

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**SELECCIÓN DE PROGENITORES DE SORGO PARA GRANO (*Sorghum
bicolor* L. Moench) EN BASE A SU ESTIMACIÓN DE APTITUD
COMBINATORIA GENERAL (ACG) Y APTITUD COMBINATORIA
ESPECÍFICA (ACE).**

Por:

OMAR ORTIZ ARVIZU

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2003.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**SELECCIÓN DE PROGENITORES DE SORGO PARA GRANO (*Sorghum
bicolor* L. Moench) EN BASE A SU ESTIMACIÓN DE APTITUD
COMBINATORIA GENERAL (ACG) Y APTITUD COMBINATORIA
ESPECÍFICA (ACE).**

POR:

OMAR ORTIZ ARVIZU

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 Luz Chávez Araujo
Sinodal**

**MC. Emilio Padrón Corral
Sinodal**

Coordinador de la División de Agronomía

Biol. M.C. Leopoldo Arce González

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2003.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por iluminarme por el camino de la vida y darme paciencia y fortaleza para salir adelante.

A MIS PADRES:

Fortino Ortiz Hernández (†).

Margarita Arvizu Rosales.

Por ser los seres más grandes del mundo que con su amor me dieron la vida y me enseñaron el camino del bien, dándome siempre los mejores consejos, amor y comprensión. Con cariño y eterno amor.

A MIS HERMANAS Y FAMILIA:

Brenda Margarita Ortiz Arvizu.

Mayela Selene Ortiz Arvizu.

Por ser mis grandes amigas y compañeras, con quienes he compartido gran parte de mi vida y que han estado con migo en los buenos y malos momentos. Gracias.

A MIS ABUELOS:

José Arvizu Valenzuela (†).

Felipa Rosales Arreola (†).

J. Ascensión Ortiz Delgadillo (†).

Ma. Asunción Hernández López.

Por ser los cimientos de mi familia, con gran amor respeto y admiración.

A MIS TIOS.

Zeferino, Crisanto, Arnulfo, Anacleto, Olívia, Aurora, Amelia, Antonio, Minga, Eliseo, Jesús, Juana y cada una de sus familias, por su cariño y apoyo incondicional que me brindaron.

A MIRNA LICETY ESPINOZA SANTIAGO

Por su apoyo y comprensión incondicional, que me ha brindado en los buenos y malos momentos que hemos pasado.

A MIS COMPAÑEROS DE LA GENERACIÓN XCIV.

AGRADECIMIENTOS

A MI “ALMA MATER”

Por haberme recibido en su seno y abrirme las puertas para formarme como profesionalista y ser parte de ella, y alcanzar otro objetivo más en mi vida.

Al Ing. José Luis Herrera Ayala

Por su gran amistad incondicional y brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, dentro de sus proyectos de investigación.

Al Ing. MC. José Luz Chávez Araujo.

Por su amistad y valiosas aportaciones y correcciones hechas durante este trabajo.

Al MC. Emilio Padrón Corral.

Por sus desinteresadas aportaciones en la revisión de lo estadístico, para llevar acabo este trabajo.

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

Por haberme permitido ser uno de los acreedores de este tipo de becas y a todos aquellos que laboran dentro de él.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt

Por su valioso apoyo y ayuda incondicional que me brindó en el trayecto de mi carrera.

Al Biol. MC. Armando Rodríguez García.

Por su apoyo y amistad que me brindo incondicionalmente.

Al Ing. José del Carmen Rodríguez Ayala

Por su gran amistad brinda en el tiempo que estuve en la Universidad.

Al Sr. Elías

Por su amistad y colaboración en la recabación de los datos de este trabajo de tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para llevar acabo este trabajo de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	I
Agradecimientos	iii
Índice de cuadros	vii
Resumen	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
Formación de híbridos.....	4
Híbrido e Hibridación.....	5
Interacción genotipo-ambiente.....	6
Evaluación de híbridos en diferentes ambientes.....	8
Estudio de aptitud combinatoria general y específica.....	9
Estudio de heterosis.....	12
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	15
Material genético.....	15
Formación de cruzas.....	16
Ambientes de prueba.....	18
Siembra.....	18

Diseño experimental.....	19
Toma de datos.....	19
Análisis estadístico.....	22
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Análisis de parcelas divididas.....	25
Aptitud combinatoria general (ACG).....	36
Aptitud combinatoria específica (ACE).....	37
Heterosis.....	39
V.- CONCLUSIONES.....	46
VI.- BIBLIOGRAFÍA.....	49
APÉNDICE.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1.	Relación de progenitores femeninos y masculinos utilizados en esta investigación.....	15
3.2.	Relación de genotipos utilizados para llevar acabo la investigación.....	17
3.3.	Análisis de varianza para una distribución de bloques al azar de parcelas divididas.....	23
4.1.	Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas en 31 materiales en sorgo evaluadas en Derramadero y Zaragoza, Coah.....	28
4.2.	Datos promedio de rendimiento y de otras características agronómicas obtenidas en 31 materiales de sorgo evaluadas en Derramadero, Coah..	29
4.3.	Valores de los progenitores femeninos de acuerdo a su rendimiento y ACG de las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002...	37
4.4.	Valores de los progenitores masculinos de acuerdo a su rendimiento y ACG de las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002...	37
4.5.	Valores de los híbridos formados de acuerdo a su rendimiento y ACE para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002.....	39
4.6.	Porcentajes de heterosis para la variable floración en ambas localidades, considerando los valores más bajos para heterosis.....	40
4.7.	Porcentajes de heterosis para la variable altura de planta en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.....	41
4.8.	Porcentajes de heterosis para la variable excersión en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.....	42
4.9.	Porcentajes de heterosis para la variable tamaño de panoja en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.....	43

4.10.	Porcentajes de heterosis para la variable peso de 1000 semillas en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis..	44
4.11.	Porcentajes de heterosis para la variable rendimiento en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.....	45
A1	Valores medios de los genotipos utilizados para cada una de las características de sorgo para grano para la localidad de Derramadero, Coahuila 2002.....	55
A2	Valores medios de los genotipos utilizados para cada una de las características de sorgo para grano para la localidad de Zaragoza, Coahuila 2002.....	56
A3.	Porcentajes de heterosis para las variables en estudio en sorgo para grano, localidad Derramadero, Coahuila.....	57
A4.	Porcentajes de heterosis para las variables en estudio en sorgo para grano, localidad Zaragoza, Coahuila.....	58
A5.	Análisis de Varianza para el carácter días a floración, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	59
A6.	Análisis de Varianza para el carácter altura de planta, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	59
A7.	Análisis de Varianza para el carácter excersión, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	60
A8.	Análisis de Varianza para el carácter tamaño de panoja, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	60
A9.	Análisis de Varianza para el carácter peso de 1000 semillas, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	61
A10.	Análisis de Varianza para el carácter rendimiento, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.....	61
A11.	Comparación de medias para días a floración para la localidad de Derramadero Coahuila.....	62
A12.	Comparación de medias para días a floración para la localidad de Zaragoza, Coahuila.....	63

A13.	Comparación entre media de localidades en los diferentes híbridos para la variable días a floración.....	64
A14.	Comparación de medias para altura de planta para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.....	65
A15.	Comparación de medias para excersión para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.....	66
A16.	Comparación de medias para tamaño de panoja para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.....	67
A17.	Comparación de medias para peso de 1000 semillas para la localidad de Derramadero, Coahuila.....	68
A18.	Comparación de medias para peso de 1000 semillas para la localidad de Zaragoza, Coahuila.....	69
A19.	Comparación entre media de localidades en los diferentes híbridos para la variable peso de 1000 semillas.....	69
A20.	Comparación de medias para rendimiento para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.....	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), se llevo acabo durante el ciclo primavera verano 2002 en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, en donde se evaluaron 18 híbridos experimentales y sus correspondientes progenitores comparándolos con cuatro testigos comerciales. Los objetivos fueron Seleccionar los mejores progenitores en base a su Aptitud Combinatoria General y Especifica, Evaluar el comportamiento de los progenitores y sus cruzas en dos ambientes contrastantes y Evaluar el comportamiento de los progenitores en base a su expresión de heterosis en las características días a floración, altura de planta, excersión, tamaño de panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento.

Las siembras se efectuaron el 3 de Abril de 2002 en la localidad de Zaragoza y 18 de Abril del mismo año en la localidad de Derramadero, la siembra se efectuó a chorrillo en forma manual, con una densidad aproximadamente de 250 000 plantas por hectárea, donde la parcela experimental consistió en un surco de 5 metros de longitud, a una separación entre surcos de 80 centímetros, a la hora de la cosecha se tomo 1 metro lineal para la localidad de Derramadero y 1.5 metros lineales para la localidad de Zaragoza en la parte central de cada surco (parcela útil).

El diseño experimental utilizado fue un análisis de varianza de bloques al azar por parcelas divididas, con el propósito de tratar de observar si había diferencias significativas a cualquier nivel para la fuente de variación híbridos, lo cual nos indica la existencia de unos materiales mejores que otros; este mismo nos proporciona la información de la interacción (localidad x híbrido), que no es otra cosa más que la interacción del genotipo con el medio ambiente, y además se realizó una prueba de Rango Múltiple por D.M.S., para encontrar cual de los materiales eran estadísticamente superiores o iguales a los híbridos comerciales usados como testigos y también cuales de los materiales eran inferiores.

Los análisis de varianza indicaron diferencias altamente significativas entre los híbridos para las variables en estudio, a excepción de rendimiento que fue significativo, para el caso de las interacciones se encontró alta significancia para la variable días a floración y peso de mil semillas, demostrando todo esto que existe amplia variación genética entre los progenitores y progenies para las características evaluadas.

Para el caso de la variable de rendimiento considerándola como la más importante se encontró en la localidad de Derramadero 9 híbridos experimentales que fueron superiores a los testigos, por lo que para el caso de la localidad de Zaragoza, solo se encontraron 3 híbridos experimentales que superaron a los testigos.

Se obtuvieron resultados de Aptitud Combinatoria donde se observó que las mejores líneas androesteriles que presentaron mayor porcentaje de AGG en las diferentes localidades fueron:

En Derramadero, Coah. ATx2752 (0.529) y ATx631 (0.503) y Zaragoza, Coah. ATx2752 (0.609).

Mientras que en las líneas restauradoras son las siguientes: Derramadero, Coah. RTx436 (0.567) y RTx2899 (0.488) y Zaragoza, Coah. RTx2897 (0.581), RTx2902 (0.315) y las cruzas que presentaron mayor valor de ACE fueron en las diferentes localidades las siguientes: Derramadero, Coah. ATx631 x RTx2897 (2.443), ATx2752 x RTx2902 (1.383) y ATx631 x RTx2899 (1.179), Zaragoza, Coah. ATxARG-1 x RTx2899 (0.886), ATx2752 x RTx2895 (0.757) y ATx2752 x RTx2899 (0.624).

Los estudios de heterosis demostraron que la mayoría de los híbridos superaron al promedio de sus padres para todas las características, a excepción de la variable días a floración en ambas localidades, pues solo 4 de los 18 híbridos experimentales presentaron valores positivos en la localidad uno; y solo 2 híbridos de la localidad dos mostró esta misma tendencia.

La hembra que aparece con más frecuencia dentro de los valores más altos de heterosis en ambas localidades para la variable altura de planta es ATxARG-1.

En lo que se refiere a rendimiento fueron muy satisfactorios los valores de heterosis que se obtuvieron, pues un 88.88% por ciento de los híbridos (16 de los evaluados) superaron al promedio de sus padres en la localidad uno y para la localidad dos el 94.44% por ciento de los híbridos (17 de los evaluados) también superaron a la media de sus progenitores, destacando que en la localidad dos estos valores fueron

mucho mas altos con respecto a la localidad uno; resultando ATx631 x RTx2899 por obtener el valor heterotico más alto (240.027%) en la localidad uno, y para la localidad dos ATxARG-1 x RTx2902 con valor de 360.893 porciento

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) ha sido mejorado genéticamente mediante varias técnicas de mejoramiento; destacando entre ellas con gran éxito la hibridación, la cual fue posible mediante el uso de la androesterilidad mecanismo que facilita la polinización cruzada. Esta práctica se ha venido utilizando desde el año de 1950, con lo cual se ha revolucionado la producción de sorgo para grano a nivel mundial.

El sorgo al igual que el maíz, trigo y frijol es uno de los cultivos que en las últimas décadas ha alcanzado gran importancia en nuestro país, así tenemos en el año 2000 se produjeron 5' 837, 461 toneladas, sobresaliendo por su producción los Estados de Tamaulipas con 38.9%, Guanajuato 21.7%, Michoacán 11.6%, Jalisco 7%, Sinaloa 4.87%, y Coahuila con 0.25%, entre otros, que cultivaron una superficie cosechada de 1' 899, 018 hectáreas.

