

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



**ESTUDIO DE HETEROSIS EN OCHO CARACTERÍSTICAS DE SORGO PARA  
GRANO (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

**POR**

**JOSE DEL C. RODRIGUEZ AYALA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2000**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE HETEROSIS EN OCHO CARACTERÍSTICAS DE SORGO PARA  
GRANO (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

**POR:**

**JOSE DEL C. RODRIGUEZ AYALA**

**T E S I S**

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero agrónomo fitotecnista**

**A P R O B A D A**

**El presidente del jurado**

---

**Ing. José Luis Herrera Ayala**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**MC. Luis Angel Muñoz Romero**

---

**MC. Tomas Manzanares Aguirre**

**Sinodal suplente**

---

**Biol. MC. Armando Rodríguez García**

**El coordinador de la División de agronomía**

---

**M.C. Reynaldo Alonso Velasco**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 2000**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los seres que con su amor me dieron la vida y me han hecho crecer , y quienes a base de sabios consejos, amor y comprensión siempre me han motivado a superarme. Con eterno amor.

### **A mis padres**

Fermina Ayala Pérez y José del C. Rodríguez Alvarado

También dedico este trabajo a los cimientos de mi familia, con gran amor, respeto y admiración.

### **A mis abuelos**

Juana Alvarado Razo y Porfirio Rodríguez Valdés (+)

Rafael Ayala y Emilia Pérez

A mis más grandes amigos, y eternos compañeros, con quienes he compartido gran parte de mi vida.

### **A mis hermanos**

Juan

Valentín

Reyna

J.Guadalupe

J.Alfredo

Jesús

Blanca Alicia

Alma Rosa

José (PEPITO)

Que nuestro Dios siempre los ilumine y los lleve por buen camino.

### **A VERONICA VALENCIA G.**

Por su gran apoyo y por los gratos momentos que hemos pasado juntos. **Te quiero Chiquilla.**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y de tener una maravillosa familia.

A mi "ALMA MATER"

Por acogerme en su seno y por haberme brindado la inolvidable oportunidad de formarme como profesionista de la agronomía

Al Ing. José Luis Herrera Ayala

Por su gran amistad y por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo dentro de sus proyectos de investigación.

Al M.C. Luis Angel Muñoz Romero

Por su desinteresado y valioso apoyo en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Tomas Manzanares Aguirre

Por sus grandes sugerencias y aportaciones a este trabajo

Al Biol. Armando Rodriguez Garcia

Por sus acertadas correcciones y valiosas sugerencias.

A todas aquellas personas que de una manera u otra me ayudaron en la realización de este trabajo.

## INDICE DE CONTENIDO

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| Dedicatoria.....                        | iii       |
| Agradecimientos.....                    | iv        |
| Indice de cuadros.....                  | vi        |
| <b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>            | <b>1</b>  |
| <b>II.- REVISION DE LITERATURA.....</b> | <b>4</b>  |
| híbrido .....                           | 4         |
| Hibridación.....                        | 4         |
| heterosis.....                          | 5         |
| Estudios de heterosis.....              | 8         |
| Aptitud combinatoria.....               | 10        |
| Interacción genotipo ambiente.....      | 13        |
| <b>III.- MATERIALES Y METODOS.....</b>  | <b>15</b> |
| Material genético.....                  | 15        |
| Obtención de cruzas.....                |           |
| Ambientes de prueba.....                | 17        |
| Siembra .....                           | 18        |
| Diseño experimental.....                | 19        |
| Toma de datos .....                     | 19        |
| <b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b> | <b>23</b> |
| Análisis de varianza.....               | 23        |
| Heterosis y heterobeltiosis.....        | 27        |
| <b>V.- CONCLUSIONES</b>                 | <b>47</b> |
| <b>RESUMEN.....</b>                     | <b>49</b> |
| <b>APENDICE.....</b>                    | <b>52</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                | <b>60</b> |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro |   | Pág. |
|--------|---|------|
| 3.1    | Relación de progenitores femeninos y masculinos utilizados en la presente Investigación.....  | 15   |
| 3.2    | Relación de híbridos obtenidos de los progenitores elegidos en la presente Investigación.....   | 16   |
| 4.1    | Análisis de varianza (Cuadrados medios y coeficientes de variación) para ocho características agronómicas en sorgo para grano, en la localidad de Valle Hermosos, Tamaulipas..... | 26   |
| 4.2    | Análisis de varianza (Cuadrados medios y coeficientes de variación) para ocho características agronómicas en sorgo para grano, en la localidad de Roque, Guanajuato.....          | 26   |
| 4.3    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable floración en ambas localidades, considerando los valores mas bajos para heterosis.....                                | 28   |
| 4.4    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable altura de planta en ambas localidades, considerando los valores mas bajos para heterosis.....                         | 31   |
| 4.5    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable excersión en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis.....                                | 33   |
| 4.6    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable longitud de la panoja, en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis.....                   | 36   |
| 4.7    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable número de granos por panoja, en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis.....             | 38   |
| 4.8    | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable peso de 10 panojas, en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis.....                      | 40   |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.9  | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable peso de 1000 semillas, en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis..... | 43 |
| 4.10 | Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable rendimiento, en ambas localidades, considerando los valores mas altos para heterosis.....           | 45 |
| A1   | Porcentajes de heterosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso, Tamaulipas.....  | 53 |
| A2   | Porcentajes de heterosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Roque, Guanajuato.....  | 54 |
| A3   | Porcentajes de heterobeltiosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso Tamaulipas.....   | 55 |
| A4   | Porcentajes de heterobeltiosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Roque, Guanajuato.....  | 56 |
| A5   | Valores medios de los progenitores en ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso Tamaulipas.....   | 57 |
| A6   | Valores medios de los progenitores en ocho características en sorgo para grano, localidad Roque Guanajuato.....   | 57 |
| A7   | Valores medios de los híbridos en ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso, Tamaulipas.....  | 58 |
| A8   | Valores medios de los híbridos en ocho características en sorgo para grano, localidad Roque, Guanajuato.....  | 59 |

## **I.- INTRODUCCION**

El sorgo junto con el maíz, el trigo y el frijol es uno de los cultivos de mas importancia en nuestro país, misma que es representada por la cantidad de superficie sembrada de este cultivo, pues tan solo en 1998 se sembró 1,953,000 hectáreas con una producción de 6,455,000 toneladas.

A pesar de las grandes extensiones sembradas en México, no ha sido suficiente la producción que de esta se obtiene, teniendo que recurrir a grandes importaciones de este grano generando por lo tanto una importante fuga de divisas para nuestro país.

En México el sorgo es utilizado principalmente en la elaboración de concentrados para la alimentación del ganado, sin embargo estudios recientes han demostrado que existen variedades que tienen alto potencial proteínico que pueden ser utilizadas en la dieta humana.

Bajo este contexto las Instituciones de Investigación Agrícola del País han desarrollado nuevas variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento, para ello primeramente recurren a evaluaciones de progenitores para posteriormente seleccionar los mejores en base a características agronómicas deseables, mismos que posteriormente se utilizarán en hibridaciones para generar nuevos materiales.

Dentro de los métodos utilizados para la evaluación y selección de progenitores han sido evaluaciones per se, estudios de Aptitud Combinatoria (ACG Y ACE), así como los estudios de heterosis los cuales han servido para elegir las mejores combinaciones híbridas.

Por su parte la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro cuenta con un programa de mejoramiento genético en sorgo en el cual a través de varios años de investigación han generado líneas con alto potencial de rendimiento y otras características agronómicas, por lo que considerando lo anterior en el presente trabajo se realizó un estudio de heterosis y para ello se evaluaron 42 híbridos de sorgo para grano, así como sus respectivos progenitores, siete hembras y seis machos y fue planteado con los siguientes:

## **OBJETIVOS**

1. Detectar la variabilidad genética para las características agronómicas dentro de los materiales evaluados.
2. Estimar el porcentaje de heterosis y heterobeltiosis en ocho características de interés agronómico en sorgo para grano.
3. Elegir las mejores combinaciones híbridas de acuerdo a los estudios de heterosis.

## **HIPOTESIS**

Dentro de los materiales evaluados existe amplia variabilidad genética para las características en estudio.

Dentro de los materiales evaluados existen combinaciones híbridas con altos porcentajes de heterosis que pueden ser seleccionados para posteriormente ser usados en siembras comerciales.

Dentro de las combinaciones híbridas existen algunos progenitores que superan a su progenie en las variables evaluadas.

## **II.- REVISION DE LITERATURA**

### **Híbrido**

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

Brauer (1987), dice que cuando se trata de plantas alogamas una población panmítica tiene la tendencia a mantener un equilibrio en su constitución genética y que cada uno de los individuos que constituyen la población es un híbrido diferente a cualquier otro dentro de la misma población y que como consecuencia cada uno de los individuos puede tener distinto grado de heterosis y diferente capacidad de rendimiento.

### **Hibridación.**

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

Marquez (1988), define a la hibridación como método genotécnico en las plantas y como el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos

poblaciones P1 y P2 (poblaciones paternas) que son poblaciones cualquiera de la misma especie, por lo que pueden tener la estructura genotípica adecuada a los objetivos que se persiguen en la utilización comercial de la generación F1. Las poblaciones pueden ser, por lo tanto, líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o también las poblaciones F1 mismas.

Reyes (1985), menciona que una cruce puede definirse como el apareamiento entre individuos de distinta variedad o raza pero de la misma especie, y a la hibridación como la producción de animales o vegetales, apareando individuos de distinta especie o género, distinguiéndose de la cruce en que sus productos son generalmente infecundos.

### **Heterosis**

Robles (1978), señala que la heterosis es la manifestación del vigor en un híbrido en relación con la manifestación de los caracteres de sus progenitores, estos se pueden originar entre cruces entre líneas puras, cruces intervarietales o de cruces interespecíficas. La heterosis es negativa cuando el vigor híbrido o la expresión de los caracteres es menor que la de sus progenitores, en cambio la heterosis es positiva cuando la expresión de los caracteres es mayor que la de sus progenitores. La máxima expresión de la heterosis se presenta en la generación F1 y disminuye en la F2 debido a la segregación producida entre parientes y disminución del efecto medio de los genes.

Gardner (1982), menciona que los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética entre los materiales bajo evaluación y proporcionan las bases para la

elección y formación de fuentes germoplásmicas . para formar una sola fuente germoplásmica, se puede 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 germoplásmicas con el propósito de programas de selección recíproca recurrente es importante escoger los progenitores que exhiban las medidas altas, máxima heterosis interpoblacional y altas ganancias en la selección recíproca recurrente.

Mackey (1976), menciona que la heterosis puede ser positiva o negativa para las diversas características, esto puede deberse a ciertos caracteres que son controlados por genes alélicos o no alélicos, y que la heterosis alélica depende de la dominancia o sobredominancia y la no alélica de componentes epistáticos.

Los estudios de heterosis se iniciaron organizada y completamente casi desde principios de este siglo, en maíz (East y Jones, 1919), se puede decir que la heterosis puede manifestarse tanto en plantas alógamas como en autógamas (Ashton, 1946).

Guzman *et al.* (1978), mencionan que la heterosis puede ser causada por la presencia de genes heterocigóticos en condiciones favorables o debido a la sobredominancia en donde el heterocigoto es superior a ambos homocigotos o por genes epistáticos.

Shull ( 1914 ), propuso el término heterosis como sinónimo de vigor híbrido , que se manifiesta en un incremento en el tamaño y rendimiento , mejor adaptación , etc.,

fenómeno que puede presentarse en todos los individuos heterocigóticos. Después del descubrimiento de las leyes de Mendel , muchas de las investigaciones se hicieron con el propósito de explicar las causas del vigor híbrido de tal forma que en la actualidad las teorías que predominan son las siguientes.

La teoría de la sobredominancia propuesta por East y Shull ( 1908 ), quienes suponían que había un estímulo fisiológico al cruzar dos progenitores debido a la diferencia genética por lo que a mayor diferencia genética mayor heterosis , es decir si dos líneas homocigóticas por plantas autógamas no emparentadas se cruzan , se manifiesta la heterosis y si una planta alógama se autofecunda su vigor disminuye . Lo anterior nos indica que el genotipo que tenga mayor número de loci heterocigotes mostrara mayor vigor o desarrollo .

Bruce, *et al.* ( 1910 ), proponen la teoría de la dominancia , la cual asume que el mayor vigor híbrido de la F1 se debe a que los genes dominantes de un progenitor , se complementan con los genes dominantes del otro progenitor , esta teoría asume que existe una correlación positiva entre genes recesivos y efectos deletereos, o de dominancia y de efectos favorables, concluyendo que los caracteres favorables para vigor están determinados por genes dominantes y los desfavorables por genes recesivos.

Jones ( 1917 ) , considera que ni la teoría de la dominancia ni la de sobredominancia explican todos los casos observados , formula una tercera teoría en la que supone que el fenómeno se debe a factores dominantes ligados , por lo que atribuye que los genes estimuladores de un mayor desarrollo se encuentran más o menos ligados con genes recesivos que reducen el vigor.

Fonseca y Paterson (1968), proponen el termino de heterobeltiosis (proveniente del griego hetero, diferente; y beltiosis, mejoramiento), para describir la mejoría de un carácter en la población heterocigótica, en relación al mejor padre de la crusa.

