

$$DMS_{0.05} = 4.438$$

Tratamiento	Media (gr)	
13	29.02	A
1	28.34	AB
54	27.69	ABC
30	26.37	ABCD
6	25.92	ABCD
2	25.68	ABCD
50	25.27	ABCDE
29	25.21	ABCDE
8	25.01	ABCDE
38	24.98	ABCDE
28	24.85	ABCDE
47	24.48	BCDEF
14	24.47	BCDEF
42	24.33	BCDEFG
44	23.79	CDEFGH
52	23.53	CDEFGH
45	23.36	CDEFGH
40	23.30	CDEFGH
35	23.13	DEFGH
27	23.09	DEFGH
12	22.98	DEFGH
41	22.84	DEFGHI
33	22.33	DEFGHI
51	22.32	DEFGHI
39	21.19	EFGHI
10	21.03	EFGHI
49	21.00	EFGHI
32	20.25	FGHI
37	19.95	GHI
5	19.76	HI
56	18.41	I

Cuadro B 6. Comparación de media para el carácter de peso de 1 000 semillas en Zaragoza, Coah., 2002.

$$DMS_{0.05} = 4.438$$

Tratamiento	Media (gr)	
54	28.18	A
27	27.70	AB
13	26.95	ABC
8	26.86	ABC
42	26.51	ABCD
35	25.05	ABCD
33	25.63	ABCD
45	25.59	ABCD
51	25.51	ABCD
2	25.42	ABCD
29	25.42	ABCD
30	25.40	ABCD
44	24.92	ABCD
6	24.89	ABCDE
5	24.70	ABCDEF
40	24.66	ABCDEF
47	24.62	ABCDEF
14	24.50	ABCDEF
41	24.32	ABCDEF
38	24.28	ABCDEF
28	24.06	ABCDEFG
10	23.26	BCDEFG
49	22.87	CDEFGH
37	22.75	CDEFGH
32	22.35	DEFGH
39	22.34	DEFGH
12	22.12	DEFGH
52	20.93	EFGH
56	20.31	FGH
1	19.63	GH
50	18.61	H

Cuadro B 7. Comparación de media para el carácter de rendimiento en Derramadero, Coah., 2002.

$$DMS_{0.05} = 2.034$$

Tratamiento	Media (ton ha⁻¹)	
6	5.445	A
54	4.174	AB
10	4.080	AB
37	4.050	AB
32	3.905	AB
5	3.750	ABC
33	3.730	ABC
28	3.630	ABC
40	3.555	ABC
49	3.490	ABC
35	3.380	BCD
14	3.315	BCDE
8	3.230	BCDE
30	3.190	BCDE
1	3.150	BCDE
12	2.990	BCDE
13	2.920	BCDE
38	2.910	BCDE
41	2.905	BCDE
45	2.800	BCDE
42	2.725	BCDE
44	2.710	BCDE
27	2.547	BCDE
39	2.520	BCDE
47	2.297	BCDE
29	2.195	BCDE
2	2.192	BCDE
51	1.830	CDE
50	1.380	DE
56	1.310	E
52	1.305	E

Cuadro B 8. Comparación de media para el carácter de rendimiento en Zaragoza, Coah., 2002.

$$DMS_{0.05} = 2.034$$

Tratamiento	Media (ton ha ⁻¹)	
49	5.707	A
40	5.587	AB
33	3.750	ABC
5	3.740	ABC
28	3.599	BC
37	3.455	CD
30	3.141	CDE
51	3.126	CDE
44	3.070	CDEF
32	3.061	CDEF
45	2.863	CDEF
38	2.637	CDEFG
56	2.453	CDEFGH
35	2.366	CDEFGH
42	2.299	CDEFGHI
8	2.264	CDEFGHI
27	2.234	CDEFGHI
14	2.182	CDEFGHI
29	2.149	CDEFGHI
54	2.009	CDEFGHI
41	1.996	CDEFGHI
6	1.501	DEFGHI
10	1.500	DEFGHI
52	1.415	EFGHI
12	1.409	EFGHI
47	1.160	EFGHI
39	1.071	FGHI
1	0.630	GHI
50	0.534	HI
13	0.500	HI
2	0.290	I