El sorgo es un cultivo que presenta gran adaptabilidad, ya que se siembra en climas muy diversos así como en diferentes tipos de suelo. En México se cultiva desde los trópicos hasta las regiones semiáridas, demostrándose así la gran capacidad de respuesta que tiene a diferentes ambientes. En los últimos años este cultivo se ha

convertido en uno de los principales cereales, debido a que ocupa el tercer lugar en superficie sembrada y el segundo en producción.

En la actualidad el 90% de las siembras de sorgo son con semilla híbrida, y de esta no menos del 80% es importada; de ahí la importancia que se tiene el desarrollar programas de mejoramiento genético tendientes a liberar variedades e híbridos de alto potencial de rendimiento y de gran adaptabilidad para aquellas zonas donde se justifiquen y de esta manera lograr autosuficiencia de granos así como evitar fugas de divisas hacia el extranjero por este concepto.

Para lograr lo anterior, en todo programa de mejoramiento genético una vez formadas las líneas androestériles e identificadas las restauradoras, se deben evaluar los materiales en forma PER-SE para seleccionar los mas promisorios y con ellos formar y evaluar las combinaciones híbridas para seleccionar algunos materiales que superen a los híbridos actuales.

Por lo tanto, este trabajo se llevo acabo bajo los **OBJETIVOS** siguientes:

1. Seleccionar los mejores progenitores en base a su Aptitud Combinatoria General y Específica.
2. Evaluar el comportamiento de los progenitores y sus cruzas en dos ambientes contrastantes.
3. Evaluar el comportamiento de los progenitores en base a su expresión de heterosis.

Los objetivos antes mencionados fueron planteados en base a las **HIPOTESIS** siguientes:

1. Las líneas progenitoras de los híbridos difieren en su aptitud combinatoria general y específica.
2. El comportamiento de los progenitores y sus cruzas no difieren en los ambientes de prueba.
3. El comportamiento de los progenitores de acuerdo a su heterosis será el mismo para todos los materiales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Formación de híbridos

Para la formación de híbridos en lo que respecta al sorgo, requieren tres tipos de líneas puras las cuales se definen enseguida:

Línea Pura. En mejoramiento de plantas es un grupo de individuos genéticamente homocigotos, como resultado de la endocria o autofecundaciones sucesivas.

Línea A. Es aquella línea que contiene genes de androesterilidad, con citoplasma estéril, su genotipo es S(msms).

Línea B. Es aquella línea que contiene genes de androesterilidad pero con citoplasma fértil, es mantenedora de la línea A, su genotipo es N(msms).

Línea R. Es aquella línea que contiene genes restauradores de la fertilidad, con citoplasma normal su genotipo es N(MsMs).

Brauer (1980), menciona que una línea es un individuo autógamo, la cual se produce mediante semilla, conservando sus caracteres hereditarios idénticos de una generación a otra, así como entre las plantas de la misma generación. Esta igualdad hereditaria cuando las plantas se producen a través de semilla, es una manifestación de la homocigosis, es decir, que todas las plantas tienen una composición genética idéntica, y los gametos que en ellas se forman son también genéticamente idénticas entre sí.

Márquez (1988), menciona a la línea pura como la progenie de un individuo en el momento que éste se considera homocigótico, de manera que de esta generación en adelante, los individuos reproductores pueden ser tantos como sea posible y deseable. Para llegar a una línea pura se necesitan de cuatro a siete generaciones de autofecundación partiendo de una población heterogénea – heterocigótica.

Robles (1990), define la línea pura como un individuo que contiene los mismos genes homocigotos para el o los caracteres favorables que se desean establecer o mejorar. En especies autógamas, teóricamente cada planta seleccionada puede constituir una línea pura si se multiplican sus semillas.

Híbrido e Hibridación

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

Robles (1990), menciona que un híbrido es la generación F1 (primera generación filial) de la cruce entre dos progenitores genéticamente diferentes, que pueden ser líneas puras, variedades, razas, especies.

Márquez (1988), define la hibridación como método genotécnico en las plantas, por lo que lo entendemos como el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P1y P2 (Poblaciones paternas). Las poblaciones pueden ser por lo tanto, líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o también las poblaciones F1 de las mismas.

Reyes (1985), menciona que un híbrido es un individuo que resulta de la cruce entre dos individuos que son genéticamente diferentes dentro de la misma especie o de distintas especies.

Interacción Genotipo Ambiente

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

Márquez (1974), citados por Rodríguez (2000), mencionan que la interacción genotipo-ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes.

Mendoza (1986), menciona que para tener un mejor entendimiento del término “interacción genotipo-ambiente”, se deben definir algunos conceptos relacionados con este fenómeno como son los siguientes: medio ambiente predecible y no predecible así como adaptación, adaptabilidad, plasticidad y homeostasis.

Mohammad (1983), citado por Morgado (1999), menciona que en un estudio de estabilidad en sorgo para grano (*Sorghum bicolor*) que incluía materiales precoces, intermedios y tardíos evaluando en 48 ambientes, concluye que las variaciones en las respuestas lineales de los genótipos a ambientes, fue atribuible a la diferencia de madurez entre los genotipos. Ya que el análisis de estabilidad de los genotipos reveló que había una relación entre los precoces y los intermedios, observándose a la vez que la producción de genotipos tardíos fue muy baja.

Puente (1983), llevo acabo un experimento en sorgo que consistió en evaluar en tres ambientes 32 líneas seleccionadas y siete híbridos experimentales con el fin de comparar el comportamiento de líneas. De este estudio Concluyo que los híbridos sólo se adaptaron a ambientes favorables, poniéndose de manifiesto que son sensiblemente afectados por el ambiente desfavorable, además considera que probablemente en sorgo existan sistemas genéticos independientes en los caracteres rendimiento y estabilidad, por lo que dichos caracteres se pueden incorporar a un solo genotipo mediante un programa de cruzamientos.

Evaluación de híbridos en diferentes ambientes

González, et al. (1994), llevaron a cabo un experimento con materiales de sorgo de grano blanco en la localidad de Zapopan Jalisco, para evaluar la capacidad de rendimiento de 14 líneas de sorgo blanco, y un testigo de polinización libre, en este estudio las variables medidas fueron, días a floración, altura de planta, longitud de la panoja, rendimiento y peso de 1000 semillas. En esta última característica algunas líneas superan ampliamente la media de los híbridos comerciales, además presentaron un buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas por lo que pueden ser comercializadas como variedades.

Pecina, et al. (1994), evaluaron la respuesta a la androesterilidad en cuatro líneas isocitoplasmáticas de sorgo, en el que el objetivo era comparar la respuesta de androesterilidad en los sistemas A1 y A2 denominada citoplasma en algunas características agronómicas. Las líneas fueron obtenidas por el programa de mejoramiento genético de sorgo del INIFAP – CERIB, en el que las variables a medir era el grado de esterilidad, días a floración, porcentaje de blasting, excursión, longitud de la panoja y altura de planta, por lo que no encontraron diferencias estadísticas entre citoplasma (A1 y A2), obteniendo como resultado que el sistema de androesterilidad genético citoplasmático A2, presentó mayor grado de esterilidad masculina al compararlo con A1 por lo que el citoplasma A2 tiene las posibilidades de ser utilizado a nivel comercial por presentar características alentadoras.

Sandoval, et al. (1994), Llevaron acabo un estudio con híbridos experimentales de sorgo en la Localidad de Zapopan Jalisco, en el que utilizaron 14 híbridos experimentales y dos testigos comerciales para evaluar potencial de rendimiento y adaptación, para ello se tomaron las variables de días a floración, altura de planta, excersión longitud de la panoja, tipo de panoja, color de grano y peso en 1000 semillas. De este estudio se concluyo que algunos híbridos tuvieron alto potencial de rendimiento que superaron a los testigos comerciales.

Teniente, et al. (1993), evaluaron nuevos genotipos de sorgo en la región del valle de Apatzingan, Michoacán con el objeto de seleccionar grupos de variedades con alto potencial de rendimiento y estabilidad a través de la variación de las condiciones ambientales, todo esto con el propósito de que superen de un 10 a 20% el rendimiento de las variedades que se siembran en la región. De él centro de mejoramiento de INIFAP se coleccionaron ocho nuevos híbridos que fueron comparados con cuatro híbridos regionales y dos variedades de polinización libre, en los cuales se tomaron los datos de las variables de días a floración, altura, tipo de panoja, excersión y tamaño de la panoja, utilizando la metodología propuesta por Eberhart y Rusel (1966), el cual fue utilizado para hacer un análisis de estabilidad de rendimiento de grano.

Estudios de aptitud combinatoria general y específica

El término de la Aptitud combinatoria (AC) significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por la progenie.

El descubrimiento de la esterilidad masculina citoplasmática en las plantas con un alto grado de auto-polinización, ha hecho posible la producción de semilla híbrida y ha facilitado el trabajo a los fitomejoradores para provocar variabilidad genética, seleccionar y recombinar, permitiendo elegir aquellos genotipos que presenten una mejor combinación híbrida.

Estudios de aptitud combinatoria, tienen suma importancia en cuanto a la identificación de los progenitores potenciales que pueden ser útiles para producción de híbridos o para el desarrollo de poblaciones compuestas o sintéticas.

Por medio de la androesterilidad ha sido posible también evaluar a aquellos progenitores en base a su Aptitud Combinatoria General y su Actitud Combinatoria Especifica (ACG y ACE). Algunos trabajos clásicos sobre ACG y ACE, se mencionan continuación.

Chávez (1995), menciona que la ACG es el efecto promedio que una línea causa a sus cruzas, medida como desviación de la media general, es decir, lo que una línea hereda a sus progenies en promedio de muchas cruzas; y la ACE como la desviación o sesgo del comportamiento predicho con base a la Aptitud Combinatoria General.

Jugenheimer, (1981), nos menciona que la ACG es el comportamiento de una línea pura en algunas combinaciones híbridas y que proporciona información sobre que líneas puras debe producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas.

Kambal y Webster (1965), citados por Avalos (1983), reportaron que la ACG es relativamente más importante que la ACE cuando se trata de materiales no seleccionados previamente y que la ACE es de mayor relevancia en materiales que han sido seleccionados anteriormente, en base a su ACG hicieron estimaciones de varianza de ACG (σ^2_f y σ^2_m) para las caracteres rendimiento, peso de semillas, altura de planta, días a floración encontrando significancias mayores de cero. Lo mismo ocurrió para las estimaciones de ACE (σ^2_m), concluyendo que los efectos de ACG fueron mas estables que los de ACE y que se requieren mayor información sobre la interacción con localidades ya que su estudio solamente se efectuó en dos años y un solo ambiente.

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

Paccapelo (1993), citados por Rodríguez (2000), estudio la ACG en doce progenitores para diferentes características en maíz, y reporto que los progenitores con mayor Aptitud Combinatoria General se encuentran involucrados en las cruzas que manifiestan los valores superiores de ACE e incluso que cuando uno de los progenitores de baja ACG interviene en una crusa con progenitor de alta ACG los híbridos rinden como si los dos padres fueran de alta ACG.

Serrano y Mendoza (1990), citados por Morgado (1999), Mencionan que en la selección de progenitores se han empleado diversos criterios, los cuales están determinados en gran medida por la amplitud de intereses que motivan a cada

fitomejorador. Uno de los criterios más empleados en la selección de progenitores, sobre todo cuando el interés es mejorar algún carácter cuantitativo, es la consideración de la Aptitud Combinatoria General (ACG), tomado como base de estudios de selección e hibridación en maíz, en el caso de sorgo, a la fecha se menciona que la ACG es más importante que la Aptitud Combinatoria Especifica (ACE).

Tatum (1942), citado por Márquez (1988), empleo por primera vez los términos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Especifica (ACE), definiendo a la ACG, como el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas, y la ACE, como los casos en las cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) de los que podía esperarse en base al comportamiento promedio de las líneas involucradas, dicho en otras palabras es el rendimiento relativo de cada crusa específica.

Estudios de heterosis

La heterosis es el fenómeno en virtud, del cual la crusa (F1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, etc., procede un híbrido que es superior a los progenitores, en tamaño, rendimiento, o vigor general.

Allard (1980), menciona que la heterosis es el vigor híbrido, tal que un híbrido F1, debe caer fuera del intervalo de sus progenitores con respecto a una o varias características.