### **Estudios de Heterosis**

Para Poehlman (1979), aproximadamente desde 1925, la hibridación es el proceso principal para la obtención de nuevas variedades de sorgo, se ha comprobado muchas veces que ciertas cruzas entre variedades de sorgo producen híbridos sumamente vigorosos, y las autofecundaciones para obtener líneas en sorgo, no causan una pérdida apreciable de tamaño y vigor, los híbridos entre líneas seleccionadas pueden rendir de 25-40 por ciento mas que las variedades comerciales normales.

Según Poehlman (1979), en los híbridos de sorgo se ha observado un extremado vigor, con frecuencia se ven plantas híbridas muy altas o de crecimiento muy vigoroso. La expresión de vigor en sorgos puede acentuarse por el efecto de genes complementarios para altura y precocidad.

La superioridad de los híbridos sobre sus padres, en tamaño, amacollamiento y rendimiento en dichas cruzas, parecería deberse a una manifestación normal de heterosis sin que existan efectos complementarios para altura y precocidad.

Bartel ( 1949 ), citado por Méndez (1987), al estudiar siete caracteres en híbridos de sorgo observó que la mayoría de ellos tuvieron mayor rendimiento de grano y paja que el mejor progenitor.

Argikar y Chavan ( 1957 ), citados por Avalos (1983), compararon el comportamiento de 11 híbridos de sorgo para grano, con sus respectivos progenitores, encontrándose una respuesta heterótica del 16 al 20 % sobre sus mejores progenitores

Juarez (1977), citado por flores (1989), en un estudio realizado con híbridos de sorgo para grano, dice que en una prueba en una serie de localidades en un año es posible tener representada suficiente variabilidad al considerar diversos ambientes, logrando de esta manera estimar las características de adaptación de los genotipos en menor tiempo.

Beltran (1983), condujo un estudio de heterosis en algunas características que se relacionan con la resistencia a sequía en sorgo, en el cual utilizo cuatro líneas androsteriles y siete líneas restauradoras, así como 24 de los híbridos posibles; como testigo utilizo una variedad comercial. Entre sus resultados encontró que el 100% de los híbridos superaron al promedio de sus progenitores para el carácter altura de planta y en cuanto a heterobeltiosis solo el 4% fueron inferiores a su mejor padre. Para el carácter días a floración el 88% de los híbridos fueron más precoces que sus padres y el 92% fueron inferiores a su mejor padre, así mismo para el carácter rendimiento de grano encontró que el 95% de los híbridos supero a la media de los progenitores y el 75% supero al mejor progenitor.

## **Aptitud Combinatoria General y Especifica.**

El descubrimiento de la esterilidad masculina citoplásmica en las plantas con un alto grado de autopolinización, 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.

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

Sprague Tatum ( 1942 ), citados por Chavez (1990), menciona que estos investigadores propusieron las pruebas de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica ( ACE ) . Definiendo a la ACG , como el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas y la (ACE) para designar las desviaciones de ciertas cruzas ( mejores o peores en base a la capacidad promedio de las líneas progenitoras ).

Kramer ( 1959 ), realizó estudios de ACG y ACE en el cultivo de sorgo para grano encontrando que las líneas estudiadas presentaron buena expresión en las características de rendimiento.

Kambal y Webster ( 1965 ), citados por Avalos (1983), reportaron que la ACG es relativamente mas 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 (  $\sigma^2 f$  y  $\sigma^2 m$  ) para los caracteres de rendimiento de grano , peso de semilla , días a floración , altura de planta , rendimiento en kg , encontrando significancias mayores de cero. Lo mismo ocurrio para las estimaciones de ACE (  $\sigma^2 fm$  ) , concluyendo que los efectos de ACG fueron mas estables que los de ACE y que se requiere mayor información sobre la interacción con localidades ya que su estudio solamente se efectuó en dos años y un solo ambiente.

Nielhaus y Pickett ( 1966 ), citados por Avalos (1983), hicieron estudios de ACG para rendimiento y sus componentes , en generaciones de F1 y F2 en sorgo para grano . Encontraron que las varianzas de ACG para producción de grano fueron mayores que las varianzas de ACE . con respecto a los componentes de rendimiento , concluyeron que la variable número de semillas por panoja , fue la componente que ejerció el efecto mayor y la mas consistente en la producción total de grano, mientras que el peso de semilla fue la menos importante.

Beil y Atkins (1967 ) , mencionan que la ACG es facil de evaluar en muchas especies, mediante el diseño de cruas dialélicas , pero que utilizando la androesterilidad citoplásmica se pueden formar grupos de híbridos , al cruzar un juego de líneas androestériles ( A ) con varias líneas ( R ) . Estos investigadores estimaron la ACG y ACE

y sus interacciones con localidades y años , encontrando que ambos efectos (ACG y ACE ) fueron de importancia en la producción de grano de los híbridos F1, con una contribución en los efectos generales a la varianza genotípica total de tres veces más que de los efectos específicos. Concluyeron además que las interacciones de segundo orden de efectos genéticos x localidades x años fueron de mayor magnitud que las interacciones de primer orden .

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

Rao *et al.* ( 1968 ), al evaluar líneas androestériles a través de probadores para estimar los valores de ACG y ACE , encontraron que en las estimaciones relativas de las varianzas debidas a ACG y ACE , la ACG fue el componente dominante en los caracteres altura de planta , días a floración y producción de grano . Concluyeron también que la selección de progenitores femeninos en evaluaciones previas de ACG , es importante cuando se esta buscando un mejoramiento para mayor producción .

Paccapelo (1993), estudio 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 é 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.

## **Interacción Genotipo Ambiente.**

Los rendimientos de las plantas no dependen únicamente de la capacidad de los genotipos sino también de la interacción del genotipo con el ambiente, ya sea esta por variaciones de genotipo, años y localidades de siembra, (Aguilar y Fischer, 1975).

La diferencia en respuesta que muestran los genotipos al ser sometidos a ambientes distintos se conoce como interacción genético-ambiental (GA) (Jiménez, *et al*, 1983).

Marqués (1974), menciona que la interacción genotipo-ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes.

Allard y Bradshaw (1964), dividen las variaciones ambientales en dos tipos: predecibles y no predecibles:

Variaciones ambientales predecibles. Incluye todas las características permanentes del ambiente como el clima y el tipo de suelo; incluyendo todos aquellos aspectos que están controlados por el hombre y que pueden por consiguiente estar controlados a voluntad como la fecha de siembra, densidad y métodos de cosecha y otras prácticas agronómicas.

Variaciones ambientales no predecibles. Incluye todos los factores que fluctúan en el tiempo como la cantidad y distribución de las lluvias y temperaturas etc.

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

López (1978), define los siguientes conceptos:

Ambiente favorable.- Es aquel que proporciona al individuo (plantas) las condiciones necesarias para un desarrollo óptimo en cuanto a la manifestación de alguna característica determinada.

Ambiente desfavorable.- Es aquel que no proporciona al individuo los recursos necesarios para que exprese en forma óptima una característica determinada.

Robles (1982), define la homeostasis genética como la tendencia de una población a recuperar el equilibrio en la frecuencia de los genes afectada por selección artificial.

Bradshaw (1965), define la plasticidad como la modificación en la expresión de un carácter por la influencia ambiental.

Falconer (1978), dice que el problema principal de la interacción genotipo ambiente, se relaciona con la adaptación de los individuos a ciertas condiciones, de tal manera que dicha interacción puede significar que el mejor genotipo en un ambiente no lo sea en otro diferente.

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### Material Genético .

En el año 1993 en el programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ( UAAAN ), se seleccionaron siete líneas androestériles ( A ) y seis líneas restauradoras ( R ) cuadro 3.1 que presentaron características agronómicas sobresalientes , éstas se utilizaron como progenitores para formar 42 híbridos experimentales . Los genotipos empleados fueron los siguientes:

**Cuadro 3.1 Relación de progenitores femeninos y masculinos utilizados en el presente trabajo.**

| Líneas Androestériles (A) | Líneas Reatauradoras (R) |
|---------------------------|--------------------------|
| ATX632                    | IA52                     |
| ICSALM87510               | TORR229                  |
| ATX629                    | IA58                     |
| ATX2752                   | TORR207                  |
| ATX631                    | TORR222                  |
| ATX626                    | IA57                     |
| A2                        |                          |

## **Obtención de las cruzas**

Durante el ciclo primavera verano de 1994 en los terrenos de la UAAAN se estableció un dialélico de las 7 líneas (A) y 6 líneas (R), sembrándose 10 surcos de 5 mts.de longitud de cada uno del los progenitores hembra y machos respectivamente, antes del inicio de la floración se cubrieron las panojas de los surcos hembra para efectuar los cruzamientos en forma oportuna , y al mismo tiempo se autofecundaron 10 panojas en los surcos macho. Las cruzas se efectuaron polinizando un promedio de 15 plantas hembra con cada macho, lo anterior con la finalidad de obtener suficiente semilla para realizar las evaluaciones programadas en esta investigación.

Los 42 híbridos experimentales cuadro3.2, resultantes del cruzamiento entre Líneas (A) y Líneas (R), se evaluaron en ensayos de rendimiento bajo condiciones de riego durante el ciclo primavera-verano de 1995, en las localidades de Valle Hermoso, Tamps. y Roque , Gto., incluyéndose también en los ensayos, a los progenitores (Líneas A y R). Para efecto de evaluar las Líneas (A) se utilizaron las correspondientes isogénicas (B).

**cuadro 3.2 Relación de. híbridos obtenidos de los progenitores elegidos en la presente investigación.**

| NUMERO | CRUZAS | GENEALOGIA            | ORIGEN |
|--------|--------|-----------------------|--------|
| 1      | 1X1    | ATX632 X IA52         | UAAAN  |
| 2      | 1X2    | ATX632 X TORR229      | UAAAN  |
| 3      | 1X3    | ATX632 X IA58         | UAAAN  |
| 4      | 1X4    | ATX632 X TORR 207     | UAAAN  |
| 5      | 1X5    | ATX632 X TORR 222     | UAAAN  |
| 6      | 1X6    | ATX632 X IA57         | UAAAN  |
| 7      | 2X1    | ICSALM87510XIA52      | UAAAN  |
| 8      | 2X2    | ICSALM87510X TORR229  | UAAAN  |
| 9      | 2X3    | ICSALM87510X IA58     | UAAAN  |
| 10     | 2X4    | ICSALM87510X TORR 207 | UAAAN  |
| 11     | 2X5    | ICSALM87510X TORR 222 | UAAAN  |
| 12     | 2X6    | ICSALM87510X IA57     | UAAAN  |

|    |     |                    |       |
|----|-----|--------------------|-------|
| 13 | 3X1 | ATX629 X IA52      | UAAAN |
| 14 | 3X2 | ATX629 X TORR229   | UAAAN |
| 15 | 3X3 | ATX629 X IA58      | UAAAN |
| 16 | 3X4 | ATX629 X TORR 207  | UAAAN |
| 17 | 3X5 | ATX629 X TORR 222  | UAAAN |
| 18 | 3X6 | ATX629 X IA57      | UAAAN |
| 19 | 4X1 | ATX2752 X IA52     | UAAAN |
| 20 | 4X2 | ATX2752 X TORR229  | UAAAN |
| 21 | 4X3 | ATX2752 X IA58     | UAAAN |
| 22 | 4X4 | ATX2752 X TORR 207 | UAAAN |
| 23 | 4X5 | ATX2752 X TORR 222 | UAAAN |
| 24 | 4X6 | ATX2752 X IA57     | UAAAN |
| 25 | 5X1 | ATX631 X IA52      | UAAAN |
| 26 | 5X2 | ATX631 X TORR229   | UAAAN |
| 27 | 5X3 | ATX631 X IA58      | UAAAN |
| 28 | 5X4 | ATX631 X TORR 207  | UAAAN |
| 29 | 5X5 | ATX631 X TORR 222  | UAAAN |
| 30 | 5X6 | ATX631 X IA57      | UAAAN |
| 31 | 6X1 | ATX626 X IA52      | UAAAN |
| 32 | 6X2 | ATX626 X TORR229   | UAAAN |
| 33 | 6X3 | ATX626 X IA58      | UAAAN |
| 34 | 6X4 | ATX626 X TORR 207  | UAAAN |
| 35 | 6X5 | ATX626 X TORR 222  | UAAAN |
| 36 | 6X6 | ATX626 X IA57      | UAAAN |
| 37 | 7X1 | A2 X IA52          | UAAAN |
| 38 | 7X2 | A2 X TORR229       | UAAAN |
| 39 | 7X3 | A2 X IA58          | UAAAN |
| 40 | 7X4 | A2 X TORR 207      | UAAAN |
| 41 | 7X5 | A2 X TORR 222      | UAAAN |
| 42 | 7X6 | A2 X IA57          | UAAAN |

### **Ambientes de Prueba.**

Valle Hermoso Tamaulipas ( localidad 1 ), forma parte de una las regiones de gran importancia socioeconómica para el cultivo de sorgo en nuestro país pues a pesar de que no se obtienen grandes rendimientos por unidad de superficie las extensiones que se siembran año con año son muy grandes.