Bibliografía

- Allard, R. W. 1980., Principios de Mejora Genética de Plantas, Traducción en español
Por Montoya, José L. Ediciones OMEGA, S. A. Barcelona. pp. 276 – 294.
- Castañon, M. D. M., 1986., Estudio de Correlaciones de Grano de Sorgo
(*Sorghum bicolor* L. Moench) su Relación con sus Periodos de Desarrollo y
otros Caracteres., Tesis M. C. Centro Genético, Colegio de Posgraduados,
Chapingo México.
- Cadena, R. O., 2000., Estimación de Aptitud Combinatoria en Líneas de Sorgo
(*Sorghum bicolor* L. Moench) Cruzas Posible para la Selección de Híbridos,
Tesis Profesional UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Chávez, A. J. L., 1995., Mejoramiento de Plantas II, Editorial Trillas, UAAAN.
- Elizondo, B. J., 2000., Aptitud Combinatoria de 13 Genotipos de Soya en Siembras de
Verano en el Sur de Tamaulipas, XVIII Congreso de Fitogenética, pp. 84,
Irapuato Gto., 2000.

Gallegos, R. M. y *et al*, 1997., Aptitud Combinatoria en Líneas de Maíz Adaptadas a la Comarca Lagunera, Memorias, XVII Congreso de Fitogenética, Acapulco Gro. 1998.

Gardner, C. O., 1982., Genetic Information for the Gardner-Eberhart Model for Generation Means. SOMEFI., Saltillo, Coah., México.

House, L. R., 1982., El Sorgo Guía para su Mejoramiento Genético, Universidad Autónoma de Chapingo.

Herrera, A. J. L., Muñoz R. L. A., 1995., Selección de Progenitores de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en Base a sus Valores de ACG y ACE, Artículo de Investigación.

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 2001, El sector Alimentario en México.

Islas, E. S. y *et al*, 1993, 11^{vo}. Congreso Latinoamericano de Genética y 15^{vo}. Congreso de Fitogenética, Memorias, SOMEFI, A.C.

Jonson, _ . y *et al*., 1995., What is the Application of Heterosis, ([www.infochin. com. a/a_01.htm](http://www.infochin.com/a/a_01.htm))

- Larios, B. L. A., 1992, Aptitud Combinatoria de Líneas de Diferentes Niveles de Endogamia y sus Aplicaciones en Híbridos de Maíz, UAAAN, Tesis de Maestría
- Márquez, S. F., 1988, Genotecnia Vegetal Método Teoría y Resultados, Resultados, Tomo II, AGT, Editores S.A.
- Márquez, S. F., 1995, Métodos de Mejoramiento Genético del Maíz, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Mariano, M. E., Oyervides, G. A., de León C. H., Cortez, C. G., 1992., Aptitud Combinatoria y Heterosis en Maíz para el Trópico Húmedo, Memorias, XVII Congreso de Fitogenética, Acapulco 1998.
- Méndez, B. B., 1987, Estudio de Actitud y Heterosis por Diferentes Características Agronómicas en Sorgo Forrajero, Tesis de Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Mendoza, E. A. y *et al*, 1992., Aptitud Combinatoria y Heterosis en Maíz para el Trópico Húmedo, Memorias, XVII Congreso de Fitogenética, Acapulco Gro., 1998.