Gardner (1982), menciona que los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética que presentan los materiales bajo evaluación y proporcionan las bases para la elección y formación de fuentes fenoplasmáticas para formar una sola fuente germoplasmática, se pueden escoger aquellos progenitores que proporcionen una medida de expresión alta, gran variabilidad genética y altas ganancias esperadas al practicar la selección recurrente. Para formar dos fuentes germoplasmáticas con el propósito de aplicar selección recíproca recurrente es importante escoger los progenitores que exhiban las medidas altas, máxima heterosis interpoblacional y altas ganancias en este tipo de selección.

Menchaca (1992) menciona que la heterosis o vigor híbrido es un fenómeno opuesto a la consanguinidad o depresión endogámica, el cual se manifiesta en la F1 como aumento en el rendimiento y en caracteres agronómicos producto de la hibridación; esto será mayor mientras más grande sea la diversidad genética de los progenitores, hasta cierto punto, pues existe un óptimo en dicha diversidad genética (Moll et al 1965).

Morales (1999), llevo a cabo un estudio de heterosis en algunas características relacionadas con la resistencia a sequía en sorgo, en dicho estudio incluyo cuatro líneas androesteriles (siendo las primeras dos resistentes a sequía antes de la floración y el resto después de la floración) y sus respectivas líneas mantenedoras; siete líneas restauradoras (con diferente longitud del sistema radicular) y 24 cruces de las 28 posibles así como una variedad comercial como testigo, en el que encontró que 11 híbridos experimentales superaron a los testigos Master911R y Pioneer 8310.

Reyes (1985) menciona que la heterosis es un fenómeno en virtud del cual la cruce (F1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, etc. produce un híbrido que es superior en tamaño, rendimiento o vigor general. La heterosis es mayor en la F1 y los individuos presentan una uniformidad similar a los progenitores cuando estos son homocigotos no relacionados, es decir, genéticamente diferentes. Lo anterior que los individuos de la F1 tiene el mismo genotipo y la variación que se manifieste será ambiental. En la generación F2 la manifestación del vigor disminuye y la variación es alta, debido a segregación, tanto para los genes que determinan caracteres cuantitativos, como para aquellos que determinan caracteres cualitativos. La variación observada obedece, por lo tanto, a causas genéticas y causas del medio ambiente para cada uno de los individuos que integran la población F2.

Robles (1990), menciona que heterosis en genotecnia es la manipulación de vigor de un híbrido en relación con el vigor o manifestación de los caracteres de sus progenitores; pudiendo ser estos de cruces entre líneas puras, cruces intervarietales, cruces interraciales o de cruces interespecíficas.

Shull (1942), citado por Reyes (1985), define el termino de heterosis como una contracción de la expansión “estimulo de la heterocigosis”, por lo que desde entonces se viene usando y comúnmente se utiliza el terminó como sinónimo de “Vigor híbrido” por el efecto que se manifiesta en la generación F1 al presentarse un estimulo general en el híbrido.

III. MATERIALES Y METODOS

Material genético

Los materiales genéticos utilizados en el presente estudio fueron 18 híbridos experimentales, sus correspondientes progenitores (9) y cuatro híbridos comerciales como testigos (Cuadro 3.2). Dichos materiales fueron generados por el programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Las líneas progenitoras presentan la característica de ser tardías, las cuales son provenientes del intercambio con la University Texas A&M.

Cuadro 3.1. Relación de progenitores femeninos y masculinos utilizados en esta investigación.

Líneas Androesteriles (A)	Origen	Líneas Restauradoras (R)	Origen
ATx2752	University Texas A & M	RTx436	University Texas A & M
ATxARG-1	University Texas A & M	RTx2895	University Texas A & M
ATx631	University Texas A & M	RTx2899	University Texas A & M
		RTx435	University Texas A & M
		RTx2897	University Texas A & M
		RTx2902	University Texas A & M

Formación de cruzas

Durante el ciclo primavera – verano 2001 en la localidad de Derramadero Coahuila se estableció un dialélico con tres líneas (A) y seis líneas (R), para lo cual se sembraron 10 surcos de 5 m de longitud de cada uno de los progenitores, tanto de hembras como de machos, sembrándose los machos a tiempo y las hembras a 10 días después.

Antes de que iniciara la floración se cubrieron las panojas de las plantas hembras y una vez de que éstas florearón completamente se efectuaron los cruzamientos. Al mismo tiempo se cubrieron también 10 panojas en las plantas de los surcos machos las cuales se autofecundaran para obtener semilla para posteriores evaluaciones. En los surcos hembra se polinizaron alrededor de 10 – 15 panojas con cada uno de los machos, con la finalidad de obtener suficiente semilla, para evaluar los híbridos y progenitores en el siguiente año.

Los 18 híbridos experimentales obtenidos de los cruzamientos entre líneas (A) y las líneas (R), se evaluaron en ensayos de rendimiento, bajo condiciones de riego en el ciclo primavera – verano del 2002, en las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, en estos ensayos se incluyeron también los progenitores (líneas B y R) y cuatro testigos comerciales.

Cuadro 3.2. Relación de genotipos utilizados para llevar acabo la investigación.

ENTRADA	GENEOLOGIA	ORIGEN
1	ATx2752xRTx436	University Texas A & M
2	ATx2752xRTx2895	University Texas A & M
3	ATx2752xRTx2899	University Texas A & M
4	ATx2752xRTx435	University Texas A & M
5	ATx2752xRTx2897	University Texas A & M
6	ATx2752xRTx2902	University Texas A & M
7	Pionner 8310 (Testigo)	
8	ATx2752 (♀)	University Texas A & M
9	RTx436 (♂)	University Texas A & M
10	RTx2895 (♂)	University Texas A & M
11	RTx2899 (♂)	University Texas A & M
12	Pionner 8282 (Testigo)	
13	RTx435 (♂)	University Texas A & M
14	ATxARG-1xRTx436	University Texas A & M
15	ATxARG-1xRTx2895	University Texas A & M
16	ATxARG-1xRTx2899	University Texas A & M
17	ATxARG-1xRTx435	University Texas A & M
18	ATxARG-1xRTx2897	University Texas A & M
19	ATxARG-1xRTx2902	University Texas A & M
20	RTx2897 (♂)	University Texas A & M
21	Pionner 8428 (Testigo)	
22	RTx2902 (♂)	University Texas A & M
23	ATxARG-1 (♀)	University Texas A & M
24	ATx631xRTx436	University Texas A & M
25	ATx631xRTx2895	University Texas A & M
26	ATx631xRTx2899	University Texas A & M
27	ATx631xRTx435	University Texas A & M
28	ATx631xRTx2897	University Texas A & M
29	ATx631xRTx2902	University Texas A & M
30	Pionner 8313 (Testigo)	
31	ATx631 (♀)	University Texas A & M

Ambientes de prueba

Localidad 1

Esta se refiere a Derramadero Coahuila, que se ubica entre las coordenadas geográficas 25° 27' latitud norte y 101° 17' longitud oeste y a una altura de 1770 msnm. El clima predominante es semi cálido seco, influenciado por vientos que soplan del Suroeste al Noreste, las lluvias se presentan en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. La precipitación media alcanzada en esta zona es de 250 mm. La temperatura media anual es de 19 ° C.

Localidad 2

Se refiere a Zaragoza Coahuila, que se ubica en la parte centro de la región norte del estado, entre las coordenadas geográficas 28° 33' latitud norte y 100° 54' longitud oeste, cuenta con una extensión de 8, 183.5 kilómetros cuadrados, se encuentra a una altura de 350 msnm. El clima predominante es seco semi cálido, con una temperatura media anual de 22 – 24 °C, con régimen de lluvias en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, cuya precipitación media anual es de 300 – 400 milímetros.

Siembra

La siembra se efectuó en forma manual a chorrillo bajo condiciones de riego en la localidad de Derramadero, Coahuila el 18 de Abril del año 2002 y posteriormente el 3 de Abril del mismo año se realizo en Zaragoza, Coahuila bajo las mismas condiciones.

Las parcelas experimentales fueron de un surco de 5 m de largo a una distancia de 80 cm entre surcos.

Diseño experimental

Los 18 híbridos experimentales, así como sus correspondientes progenitores y los testigos, se establecieron bajo un diseño de bloques al azar de parcelas divididas con dos repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de un surco de 5 m de longitud a 80 cm entre surcos. La parcela útil experimental consistió de un metro lineal para la localidad de Derramadero y 1.5 metros lineales para la localidad de Zaragoza.

Toma de datos

Días a floración. Esta se refiere al periodo transcurrido de la fecha de siembra al anthesis del 50% de las plantas de cada parcela.

Altura de planta. Esta se refiere a la distancia promedio que hay de la base del tallo a la parte superior de la panícula; para este dato se tomaron al azar 10 plantas en cada una de las unidades experimentales.

Excrción. Esta se refiere a la longitud que hay de la parte superior de la vaina de la hoja bandera a la base de la panícula. Se promediaron 10 plantas por parcela experimental.

Tamaño de la panoja. Esta se refiere a la longitud que se tiene de la base de la panicula al ápice de la misma.

Peso de 1000 granos. Este se refiere al peso de una muestra de 1000 semillas tomadas al azar de la producción total de cada parcela.

Rendimiento. Este se refiere al peso de grano de todas panojas cosechadas dentro de cada una de las parcelas útiles de cada material. Posteriormente este dato se multiplica por un factor de conversión para obtener el peso en ton/ha de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

$$F.C. = \frac{10000 \text{ m}^2}{A.P.U.}$$

Donde:

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

P.P.U. = Peso de parcela útil.

F.C. = Factor de conversión.

10 000 m² = Área total de una hectárea.

A.P.U. = Área de parcela útil.

Para llevar a cabo la estimación de ACG y ACE se utilizó la metodología propuesta por Ross et al (1983); siendo la siguiente:

$$\text{ACG (Hembras)} = M_i - \Psi$$

$$\text{ACG (Machos)} = M_j - \Psi$$

$$\text{ACE (cruzas)} = M_{ij} - M_i - M_j + \Psi$$

Donde:

M_i = media de la i-ésima hembra

M_j = media del j-ésimo macho

M_{ij} = media de cada una de las cruzas

Ψ = media general

Se determinó el porcentaje de heterosis para cada una de las características en estudio, en los dos ambientes de prueba utilizando la fórmula siguiente:

$$H\% = \frac{F1 - MP}{MP} \times 100$$

Donde:

F1 = Media del híbrido (F1)

MP = Media de los progenitores = $\frac{P1 + P2}{2}$

P1 = Progenitor 1 (superior)

P2 = Progenitor 2 (inferior)

Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de varianza para cada una de las características evaluadas de acuerdo al diseño de bloques al azar de parcelas divididas donde la parcela grande correspondió a las localidades (Derramadero y Zaragoza) y parcela chica a los híbridos, bajo el siguiente modelo: Padrón (1996);

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + L_i + \epsilon_{ik} + H_j + (L * H)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots$, localidad

$j = 1, 2, \dots$, híbridos

$k = 1, 2, \dots$, repeticiones

Donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable correspondiente al i -ésima localidad, j -ésimo híbrido y k -ésima repetición

μ = Media general

β_k = Efecto de la k -ésimo repetición

L_i = Efecto de la i -ésima localidad

ϵ_{ij} = Error parcela grande

H_j = Efecto del j -ésimo híbrido

$(L * H)_{ij}$ = Efecto conjunto de la i -ésima localidad y el j -ésimo híbrido

ϵ_{ijk} = Error parcela chica

Cuadro 3.3. *Análisis de varianza para una distribución de bloques al azar de parcelas divididas.*

F.V.	G.L.	C.M.
Repeticiones	$(r - 1)$	$\frac{SC\ Rep}{r - 1}$
Localidades	$(a - 1)$	$\frac{SC\ Loc}{a - 1}$
Error (parcela grande)	$(a - 1)(r - 1)$	$\frac{SC\ Error\ (PG)}{(a - 1)(r - 1)}$
Híbridos	$(b - 1)$	$\frac{SC\ Híb..}{b - 1}$
Interacción (Loc.*Híb.)	$(a - 1)(b - 1)$	$\frac{SC\ Loc.\ x\ Híb.}{(a - 1)(a - b)}$
Error (parcela chica)	$a(b - 1)(r - 2)$	$\frac{SC\ Error(PCH)}{a(b - 1)(r - 2)}$
Total	$abr - 1$	

Para determinar la confiabilidad de los resultados se determino el coeficiente de variación con la siguiente formula:

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

Donde:

C.V. = Coeficiente de variación

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

\bar{x} = Media general

Para las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizaron mediante las pruebas de rango múltiple de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.), bajo la siguiente formula:

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

Donde:

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

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

r = Repeticiones

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de analizar estadísticamente el comportamiento de los 18 híbridos experimentales de sorgo, los nueve progenitores y cuatro testigos evaluados durante el ciclo primavera – verano del 2002, se hicieron análisis de varianza (ANVA) para las seis características agronómicas estudiadas, cuyos cuadrados medios se presentan en el cuadro 4.1. En este cuadro se muestran también las significancias y los coeficientes de variación. También se efectuó una prueba de medias por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al nivel de $P < 0.05$ y $P < 0.01$. A la vez la veracidad del comportamiento agronómico de los materiales evaluados se muestran en el cuadro 4.2, donde las medias de rendimiento y las de las otras características expresan su comportamiento agronómico en estas localidades.