Las condiciones climáticas de la región se caracterizan por poseer un clima seco, cálido con temperatura media anual sobre 22 ° C y temperatura media del mes mas frío sobre 18 ° C ; con régimen de lluvias en verano , y con un porcentaje de las mismas en invierno menor del 5 % con respecto al total del año, siendo la precipitación total al año de 517 mm. La oscilación anual de sus temperaturas medias mensuales es muy extrema, mayor de 14 ° C ; su formula climática es Bs1 ( h ' ) hx' ( e' ) .

La región de Roque Gto. ( localidad 2 ) , se encuentra en un ámbito agrícola importante del Estado el cual se caracteriza por ocupar un lugar destacado en la producción de granos y forrajes dentro del país . Se localiza entre las coordenadas geográficas 20 ° 42 ' latitud norte y 100 ° 54 ' longitud oeste a una altitud de 1754 m.s.n.m. Esta ubicado a 18 km del municipio de Celaya Gto. Presenta un clima semiseco semicalido con clasificación Bs1 hw ( w ) ( e ) g con temperatura media anual de 19.7 °C y la del mes mas frio menor de 18 °C , la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es entre 7° y 14 °C y regimen de lluvias en verano, con lluvias durante el invierno menor al 5% de la anual, siendo su precipitación total al año de 597.3 mm.

### **Siembra**

La siembra se efectuo en forma manual a chorrillo el día 8 de febrero de 1995 en la localidad de Valle Hermoso y en la primera semana del mes de mayo en Roque, se efectuo bajo condiciones de riego, en parcelas de un surco de 5 mts de largo y 80 cm de distancia entre surcos ; con una densidad de población de 250,000 pts/ha aproximadamente ; aplicándose una dosis de fertilizante de 160 - 40 - 00 unidades de nitrógeno y fósforo ,

respectivamente, el cultivo se mantuvo libre de malezas , durante todo su desarrollo vegetativo , requiriéndose efectuar dos escardas con tractor y una aplicación de hierbamina a razón de 1.5 lts / ha, la cosecha se realizó en la segunda semana del mes de junio en la localidad de Valle hermoso y en la primera semana del mes de noviembre en la localidad de Roque, cosechando las panojas de dos metros lineales de la parte central del surco (parcela útil ).

### **Diseño Experimental .**

Los 42 híbridos experimentales, así como sus correspondientes progenitores , se establecieron bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones en cada una de las localidades.

La parcela experimental fue de 5 mts de largo con un espaciamiento entre surcos de 80 cm y el tamaño de la parcela útil de 1.6 m<sup>2</sup>

### **Toma de Datos.**

#### **Días a floración.**

Período de la fecha de siembra al inicio de la anthesis y fue considerado cuando el 50 % de las plantas en cada parcela empezaron a derramar polen.

### **Altura de planta.**

Se midió la distancia de la base del tallo a la parte superior de la panícula de 10 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental y los datos se reportaron en centímetros.

### **Exerción.**

La longitud del pedúnculo de la panícula considerada como la distancia de la parte superior de la vaina de la hoja bandera a la base de la panícula , usando para esta determinación las mismas 10 plantas seleccionadas para altura de planta y expresada en centímetros.

### **Longitud de la panoja.**

La cuantificación de esta característica fue medida a partir de la base de la panoja al ápice de la misma, promediando las lecturas de 10 plantas tomadas al azar expresando los datos en centímetros.

### **Número de granos por panícula.**

Se cuantifico el número de granos por panícula considerando el promedio de 4 panículas tomadas al azar en cada material , en todas las repeticiones .

### **Peso de 10 panojas.**

Se pesaron 10 panojas tomadas al azar en cada material y en todas las repeticiones, se promediaron y los datos fueron reportados en gramos.

### **Peso de 1000 granos .**

El peso en gramos de cada muestra de 1000 semillas tomadas al azar de la producción total de cada parcela.

### **Rendimiento.**

El peso del grano de todas las panojas cosechadas en la parcela útil de cada material, multiplicado por un factor de corrección ( $F.C = 10,000 \text{ m}^2 / 1.6\text{m}^2 \times$  peso de la parcela) y así obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea de cada uno de los materiales evaluados.

### **Analisis de Varianza**

Con los datos obtenidos, se efectuaron análisis de varianza individuales en cada una de las características estudiadas en las dos localidades, utilizándose un diseño de bloques al azar, bajo el modelo estadístico siguiente ;

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$  tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$  repeticiones

donde :

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$  - ésimo tratamiento en la  $j$  - ésima repetición

$M$  = Media general de la característica medida

$T_j$  = Efecto del  $i$  - ésimo tratamiento

B<sub>j</sub> = Efecto del j - ésimo bloque ( repeticiones )

E<sub>ij</sub> = Error experimental

Para obtener el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula.

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

Donde:

C.V. = Coeficiente de Variación.

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

X. = Media general.

Se determino el porciento de heterosis y heterobeltiosis para cada una de las características en estudio, en los dos ambientes de prueba y la formula utilizada fue la siguiente:

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

$$He = \frac{F1 - PS}{PS} \times 100,$$

donde :

F1 = Media del híbrido ( F1 ).

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

PS = Progenitor superior.

#### **IV.- RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados y discusión del presente trabajo se abordarán de la siguiente manera; primero se presentan los resultados y discusión de los análisis de varianza, posteriormente se presentan los resultados de heterosis por variable estudiada , al mismo tiempo que se abordan el comportamiento medio de los híbridos y sus progenitores.

Los resultados de los análisis de varianza individuales por localidad para las características en estudio se muestran en el cuadro 4.1 y el cuadro 4.2 donde podemos observar que para la localidad Valle Hermoso se encontraron diferencias altamente significativas para la característica días a floración, el coeficiente de variación fue de 2.64 por ciento lo que nos indica que los datos observados son confiables; para altura de planta, excursión y longitud de panoja también se encontraron diferencias altamente significativas y los coeficientes de variación muestran que los datos obtenidos en la cuantificación de estas características son confiables y fueron de 7.29, 15.89 y 8.48 por ciento respectivamente.

En lo que se refiere a granos por panoja y peso de 10 panojas no se encontró significancia al 0.05 ni al 0.01 de probabilidad lo que significa que para estas características los materiales se comportaron de una manera semejante, los coeficientes de variación fueron de 32.02 y 25.99 por ciento respectivamente.

Para peso de 100 semillas y rendimiento en esta misma localidad se encontraron diferencias altamente significativas con coeficientes de variación de 9.27 y 20.03 por ciento respectivamente, en general para esta localidad se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables evaluadas excepto granos por panoja y peso de 10 panojas que no mostraron significancia al 0.05 ni al 0.01 de probabilidad; esto nos indica que en general los materiales presentaron amplia variabilidad para las características evaluadas en esta localidad.

Los análisis de varianza para la localidad Roque, se presentan en el cuadro 4.2 donde se puede observar que la variable días a floración, fue altamente significativa, el coeficiente de variación para esta característica fue de 3.61 por ciento, el cual nos indica que los datos obtenidos para esta variable tienen cierto grado de confiabilidad. Para altura de planta, excursión y longitud de panoja también se observan diferencias altamente significativas, los coeficientes de variación para longitud de panoja y altura de planta son bajos, considerando que la medición de estas variables fue confiable ya que fueron de 6.0 y 7.76%; respectivamente, y muy alto para la variable de excursión el cual fue de 40.5 por ciento.

Las características número de granos por panoja, peso de 10 panojas y peso de 1000 semillas en esta localidad fueron altamente significativas, los coeficientes de variación fueron para granos por panoja 20.53 por ciento, y peso de 10 panojas 18.02 por ciento; y para la característica peso de 1000 semillas el coeficiente de variación fue de 7.8 por ciento.

La variable de rendimiento fue altamente significativa con un coeficiente de variación de 20.23 por ciento, en resumen podemos decir que los materiales en esta localidad presentaron amplia variabilidad para todas las características.

En general en ambas localidades los materiales presentaron amplia variabilidad al encontrar diferencias altamente significativas para la mayoría de las variables evaluadas, y los coeficientes de variación fueron bajos, indicando que los datos que se obtuvieron e en la cuantificación de las variables evaluadas tienen cierto grado de confiabilidad, además se puede observar que para la mayoría de las características los materiales tuvieron más alto grado de expresión en la localidad de Roque, Guanajuato, lo que se puede deber a que los efectos del medio ambiente en esta localidad son más favorables sobre los materiales evaluados.

**Cuadro 4.1. Análisis de varianza (cuadrados medios y coeficientes de variación) para ocho características agronómicas en sorgo para grano en la localidad de Valle Hermoso, Tamaulipas.**

| F.V     | FLORACIÓN | ALT. PLANTA | EXCERSION | LONG. PAN. | N. GRA. PAN. | P. 10 PAN. | P.1000 SEM. | RENDIMIENTO    |
|---------|-----------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|-------------|----------------|
| BLOQUES | 69.89     | 18.30       | 8.37      | 6.90       | 1916640      | 36171.21   | 11.14       | 3121799.64     |
| TRATA.  | 16.36 **  | 682.99 **   | 111.63 ** | 21.62 **   | 208614.33 NS | 8257.68 NS | 16.98 **    | 1534881.924 ** |
| ERROR   | 3.71      | 82.95       | 9.90      | 4.61       | 176782.17    | 1704.59    | 4.01        | 580405.53      |
| C.V.    | 2.64      | 7.29        | 15.89     | 8.48       | 32.02        | 25.99      | 9.27        | 20.03          |

\* -- Significancia al 0.05 de probabilidad.

\*\* -- Significancia al 0.01 de probabilidad.

NS -- No significancia.

**Cuadro 4.1. Análisis de varianza (cuadrados medios y coeficientes de variación) para ocho características agronómicas en sorgo para grano en la localidad de Roque, Guanajuato.**

| F.V     | FLORACIÓN | ALT. PLANTA | EXCERSION | LONG. PAN. | N. GRA. PAN. | P. 10 PAN.   | P.1000 SEM. | RENDIMIENTO    |
|---------|-----------|-------------|-----------|------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
| BLOQUES | 11.25     | 218.44      | 115.71    | 18.72      | 911945.82    | 103210.49    | 9.29        | 5101491.75     |
| TRATA.  | 79.83 **  | 469.17 **   | 12.66 **  | 23.35 **   | 971659.35 ** | 133625.94 ** | 41.76 **    | 15673784.41 ** |
| ERROR   | 9.34      | 99.54       | 6.12      | 2.77       | 149142.39    | 22089.34     | 6.59        | 2305801.68     |
| C.V.    | 3.61      | 7.76        | 40.5      | 6.0        | 20.53        | 18.02        | 7.8         | 20.23          |

\* -- Significancia al 0.05 de probabilidad.

\*\* -- Significancia al 0.01 de probabilidad.

NS -- No significancia.

## **Heterosis y Heterobeltiosis**

Los porcentajes de heterosis para las dos localidades se muestran en el cuadro A1 y A2 , así como los porcentajes de heterobeltiosis se pueden observar tambien en el cuadro A3 y A4.

### **Floración**

En los cuadros A1 y A2, se muestran los resultados que se obtuvieron para la variable floración y señalan que de los 42 híbridos evaluados 39 obtuvieron valores de heterosis negativos en la localidad de Valle Hermoso, y solo 21 en la localidad de Roque, estos resultados concuerdan con (Avalos, 1983 y Quimby, 1963), ellos encontraron en su estudio que la mayoría de los híbridos fue inferior a la media de sus progenitores; el rango para Valle Hermoso fue de 2.78 a -8.28 porciento, que corresponden a las combinaciones A2xTORR222 y ATX631xTORR222 respectivamente, en Roque el rango estuvo entre 11.90 y -8.47 porciento, y corresponde a los híbridos ATX632xIA58 y ATX632xTORR207 respectivamente

En el cuadro A3 y A4 se muestran los valores de heterobeltiosis donde 37 de los materiales, que corresponde a 88.09 porciento de los híbridos evaluados obtuvieron valores negativos en la localidad uno, y solo 35 en la localidad dos, lo que indica que estas combinaciones híbridas fueron inferiores en días a floración al mejor progenitor que intervino en dichas

En el cuadro 4.3, podemos observar que el progenitor femenino ATX631 destaca por participar en sus seis combinaciones híbridas dentro de los diez valores más bajos para esta característica en la localidad uno, también podemos observar que los valores de heterobeltiosis que le corresponden a cada una de estas combinaciones son negativos, es decir los híbridos fueron inferiores en días a floración con respecto al progenitor superior; en cambio en la localidad de Roque, el progenitor que mas destaca es el macho IA52 , al participar en cuatro de sus siete posibles combinaciones dentro de los valores más bajos, también se aprecian los valores de heterobeltiosis negativos, en esta localidad también se observa a la hembra ATX631 por participar en tres combinaciones dentro de los valores más bajos.