- Mendoza, O. L- E. 1988., Formación de Híbridos de Sorgo para Grano. Proporción de un Modelo de Selección de Progenitores en Base a sus Parámetros Genéticos., Rev. Fitotecnia México., 13:44 – 55.
- Milton, P. J., 1986., Mejoramiento Genético de las Cosechas, Editorial Limusa México.
- Milton, P. J., 1990., Mejoramiento Genético de las Cosechas Volumen 1, UT Ediciones Ciencia y Técnica, S. A.
- Morgado, Q. M., 1999., Evaluación de 69 Genotipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para Grano, Tesis Profesional UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Molina, G. J. D., Lobato, O. R., 1992., La Aptitud Combinatoria General de Líneas Autofecundadas de Maíz en la Estimación de la Heterosis., Memorias, XVII Congreso de Fitogenética, Acapulco, Gro. 1998.
- Olmos, T. O. D., 1989., Estimación de Correlaciones Fenotípicas y Genotípicas entre 9 Caracteres en Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), Tesis de Licenciatura.
- Padrón, C. E., 1996., Diseños Experimentales con Aplicación a la Agricultura y la Ganadería, Editorial Trillas.

Peña, R. A., y *et al.*, 1997., Respuestas Correlacionadas e Índices de Selección para Rendimiento de Grano y sus Componentes en Sorgo., pp. 88., XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, Irapuato Gto., 2000.

Pecina, T. O., 1992., Formación de Híbridos Utilizando Líneas Androesteriles., Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

Pones, U. M., 1994, Evaluación y Selección de Líneas Recobradas en Base a Probadores, Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Ponce, V. M., 1994., Evaluación y Selección de Líneas Recobradas en Base a Probadores, Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

Poehlman, J. M. 1981., Mejoramiento Genético de las Cosechas, Editorial Limusa.

Queme, J. L. y *et al.*, 1990., Aptitud Combinatoria de Líneas de Maíz (*Zea mays* L.) en Diferentes Grados de Endogamia, Derivados de Cuatro Familias de Hermanos Completos Progenitores de un Híbrido Doble, XXXVII Reunión Anual, Memorias, PCCMCA, PANAMA, pp. 51 – 58.

Reyes, C. P., 1983., Fitogenética Básica y Aplicada, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey., N. L. México.

Reyes, C. P., 1985, Fitogenética Básica y Aplicada, AGT Editor S. A.

- Rivas, M. J. J., 1991, Estudio de Aptitud Combinatoria General en Líneas S₂ de Maíz (*Zea Mays* L.) Seleccionadas a Través de Selección Recíproca Recurrente en Población 43 y Pool 23, UAAAN, Tesis de Licenciatura.
- Riccelli, M., Luna, G., Aequera P., 1977., Creación de los Primeros Híbridos Venezolanos de Sorgo Granífero, Sección Fitotecnia, Agronomía Tropical, 27(1).49-68, (http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v27_1/v271a005.html.)
- Rodríguez, del A. J. M., 1991., Métodos de Investigación Pecuaria, Editorial Trillas, UAAAN.
- Rodríguez A. J. C., 2000., Estudio de Heterosis en Ocho Características de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), Tesis Profesional UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Ross, W. M., Gorz, H. J., Haskins, F. A., Hookstra, Rutto, J. K and Ritter, R. y *et al.*, 198., Combining Ability Effects for Residue Traits in Grain Sorghum Hybrids., Crop Sci., 23: 97-101.
- Sandoval, I. R. y *et al.*, 1994., Evaluación de Híbridos Experimentales de Sorgo en la Localidad de Zapopan Jalisco, 11^{vo} Congreso Latinoamericano de Genética (Area Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética, Memorias, SOMEFI, A. C.

Tenopala, H. F., 1994., Estudio Comparativo de cuatro Características en 52 Híbridos Experimentales de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench)., Evaluados en dos Ambientes, Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Torres, J., 1994., Evaluación de Sorgos Experimentales y Comerciales de Inifap y Compañías Particulares de Iguala, Gro., pp. 493, Memorias, 11^{vo} Congreso Latinoamericano de Genética y 15^{vo} Congreso de Fitogenética, SOMEFI, A. C.

Valdez, G. J., 2000, XVIII Congreso Nacional, SOMEFI, Sociedad Mexicana de Fitogenética, pp.296.

Williams, A. H., *et al.*, 1993, 11^{vo} Congreso Latinoamericano de Genética y 15^{vo} Congreso de Fitogenética, Memorias, SOMEFI, A.C.