Análisis de parcelas divididas

Días a floración

Para la variable de respuesta días a floración al desarrollar el análisis de varianza (ANVA) se encontró alta significancia ($P < 0.01$) para el factor localidades, factor híbridos e interacciones (localidad x híbrido), teniendo un coeficiente de variación 4.30% el cual es aceptable, y una media general de 86.483 días (Cuadro 4.1.).

Por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS), se encontró en la comparación múltiple de medias en la localidad de Derramadero 3 grupos diferentes y en la localidad de Zaragoza 3 grupos diferentes, como se observa en (Cuadro A11 y A12) respectivamente.

Debido a que se encontró alta significancia en la interacción (localidad x híbrido) puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 20 (RTx2897), 9 (RTx436), 31 (ATx631), 3 (ATx2752xRTx2899), 18 (ATxARG-1xRTx2897), 11 (RTx2899), 21 (Pionner 8428), 27 (ATx631xRTx435), 28 (ATx631xRTx2897), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto en la localidad Derramadero con un 99% de confianza en la variable de respuesta días a floración como se observa en (Cuadro A11). En cambio en los híbridos 22 (RTx2902), 23 (ATxARG-1), 26 (ATx631xRTx2899), 3 (ATx2752xRTx2899), 11 (RTx2899), 16 (ATxARG-1xRTx2899), 31 (ATx631), 13 (RTx435), 17 (ATxARG-1xRTx435), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto en la localidad de Zaragoza con un 99% de confianza en la variable de respuesta días a floración como se observa en la (Cuadro A12).

Al comparar las localidades en los diferentes híbridos en la variable de respuesta días a floración se encontró la siguiente localidad de Derramadero superior a la de Zaragoza con un 99% de confianza en los híbridos 1 (ATx2752xRTx436), 2 (ATx2752xRTx2895), 3 (ATx2752xRTx2899), 4 (ATx2752xRTx435), 5 (ATx2752xRTx2897), 6 (ATx2752xRTx2902), 7 (Pionner 8310), 8 (ATx2752), 9 (RTx436), 10 (RTx2895), 11 (RTx2899), 12 (Pionner 8282), 15 (ATxARG-

1xRTx2895), 16 (ATxARG-1xRTx2899), 18 (ATxARG-1xRTx2897), 19 (ATxARG-1xRTx2902), 20 (RTx2897), 21 (Pionner 8428), 22 (RTx2902), 23 (ATxARG-1), 24 (ATx631xRTx436), 25 (ATx631xRTx2895), 27 (ATx631xRTx435), 28 (ATx631xRTx2897), 29 (ATx631xRTx2902), 30 (Pionner 8313) y 31 (ATx631) (Cuadro A13), por lo que en resto de los híbridos no se encontró significancia. Este carácter es de gran importancia ya que nos va a permitir una cosecha más rápida o librarnos de bajas temperaturas. House (1982) incluye a factores que influyen en el periodo de siembra la floración, señalando que en diferentes variedades de sorgo, el periodo antes mencionado varía en la fecha de siembra, manejo del cultivo, latitud y temperatura. Indica que la floración de líneas diferentes es más temprana con forme los días se hacen más cortos; el tiempo de floración será diferente con forme los días aumentan en longitud y que florecen entre 55 a 70 días en climas cálidos, pero su floración puede variar entre 30 a mas de 100 días debido a que no todas las paniculas de un campo florecen al mismo tiempo, usualmente hay polen disponible por un periodo de 15 días.

Altura de planta.

Para la variable de respuesta altura de planta al desarrollar el (ANVA) se encontró significancia ($P < 0.05$) en el factor localidades y alta significancia ($P < 0.01$) en el factor híbridos y no significativo en la interacción (localidad x híbrido), teniendo un coeficiente de variación de 10.67% el cual es aceptable y una media general de 94.846 cm (Cuadro 4.1.).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas en 31 materiales de sorgo evaluadas en Derramadero y Zaragoza, Coah.

F.V.	G.L.	Días a Floración (50%)	Altura de planta (cm)	Excursión (cm)	Tamaño de panoja (cm)	Peso de 1000 granos (g)	Rendto. (ton/ha)
Repeticiones	1	3.187 NS	17.875 NS	20.001 NS	3.351 NS	0.070 NS	0.062 NS
Localidades	1	8689.062 **	19903.625 *	196.762 NS	211.648 NS	22.835 NS	42.726 NS
Híbridos	30	49.881 **	272.145 **	39.283 **	39.283 **	13.363 **	3.354 *
Interacción (Loc. x Híb.)	30	31.681 **	104.787 NS	18.022 NS	8.928 NS	7.899 **	1.682 NS
C.V.		4.30 %	10.67%	49.10%	12.20%	7.10%	46.73%
\bar{X}		86.483	94.846	7.385	23.693	23.818	2.904

* = Significativo (P<0.05)

** = Altamente significativo (P<0.01)

NS = No significativo

Cuadro 4.2. Datos promedio de rendimiento y de otras características agronómicas obtenidas en 31 materiales de sorgo evaluadas en Derramadero y Zaragoza, Coah.

N° de Entrada	Genealogía	Origen	Días a floración (50%)	Altura de planta (cm)	Excursión (cm)	Tamaño de panoja (cm)	Peso de 1000 granos (g)	Rendto. (ton/ha)
1	ATx631 x RTx2897	University Texas A & M	87.75	94.50	6.35	25.40	24.40	4.786
2	ATx2752 x RTx2895	University Texas A & M	85.50	95.75	6.90	24.05	23.97	4.587
3	ATx2752 x RTx2902	University Texas A & M	82.00	103.75	13.60	22.30	27.29	4.350
4	ATx2752 x RTx2899	University Texas A & M	91.50	92.50	11.10	25.30	23.38	3.947
5	ATx631 x RTx436	University Texas A & M	83.00	105.00	4.85	25.95	22.02	3.753
6	Pionner 8428 testigo		88.00	100.50	9.95	23.90	23.07	3.713
7	ATx631 x RTx2899	University Texas A & M	85.50	101.25	5.50	28.10	24.90	3.629
8	ATx2752 x RTx436	University Texas A & M	81.75	103.75	6.40	23.80	23.26	3.583
9	ATx2752 x RTx435	University Texas A & M	83.25	99.75	10.50	23.15	26.24	3.577
10	Pionner 8282 testigo		82.50	95.75	11.95	26.65	25.63	3.566
11	ATxARG-1 x RTx436	University Texas A & M	82.50	113.75	10.95	24.30	22.22	3.552
12	Pionner 8310 testigo		79.75	97.50	8.85	23.75	23.84	3.272
13	Pionner 8313 testigo		83.75	83.25	0.85	24.65	25.39	3.220
14	ATx631 x RTx435	University Texas A & M	87.25	101.25	5.90	26.00	23.41	2.871
15	ATx2752 x RTx2897	University Texas A & M	88.25	88.75	4.80	19.45	22.43	2.854

16	ATxARG-1 x RTx2895	University Texas A & M	86.75	102.50	10.75	28.45	23.19	2.854
17	ATxARG-1 x RTx2902	University Texas A & M	81.25	96.25	10.70	24.15	24.49	2.805
18	ATxARG-1 x RTx435	University Texas A & M	84.25	92.25	6.90	21.80	25.36	2.786
19	ATxARG-1 x RTx2897	University Texas A & M	89.25	88.75	6.55	21.55	21.53	2.766
20	RTx436	University Texas A & M	91.25	93.75	9.75	22.85	19.59	2.706
21	RTx2897	University Texas A & M	92.25	74.50	4.90	20.35	20.30	2.670
22	ATx2752	University Texas A & M	88.25	78.00	6.35	16.85	23.49	2.446
23	ATX631 x RTx2895	University Texas A & M	84.50	97.50	6.80	28.05	24.01	2.408
24	ATx631 x RTx2902	University Texas A & M	85.00	97.50	7.50	24.20	25.19	1.947
25	RTx435	University Texas A & M	86.50	94.25	4.65	24.05	24.87	1.924
26	ATx631	University Texas A & M	91.75	95.00	1.75	23.40	26.08	1.764
27	RTx2899	University Texas A & M	90.75	83.25	5.10	22.95	23.58	1.697
28	ATxARG-1 x RTx2899	University Texas A & M	89.25	96.50	11.70	24.20	22.31	1.657
29	RTx2895	University Texas A & M	87.00	99.25	6.00	20.45	26.53	1.572
30	RTx2902	University Texas A & M	90.75	86.50	8.75	20.80	25.39	1.522
31	ATxARG-1	University Texas A & M	90.00	87.50	2.35	23.65		1.251

Al realizar la prueba por el método (DMS), se encontraron 5 grupos de medias diferentes, como se observa en el (Cuadro A14). Para el caso del factor localidades, se encontró en Zaragoza (107.51 cm.) supera a la localidad de Derramadero (82.17 cm.), en la variable de respuesta altura de planta con un 95% de confianza.

Debido a que se encontró alta significancia entre los híbridos puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 31 (ATxARG-1xRTx436), 24 (ATX631xRTx436), 1 (ATx2752xRTx436), 6 (ATx2752xRTx2902), 15 (ATxARG-1xRTx2895), 26 (ATx631xRTx2899), 27 (ATxARG-1xRTx435), 21 (Pionner 8428), 4 (ATx2752xRTx435), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto con un 99% de confianza en la variable de respuesta de altura de planta como se observa en (Cuadro A14). La altura de planta es una característica muy importante que se debe tomar muy en cuenta en la producción de sorgo, dependiendo del propósito del productor ya que estas se clasifican en plantas de porte alto, medio y enanos. Por otra parte Castañon (1986) menciona que es importante tomar en cuenta la altura de planta en sorgo según los fines del productor ya que si la planta es alta puede ser utilizarse tanto el grano como el forraje para el ganado y si nada mas se requieren buena producción de grano se pueden utilizar materiales productivos y de altura adecuada.

Excursión.

Para la variable de respuesta excursión al desarrollar el (ANVA) no se encontró significancia entre el factor localidades e interacciones (localidad x híbridos) y alta

significancia ($P < 0.01$) en el factor híbridos, teniendo un coeficiente de variación 49.10% el cual es muy alto, y una media general de 7.385 cm (Cuadro 4.1.).

Por el método de (DMS) se encontraron 5 grupos de medias diferentes, como se observa en el (Cuadro A15).

Debido a que se encontró alta significancia entre los híbridos puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 6 (ATx2752xRTx2902), 12 (Pionner 8282), 16 (ATxARG-1xRTx2899), 3 (ATx2752xRTx2899), 14 (ATxARG-1xRTx436), 15 (ATxARG-1Xrtx2895), 19 (ATxARG-1xRTx2902), 4 (ATx2752xRTx2899), 21 (Pionner 8428), 9 (RTx436), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto con un 99% de confianza en la variable de respuesta excersión como se observa en la (Cuadro A15). De acuerdo a lo anterior Loya (1986), menciona que la excersión es una característica importante para muchos agricultores, ya que no solamente requieren de materiales rendidores sino también que muestren buena excersión para que su cosecha salga libre de impurezas.

Tamaño Panoja.

Para la variable de respuesta tamaño de panoja al desarrollar el (ANVA) no se encontró significancia para el factor localidades e interacciones (localidad x híbrido) y alta significancia ($P < 0.01$) para el factor híbridos, teniendo un coeficiente de variación de 12.20% el cual es aceptable, y una media general de 23.693 cm como se observa en el (Cuadro 4.1.).

Por el método de (DMS) se encontraron 6 grupos de medias diferentes como se observa en el (Cuadro A16).

Debido a que se encontró alta significancia en los híbridos puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 15 (ATxARG-1xRTx2895), 26 (ATx631xRTx2899), 25 (ATx631xRTx2895), 12 (Pionner 8282), 27 (ATx631xRTx435), 24 (ATx631xRTx436), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto con un 99% de confianza en la variable de respuesta tamaño de panoja como se observa en la (Cuadro A16). Flores (1989), evaluando componentes de rendimiento encontró que la longitud de panoja de los genotipos varía de acuerdo con el ambiente de prueba.

Peso de Mil Semillas.