**Cuadro 4.3 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable floración en ambas localidades, considerando los valores más bajos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque , Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                    | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX631xTORR222                       | - 8.28      | -14.29            | ATX632xTORR207                | -8.47       | -10.99            |
| ATX631xIA57                          | -7.01       | -13.10            | 87510xIA52                    | -7.50       | -8.64             |
| ATX631xIA58                          | -7.01       | -13.10            | ATX631xIA52                   | -7.32       | -8.43             |
| ATX631xTORR207                       | -6.92       | -11.90            | ATX629xIA52                   | -6.33       | -8.64             |
| ATX626xTORR207                       | -6.58       | -7.79             | ATX626xIA52                   | -6.25       | -7.41             |
| ATX2752xIA58                         | -6.58       | -10.13            | ICSALM87510xTORR207           | -5.45       | -8.14             |
| ICSALM87510xTORR207                  | -5.96       | -6.58             | ATX631xTORR229                | -5.20       | -8.89             |
| ATX631xTORR229                       | -5.73       | -11.90            | ATX626xTORR222                | -4.76       | -10.11            |
| ATX631xIA52                          | -5.59       | -9.52             | ATX631xTORR222                | -4.65       | -7.87             |
| ATX626xIA58                          | -5.33       | -7.79             | ATX2752xTORR229               | -4.35       | -2.22             |

En el cuadro A5, se puede observar los valores medios de los progenitores para esta variable en la localidad uno, y podemos observar que las hembras registraron un promedio de 76.57 días a floración con un rango de 71 a 84 días, observándose como el más tardío al progenitor ATX631 con 84 días a floración. Para la localidad dos cuadro A6, los progenitores femeninos mostraron ser un poco más tardíos con promedio de 85.1 días,

destacando la hembra ATX2752 como la más tardía con 94 días a floración, así mismo el progenitor ATX629 fue el más precoz con 77 días a floración..

En lo que se refiere a los progenitores masculinos mostraron un rango de 73 a 77 días, (localidad uno) destacando como el más tardío IA52 con 77 días, mientras que TORRR229, IA58, IA57 y TORR22 fueron los más precoces con 73 días. Para la localidad dos los progenitores masculinos obtuvieron un promedio de 85 días, y se observa que fueron en general más tardíos con respecto a la localidad uno, el rango en esta localidad fue de 77 a 90 días. cuadros A5 Y A6.

Los híbridos fueron más precoces en la localidad uno con respecto a la localidad dos al presentar una media de 72.45 días a floración, comportándose como el más tardío el material ATX631xIA52 con 76 días a floración. En la localidad dos la media fue de 84.57 días a floración y los híbridos que se comportaron como los más precoces fueron ICSALM87510xIA52 y ATX629xIA52 con 74 días, mientras que el más tardío para esta localidad fue ATX632xIA58 con 94 días a floración cuadros A7 y A8.

### **Altura de planta**

En el cuadro A1 y a2 podemos observar los resultados para este carácter los cuales indican que el 95.23 por ciento de los híbridos (40 de los 42 evaluados) superaron al promedio de sus progenitores para la localidad de Valle Hermoso, y 38 híbridos en la localidad de Roque presentaron la misma tendencia, el rango para esta característica en la localidad de Valle Hermoso fue de 36 a -46.63 por ciento y estos datos corresponden a las combinaciones híbridas ATX629xIA58 y ATX632xIA52 respectivamente, para la localidad

dos fue de 26.03 a -6.11 por ciento y los híbridos fueron ATX626xIA52 y ATX2752xTORR207 respectivamente cuadros A1 y A2, estos estudios coinciden con los reportados con (Beltran, 1981) en su estudio de heterosis y heterobeltiosis encontró que el 100 por ciento de los híbridos evaluados superaron la media de sus progenitores.

Los porcentos de heterobeltiosis para esta característica son mostrados en el cuadro A3 y A4, donde se aprecia para la localidad uno que el 76.19 por ciento de los híbridos superaron al mejor progenitor (32 de los 42 evaluados), y en la localidad dos solo 22 de los materiales evaluados supero al mejor padre.

En el cuadro 4.4 podemos observar los valores más altos de heterosis para ambas localidades donde se puede observar que el progenitor masculino IA58 en la localidad uno participa en cuatro combinaciones dentro de sus siete posibles cruzas y que están dentro de los valores más altos de heterosis, en el cuadro también se aprecia a la hembra ATX626 en cuatro combinaciones dentro de los valores de heterosis más altos.

En la localidad dos destaca la hembra ATX632 por participar en cinco combinaciones híbridas dentro de sus seis posibles; nuevamente aparece en esta localidad el macho IA58 en tres combinaciones; los valores de heterobeltiosis que se muestran en el mismo cuadro indican que excepto la cruza ICSALM87510xTORR222 todas los híbridos citados superaron al mejor padre.

Dentro de los progenitores hembras (cuadros A5 y A6); con mayor altura de planta en la localidad de Valle Hermoso fue ATX631 con 123 cm, seguido de

ICSALM87510 con 120 cm . El progenitor femenino con menor altura fue ATX2752 alcanzando 93 cm, el promedio para esta variable en esta localidad fue de 109 cm; para la localidad dos las hembras fueron ligeramente más altos con respecto a la localidad uno, con promedio de 126 cm.

**Cuadro 4.4 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable altura de planta en ambas localidades, considerando los valores más bajos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX629xIA58                          | 36.00       | 33.04             | ATX626xIA52                  | 26.03       | 11.72             |
| ATX626xIA58                          | 35.14       | 33.93             | ATX632xIA58                  | 20.00       | 7.89              |
| ATX626xIA52                          | 28.71       | 16.07             | ATX632xIA52                  | 17.02       | 5.26              |
| ATX2752xIA58                         | 23.15       | 13.64             | ATX631xTORR229               | 16.59       | 9.92              |
| ATX626xTORR222                       | 22.22       | 17.21             | A2xIA58                      | 15.24       | 14.15             |
| ICSALM87510xIA58                     | 21.74       | 16.67             | ATX632xTORR229               | 13.04       | 12.07             |
| ATX626xTORR207                       | 21.37       | 16.39             | ATX632xTORR222               | 11.39       | 7.32              |
| ICSALM87510xTORR222                  | 20.63       | 15.15             | ICSALM87510xIA58             | 11.38       | -2.14             |
| ATX2752xTORR229                      | 20.00       | 2.27              | ATX632xTORR207               | 10.12       | 2.26              |
| ATX629xIA57                          | 19.15       | 16.67             | ATX631xIA57                  | 10.08       | 8.40              |

Los progenitores masculinos obtuvieron una media de 116 cm de altura en ambas localidades, y los rangos que se obtuvieron fueron de 90 a 132 cm para la localidad uno y de 91 a 133 cm para la localidad dos cuadros A5 y A6.

Los materiales híbridos se comportaron de manera semejante para altura de planta en ambas localidades, al observarse medias de 128.55 y 130.81 cm respectivamente, observando como los más altos ATX629 xIA58 en la localidad uno y ATX626xTORR22 en la localidad dos ambos con una altura de 153 cm, cuadro A7 y A8.

### **Excerción de panoja**

Los datos estimados para esta variable demuestran que solo 2 de los híbridos fueron inferiores en longitud de panoja al promedio de sus progenitores para la localidad de Valle Hermoso y 9 en la localidad de Roque cuadro A1 y A2, indicando que los materiales evaluados en su mayoría obtuvieron valores positivos de heterosis en ambas localidades, los rangos para esta característica fueron de 144.44 a -10 por ciento para la localidad de Valle Hermoso y de 140 a -50 por ciento para la localidad de Roque.

Los valores de heterobeltiosis mostrados en el cuadro A3 y A4, indican que solo 23 de los híbridos (54.76 por ciento de los materiales), superaron al mejor progenitor que participo en cada un de las hibridaciones en la localidad uno y 25 en la localidad dos.

En el cuadro 4.4 podemos observar que la hembra ATX626 sobresale en cinco combinaciones dentro de los valores mas altos en Valle Hermoso, además todos los valores de heterobeltiosis que le corresponden a dichas combinaciones son positivos. Para la localidad de Roque la hembra ATX2752 destaca por aparecer en cinco ocasiones y los valores de heterobeltiosis indican que la progenie supero al mejor padre. Podemos destacar al material híbrido ATX626xIA52, pues en la localidad uno obtiene el valor mas alto de heterosis y en la localidad dos obtiene el segundo lugar mas alto de heterosis.

En la localidad de Valle Hermoso los progenitores femeninos diferenciaron mucho en e excersion con respecto a la localidad de Roque cuadroA5, al obtener 10.28 cm como promedio, mientras que para esta ultima fue de 5.57 cm, destacando A2, ATX632 y ATX2752 con los valores mas altos para la localidad uno mismos que fueron de 20, 18 y 14

cm respectivamente. En la localidad dos el progenitor femenino con mayor ejerción fue ATX632 con 11 cm.

**Cuadro 4.5 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable excercion en ambas localidades, considerando los valores más bajos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |                      |            | Localidad, Roque , Guanajuato |       |  |
|--------------------------------------|----------------------|------------|-------------------------------|-------|--|
| Heterosis<br>%                       | Heterobeltiosis<br>% | Genealogía | Heterosis<br>%                | 71.43 |  |

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | i |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | - |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |                      |  |
|--|--|--|--|---|----------------------|--|
|  |  |  |  | t | bjbj <sup>2323</sup> |  |
|--|--|--|--|---|----------------------|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | it |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |          |  |
|--|--|--|--|----------|--|
|  |  |  |  | ĐỪ ĐỪ ỉo |  |
|--|--|--|--|----------|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | " |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | yy |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | yy |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | yy |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | ® | ® |  |
|--|--|--|--|---|---|--|

|  |  |  |  |        |   |  |
|--|--|--|--|--------|---|--|
|  |  |  |  | ®<br>® | " |  |
|--|--|--|--|--------|---|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | " |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | " | ¤ |  |
|--|--|--|--|---|---|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |               |                                |  |
|--|--|--|--|---------------|--------------------------------|--|
|  |  |  |  | $\mathcal{E}$ | $\mathcal{E}$<br>$\mathcal{E}$ |  |
|--|--|--|--|---------------|--------------------------------|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | Æ |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |     |            |  |
|--|--|--|--|-----|------------|--|
|  |  |  |  | Á I | Ö d ÿ<br>í |  |
|--|--|--|--|-----|------------|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |   |                      |  |
|--|--|--|--|---|----------------------|--|
|  |  |  |  | t | bjbj <sup>2323</sup> |  |
|--|--|--|--|---|----------------------|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | it |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |          |  |
|--|--|--|--|----------|--|
|  |  |  |  | ĐỪ ĐỪ ỉo |  |
|--|--|--|--|----------|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | - |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | " |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |    |  |
|--|--|--|--|----|--|
|  |  |  |  | yy |  |
|--|--|--|--|----|--|

|  |  |  |  |          |  |
|--|--|--|--|----------|--|
|  |  |  |  | ÿÿ<br>ÿÿ |  |
|--|--|--|--|----------|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | ® | ® |  |
|--|--|--|--|---|---|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | ® |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | ® | " |  |
|--|--|--|--|---|---|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | " |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | " | □ |  |
|--|--|--|--|---|---|--|

|  |  |  |  |               |               |  |
|--|--|--|--|---------------|---------------|--|
|  |  |  |  | $\mathcal{E}$ | $\mathcal{E}$ |  |
|--|--|--|--|---------------|---------------|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | Æ |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | Æ |  |
|--|--|--|--|---|--|

|  |  |  |  |        |  |
|--|--|--|--|--------|--|
|  |  |  |  | Ö d 43 |  |
|--|--|--|--|--------|--|

|             |       |       |                 |       |       |
|-------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| ATX626xIA57 | 73.33 | 18.18 | ATX2752xTORR222 | 66.67 | 66.67 |
|-------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|

En los cuadros A5 y A6, se puede observar que los progenitores masculinos en Valle Hermoso destacaron por obtener mayores valores de excersión con respecto a la localidad de Roque, con promedios de 18.7 y 4.3 cm respectivamente, se observa que TORR222 obtuvo el valor mas alto en Valle Hermoso al obtener 24 cm y para la localidad de Roque fue TORR229 con 6 cm .

Las progenies híbridas alcanzaron mayor excersión en la localidad uno, con 21.31 cm como media, mientras que en la localidad dos solo alcanzaron valor medio de 6.26 cm. Los híbridos con mayor excersión para la localidad de Valle Hermoso fueron ATX626xIA58 y ATX626xTORR222 ambos con 29 cm, en la localidad dos el valor más alto de excersión fue de 14 cm y corresponde a la combinación híbrida ATX632xTORR207 cuadro A7y A8.

### **Longitud de panoja**

Las estimaciones de heterosis para la localidad de Valle Hermoso demuestran que solo un 57.14 por ciento de los materiales evaluados (24 híbridos) superaron la media de sus progenitores, y en la localidad dos el 69.04 por ciento (29 híbridos) también mostró ser superior en cuanto a tamaño de panoja al promedio de sus progenitores, el rango para la localidad uno fue de 20 a -12.28 por ciento y para la localidad dos fue de 21.74 a -7.41 por ciento cuadro A1 y A2, estos resultados son parecidos a los encontrados por (Quinby,

1963 ; Avalos 1983 y Mendez 1987); quienes revelaron que las progenies provenientes de cruzas en sorgo superan en tamaño de panoja a sus progenitores.

Es importante destacar que 7 de los materiales evaluados en la localidad de Roque fueron en tamaño de panoja igual al promedio de sus progenitores destacando algunas cruzas como ATX2752xIA52, ATX2752xIA58, ATX626xIA58 etc. Para la localidad uno solo 4 de los híbridos no indicaron ser superiores ni inferiores al promedio de sus progenitores y algunos fueron ICSALM87510xIA52, ATX629xTORR229 etc.