Para la variable de respuesta de peso de mil semillas al desarrollar el (ANVA) no se encontró significancia en las localidades y alta significancia ($P < 0.01$) en el factor híbridos e interacciones (localidad x híbrido), teniendo un coeficiente de variación 7.10% el cual es aceptable, y una media general de 23.818 gr., como se observa en (Cuadro 4.1.).

Al aplicar el método de (DMS) se encontraron en la localidad de Derramadero 8 grupos de medias diferentes y en la localidad de Zaragoza 7 grupos de medias diferentes, como se observa (Cuadro A17 y A18) respectivamente.

Debido a que se encontró alta significancia en la interacción (localidad x híbrido) puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 31 (ATx631), 22 (RTx2902), 10 (RTx2895), 29 (ATx631xRTx2902), 13 (RTx435), 6 (ATx2752xRTx2902), 12 (Pionner 8282), 26 (ATx631xRTx2899), 7 (Pionner 8310), 4 (ATx2752xRTx435), 28 (ATx631xRTx2897), 8 (ATx2752) y 25 (ATx631xRTx2895), fueron los más sobresalientes y superiores al resto en la localidad de Derramadero con un 99% de confianza en la variable de respuesta peso de mil semillas como se observa en (Cuadro A17), en cambio en los híbridos 6 (ATx2752xRTx2902), 4 (ATx2752xRTx435), 17 (ATxARG-1xRTx435), 30 (Pionner 8313), 2 (ATx2752xRTx2895), 19 (ATxARG-1xRTx2902), 11 (RTx2899), 12 (Pionner 8282), 10 (RTx2895), 28 (ATx631xRTx2897), 3 (ATx2752xRTx2899), 26 (ATx631xRTx2899), 21 (Pionner 8428), 27 (ATx631xRTx435), 29 (ATx631xRTx2902), 25 (ATx631xRTx2895), entre otros fueron los más sobresalientes y superiores al resto en la localidad de Zaragoza con un 99% de confianza en la variable de respuesta de peso de mil semillas como se observa en (Cuadro A18).

Al comparar las localidades en los diferentes híbridos en la variable de respuesta peso de mil semillas se encontró la siguiente localidad de Derramadero supera a la de Zaragoza en el híbrido 22 (RTx2902) y 31 (ATx631) con un 99% de confianza (Cuadro A19), ya que en el resto de los híbridos no se encontró significancia. El peso de mil semillas es una característica muy importante ya que es un componente de rendimiento. Morgado (1999), menciona que el peso de mil semillas se considera, ya que si se tiene un mayor peso, el grano será más grande y por lo tanto más grande su endospermo y va a tener mas reservas para una mejor germinación de los materiales.

Rendimiento

Para la variable de respuesta rendimiento al desarrollar el (ANVA) no se encontró significancia en las localidades e interacciones (localidad x híbrido) y significativo ($P < 0.05$) en el factor híbridos, teniendo un coeficiente de variación de 46.73 % el cual es alto, y una media general de 2.904 ton/ha como se observa en (Cuadro 4.1.).

Por el método de (DMS) se encontraron 9 grupos de medias diferentes, como se observa en el (Cuadro A20).

Debido a que se encontró significancia entre los híbridos puedo encontrar las medias de los efectos simples como a continuación se presenta. Los híbridos 28 (ATx631xRTx2897), 2 (ATx2752xRTx2895), 6 (ATx2752xRTx2902), 3 (ATx2752xRTx2899), 24 (ATx631xRTx436), 21 (Pionner 8428), 26 (ATx631xRTx2899), 1 ATx2752xRTx436), 4 (ATX2752xRTx435), 12 (Pionner 8282), 14 (ATxARG-1xRTx436), 7 (Pionner 8310), 30 (Pionner 8313), 27 (ATx631xRTx435), 5 (ATx2752xRTx2897), 15 (ATxARG-1xRTx2895), 19 (ATxARG-1xRTx2902), 17 (ATxARG-1xRTx435) y 18 (ATxARG-1xRTx2897), fueron los mas sobresalientes y superiores al resto con un 95% de confianza en la variable de respuesta rendimiento, como se observa en la (Cuadro A20). Mejía (1987), evaluó 29 genotipos se sorgo en cuatro localidades, en el que observo que el rendimiento varia de una localidad a otra debido a la interacción genotipo-ambiente, ya que algunos híbridos mostraron su potencial de rendimiento en una localidad, disminuyeron notoriamente en otras.

Aptitud Combinatoria General (ACG).

En el cuadro 4.3 y 4.4. Se presentan los valores rendimiento y Aptitud Combinatoria General (ACG) para los progenitores femeninos y masculinos en cada una de las localidades de estudio.

En el cuadro 4.3. Se presentan los valores de ACG para el caso de los progenitores femeninos en el cual se encontraron valores positivos en donde se observa que el valor más alto de aptitud corresponde a la línea ATx2752 con 0.609 para la localidad de Zaragoza, Coah., en cambio para la localidad de Derramadero, Coah., tenemos a la línea ATx2752 y ATx631 con valores de 0.529 y 0.503 respectivamente. Por otra parte los valores mas bajos o negativos de ACG lo muestran las líneas ATxARG-1 con -1.032 para la localidad de Derramadero, mientras que para la localidad de Zaragoza tenemos a las líneas ATxARG-1 y ATx631 con valores de -0.078 y -0.532 respectivamente.

En el cuadro 4.4. Se presentan los valores de ACG para los progenitores masculinos en donde se observa que el progenitor RTx436 muestra el valor mas alto con 0.567 para la localidad de Derramadero, mientras que para el caso de la localidad de Zaragoza el progenitor RTx2897 con 0.581 presenta el valor mas alto, siguiéndole el RTx2902, RTx2895 y RTx436 con valores de 0.581, 0.315, 0.190 y 0.19 respectivamente. Por otra parte los valores mas bajos negativos tenemos para la localidad de Derramadero a la línea RTx2902 con -0.741 entre otras, por lo que para Zaragoza tenemos a la RTx2899 y RTx435 con -0.826 y -0.280 respectivamente.

Cuadro 4.3. *Valores de los progenitores femeninos de acuerdo a su rendimiento y ACG de las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002.*

Genealogía	Derramadero		Zaragoza	
	Rendimiento ton/ha.	Valores de ACG	Rendimiento ton/ha.	Valores de ACG
ATx2752	3.210	0.529	1.683	0.609
ATxARG-1	2.040	- 1.032	0.463	- 0.078
ATx631	1.495	0.503	2.032	- 0.532

Cuadro 4.4. *Valores de los progenitores masculinos de acuerdo a su rendimiento y ACG de las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002.*

Genealogía	Derramadero		Zaragoza	
	Rendimiento ton/ha.	Valores de ACG	Rendimiento ton/ha.	Valores de ACG
RTx436	3.170	0.567	2.242	0.019
RTx2895	2.035	- 0.120	1.485	0.190
RTx2899	2.090	0.488	1.304	- 0.826
RTx435	2.265	- 0.057	1.583	- 0.280
RTx2897	3.200	- 0.136	2.110	0.581
RTx2902	2.075	- 0.741	0.969	0.315

Aptitud Combinatoria Específica (ACE).

En el cuadro 4.5. Se presentan los valores de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) para los 18 híbridos formados por el cruzamiento de 3 líneas hembras y 6 machos.

Para el caso de ACE para la localidad de Derramadero, se encontraron solamente 10 cruzas experimentales con valores positivos en donde destacan las cruzas ATx631 x RTx2897 con 2.443, ATx2752 x RTx2902 con 1.383, ATx2752 x RTx435 con 1.179 entre otras. Por otra parte dentro de los valores negativos de ACE lo presentaron 8 híbridos, ocupando los valores más bajos de ACE los híbridos experimentales ATx631 x RTx2902, ATx631 x RTx2895 y ATx2752 x RTx2897 con valores de -1.542 , -1.323 y -1.262 respectivamente.

Para el caso de la localidad de Zaragoza, Coah. se encontraron 8 cruzas experimentales con valores positivos en donde destacan las cruzas ATxARG-1 x RTx2897, ATx2752 x RTx2895 y ATx2752 x RTx2899 con 0.886, 0.757 y 0.624 respectivamente. Por otra parte dentro de los valores negativos de ACE lo presentan 10 híbridos, ocupando los valores más bajos de ACE los híbridos experimentales ATx2752 x RTx2897, ATx631 x RTx2902 y ATxARG-1 x RTX 2899 con valores de -1.105 , -0.604 y -0.574 , respectivamente.

Cuadro 4.5. Valores de los híbridos formados de acuerdo a su rendimiento y ACE para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, 2002.

Genealogía	Derramadero		Genealogía	Zaragoza	
	Rendimiento Ton/ha	Valores de ACE		Rendimiento Ton/ha.	Valores de ACE
ATx631 x RTx2897	6.735	2.443	ATxARG-1 x RTx2897	3.958	0.886
ATx2752 x RTx2902	5.095	1.383	ATx2752 x RTx2895	4.125	0.757
ATx631 x RTx2899	6.095	1.179	ATx2752 x RTx2899	2.976	0.624
ATxARG-1 x RTx435	3.650	0.814	ATx631 x RTx435	2.263	0.504
ATxARG-1 x RTx436	4.215	0.755	ATxARG-1 x RTx2902	3.300	0.494
ATx2752 x RTx2895	5.045	0.711	ATx631 x RTx436	2.382	0.326
ATxARG-1 x RTx2895	3.385	0.612	ATx631 x RTx2897	2.387	0.219
ATxARG-1 x RTx2902	2.310	0.158	ATx2752 x RTx2902	3.604	0.111
ATx631 x RTx436	5.125	0.130	ATx2752 x RTx2897	2.654	-1.105
ATx2752 x RTx435	4.473	0.077	ATx631 x RTx2902	1.748	-0.604
ATx631 x RTx2902	2.145	-1.542	ATxARG-1 x RTx2899	1.091	-0.574
ATx631 x RTx2895	2.985	-1.323	ATx631 x RTx2895	1.830	-0.397
ATx2752 x RTx2897	3.055	-1.262	ATxARG-1 x RTx2895	2.323	-0.358
ATxARG-1 x RTx2897	1.575	-1.182	ATxARG-1 x RTx435	1.923	-0.288
ATxARG-1 x RTx2899	2.224	-1.157	ATx2752 x RTx435	2.681	-0.217
ATx631 x RTx435	3.480	-0.891	ATx2752 x RTx436	3.030	-0.167
ATx2752 x RTx436	4.135	-0.885	ATxARG-1 x RTx436	2.353	-0.157
ATx2752 x RTx2899	4.918	-0.023	Tx631 x RTx2899	1.163	-0.048

Heterosis.

Los porcentajes de heterosis para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila, se muestran en el cuadro A3 y A4.

Floración.

En el cuadro A3 y A4. se presentan los resultados que se obtuvieron para la variable floración y señalan que de los 18 híbridos formados 14 obtuvieron valores de heterosis negativos en la localidad de Derramadero y solo 16 en la localidad de

Zaragoza, teniendo un rango para la localidad uno de 2.590 a – 13.216 por ciento, que corresponden a las cruzas ATx631xRTx435 y ATx631xRTx2899 respectivamente, por lo que para la localidad dos el rango obtenido fue 2.127 y – 11.042 por ciento, para los híbridos ATx631xRTx2899 y ATx2752xRTx2902 respectivamente.

En el cuadro 4.6. Se puede observar que el progenitor macho RTx436 destaca por participar en sus tres combinaciones híbridas dentro de los valores mas bajos para esta característica en la localidad de Derramadero, en cambio en la localidad de Zaragoza el progenitor que más destaca es la hembra ATx2752, al participar en tres de sus seis combinaciones dentro de los valores negativos más bajos.

Cuadro 4.6. Porcentajes de heterosis para la variable floración en ambas localidades, considerando los valores más bajos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATx631xRTx2899	- 13.216	ATx2752xRTx2902	- 11.042
ATxARG-1xRTx436	- 12.562	ATxARG-1xRTx2902	- 10.119
ATx631xRTx436	- 10.513	ATx2752xRTx436	- 9.148
ATxARG-1xRTx2897	- 10.077	ATx2752xRTx435	- 8.411
ATx2752xRTx436	- 8.728	ATx631xRTx435	- 7.645

Altura de planta.

En el cuadro A3 y A4. se puede observar los resultados para esta característica los cuales indican que solo el 11.11 por ciento de los híbridos (2 de los 18 evaluados) superaron al promedio de sus progenitores en la localidad de Derramadero y para el caso de la localidad de Zaragoza solo el 5.5 por ciento de los híbridos (1 de los 18 evaluados) presentaron casi la misma tendencia, por lo que se obtuvo un rango de 34.375 a – 4.918

por ciento, para la localidad uno, por lo que estos datos corresponden a los híbridos ATxARG-1xRTx436 y ATxARG-1xRTx2902 respectivamente, en cambio en la localidad dos fue de 29.315 a – 5.908 por ciento de los híbridos ATxARG-1xRTx2899 y ATx631xRTx2895, respectivamente.

En el cuadro 4.7. Podemos observar los valores más altos de heterosis para ambas localidades donde se puede observar que el progenitor femenino ATx2752 para el caso de la localidad uno participa en tres de sus seis cruzas ya que están dentro de los valores más altos de heterosis. Para el caso de la localidad dos destaca la hembra ATxARG-1 por participar en tres de sus seis combinaciones dentro de los cinco valores más altos de heterosis.

Cuadro 4.7. Porcentajes de heterosis para la variable altura de planta en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATxARG-1xRTx436	34.375	ATxARG-1xRTx2899	29.315
ATx2752xRTx436	27.868	ATx2752xRTx2902	26.005
ATx2752xRTx2902	24.137	ATxARG-1xRTx2897	25.714
ATx2752xRTx2897	23.075	ATxARG-1xRTx436	25.654
ATx631xRTx436	22.580	ATx2752xRTx436	15.183

Excursión.

En el cuadro A3 y A4. Se puede observar para la variable excusión los datos estimados muestran que solo 7 de los híbridos fueron inferiores al resto de los progenitores para la localidad de Derramadero y solo 3 en la localidad de Zaragoza, indicando que los materiales evaluados en su mayoría obtuvieron valores positivos de heterosis en ambas localidades, por lo que se obtuvieron rangos de 134.188 a – 60.000

por ciento y 611.111 a - 28.205 para las localidades de Derramadero y Zaragoza respectivamente.

En el cuadro 4.8. Podemos observar que dentro de los cinco valores más altos que el macho RTx2902 sobresale en sus tres combinaciones híbridas para el caso de la localidad uno, en cambio en la localidad dos se pudo distinguir que el progenitor que destaca es la hembra ATxARG-1 por tener una participación en tres de sus seis combinaciones dentro de los valores mas altos de heterosis para la variable excersión.

Cuadro 4.8. Porcentajes de heterosis para la variable excersión en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATx2752xRTx436	134.188	ATxARG-1xRTx2899	611.111
ATxARG-1xRTx2902	116.091	ATxARG-1xRTx2895	300.000
ATx2752xRTx2899	74.626	ATx631xRTx2899	242.887
ATx2752xRTx2897	67.058	ATxARG-1xRTx435	235.000
ATx631xRTx2899	64.705	ATx631xRTx2897	175.000

Tamaño de panoja.

En el cuadro A3 y A4. Se observa cuales fueron las estimaciones de heterosis para la localidad de Derramadero lo cual nos indica que solo 2 de los híbridos fueron inferiores al resto de sus progenitores, en cambio para el caso de la localidad de Zaragoza solo fueron 3 fueron inferiores la resto de sus progenitores, obteniéndose un rango de 52.027 a -3.167 por ciento, para la localidad uno, en contraste para la localidad dos fueron de 26.190 a -18.867 por ciento.

En el cuadro 4.9. Se agrupan los cinco valores más altos de heterosis para los híbridos, en el cual podemos observar para la localidad uno sobresale el progenitor macho RTx2895 en sus tres combinaciones híbridas, por consiguiente para la localidad dos aparece la hembra ATx2752 en cuatro de sus seis combinaciones dentro de los valores mas altos para heterosis para la variable tamaño de panoja.

Cuadro 4.9. Porcentajes de heterosis para la variable tamaño de panoja en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATxARG-1xRTx2895	52.427	ATx2752xRTx2899	26.190
ATx631xRTx2895	37.467	ATx2752xRTx2895	22.500
ATx631xRTx2899	30.455	ATx2752xRTx436	20.987
ATx2752xRTx2899	28.191	ATx631xRTx2895	20.408
ATx2752xRTx2895	26.416	ATx2752xRTx2902	16.445

Peso de 1000 semillas.

En el cuadro A3 y A4. Se observan los resultados de heterosis para la localidad de Derramadero el cual nos indica que solo 13 de los materiales estudiados anduvieron por debajo del promedio de sus padres, por lo que para el caso de la localidad de Zaragoza los híbridos respondieron más en forma positiva en cuanto al estudio de heterosis, del cual solo el 16.66 porciento obtuvieron valores negativos (3 de las 18 combinaciones híbridas) , obteniéndose unos rangos de 8.856 a – 16.238 porciento y 26.056 a – 8.600 porciento, para la localidad de derramadero y Zaragoza respectivamente.

En el cuadro 4.10. Se puede apreciar para la localidad de Derramadero dentro de los valores más altos de heterosis se obtuvieron para esta variable y en lo que podemos

observar que van desde 0.269 por ciento hasta 8.856 por ciento, destacando las hembras ATxAR-1 y ATx631 en dos de las seis combinaciones, por lo que dentro de los machos se encuentran el RTx2899 y RTx436 en dos de sus combinaciones híbridas. Para el caso de la localidad de Zaragoza los valores van de 15.841 por ciento y 26.052 por ciento, dentro del progenitor que destaca es la hembra ATx2752 en tres de sus seis posibles combinaciones dentro de los valores más altos de heterosis.

Cuadro 4.10. Porcentajes de heterosis para la variable peso de 1000 semillas en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATxARG-1 x RTx2899	8.856	ATx2752 x RTx2902	26.052
ATx2752 x RTx436	7.947	ATxARG-1 x RTx435	24.317
ATx2752 x RTx436	3.871	ATxARG-1 x RTx2902	20.918
ATx631 x RTx2899	0.920	ATx2752 x RTx436	20.715
ATx631 x RTx2897	0.269	ATx2752 x RTx436	15.841

Rendimiento.

En el cuadro A3 y A4. Se puede observar que los resultados de heterosis son satisfactorios porque en algunos materiales se obtuvieron porcentajes arriba de 100 por ciento. Para el caso de la localidad de Derramadero 16 materiales superaron el promedio de sus padres, y solo 2 obtuvieron valores negativos, teniéndose un rango de 240.027 a – 39.885 por ciento. Para el caso de la localidad de Zaragoza 17 materiales obtuvieron valores positivos los cuales superaron a la media de sus progenitores y solo 1 obtuvo valor negativo dentro de esta variable.

En el cuadro 4.11. Se presentan los cinco valores más altos de heterosis para ambas localidades, en el cual se puede distinguir para el caso de la localidad uno que la

hembra ATx631 destaca por participar en tres de sus seis combinaciones dentro de los valores más altos de heterosis. Así mismo para la localidad dos tenemos que en este caso la hembra ATxARG-1 participa dentro de los valores más altos de heterosis en tres de sus seis posibles combinaciones híbridas para dicha variable en estudio.

Cuadro 4.11. Porcentajes de heterosis para la variable rendimiento en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.

Derramadero Coahuila		Zaragoza Coahuila	
Genealogía	Heterosis %	Genealogía	Heterosis %
ATx631xRTx2899	240.027	ATxARG-1xRTx2902	360.893
ATx631xRTx2897	186.900	ATxARG-1xRTx2897	207.656
ATx631xRTx436	119.721	ATx2752xRTx2902	171.794
ATx2752xRTx2902	92.809	ATx2752xRTx2895	160.416
ATx2752xRTx2895	92.373	ATxARG-1xRTx2895	138.501

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo y los resultados obtenidos se prosigue a concluir lo siguiente:

1. En el análisis de varianza realizado se encontraron diferencias no significativas, significativas y altamente significativas para las características evaluadas, lo cual nos indica que entre los materiales existe variabilidad genética, esto es de gran importancia dentro de un programa de mejoramiento genético.

2. En Derramadero considerando la característica de rendimiento como la más importante, se puede decir que los híbridos que obtuvieron una mejor respuesta fueron el ATx631xRTx2896, ATx631xRTx2899, ATx631xRTx436, ATx2752xRTx2902, ATx2752xRTx2895, ATx2752xRTx2899, ATx2752xRTx435, ATxARG-1xRTx436, y ATx2752xRTx436, los cuales superaron al mejor testigo Pioneer 8282 con un rendimiento de 4.095 ton/ha.

3. Para el caso de la localidad de Zaragoza también consideramos el carácter rendimiento como el más importante, por lo cual se puede decir que se encontraron materiales con buena respuesta dentro de los que destacaron fueron, ATx2752xRTx2895, ATxARG-1xRTx2897 y el ATx2752xRTx2902 con un

rendimiento de 4.125 ton/ha los cuales superaron al mejor testigo Pioneer 8428 con 3.441 ton/ha.4. Dentro de los híbridos formados que obtuvieron un mayor rendimiento para ambas localidades fueron ATx631 x RTx2897, ATx2752 x RTx436, ATx2752 x RTx2902, ATx2752 x RTx2899 y ATx631 x RTx436 que fueron los que superaron al testigo Pioneer 8428.

5. Para la localidad de Derramadero las hembras que presentaron los valores más altos de ACG están ATx2752 y ATx631 y más bajo ATxARG-1, en el caso de los machos que presentaron valores más altos RTx436 y RTx2899 y los valores más bajos RTx2902, RTx2897, RTx2895 y RTx436, a pesar de que se tienen valores bajos tanto de hembras como de machos estos presentaron buenas combinaciones de ACE.

6. Para la localidad de Zaragoza las hembras que presentaron los valores más altos de ACG esta ATx2752 y más bajos la ATxARG-1 y ATx631, por lo que para los machos que tienen valores mas altos están RTx2897, RTx2902, RTx2895 y RTx436 y más bajos RTx2899 y RTx435, pero a pesar de que se tienen valores bajos tanto de hembras como de machos estos presentaron buenas combinaciones de ACE.

7. Dentro de las líneas androesteriles que presentaron los mejores valores de ACG son:

Derramadero, Coah. ATx2752 (0.529) y ATx631 (0.503).

Zaragoza, Coah. ATx2752 (0.609).

8. Dentro del grupo de líneas restauradoras con los valores más altos de ACG son:

Derramadero, Coah. RTx436 (0.567) y RTx2899 (0.488).

Zaragoza, Coah. RTx2896 (0.581), RTx2902 (0.315) y RTx2895 (0.190).

9. Dentro de los cruzamientos que presentaron los más altos valores de ACE en las localidades de prueba son:

Derramadero, Coah. ATx631 x RTx2897 (2.443), ATx2752 x RTx2902 (1.383) y ATx631 x RTx2899 (1.179).

Zaragoza, Coah. ATxARG-1 x RTx2897 (0.886), ATx2752 x RTx2895 (0.757) y ATx2752 x RTx2899 (0.624).

10. Los estudios de heterosis nos ayudan a identificar los progenitores que presentan buenas combinaciones entre si.

11. Para todas las características excepto floración en ambas localidades y peso de 1000 semillas en la localidad uno, la mayoría de los híbridos superaron a la media de sus progenitores.

12. En las variables altura de planta, tamaño de panoja los valores mas altos se encontraron en la localidad uno, por lo que para excersión peso de 1000 semillas y rendimiento fueron en la localidad dos, todo esto se deba a las condiciones climáticas que se tienen en cada región.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Avalos, P. R. 1983. Estimación de parámetros genéticos en algunas características de sorgo para grano. Tesis. M.C. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.
- Brauer, Q. V. 1987. Fitogenetica Aplicada. Los Conocimientos de la Herencia Vegetal al Servicio de la Humanidad. Editorial Limusa, S. A. De C. V. México, D.F.
- Cárdenas, R. O. 2000. Estudios de Aptitud Combinatoria de Líneas de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y sus Cruzas Posibles para la Selección de Híbridos. Tesis Profesional UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Castañon, M. Ma. D. 1986. Estudio de Correlaciones Fenotípicas y Parámetros de Estabilidad en 10 Materiales de Sorgo para Grano. Tesis. Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chavez, A. J. L. 1995. Mejoramiento de Plantas II. Editorial Trillas S. A. de C. V. México D. F.

Flores, R. S. 1989. Estimación de la Interacción Genotipo Medio Ambiente de los Componentes de Rendimiento en Sorgo para Grano. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

González L. S. Et Al 1994. Evaluación de Variedades de Sorgo Grano Blanco en la Localidad de Zapopan, Jalisco. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A. C.

House, L. R. 1982. El sorgo. Guía para el Mejoramiento Genético. Universidad Autónoma de Chapingo. Grupo editorial Gaceta S.A. México, D.F.

INEGI. 2001. El Sector Alimentario en México.

Jugenheimer, R. W. 1981. Variedades Mejoradas, Métodos Cultivo y Producción de Semillas. Editorial Limusa México.