Los valores de heterobeltiosis es presentada en los cuadros A3 y A4, donde se observa que para esta variable solo 11 de los híbridos estudiados superaron al mejor progenitor en la localidad uno y para la localidad dos fueron 8 los que mostraron esta misma tendencia,. podemos resaltar aquí que el 16.67 porciento de las progenies híbridas que se estudiaron obtuvieron valores de tamaño de panoja igual al mejor padre que participo en dichas cruzas para la localidad uno y para la localidad dos el 16.68 porciento de los híbridos mostró esta misma tendencia.

Para esta característica en ambas localidades fueron mas los materiales híbridos que resultaron con tamaños inferiores con respecto al mejor padre ya que los porcentajes fueron 57.14 porciento (24 de los materiales evaluados) para la localidad uno y 64.28 porciento para la localidad dos (27 de los híbridos estudiados).

En el cuadro.4.6 donde se agrupan los valores mas altos de heterosis podemos observar para la localidad uno que el porcentaje mas alto fue alcanzado por la combinación ATX2752xTORR207 con valor de 20 porciento, sin embargo su valor de heterobeltiosis

indica que uno de los progenitores que participo en dicha cruce es superior a la progenie ya que es de -6.9 porciento; así mismo la combinación ATX629xTORR207 ocupa el segundo valor con 11.84 porciento y su valor de heterobeltiosis es 0.00 porciento lo que nos indica que el híbrido mostró su tamaño de panoja igual al mejor progenitor. Los progenitores mas sobresalientes en esta localidad son la hembra ATX632 y el macho IA52 por ser los que aparecen con mas frecuencia dentro de los valores mas altos para heterosis.

En la localidad dos destaca la combinación ATX629xIA52 por obtener el valor más alto de heterosis 21.74 porciento y además un valor de 12 porciento de heterobeltiosis, se observa también a la hembra ATX631 y al macho IA52 con más frecuencia ocupando lugares dentro de los valores mas altos en porciento de heterosis para esta característica.

Para esta característica los progenitores femeninos se comportaron de una manera similar en ambas localidades, al obtener promedios de 24.1 cm localidad uno y 25.6 localidad dos, mientras que los machos mostraron tamaños de panoja mas altos en la localidad dos con respecto a la localidad uno, con rangos que van desde 22 a 29 cm para la localidad uno y de 21 a 33 cm en la localidad dos cuadros A5 y A6.

**Cuadro 4.6 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable longitud de la panoja en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX2752xTORR207                      | 20.00       | -6.90             | ATX629xIA52                  | 21.74       | 12.00             |
| ATX629xTORR207                       | 11.84       | 0.00              | ATX631xIA52                  | 16.67       | 3.70              |
| ATX629xIA52                          | 11.11       | 8.70              | ICSALM87510xIA52             | 13.73       | -3.33             |
| ATX631xIA52                          | 10.20       | 0.00              | ATX632xTORR229               | 11.54       | 3.57              |
| ICSALM87510xTORR229                  | 9.43        | -4.00             | A2xIA57                      | 9.43        | 3.57              |
| ATX632xTORR222                       | 9.43        | 7.41              | ATX631xIA57                  | 9.02        | 7.14              |
| ATX632xIA57                          | 9.43        | 7.41              | ATX626xIA52                  | 8.33        | -3.70             |
| ATX632xIA52                          | 8.33        | 0.00              | ICSALM87510xTORR222          | 8.20        | 6.45              |

|             |      |      |                |      |       |
|-------------|------|------|----------------|------|-------|
| A2TORR229   | 8.00 | 8.00 | ATX631xTORR222 | 6.90 | 0.00  |
| ATX631xIA52 | 7.69 | 3.70 | ATX629xTORR207 | 6.90 | -6.00 |

El tamaño de panoja que mostraron los híbridos fue ligeramente más grande para la localidad dos al presentar una media de 27.93 cm, contra 25.45 cm como media para la localidad uno. cuadros A7 y A8.

### **Número de granos por panoja**

Los datos de heterosis estimados para este carácter indican que los híbridos en su mayoría en ambas localidades superaron el promedio de sus padres pues solo 8 de los híbridos fueron inferiores al promedio de sus padres y 7 para la localidad dos siguieron la misma tendencia, también podemos apreciar que los materiales estudiados alcanzaron valores mas altos de heterosis en la localidad de Roque en comparación con Valle Hermoso, pues el rango para la localidad uno fue de 72.66 a -21.24 porciento y para la localidad dos fue de 172.71 a -23.50 porciento cuadro A1 y A2.

En lo que corresponde a la heterobeltiosis se muestra en el cuadro A3 y A4 donde se puede apreciar que fueron mas las combinaciones híbridas que superaron al mejor padre en la localidad uno con respecto a la localidad dos, ya que solo el 35 porciento de los híbridos evaluados supero al mejor padre en la localidad de Roque, mientras en Valle Hermoso fue el 66 porciento.

En el cuadro 4.7 donde se presentan los valores más altos de heterosis para esta característica y para la localidad uno resalta la combinación híbrida ICSALM87510xIA58

por obtener valor más alto de heterosis 72.66 por ciento y un valor de heterobeltiosis de 63.44 por ciento, el progenitor masculino IA58 es el que aparece con mas frecuencia dentro de los valores mas altos de heterosis para esta localidad, también se aprecia que todos los valores de heterobeltiosis correspondientes a estos valores heteroticos son positivos es decir todos los híbridos citados superaron al mejor progenitor. En la localidad dos se aprecia claramente que los valores de heterosis son mas altos que en la localidad uno, sin embargo dentro de estos valores citados como los más altos encontramos casos de heterobeltiosis con valores negativos como es el caso de la hibridación ATX626xIA57 con valor de heterosis de 67.1 por ciento y un valor de heterobeltiosis de -16.45 por ciento. El progenitor que se observa con mas frecuencia es la hembra ATX2752 al ocupar cinco lugares sucesivos dentro de los citados como los mas altos para esta variable.

La media de las hembras en esta variable indica que en la localidad de Roque el número de granos por panoja fue mayor que en la localidad de Valle Hermoso, pues fueron de 1005.9 granos por panoja para la localidad uno y de 1196.4 granos por panoja para la localidad dos. Los machos mostraron esta tendencia un poco mas marcada al obtener una media de 2000.3 granos por panoja en la localidad dos y 1128.7 para la localidad uno, cuadros A5 y A6.

**Cuadro 4.7 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable número de granos por panoja en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ICSALM87510xIA58                     | 72.66       | 63.44             | ATX2752xTORR207              | 172.71      | 75.25             |
| ATX2752xTORR207                      | 57.09       | 10.42             | ATX2752xIA58                 | 101.73      | 25.69             |
| A2xTORR222                           | 56.16       | 39.79             | ATX2752xTORR222              | 83.63       | 14.50             |
| ATX626xIA52                          | 53.51       | 46.60             | ATX2752xIA52                 | 83.46       | 49.08             |

|                 |       |       |                 |       |        |
|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|--------|
| ATX631xIA58     | 52.26 | 42.17 | ATX2752xTORR229 | 77.84 | 11.73  |
| ATX2752xTORR229 | 50.13 | 16.14 | ATX626xIA57     | 67.10 | -16.45 |
| A2xIA57         | 47.18 | 38.13 | ATX629xTORR222  | 60.63 | 12.45  |
| ATX629xIA58     | 43.28 | 34.66 | ATX632xTORR229  | 59.53 | -14.94 |
| ATX626xIA58     | 42.89 | 39.62 | ATX629xTORR229  | 58.76 | 12.37  |
| ATX632xIA57     | 39.29 | 17.24 | ATX629xIA52     | 58.71 | 57.64  |

Algunos híbridos con más granos por panoja en la localidad uno son ATX629xTORR207, ICSALM87510xIA58, ATX2752xTORR207, con 1906, 1824, y 1791 granos por panoja respectivamente, la media para esta característica que presentaron los híbridos en esta localidad fue de 1302.69 granos por panoja cuadro A7.

Se puede ver en el cuadro A8, que los híbridos presentaron mucho más granos por panoja en la localidad dos al presentar una media de 1983.14 granos por panoja, algunos de los que obtuvieron más granos por panícula en esta localidad son ATX2752xTORR207, ATX2752xIA58, A2xIA57 con 3342, 2804 y 2671 respectivamente.

### **Peso de 10 panojas**

Los porcentajes de heterosis cuadro A2, que se obtuvieron para esta característica muestran que los híbridos en general superaron al promedio de sus progenitores en la localidad de Roque pues solo 5 de los materiales híbridos fueron inferior a la media de sus padres, algunos híbridos que tenemos dentro de estos son los siguientes: ATX631xIA52 con -18.50 por ciento y A2xIA58 con -6.23 por ciento, el rango de heterosis en esta localidad fue de 96.81 a -18.50 por ciento.

Las estimaciones de heterosis para la localidad de Valle Hermoso se muestran en el cuadro A1 donde se observa que 32 híbridos (76.19 por ciento de los evaluados) superaron

al promedio de sus progenitores y un 23 por ciento fue inferior en peso de 10 panojas a la media de sus padres, el rango para esta característica en esta localidad fue de 77.14 a – 16.93 por ciento.

Los datos de heterobeltiosis estimados por localidad son mostrados en el cuadro A3 y A4, donde se aprecia para la localidad uno que 23 de los híbridos estudiado (54.76 por ciento ) superaron al mejor padre, destacando algunas combinaciones híbridas como ATX2752xTORR207 con 46.69 por ciento, así mismo ATX626xTORR222 con valor de 30.82 por ciento y ATX626xIA52 con 39.23 por ciento.

El 45 por ciento de las progenies en esta misma localidad obtuvieron valores negativos de heterobeltiosis, destacando algunos materiales híbridos como ICSALM87510xIA57 con valor de –32.39 por ciento, ATX629xIA52 con -29.89 por ciento y ATX2752xTORR229 con -23.23 por ciento.

En la localidad de Roque fueron más los híbridos que respondieron en forma positiva para heterobeltiosis con respecto a la localidad uno, ya que solo 14 (33.33 por ciento) de los evaluados obtuvo valores negativos.

Los híbridos que obtuvieron los valores más altos de heterosis en ambas localidades se observan en el cuadro 4.8 donde podemos que ATX2752xTORR207 obtuvo el valor más alto en la localidad uno y para la localidad dos fue AT626xTOOR229, en ambas localidades podemos ver que en ningún caso de los citados como los valores mas altos de

heterosis obtuvo valores negativos de heterobeltiosis, es decir todos los híbridos citados superaron a su mejor progenitor.

El progenitor femenino ATX626 y el macho TORR222 son los que aparecen con mas frecuencia en la localidad uno. En la localidad dos los progenitores que se observan con mas frecuencia son las hembras ATX629 y ATX626 y el macho TORR229.

**Cuadro 4.8 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable peso de 10 panojas en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.**

| Localidad, Valle Hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX2752xTORR207                      | 77.14       | 46.69             | ATX629xTORR229               | 96.81       | 58.31             |
| A2xTORR22                            | 55.23       | 33.96             | ATX626xTORR229               | 94.85       | 37.16             |
| ATX626xIA52                          | 39.23       | 39.23             | ATX2752xTORR207              | 92.31       | 36.20             |
| ATX626xTORR222                       | 38.41       | 30.82             | ATX631xTORR229               | 79.76       | 58.31             |
| ATX626xIA57                          | 34.99       | 34.22             | ATX2752xTORR229              | 78.00       | 33.23             |
| A2xIA57                              | 32.19       | 31.94             | ATX629xIA52                  | 77.42       | 90.86             |
| ATX632xIA57                          | 31.64       | 26.13             | ATX629xTORR222               | 75.48       | 26.59             |
| ATX2752xTORR222                      | 29.20       | 10.62             | ATX2752xIA52                 | 70.54       | 65.43             |
| ATX626xTORR229                       | 28.40       | 16.20             | ATX626xIA52                  | 68.71       | 49.43             |
| ATX626xIA58                          | 27.86       | 16.99             | ATX626xIA57                  | 67.86       | 9.11              |

En el cuadro A5 y A6 podemos ver que el peso de 10 panojas tuvo un comportamiento similar al número de granos por panoja pues en general tanto las hembras como los machos mostraron obtener un mayor peso en la localidad dos que en la localidad uno, sin embargo los progenitores femeninos que destacan por obtener los mayores pesos en esta ultima son ATX631 y ATX629 ambos con peso de 378 gr en 10 panojas, mientras que los machos con mayores pesos son TORR229 y TORR207 al obtener pesos de 321 y 317 gr respectivamente.

El peso de 10 panojas de los híbridos fue mayor en la localidad dos con un promedio de 875.79 gr contra 334.26 en Valle Hermoso, el mayor peso en 10 panojas fue

alcanzado por ATX629xTORR222 con 1152 gr. en Roque, mientras que en la localidad uno ATX2752xTORR207 fue el que alcanzo el mayor peso en 10 panojas con 465 gr. cuadro A7 y A8.