Loya, R. H. 1986. Estudio Comparativo de 8 Características de Sorgo para Grano Bajo 2 Ambientes, Riego y Temporal. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Márquez, S. F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos – Teoría – Resultados, Primera Edición. AGT. Editor S. A. México, D. F.

Márquez, S. F. 1985. Genotecnia Vegetal. Tomo 1 Primera Edición. Editorial A.G.T. S. A. México.

Mejía, P. A. 1987. Estabilidad de Producción de 29 Materiales de Sorgo Forrajero a través de Diferentes Medios Ambientes. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Menchaca, V. A. 1992. Estudio Comparativo de 6 Características en %) Híbridos de Sorgo Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) Evaluadas en Cuatro Ambientes. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mendoza, G. L. 1986. Interacción Genotipo-Ambiente en Cuatro Genotipos de Nopal (*Opuntia ssp*) en el Norte de México. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mendoza, O. L. E. 1988. Formación de híbridos de sorgo para grano. Proposición de un modelo de selección de progenitores en base a sus parámetros genéticos. Rev. Fitotecnia México. 13: 44 – 55.

Morales, M. N. 1999. Estudio Comparativo de 8 Características de 96 Híbridos de Sorgo Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) Evaluadas en la Región Norte de Tamaulipas. Tesis Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

- Morgado, Q. M. 1999. Evaluación de 69 Genotipos se Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para Grano. Tesis de Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Padrón C. E. 1996. Diseños Experimentales con Aplicación a la Agricultura y la Ganadería. Primera edición. Editorial Trillas S. A. de C.V.
- Pecina, Q. V. et al 1994. Respuesta de la Androesterilidad en Cuatro Líneas Isocitoplasmáticas de Sorgo. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A. C.
- Puente, M. J. L. 1983. Evaluación de Líneas Per-se y su Estabilidad para Rendimiento de Sorgo para Grano en Tres Ambientes Temporales. Tesis M.C., UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Reyes, C. P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. Primera Edición. A.G.T. Editor, S. A. México, D. F.
- Robles, S. R. 1990. Terminología Genética y Fitogenética. 4ª Edición, Editorial Trillas. México, D. F.
- Rodríguez A. J. del C. 2000. Estudios de Heterosis en Ocho Características de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis Profesional UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.

Ross, W. M.; H. J. Gorz; F. A. Haskins; G. H. Hookstra, J. K. Rutto and R. Ritter, 1983.
Combining Ability Effects for Forage Residue Traits in Grain Sorghum Hybrids.
Crop Sci. 23:

Sandoval, I. R. et al 1994. Evaluación de Híbridos Experimentales de Sorgo en la
Localidad de Zapopan, Jalisco. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área
Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A. C.

Teniente, O. R. 1993. Evaluación de Nuevos Genótipos de Sorgo en la Región del Valle
de Apatzingan Michoacán. 11 Congreso Latinoamericano de Genética y 15
Congreso de Fitomejoramiento. Memorias, SOMEFI, A. C.

APÉNDICE

Cuadro A1. Valores medios de los genotipos utilizados para cada una de las características de sorgo para grano para la localidad de Derramadero, Coahuila 2002.

Genealogía	Rendto. Ton/ha.	Floración (Días)	A. Planta (cm)	Excursión (cm)	T. Panoja (cm)	Peso Mil (g)
ATx631xRTx2897	6.735	99	72.5	1.7	23.3	24.15
ATx631xRTx2899	6.095	87	95	5	27.2	25.215
ATx631xRTx436	5.125	91.5	92.5	4.7	23.9	21.91
ATx2752xRTx2902	5.095	91.5	90	13.7	21.6	25.975
ATx2752xRTx2895	5.045	96	85	4.3	23.6	21.6
ATx2752xRTx2899	4.916	100.5	85	11.7	24.1	22.16
ATx2752xRTx435	4.473	93	92.5	9.5	21.3	24.45
ATxARG-1xRTx436	4.215	87	107.5	7.4	22.1	20.725
ATx2752xRTx436	4.135	91.5	97.5	5.8	23.1	22.92
Pionner 8282	4.095	91.5	85	9.9	26.8	25.32
Pionner 8428	3.985	99	80	5.9	23.8	21.7
Pionner 8313	3.920	97.5	67.5	0.2	21.8	11.85
Pionner 8310	3.880	87	82.5	7.2	23.5	24.675
ATxARG-1xRTx435	3.650	87	82.5	5.3	22.1	23.155
ATx631xRTx435	3.480	99	90	7.3	22.5	22.415
ATxARG-1xRTx2895	3.385	93	90	5.5	31.4	22.535
ATx2752	3.210	97.5	67.5	5.2	16.2	24.03
RTx2897	3.200	104	62.5	3.3	17.2	9.65
RTx436	3.170	103	85	7.5	22.7	18.435
ATx2752xRTx2897	3.055	99	80	3.6	19.9	21.5
ATx631xRTx2895	2.985	91.5	87.5	7.1	26.6	24
ATxARG-1xRTx2902	2.310	87	72.5	9.4	23.3	22.805
RTx435	2.265	91.5	85	7.8	19.1	26.26
ATxARG-1xRTx2899	2.224	96	75	7.4	21.4	23.17
ATx631xRTx2902	2.145	91.5	87.5	7	20.9	26.27
RTx2899	2.090	99	72.5	8.2	21.4	21.1
RTx2902	2.075	97.5	75	6.5	19.6	28.36
ATxARG-1	2.040	96	75	2.2	22.8	21.47
RTx2895	2.035	94.5	77.5	6.5	18.4	27.545
ATxARG-1xRTx2897	1.575	100	67.5	1.1	21.6	19.36
ATx631	1.495	101.5	82.5	2	20.3	28.87

Cuadro A2. Valores medios de los genotipos utilizados para cada una de las características de sorgo para grano para la localidad de Zaragoza, Coahuila 2002.

Genealogía	Rendto. ton/ha	Floración (Días)	A. Planta (cm)	Excursión (cm)	T. Panoja (cm)	Peso Mil (g)
ATx2752xRTx2895	4.125	75	106.5	9.5	24.5	26.325
ATxARG-1xRTx2897	3.958	78.5	110	12	21.5	23.685
ATx2752xRTx2902	3.604	72.5	117.5	13.5	23	28.595
Pionner 8428	3.441	77	121	14	29	24.425
ATxARG-1xRTx2902	3.300	75.5	120	12	25	26.170
Pionner 8282	3.077	73.5	106.5	14	26.5	25.930
ATx2752xRTx436	3.030	72	110	7	24.5	23.590
ATx2752xRTx2899	2.976	82.5	100	10.5	26.5	24.590
ATx631xRTx2897	2.837	76.5	116.5	11	27.5	24.635
ATx2752xRTx435	2.681	73.5	107	11.5	25	28.015
Pionner 8310	2.663	72.5	112.5	10.5	24	23.000
ATx2752xRTx2897	2.654	77.5	97.5	6	19	23.360
Pionner 8313	2.520	70	99	1.5	27.5	27.070
ATx631xRTx436	2.382	74.5	117.5	5	28	22.130
ATxARG-1xRTx436	2.353	78	120	14.5	26.5	23.700
ATxARG-1xRTx2895	2.323	80.5	115	16	25.5	23.830
ATx631xRTx435	2.263	75.5	112.5	4.5	29.5	24.400
RTx436	2.242	79.5	102.5	12	23	20.730
RTx2897	2.110	80.5	86.5	6.5	23.5	21.295
ATx631	2.032	82	107.5	1.5	26.5	23.275
ATxARG-1xRTx435	1.923	81.5	102	8.5	21.5	27.555
ATx631xRTx2895	1.830	77.5	107.5	6.5	29.5	24.010
ATx631xRTx2902	1.748	78.5	107.5	8	27.5	24.095
ATx2752	1.683	79	88.5	7.5	17.5	22.950
RTx435	1.583	81.5	103.5	1.5	28.5	23.465
RTx2895	1.485	79.5	121	5.5	22.5	25.500
RTx2899	1.304	82.5	94	2	24.5	26.050
ATx631xRTx2899	1.163	84	107.5	6	29	24.570
ATxARG-1xRTx2899	1.091	82.5	118	16	27	21.440
RTx2902	0.969	84	98	11	22	22.420
ATxARG-1	0.463	84	100	2.5	24.5	20.865

Cuadro A3. Porcentajes de heterosis para las variables en estudio en sorgo para grano, localidad Derramadero, Coahuila.

Genealogía	Floración	Alt. Planta	Excursión	T. Panoja	P. 1000 S.	Rendto.
ATx 2752 x RTx 436	- 8.728	27.868	- 8.661	18.766	7.947	29.623
ATx 2752 x RTx 2895	0.000	17.241	- 26.495	26.416	- 16.238	92.373
ATx 2752 x RTx 2899	2.290	21.428	74.626	28.191	- 1.794	85.584
ATx 2752 x RTx 435	- 1.587	21.311	46.153	18.994	- 2.763	63.297
ATx 2752 x RTx 2897	- 1.736	23.076	- 15.294	19.161	- 0.761	- 4.680
ATx 2752 x RTx 2902	- 6.153	24.137	134.188	20.670	- 0.839	92.809
ATx ARG-1 x RTx 436	- 12.562	34.375	52.577	- 2.857	3.871	61.804
ATx ARG-1 x RTx 2895	- 2.105	18.032	26.436	52.427	- 8.048	66.134
ATx ARG-1 x RTx 2899	- 1.538	1.694	42.307	- 3.167	8.856	7.699
ATx ARG-1 x RTx 435	- 7.200	3.125	6.000	4.245	- 2.975	69.570
ATx ARG-1 x RTx 2897	0.000	- 1.818	- 60.000	8.000	- 5.028	- 39.885
ATx ARG-1 x RTx 2902	- 10.077	- 4.918	116.091	9.905	- 8.468	12.272
ATx 631 x RTx 436	- 10.513	10.447	- 1.052	11.162	- 7.367	119.721
ATx 631 x RTx 2895	- 6.632	9.975	67.058	37.467	- 14.916	69.121
ATx 631 x RTx 2899	- 13.216	22.580	- 1.960	30.455	0.920	240.027
ATx 631 x RTx 435	2.590	7.462	48.979	12.781	- 18.683	85.106
ATx 631 x RTx 2897	- 3.649	0.000	- 35.849	24.266	0.269	186.900
ATx 631 x RTx 2902	- 8.040	9.375	64.705	4.761	- 8.195	20.168

Cuadro A4. Porcentajes de heterosis para las variables en estudio en sorgo para grano, localidad Zaragoza, Coahuila.

Genealogía	Floración	Alt. Planta	Excursión	T. Panoja	P. 1000 S.	Rendto.
ATx 2752 x RTx 436	- 9.148	15.183	- 28.205	20.987	8.012	54.394
ATx 2752 x RTx 2895	- 5.362	1.670	46.153	22.500	15.841	160.416
ATx 2752 x RTx 2899	2.167	9.589	121.052	26.190	0.367	99.263
ATx 2752 x RTx 435	- 8.411	11.458	155.555	8.695	20.715	64.176
ATx 2752 x RTx 2897	- 2.821	11.428	- 14.285	- 7.317	5.593	39.941
ATx 2752 x RTx 2902	- 11.042	26.005	45.945	16.455	26.052	171.794
ATx ARG-1 x RTx 436	- 4.587	25.654	100.000	11.578	13.956	73.974
ATx ARG-1 x RTx 2895	- 1.529	9.785	300.000	8.510	2.793	138.501
ATx ARG-1 x RTx 2899	- 4.899	29.315	611.111	10.204	- 8.600	23.486
ATx ARG-1 x RTx 435	-1.510	6.250	235.000	- 18.867	24.317	87.976
ATx ARG-1 x RTx 2897	- 4.559	25.714	166.666	- 10.416	13.780	207.656
ATx ARG-1 x RTx 2902	- 10.119	28.686	77.777	7.526	20.919	360.893
ATx 631 x RTx 436	- 7. 739	11.904	- 25.925	13.131	0.579	11.464
ATx 631 x RTx 2895	- 4.024	- 5.908	85.714	20.408	- 1.547	4.065
ATx 631 x RTx 2899	2.127	6.699	242.857	13.725	- 0.375	- 30.275
ATx 631 x RTx 435	- 7.645	6.635	200.000	7.272	4.407	25.200
ATx 631 x RTx 2897	- 5.846	20.103	175.000	10.000	10.545	36.986
ATx 631 x RTx 2902	- 5.421	4.622	28.000	13.402	5.460	16.494

Cuadro A5. Análisis de Varianza para el carácter días a floración. Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	3.187500	3.187500	4.2500 NS
Factor Localidades (L)	1	8689.062500	8689.062500	11585.4170 **
Error (L)	1	0.750000	0.750000	
Factor Híbrido (H)	30	1496.437500	49.881248	3.6100 **
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	950.437500	31.681250	2.2928 **
Error (H)	60	829.062500	13.817708	
Total	123	11968.937500		

C.V. = 4.30%

$\bar{X} = 86.4838$

** Altamente significativo (P<0.01)

NS No Significativo

Cuadro A6. Análisis de Varianza para el carácter altura de planta. Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	17.875000	17.875000	0.6842 NS
Factor Localidades (L)	1	19903.625000	19903.625000	761.8613 *
Error (L)	1	26.125000	26.125000	
Factor Híbrido (H)	30	8164.375000	272.145844	2.6557 **
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	3143.625000	104.787498	1.0226 NS
Error (H)	60	6148.500000	102.474998	
Total	123	37404.125000		

C.V. = 10.67%

$\bar{X} = 94.8467$

* Significativo (P<0.05)

** Altamente significativo (P<0.01)

NS No significativo

Cuadro A7. Análisis de Varianza para el carácter excersión, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	20.001465	20.001465	0.5091 NS
Factor Localidades (L)	1	196.762207	196.762207	5.0080 NS
Error (L)	1	39.289551	39.289551	
Factor Híbrido (H)	30	1187.604492	39.289551	3.0108 **
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	540.668457	18.022282	1.3707 NS
Error (H)	60	788.888672	13.148145	
Total	123	2773.214844		

C.V. = 49.10%

$\bar{X} = 7.3854$

Cuadro A8. Análisis de Varianza para el carácter tamaño de panoja, Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	3.351563	3.351563	0.1170 NS
Factor Localidades (L)	1	211.648438	211.648438	7.3898 NS
Error (L)	1	28.640625	28.640625	
Factor Híbrido (H)	30	778.656250	25.955208	3.1058 **
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	267.843750	8.928125	1.0684 NS
Error (H)	60	501.414063	8.356901	
Total	123	1791.554688		

C.V. = 12.20%

$\bar{X} = 23.6935$

Cuadro A9. Análisis de Varianza para el carácter peso de 1000 semillas. Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	0.070313	0.070313	0.2045 NS
Factor Localidades (L)	1	22.835938	22.835938	66.4318 NS
Error (L)	1	0.343750	0.343750	
Factor Híbrido (H)	30	400.906250	13.363542	4.6717 **
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	236.976563	7.899219	2.7614 **
Error (H)	60	171.632813	2.860547	
Total	123	832.765625		

C.V. = 7.10%

$\bar{X} = 23.8185$

Cuadro A10. Análisis de Varianza para el carácter rendimiento. Derramadero y Zaragoza, Coahuila. 2002.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	1	0.062134	0.062134	0.0088 NS
Factor Localidades (L)	1	42.726440	42.726440	6.0547 NS
Error (L)	1	7.056763	7.056763	
Factor Híbrido (H)	30	106.642090	3.554736	1.9303 *
Interacciones (Localidad x Híbrido)	30	50.489624	1.682987	0.9139 NS
Error (H)	60	110.494141	1.841569	
Total	123	317.471191		

C.V. = 46.73%

$\bar{X} = 2.9042$

Cuadro A11. Comparación de medias para días a floración para la localidad de Derramadero Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
20	104.0	A
9	103.0	AB
31	101.5	AB
3	100.5	AB
18	100.0	AB
11	99.0	AB
21	99.0	AB
27	99.0	AB
28	99.0	AB
5	99.0	ABC
22	97.5	ABC
30	97.5	ABC
8	97.5	ABC
16	96.0	ABC
23	96.0	ABC
2	96.0	ABC
10	94.5	ABC
4	93.0	ABC
15	93.0	ABC
24	91.5	BC
25	91.5	BC
13	91.5	BC
1	91.5	BC
29	91.5	BC
6	91.5	BC
12	91.5	BC
7	87.0	C
19	87.0	C
14	87.0	C
17	87.0	C
26	87.0	C

Cuadro A12. Comparación de medias para días a floración para la localidad de Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
22	84.0	A
23	84.0	A
26	84.0	A
3	82.5	AB
11	82.5	AB
16	82.5	AB
31	82.0	AB
13	81.5	AB
17	81.5	AB
15	80.5	ABC
20	80.5	ABC
9	79.5	ABC
10	79.5	ABC
8	79.0	ABC
29	78.5	ABC
18	78.5	ABC
14	78.0	ABC
25	77.5	ABC
5	77.5	ABC
21	77.0	ABC
28	76.5	ABC
27	75.5	ABC
19	75.5	ABC
2	75.0	ABC
24	74.5	ABC
4	73.5	ABC
12	73.5	ABC
7	72.5	BC
6	72.5	BC
1	72.0	BC
30	70.0	C

Cuadro A13. Comparación entre media de localidades en los diferentes híbridos para la variable días a floración.

Híbrido	Localidad	Media	Razón	Híbrido	Localidad	Media	Razón	Híbrido	Localidad	Media	Razón
1	Derramadero Zaragoza	91.50 72.00	A B	10	Derramadero Zaragoza	94.50 79.50	A B	22	Derramadero Zaragoza	97.50 84.00	A B
2	Derramadero Zaragoza	96.00 75.00	A B	11	Derramadero Zaragoza	99.00 82.50	A B	23	Derramadero Zaragoza	96.00 84.00	A B
3	Derramadero Zaragoza	100.50 82.50	A B	12	Derramadero Zaragoza	91.50 81.50	A B	24	Derramadero Zaragoza	91.50 74.50	A B
4	Derramadero Zaragoza	93.00 73.50	A B	15	Derramadero Zaragoza	93.00 80.50	A B	25	Derramadero Zaragoza	91.50 77.50	A B
5	Derramadero Zaragoza	99.00 77.50	A B	16	Derramadero Zaragoza	96.00 82.50	A B	27	Derramadero Zaragoza	99.00 75.50	A B
6	Derramadero Zaragoza	91.50 72.50	A B	18	Derramadero Zaragoza	100.00 78.50	A B	28	Derramadero Zaragoza	99.00 76.50	A B
7	Derramadero Zaragoza	87.00 72.50	A B	19	Derramadero Zaragoza	87.00 75.50	A B	29	Derramadero Zaragoza	91.50 78.50	A B
8	Derramadero Zaragoza	97.50 79.00	A B	20	Derramadero Zaragoza	104.00 80.50	A B	30	Derramadero Zaragoza	97.50 70.00	A B
9	Derramadero Zaragoza	103.00 79.50	A B	21	Derramadero Zaragoza	99.00 77.00	A B	31	Derramadero Zaragoza	101.50 82.00	A B

Cuadro A14. Comparación de medias para altura de planta para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
14	113.75	A
24	105.00	AB
1	103.75	ABC
6	103.75	ABC
15	102.50	ABC
26	101.25	ABC
27	101.25	ABC
21	100.50	ABC
4	99.75	ABC
10	99.25	ABCD
7	97.50	ABCD
25	97.50	ABCD
29	97.50	ABCD
16	96.50	ABCD
19	96.25	ABCD
2	95.75	ABCDE
12	95.75	ABCDE
31	95.00	ABCDE
28	94.50	ABCDE
13	94.25	ABCDE
9	93.75	ABCDE
3	92.50	ABCDE
17	92.25	BCDE
18	88.75	BCDE
5	88.75	BCDE
23	87.50	BCDE
22	86.50	BCDE
30	83.25	CDE
11	83.25	CDE
8	78.00	DE
20	74.50	E

Cuadro A15. Comparación de medias para excersión para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
6	13.60	A
12	11.95	AB
16	11.70	AB
3	11.10	AB
14	10.95	AB
15	10.75	AB
19	10.70	AB
4	10.50	AB
21	9.95	ABC
9	9.75	ABC
7	8.85	ABCD
22	8.75	ABCD
29	7.50	ABCDE
2	6.90	ABCDE
17	6.90	ABCDE
25	6.80	ABCDE
18	6.55	ABCDE
1	6.40	ABCDE
28	6.35	ABCDE
8	6.35	ABCDE
10	6.00	ABCDE
27	5.90	BCDE
26	5.50	BCDE
11	5.10	BCDE
20	4.90	BCDE
24	4.85	BCDE
5	4.80	BCDE
13	4.65	BCDE
23	2.35	CDE
31	1.75	DE
30	0.85	E

Cuadro A16. Comparación de medias para tamaño de panoja para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
15	28.45	A
26	28.10	AB
25	28.05	AB
12	26.65	ABC
27	26.00	ABCD
24	25.95	ABCD
28	25.40	ABCDE
3	25.30	ABCDE
30	24.65	ABCDE
14	24.30	ABCDE
29	24.20	ABCDE
16	24.20	ABCDE
19	24.15	ABCDE
13	24.05	ABCDE
2	24.05	ABCDE
21	23.90	ABCDE
1	23.80	ABCDE
7	23.75	ABCDE
23	23.65	ABCDE
31	23.40	ABCDE
4	23.15	ABCDE
11	22.95	ABCDE
9	22.85	ABCDEF
6	22.30	BCDEF
17	21.80	CDEF
18	21.55	CDEF
22	20.80	CDEF
10	20.45	DEF
20	20.35	DEF
5	19.45	EF
8	16.85	F

**Cuadro A17. Comparación de medias para peso de 1000 semillas para la localidad de
Derramadero, Coahuila.**

TRATAMIENTO	MEDIA	
31	28.87	A
22	28.36	AB
10	27.55	ABC
29	26.27	ABCD
13	26.26	ABCD
6	25.98	ABCDE
12	25.32	ABCDEF
26	25.22	ABCDEF
7	24.68	ABCDEF
4	24.45	ABCDEF
28	24.15	ABCDEFG
8	24.03	ABCDEFG
25	24.00	ABCDEFG
30	23.70	BCDEFG
16	23.17	CDEFGH
17	23.16	CDEFGH
1	22.92	CDEFGH
19	22.81	CDEFGH
15	22.54	CDEFGH
27	22.42	DEFGH
3	22.16	DEFGH
24	21.91	DEFGH
21	21.70	DEFGH
2	21.60	DEFGH
5	21.50	DEFGH
23	21.47	DEFGH
11	21.10	EFGH
14	20.73	FGH
18	19.36	GH
20	19.30	GH
9	18.44	H

Cuadro A18. Comparación de medias para peso de 1000 semillas para la localidad de Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
6	28.60	A
4	28.02	AB
17	27.56	ABC
30	27.07	ABCD
2	26.33	ABCDE
19	26.17	ABCDEF
11	26.05	ABCDEF
12	25.93	ABCDEF
10	25.50	ABCDEFG
28	24.64	ABCDEFG
3	24.59	ABCDEFG
26	24.57	ABCDEFG
21	24.43	ABCDEFG
27	24.40	ABCDEFG
29	24.10	ABCDEFG
25	24.01	ABCDEFG
15	23.83	ABCDEFG
14	23.70	ABCDEFG
18	23.69	ABCDEFG
1	23.59	ABCDEFG
13	23.47	BCDEFG
5	23.36	BCDEFG
31	23.28	BCDEFG
7	23.00	BCDEFG
8	22.95	CDEFG
22	22.42	DEFG
24	22.13	DEFG
16	21.44	EFG
20	21.30	FG
23	20.87	G
9	20.73	G

Cuadro A19. Comparación entre media de localidades en los diferentes híbridos para la variable peso de 1000 semillas.

Híbrido	Localidad	Media	Razón
22	Derramadero	28.36	A
	Zaragoza	22.42	B
31	Derramadero	28.87	A
	Zaragoza	23.75	B

Cuadro A20. Comparación de medias para rendimiento para las localidades de Derramadero y Zaragoza, Coahuila.

TRATAMIENTO	MEDIA	
28	4.7857	A
2	4.5870	AB
6	4.3495	ABC
3	3.9468	ABCD
24	3.7533	ABCDE
21	3.7127	ABCDEF
26	3.6288	ABCDEFG
1	3.5825	ABCDEFGH
4	3.5765	ABCDEFGH
12	3.5657	ABCDEFGH
14	3.5520	ABCDEFGHI
7	3.2715	ABCDEFGHI
30	3.2197	ABCDEFGHI
27	2.8713	ABCDEFGHI
5	2.8542	ABCDEFGHI
15	2.8538	ABCDEFGHI
19	2.8050	ABCDEFGHI
17	2.7863	ABCDEFGHI
18	2.7663	ABCDEFGHI
9	2.7057	BCDEFGHI
20	2.6698	BCDEFGHI
8	2.4462	CDEFGHI
25	2.4075	CDEFGHI
29	1.9465	DEFGHI
13	1.9240	DEFGHI
31	1.7635	EFGHI
11	1.6967	EFGHI
16	1.6572	FGHI
10	1.5723	GHI
22	1.5217	HI
23	1.2513	I