### **Peso de 1000 semillas**

El peso de 1000 semillas es uno de los componentes de rendimiento más importante pues esta correlacionado positivamente con este (Gomar 1985), los resultados de heterosis para la localidad uno indican que solo 14 de los materiales estudiados superaron el promedio de sus padres, en su gran mayoría anduvieron en peso de 1000 semillas por abajo del promedio de sus padres (24 de los materiales estudiados) algunos de los cuales son las cruzas ATX629XIA57 y ATX2752XIA52 ambos con valor de -19.15 porciento. Es importante señalar que el 9.5 porciento de los materiales su peso de 1000 semillas fue igual al del promedio de sus padres, cuadro A1.

En la localidad de Roque cuadro A2, los hibridos respondieron mas en forma positiva en cuanto a los estudios de heterosis, pues mientras que en Valle Hermoso solo el 33.33 porciento demostraron ser superiores al promedio de sus padres en Roque fueron 71.42 porciento (30 híbridos ) y solo un 21.42 porciento obtuvo valores negativos(9 combinaciones hibridas). El rango para la localidad uno fue de 25 a -19.15 porciento y para la localidad dos fue de 39.62 a -25.71porciento.

En la localidad de Valle Hermoso los estudios de heterobeltiosis cuadroA3, demuestran que la mayoría de los híbridos fueron inferiores en peso de 1000 semillas al mejor progenitor que participo en dichas cruzas pues solo un 9.52 porciento obtuvo valores

positivos (4 híbridos); para la localidad de Roque cuadro A4 los materiales respondieron mas en forma positiva pues 26 de los híbridos demostraron superar a su mejor progenitor y solo 14 obtuvieron valores negativos de heterobeltiosis, el 4.76 porciento tuvieron un peso de 1000 semillas igual al mejor progenitor (2 híbridos).

En el cuadro 4.9 se aprecia para la localidad uno los diez valores de heterosis mas altos que se obtuvieron para esta variable y podemos observar que van desde 6.67 porciento hasta 25.00 porciento, sin embargo los valores de heterobeltiosis que corresponden a estas combinaciones nos indican que existen progenitores dentro de estas combinaciones que superan en peso de 1000 semillas a la progenie.

La selección de los diez valores mas altos de heterosis para la localidad dos son mostrados en el cuadro 4.9. y van desde 24.14 porciento hasta 39.62 porciento, se observa que todos estos materiales híbridos superaron al mejor progenitor.

Los progenitores que aparecen con mas frecuencia para esta característica formando parte de los diez valores más altos para heterosis en la localidad uno son la hembra ATX632 y el progenitor masculino TORR222; para la localidad dos destaca también las hembras ATX632, ATX626 y el macho TORR229. En ambas localidades aparece ATX632XIA57, en la localidad uno ocupa el primer lugar y en la localidad dos el segundo lugar para heterosis.

En el cuadro A5 y A6 se muestra el comportamiento promedio de los materiales donde se observa que los progenitores tanto femeninos como masculinos obtuvieron mayores pesos

en 100 semillas en la localidad dos con respecto a la localidad uno, con una media para las hembras de 32.9 gr y para los machos de 28.5 gr. En la localidad uno la hembra que alcanzo el peso mas alto fue ATX2752 con 30 gramos, así mismo el macho TORR207 alcanzo como valor mas alto 26 gr en 1000 semillas.

las medias de las progenies híbridas demuestran que en la localidad de Roque se obtuvieron mayores pesos sobre 1000 semillas, al presentar una media de 33.40 gr,

**Cuadro 4.9 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable peso de 1000 semillas en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.**

| Localidad, Valle hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX632xIA57                          | 25.00       | 13.64             | ATX632xTORR229               | 39.62       | 37.04             |
| ATX632xIA58                          | 25.00       | 13.64             | ATX632xIA57                  | 35.85       | 33.33             |
| A2XTORR222                           | 17.32       | 0.00              | ICSALM87510xTORR2299         | 34.48       | 21.88             |
| ATX631xTORR222                       | 13.64       | 0.00              | ATX626xIA57                  | 33.33       | 28.57             |
| ATX632xTORR229                       | 12.50       | 0.00              | ATX626xTORR229               | 29.63       | 25.00             |
| ATX632xTORR207                       | 10.53       | -19.23            | ATX631xTORR229               | 27.87       | 11.43             |
| ICSAML87510xTORR222                  | 9.09        | -4.00             | ATX632xIA52                  | 27.25       | 25.00             |
| ATX632xIA52                          | 8.57        | 5.60              | ATX632xTORR222               | 26.32       | 20.00             |
| ATX632XTOxR222                       | 8.11        | 5.26              | ATX626xTORR222               | 24.14       | 20.00             |
| ICSAM87510XTORR207                   | 6.67        | 24.00             | ICSALM87510xIA57             | 24.14       | 12.50             |

mientras que en la localidad uno fue de 21.76 gr. ATX631xTORR229 junto con ICSALM87510xTORR229 fueron los que alcanzaron el peso mayor sobre 1000 semillas en la localidad dos con 39 gr, y en la localidad uno ATX2752XIA58 fue el que presento mayor peso con 26 gr. cuadros A7 y A8.

### **Rendimiento por hectárea**

En la mayoría de los cultivos generalmente se busca incrementar el rendimiento por hectárea y este ha sido estudiado por muchos investigadores en muchos cultivos, en este estudio los resultados de heterosis que se obtuvieron son muy satisfactorios sobre todo en

la localidad de Roque donde algunos porcentajes de heterosis fueron de mas de 100 por ciento.

En la localidad de Valle Hermoso 36 de los materiales superaron el promedio de sus padres, y solo 6 obtuvieron valores negativos, el rango para esta localidad fue de 74.33 a -33.56 por ciento cuadro A1.

En la localidad de Roque se observan valores mucho mas altos de heterosis con respecto a la localidad de Valle Hermoso, 39 de los 42 híbridos evaluados superaron a la media de sus progenitores y solo 3 obtuvieron valores negativos, el rango para esta localidad esta entre 248.62 y -26.76 por ciento, cuadro A2.

En ambas localidades la mayoría de los materiales estudiados supero al mejor progenitor que intervino en cada un de las cruzas pues solo 10 híbridos obtuvieron valores negativos de heterobeltiosis en Valle Hermoso y para Roque fueron 16 los que rindieron menos que el mejor progenitor, cuadros A3 y A4.

En el cuadro 4.10 se presentan los diez valores mas altos de heterosis para ambas localidades y destaca la combinación ATX2752xIA58 en la localidad uno con el valor mas alto de heterosis 74.33 por ciento, así mismo para la localidad dos tenemos la cruza ATX2752xIA52 con un valor de 248.62 por ciento de heterosis; para ambas localidades los porcentajes de heterobeltiosis calculados son positivos es decir en ninguno de los casos citados como los valores más alto de heterosis existen progenitores que superen en rendimiento al híbrido.

Es importante destacar la combinación híbrida ATX2752xIA58 pues en la localidad uno obtiene el primer lugar en rendimiento con 74.33 por ciento de heterosis y en la localidad dos aparece en segundo lugar pero con 166.06 por ciento de heterosis,.

**Cuadro 4.10 Porcentajes de heterosis y heterobeltiosis para la variable rendimiento por hectárea en ambas localidades, considerando los valores más altos para heterosis.**

| Localidad, Valle hermoso, Tamaulipas |             |                   | Localidad, Roque, Guanajuato |             |                   |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Genealogía                           | Heterosis % | Heterobeltiosis % | Genealogía                   | Heterosis % | Heterobeltiosis % |
| ATX2752xIA58                         | 74.33       | 73.75             | ATX2752xIA52                 | 248.62      | 220.68            |
| ATX632xTORR222                       | 59.45       | 43.65             | ATX2752xIA58                 | 166.06      | 79.23             |
| ATX629xIA58                          | 42.50       | 35.03             | ATX2752xTORR229              | 127.37      | 42.95             |
| ATX2752xTORR222                      | 41.03       | 36.22             | ATX629xIA58                  | 121.86      | 64.75             |
| ATX632xIA57                          | 37.86       | 23.03             | ATX2752xIA57                 | 114.74      | 5.37              |
| ICSALM87510xIA58                     | 36.59       | 32.91             | ATX626xIA57                  | 112.15      | 25.57             |
| ATX631xIA57                          | 36.53       | 24.44             | ATX626xIA58                  | 109.00      | 29.67             |
| ICSALM87510xTORR207                  | 35.90       | 32.43             | ATX631xIA58                  | 106.10      | 76.96             |
| ATX626xIA58                          | 35.65       | 19.69             | ATX2752xTORR222              | 96.42       | 20.91             |
| ICSALM87510xTORR222                  | 35.52       | 34.06             | ICSALM87510xIA58             | 85.90       | 49.56             |

Los progenitores femeninos en la localidad uno obtuvieron una media de 3.3 ton/ha, y en la localidad dos la media fue de 4.2 ton/ha, el rango para la localidad uno fue de 3.01 a 4.01 ton/ha, y para la localidad dos fue de 1.38 a 8.18 ton/ha. Los progenitores masculinos también obtuvieron un mayor rendimiento en la localidad dos con respecto a la localidad uno, al obtener promedios de 6.9 y 3.2 ton/ha respectivamente.

En la localidad uno destacan las hembras ATX631 (4.01 ton/ha) y ATX626 (3.91 ton/ha) por obtener los rendimientos mas altos, asi como también los machos con mayor rendimiento en esta localidad fueron TORR229 y TORR207 con rendimientos de 3.62 y 3.33 ton/ha, cuadros A5 y A6.

Los mayores rendimientos por hectárea fueron alcanzados en la localidad de Roque donde hubo híbridos con rendimientos superiores a las diez toneladas, mientras que en la localidad de Valle hermoso el rendimiento más alto fue de 5.23 ton/ha correspondiendo este al híbrido ATX2752xIA58, seguido de algunos otros como ATX631xIA57, ATX626xIA58, ATX632xTORR222, con 4.99, 4.68 y 4.64 ton/ha respectivamente.

La combinación híbrida ATX2752xTORR229 fue la que alcanzo el rendimiento más alto en la localidad dos con 11.05 ton/ha, seguido de algunos otras como ATX2752xTORR222, A2xTORR229, ATX2752xIA58, con rendimiento de 10.41, 10.27, 10.27ton/ha respectivamente, cuadro A7 y A8.

## V.- CONCLUSIONES

Los progenitores é híbridos presentaron amplia variabilidad genética la cual fue detectada en los análisis de varianza en las características estudiadas.

Los estudios de heterosis nos permiten identificar los progenitores que presentan buenas combinaciones entre si.

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

En las variables longitud de panoja, granos por panoja, peso de 10 panojas, peso de 1000 semillas y rendimiento, los valores de heterosis fueron mas altos en la localidad dos, lo que puede haberse debido a que las condiciones climáticas de la región fueron mas favorables sobre los materiales.

A través de los análisis de heterobeltiosis podemos identificar aquellos híbridos que superan el valor fenotípico del mejor progenitor. Asi como tambien se pueden identificar aquellos progenitores que superan a su progenie como es el caso de los progenitores masculinos TORR207 y TORR222, que lograron superar a la mayoría de sus combinaciones en la característica de rendimiento en la localidad de Roque.

La hembra que se observo con mas frecuencia dentro de los diez valores mas altos para peso de 1000 semillas fue ATX631 en ambas localidades, mientras que el progenitor masculino que aparece con mas frecuencia dentro de estos valores es TORR222 en la localidad uno y TORR 229 en la localidad dos.

El progenitor femenino que se observa con mas frecuencia dentro de los valores mas altos de heterosis para rendimiento fue ATX2752 en la localidad uno, también el progenitor masculino IA58 se observa con más frecuencia dentro de las combinaciones híbridas con los valores más altos de heterosis en ambas localidades para esta misma característica.

## RESUMEN

Los estudios de heterosis han servido en muchos cultivos para identificar las mejores combinaciones híbridas; en el presente trabajo se evaluaron siete hembras y 6 machos, así como sus respectivas combinaciones en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en dos localidades, los objetivos fueron estimar los porcentajes de heterosis y heterobeltiosis en las siguientes características: floración, altura de planta, execersión, longitud de panoja, numero de granos por panoja, peso de 10 panojas, peso de 1000 semillas y rendimiento.

Las siembras se efectuaron el 8 de febrero de 1995 en la localidad de Valle Hermoso y en la primera semana de mayo del mismo año en la localidad de Roque, la siembra fue a chorrillo en forma manual, con una densidad de 250,000 plantas por hectárea, el diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones, donde la parcela experimental consistió en un surco de 5 metros de longitud y con una separación entre surcos de .80 centímetros, en la cosecha se tomaron 2 metros lineales de la parte central de cada surco (parcela util) .

Los análisis de varianza indicaron diferencias altamente significativas para todas las variables en ambas localidades, a excepción de numero de granos por panoja y peso de 10 panojas en la localidad uno, demostrando que existe amplia variación genética entre los progenitores y progenies para las características evaluadas.

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 2 de los 42 híbridos evaluados presento valores positivos en la localidad uno; y 18 de los materiales en la localidad dos mostró esta misma tendencia; así mismo solo 35 de los materiales supero la media de sus padres en la localidad uno para la variable peso de 1000 semillas.

Las combinaciones ATX632xIA57 y ATX632xIA58 fueron las que alcanzaron el valor mas alto de heterosis para peso de 1000 semillas en la localidad uno (25 porciento), mientras que en la localidad dos el mayor valor correspondió a la crusa ATX632xTORR229.

La hembra que aparece con mas frecuencia dentro de los valores más altos de heterosis en ambas localidades para peso de 1000 semillas es ATX632, por otro lado el macho que se observa con más frecuencia dentro de los valores mas altos en la localidad uno es TORR222 y para la localidad dos es TORR229.

En lo que se refiere a rendimiento fueron muy satisfactorios los valores de heterosis que se obtuvieron, pues un 83.33 porciento de los híbridos (35 de los evaluados) superaron al promedio de sus padres en la localidad uno y para la localidad dos el 92.85 porciento de los materiales 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; resaltando ATX2752xIA58 por obtener el valor heterotico mas alto (74.33 %) en la localidad uno, y para la localidad dos ATX631xTORR229 con valor de 248.62 porciento.

El progenitor masculino IA58 es el que aparece con más frecuencia dentro de los valores más altos para rendimiento en ambas localidades.

Las hembras obtuvieron una media de 3.3 ton/ha en la localidad uno, y en la localidad dos el promedio fue de 4.2 ton/ha, observándose a ATX631 con valor de 4.01 ton/ha como la más rendidora en la localidad uno, y para la localidad dos fue ATX632 la que obtuvo el mayor rendimiento con 8.18 ton/ha

Los progenitores masculinos presentaron medias de 3.2 ton/ha en la localidad uno y 6.9 ton/ha en la localidad dos, el que más destaca en la localidad uno es TORR229 con rendimiento de 3.6 ton/ha, y TORR207 con 9.68 ton/ha en la localidad dos.

Los híbridos con mas rendimiento por hectárea fueron ATX2752xIA58 en la localidad uno con un rendimiento de 5.23 ton/ha , y en la localidad dos fue ATX2752xTORR229 con un rendimiento de 11.05 ton/ha.

# **A P E N D I C E**

**Cuadro A1. Porcentajes de heterosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso, Tamaulipas.**

| GENEALOGIA          | Floración | Alt. Planta | Excursión | Lon. Pan. | Gra/Panoja | P. 10 Pan. | P. 1000 S. | Rto.   |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| ATX631x IA57        | -7.01     | 9.47        | 48.15     | 3.70      | 38.83      | 21.60      | -10.64     | 36.53  |
| ATX632xIA52         | -4.00     | -46.63      | 28.57     | 8.33      | 11.85      | 22.85      | 8.57       | 27.34  |
| A2xTORR207          | -1.37     | 12.33       | 31.58     | -3.70     | -10.73     | 14.68      | 4.76       | 2.52   |
| ATX626xIA57         | -4.00     | 12.07       | 73.33     | -5.88     | 24.37      | 34.99      | -8.33      | -0.69  |
| ATX626xTORR207      | -6.58     | 21.37       | 107.69    | -1.89     | -21.24     | 21.32      | -4.35      | 25.69  |
| ATX626xIA52         | -5.19     | 28.71       | 144.44    | 4.35      | 53.51      | 39.23      | -2.23      | 18.32  |
| A2xIA52             | -1.35     | 4.81        | 20.00     | 2.13      | 5.62       | 11.11      | 2.56       | 1.08   |
| A2xTORR222          | 2.78      | 9.59        | 4.55      | 7.69      | 56.16      | 55.23      | 17.32      | 5.75   |
| ICSALM87510xTORR222 | -4.70     | 7.44        | 64.29     | -5.45     | -5.39      | -5.90      | 9.09       | 35.52  |
| ATX631xTORR222      | -8.28     | 15.91       | 71.41     | 7.41      | -18.36     | -8.36      | 13.64      | 23.76  |
| ATX631x TORR229     | -5.73     | 9.37        | 53.85     | 0.00      | 34.14      | 15.31      | -8.33      | -1.97  |
| ATX632xIA58         | 1.37      | 7.98        | 14.29     | -1.96     | 39.21      | 27.77      | 25.00      | 29.39  |
| A2xIA57             | -2.78     | 12.44       | 33.33     | 3.85      | 47.18      | 32.19      | 0.00       | 4.27   |
| ATX632xTORR207      | -4.05     | 12.89       | 38.89     | -1.82     | 9.70       | 10.26      | 10.53      | 24.66  |
| ATX632xTORR229      | 0.00      | -0.43       | -2.58     | 5.88      | -13.54     | 0.99       | 12.50      | 30.11  |
| A2xIA58             | -1.39     | 14.01       | 51.35     | 4.00      | 25.25      | 19.93      | -9.09      | -1.66  |
| ATX631xIA58         | -7.01     | 13.30       | 63.63     | 7.69      | 52.26      | 1.77       | -10.64     | 22.29  |
| ATX629xIA58         | -4.70     | 36.00       | 130.00    | 4.17      | 43.28      | 0.29       | -6.38      | 42.50  |
| ICSALM87510xTORR229 | -2.01     | 20.63       | 68.00     | 9.43      | 19.53      | 3.42       | 8.33       | 30.09  |
| ATX2752xTORR207     | -5.19     | 5.12        | 12.50     | 20.00     | 57.09      | 77.14      | -16.00     | 7.57   |
| ATX2752xIA57        | -3.95     | 6.10        | 22.22     | 6.98      | 35.83      | 16.77      | -15.38     | 32.81  |
| A2xTORR229          | -1.39     | 9.17        | 7.32      | 8.00      | 25.59      | 10.46      | -6.67      | 13.98  |
| ICSALM87510xIA57    | -4.70     | 0.19        | 61.54     | 5.45      | 15.76      | -7.97      | -6.38      | 22.60  |
| ATX629xIA57         | -3.36     | 19.15       | 68.00     | -8.00     | 37.06      | -12.01     | -19.15     | -3.61  |
| ATX629xTORR222      | -2.01     | 7.17        | 48.15     | -8.00     | 16.49      | -3.58      | 0.00       | 15.98  |
| ATX631xIA52         | -5.59     | 0.48        | 6.67      | 10.20     | 18.15      | -6.58      | -14.29     | -11.31 |
| ICSALM87510xIA58    | -3.36     | 21.74       | 100.00    | -1.89     | 72.66      | 22.70      | 2.13       | 36.59  |
| ATX632xIA57         | 0.00      | 10.31       | -10.00    | 9.43      | 39.29      | 31.64      | 25.00      | 37.86  |
| ATX631xTORR207      | -6.92     | 14.29       | 46.15     | 7.14      | -4.68      | -3.02      | -6.67      | 24.25  |
| ATX629xIA52         | -1.96     | 9.27        | 69.23     | 11.11     | 15.85      | -16.93     | -14.29     | -33.56 |
| ATX2752xTORR222     | -3.95     | 16.28       | 10.53     | -6.28     | 23.44      | 29.20      | -6.12      | 41.03  |
| ATX629xTORR229      | -4.70     | 15.79       | 66.67     | 00.00     | 14.55      | 1.00       | -12.50     | 7.47   |
| ICSALM87510xIA52    | -1.96     | 12.38       | 100.00    | 0.00      | 7.11       | 0.33       | -9.52      | 32.86  |
| ATX2752xIA52        | -3.85     | 1.41        | 16.67     | 0.00      | 17.13      | 3.85       | -19.15     | -3.97  |
| ATX626xIA58         | -5.33     | 35.14       | 132.00    | -6.12     | 42.89      | 27.86      | -4.17      | 35.65  |
| ATX626xTORR222      | -5.33     | 22.22       | 81.25     | 5.88      | 34.53      | 38.41      | 0.00       | 24.93  |
| ATX629xTORR207      | -3.31     | 15.61       | 100.00    | 11.84     | 38.25      | 23.17      | -6.67      | 34.03  |
| ATX626xTORR229      | -5.33     | 17.21       | 72.41     | -2.04     | 25.82      | 28.40      | -6.12      | 7.84   |
| ATX632xTORR222      | -1.87     | 8.44        | 0.00      | 9.43      | -5.31      | -12.61     | 8.11       | 59.45  |
| ATX2752xTORR229     | -3.95     | 20.00       | 31.43     | 7.32      | 50.13      | -10.40     | -13.21     | 11.01  |
| ATX2752xIA58        | -6.58     | 23.15       | 54.84     | -2.44     | 17.41      | 9.06       | 0.00       | 74.33  |
| ICSALM87510xTORR207 | -5.96     | 15.70       | 100.00    | -12.28    | -2.65      | 4.63       | 6.67       | 35.90  |

**Cuadro A2. Porcentajes de heterosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Roque, Guanajuato.**

| GENEALOGIA          | Floración | Alt. Planta | Excursión | Lon. Pan. | Gra/Panoja | P. 10 Pan. | P. 1000 S. | Rto.   |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| ATX631x IA57        | 1.18      | 10.08       | -16.67    | 9.02      | 14.52      | 38.89      | 14.75      | 46.47  |
| ATX632xIA52         | 1.16      | 17.02       | -12.50    | 2.22      | 27.04      | 42.43      | 27.25      | 35.73  |
| A2xTORR207          | -2.79     | 6.33        | 0.00      | 0.00      | 49.40      | 15.68      | -7.25      | 0.17   |
| ATX626xIA57         | 3.61      | 7.45        | 33.33     | 5.45      | 67.10      | 67.86      | 33.33      | 112.15 |
| ATX626xTORR207      | 0.61      | 11.88       | 10.0      | 3.33      | 23.42      | 52.83      | 19.30      | 8.68   |
| ATX626xIA52         | -6.25     | 26.03       | 122.22    | 8.33      | 31.63      | 68.71      | 14.29      | 79.20  |
| A2xIA52             | 0.00      | 2.56        | 40.00     | -4.35     | 26.49      | 15.27      | 5.88       | 63.69  |
| A2xTORR222          | -3.30     | 9.25        | 11.11     | 0.00      | 19.27      | 8.69       | -5.71      | 19.88  |
| ICSALM87510xTORR222 | 2.38      | 4.94        | 11.11     | 8.20      | 17.35      | 41.71      | 12.90      | 37.69  |
| ATX631xTORR222      | -4.65     | 7.87        | 63.64     | 6.90      | -15.85     | 3.25       | -16.92     | 14.78  |
| ATX631x TORR229     | -5.20     | 16.59       | 23.08     | 5.45      | 27.98      | 79.76      | 27.87      | 35.81  |
| ATX632xIA58         | 11.90     | 20.0        | -28.57    | 5.66      | -15.53     | -1.98      | 22.03      | 26.24  |
| A2xIA57             | 0.00      | 1.30        | 0.00      | 9.43      | 27.98      | 35.10      | -3.03      | 18.53  |
| ATX632xTORR207      | -8.47     | 10.12       | 100       | -1.75     | -12.47     | -0.46      | 7.14       | -26.76 |
| ATX632xTORR229      | -0.55     | 13.04       | -41.18    | 11.54     | 59.53      | 16.63      | 39.62      | 16.78  |
| A2xIA58             | 4.77      | 15.24       | 33.33     | 3.70      | 5.80       | -6.23      | -19.44     | 26.78  |
| ATX631xIA58         | 7.50      | 8.02        | 40.0      | 3.57      | 22.77      | 37.59      | 4.48       | 106.10 |
| ATX629xIA58         | 6.49      | 9.09        | -25.0     | 3.70      | 33.48      | 37.06      | 0.00       | 121.86 |
| ICSALM87510xTORR229 | -4.14     | 9.38        | 27.27     | -3.45     | 3.36       | 38.91      | 34.48      | 15.86  |
| ATX2752xTORR207     | 1.11      | -6.11       | 100.0     | -7.41     | 172.71     | 92.31      | -13.43     | 74.98  |
| ATX2752xIA57        | -0.55     | 5.47        | 100.0     | 6.12      | 52.94      | 53.30      | 9.38       | 114.74 |
| A2xTORR229          | -1.66     | 10.00       | 27.27     | 1.89      | 26.94      | 20.23      | -12.12     | 34.95  |
| ICSALM87510xIA57    | 2.41      | 1.12        | 20.00     | 0.00      | -6.94      | 19.16      | 24.14      | 70.18  |
| ATX629xIA57         | 1.22      | 1.14        | 20.0      | 5.66      | 32.42      | 57.94      | 17.86      | 69.87  |
| ATX629xTORR222      | -1.20     | 4.25        | -33.33    | 0.00      | 60.63      | 75.48      | 13.33      | 79.10  |
| ATX631xIA52         | -7.32     | 9.01        | -16.67    | 16.67     | -3.35      | -18.50     | 14.29      | 22.22  |
| ICSALM87510xIA58    | 5.13      | 11.38       | 50.00     | 1.69      | 16.55      | 20.78      | 15.63      | 85.90  |
| ATX632xIA57         | -2.25     | 4.56        | -50.00    | -3.85     | 32.21      | -5.59      | 35.85      | -8.99  |
| ATX631xTORR207      | -1.78     | 8.33        | 80.00     | 3.33      | 42.59      | 60.43      | 15.63      | 17.91  |
| ATX629xIA52         | -6.33     | 6.61        | 40.00     | 21.74     | 58.71      | 77.42      | 17.24      | 81.75  |
| ATX2752xTORR222     | -3.83     | -3.17       | 66.67     | 3.85      | 83.63      | 48.02      | 0.00       | 96.42  |
| ATX629xTORR229      | 2.99      | 8.73        | -9.09     | 5.66      | 58.76      | 96.81      | 14.29      | 72.79  |
| ICSALM87510xIA52    | -7.50     | 9.96        | 20.00     | 13.73     | -6.72      | 4.80       | 23.33      | 7.85   |
| ATX2752xIA52        | 0.57      | -4.55       | 14.29     | 0.00      | 83.46      | 70.54      | 0.00       | 248.62 |
| ATX626xIA58         | 5.13      | 22.22       | 71.43     | 0.00      | 0.80       | 50.99      | 13.33      | 109.00 |
| ATX626xTORR222      | -4.76     | 21.91       | 100.00    | -6.90     | 7.96       | 34.41      | 24.14      | 41.74  |
| ATX629xTORR207      | -3.07     | 9.29        | 50.00     | 6.90      | 34.24      | 44.84      | 11.86      | 4.49   |
| ATX626xTORR229      | 0.59      | 13.93       | 20.00     | 1.82      | 34.74      | 94.85      | 29.63      | 71.46  |
| ATX632xTORR222      | 0.00      | 11.39       | 6.66      | 5.45      | -23.50     | 3.85       | 26.32      | -11.02 |
| ATX2752xTORR229     | -4.35     | -1.22       | 75.00     | 6.12      | 77.84      | 78.00      | -21.88     | 127.37 |
| ATX2752xIA58        | 4.09      | 0.43        | 140.00    | 0.00      | 101.73     | 37.65      | -25.71     | 166.06 |
| ICSALM87510xTORR207 | -5.45     | 3.30        | 50.00     | 1.59      | 29.80      | 22.55      | 11.48      | 2.35   |

**Cuadro A3. Porcentajes de heterobeltiosis para ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso, Tamaulipas.**

| GENEALOGIA          | Floración | Alt. Planta | Excursión | Lon. Pan. | Gra/Panoja | P. 10 Pan. | P. 1000 S. | Rto.   |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| ATX631x IA57        | -13.10    | 8.13        | -9.09     | 3.70      | 16.52      | 3.17       | -16        | 24.44  |
| ATX632xIA52         | -6.49     | 0.00        | 0.00      | 0.00      | 7.09       | 17.07      | 5.6        | 25.87  |
| A2xTORR207          | -4.00     | 0.82        | 25        | -10.34    | -30.89     | 4.73       | -15.4      | -2.10  |
| ATX626xIA57         | -6.49     | 8.33        | 18.18     | -11.11    | 13.14      | 34.22      | -15.4      | -8.44  |
| ATX626xTORR207      | -7.79     | 16.39       | 50.00     | -10.34    | -37.55     | 10.41      | -15.4      | 16.37  |
| ATX626xIA52         | -5.19     | 16.07       | 120.00    | 0.00      | 46.60      | 39.23      | -19.2      | -2.56  |
| A2xIA52             | -5.19     | 1.03        | -10.00    | -4.00     | -2.30      | 10.69      | -9.1       | -7.26  |
| A2xTORR222          | 1.37      | -1.64       | -4.17     | 3.70      | 39.79      | 33.96      | 0          | 2.48   |
| ICSALM87510xTORR222 | -6.58     | 6.56        | -4.17     | -7.14     | -5.77      | -13.92     | -4         | 34.06  |
| ATX631xTORR222      | -14.29    | 15.45       | 4.17      | 7.41      | -19.22     | -18.78     | 0          | 11.72  |
| ATX631x TORR229     | -11.90    | 6.06        | -4.76     | -3.70     | 31.20      | 6.61       | -12        | -6.73  |
| ATX632xIA58         | 1.37      | 4.55        | 11.11     | -3.85     | 30.36      | 22.55      | 13.64      | 20.74  |
| A2xIA57             | -4.11     | 1.67        | 27.27     | 0.00      | 38.13      | 31.94      | 0          | 0.00   |
| ATX632xTORR207      | -5.33     | 4.10        | 38.89     | -6.90     | -6.47      | 5.05       | -19.23     | 10.81  |
| ATX632xTORR229      | 0.00      | -11.36      | -9.52     | 3.85      | -15.64     | -4.36      | 0          | 11.60  |
| A2xIA58             | -2.74     | 7.27        | 40.00     | 4.00      | 18.46      | 10.13      | -9.09      | -2.31  |
| ATX631xIA58         | -13.10    | 7.32        | 5.88      | 3.70      | 42.17      | -8.73      | -16        | 6.73   |
| ATX629xIA58         | -6.58     | 33.04       | 35.29     | 0.00      | 34.66      | -10.05     | -12        | 35.03  |
| ICSALM87510xTORR229 | -3.95     | 15.15       | 0.00      | -4.00     | 15.22      | -1.14      | -12        | 21.82  |
| ATX2752xTORR207     | -7.59     | -7.38       | 0.00      | -6.90     | 10.42      | 46.69      | -30        | 2.40   |
| ATX2752xIA57        | -7.59     | -5.83       | 0.00      | -14.81    | 25.26      | 4.56       | -26.67     | 26.97  |
| A2xTORR229          | -2.74     | -5.30       | 4.76      | 8.00      | 9.23       | 0.31       | -8.70      | 4.70   |
| ICSALM87510xIA57    | -6.58     | 19.17       | -4.55     | -7.14     | -1.70      | -32.39     | -12        | 20.00  |
| ATX629xIA57         | -5.26     | 16.67       | -4.55     | -14.81    | 15.70      | -25.40     | -24        | -4.19  |
| ATX629xTORR222      | 0.00      | 4.10        | -16.67    | -14.81    | 16.14      | -14.55     | -12        | 14.07  |
| ATX631xIA52         | -9.52     | -13.01      | -20.00    | 0.00      | 12.70      | -21.16     | -28        | -27.68 |
| ICSALM87510xIA58    | -5.26     | 16.67       | 23.53     | -7.14     | 63.44      | 13.64      | -4         | 32.91  |
| ATX632xIA57         | 0.00      | 2.50        | -18.18    | 7.41      | 17.24      | 26.13      | 13.64      | 23.03  |
| ATX631xTORR207      | -11.90    | 13.82       | 5.56      | 3.45      | -18.56     | -10.85     | -19.23     | 13.72  |
| ATX629xIA52         | -2.60     | -2.61       | 10.00     | 8.70      | 11.29      | -29.89     | -28        | -41.62 |
| ATX2752xTORR222     | -7.59     | 2.46        | -12.50    | -25.93    | -2.22      | 10.62      | -23.33     | 36.22  |
| ATX629xTORR229      | -6.58     | 8.33        | -4.76     | -4.00     | 17.99      | -6.61      | -16        | 3.31   |
| ICSALM87510xIA52    | -2.60     | -1.67       | 40.00     | -10.71    | 3.67       | -12.78     | -24        | 19.62  |
| ATX2752xIA52        | -5.06     | 16.13       | 0.00      | -13.64    | -4.59      | -6.54      | -36.67     | -11.63 |
| ATX626xIA58         | -7.79     | 33.93       | 70.59     | -8.00     | 39.62      | 16.99      | -11.54     | 19.69  |
| ATX626xTORR222      | -7.79     | 17.21       | 20.83     | 0.00      | 24.07      | 30.82      | -11.54     | 14.07  |
| ATX629xTORR207      | -3.95     | 12.30       | 16.67     | 0.00      | 17.51      | 13.23      | -19.23     | 33.83  |
| ATX626xTORR229      | -7.79     | 8.33        | 19.05     | -4.00     | 12.65      | 16.20      | -11.54     | 3.84   |
| ATX632xTORR222      | -1.37     | 0.00        | -12.50    | 7.41      | -5.95      | -13.36     | 5.26       | 43.65  |
| ATX2752xTORR229     | -7.59     | 2.27        | 9.52      | -12.00    | 16.14      | -26.17     | -23.33     | 1.66   |
| ATX2752xIA58        | -10.13    | 13.64       | 41.18     | -20.00    | -2.51      | -9.48      | -13.33     | 73.75  |
| ICSALM87510xTORR207 | -6.58     | 14.75       | 33.33     | -13.79    | -17.82     | -0.57      | -7.69      | 32.43  |

**Cuadro A4. Porcentajes de heterobeltiosis para ocho características en sorgo para grano localidad Roque, Guanajuato.**

| GENEALOGIA          | Floración | Alt. Planta | Excursión | Lon. Pan. | Gra/Panoja | P. 10 Pan. | P. 1000 S. | Rto.   |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| ATX631x IA57        | -1.15     | 8.40        | -28.57    | 7.14      | -18.89     | 8.33       | 0          | 13.32  |
| ATX632xIA52         | -4.40     | 5.26        | -36.36    | -4.17     | -9.52      | -12.34     | 25         | -12.47 |
| A2xTORR207          | -6.45     | -5.26       | -20.00    | -12.12    | 40.01      | 10.06      | -20        | -11.16 |
| ATX626xIA57         | -1.15     | 7.03        | 20.00     | 3.57      | -16.45     | 9.11       | 28.57      | 25.57  |
| ATX626xTORR207      | -3.49     | 9.77        | 75.00     | -6.06     | -12.30     | 2.53       | 17.24      | -37.91 |
| ATX626xIA52         | -7.41     | 7.81        | 100.00    | -3.70     | 25.85      | 49.43      | 14.29      | 41.77  |
| A2xIA52             | -6.45     | -3.85       | 40.00     | -12.00    | -3.37      | -19.31     | -10        | 7.74   |
| A2xTORR222          | -5.38     | 0.81        | 0.00      | -9.68     | 4.23       | 6.59       | -17.5      | 12.08  |
| ICSALM87510xTORR222 | -3.37     | -1.43       | 0.00      | 6.45      | -6.79      | 26.37      | 9.38       | -3.25  |
| ATX631xTORR222      | -7.87     | 4.58        | 28.57     | 0.00      | -37.23     | -19.78     | -22.86     | -15.21 |
| ATX631x TORR229     | -8.89     | 9.92        | 14.29     | 3.57      | -3.32      | 58.31      | 11.43      | 4.01   |
| ATX632xIA58         | 3.30      | 7.89        | -54.55    | -3.45     | -18.86     | -13.01     | 12.5       | 7.33   |
| A2xIA57             | -3.23     | -7.87       | 0.00      | 3.57      | 1.71       | 27.89      | -20        | -8.16  |
| ATX632xTORR207      | -10.99    | 2.26        | 27.27     | -15.15    | -16.00     | -4.43      | 3.45       | -32.44 |
| ATX632xTORR229      | -1.10     | 12.07       | -54.55    | 3.57      | -14.95     | 11.42      | 37.04      | 13.57  |
| A2xIA58             | -4.30     | 14.15       | 20.00     | -3.45     | -7.66      | -9.38      | -27.5      | 11.88  |
| ATX631xIA58         | 3.61      | -2.29       | 0.00      | 0.00      | -8.52      | 5.76       | 0          | 76.96  |
| ATX629xIA58         | 6.49      | -2.94       | -40.00    | -3.45     | -6.63      | -2.03      | -3.13      | 64.75  |
| ICSALM87510xTORR229 | -10.00    | 0.00        | 16.67     | -6.67     | -16.72     | 33.94      | 21.88      | -15.91 |
| ATX2752xTORR207     | -3.19     | -7.52       | 66.67     | -24.24    | 75.25      | 36.20      | -23.68     | 5.48   |
| ATX2752xIA57        | -4.26     | 4.65        | 40.00     | -7.14     | -7.54      | 4.67       | -23.68     | 5.37   |
| A2xTORR229          | -4.30     | 4.31        | 16.67     | -7.14     | 12.80      | 5.60       | -27.5      | 32.86  |
| ICSALM87510xIA57    | -2.30     | -3.57       | 20.00     | -3.33     | -30.27     | 6.78       | 12.5       | 24.63  |
| ATX629xIA57         | -4.60     | -2.21       | 20.00     | 0.00      | -11.35     | 14.33      | 10         | 16.38  |
| ATX629xTORR222      | -7.87     | -0.74       | -40.00    | -9.68     | 12.46      | 26.59      | 13.33      | 18.47  |
| ATX631xIA52         | -8.43     | -7.63       | -28.57    | 3.70      | -12.89     | -30.95     | 2.86       | -3.65  |
| ICSALM87510xIA58    | 3.80      | -2.14       | 20.00     | 0.00      | -7.53      | 6.29       | 15.63      | 49.56  |
| ATX632xIA57         | -4.40     | -0.79       | -63.64    | -10.71    | -42.19     | -14.67     | 33.33      | -12.71 |
| ATX631xTORR207      | -3.49     | 7.52        | 28.57     | -6.06     | 12.30      | 31.39      | 5.71       | -16.01 |
| ATX629xIA52         | -8.64     | -11.03      | 40.00     | 12.00     | 57.64      | 90.86      | 13.33      | 68.35  |
| ATX2752xTORR222     | -6.38     | -5.43       | 25.00     | -12.90    | 14.48      | 0.77       | -23.68     | 20.91  |
| ATX629xTORR229      | -4.44     | 0.74        | -16.67    | 0.00      | 12.38      | 58.31      | 6.67       | 17.46  |
| ICSALM87510xIA52    | -8.64     | -9.29       | 20.00     | -3.33     | -22.08     | -21.88     | 15.63      | -9.46  |
| ATX2752xIA52        | 8.64      | -18.60      | -20.00    | 0.00      | 49.09      | 65.43      | -13.16     | 220.68 |
| ATX626xIA58         | 3.80      | 11.72       | 50.00     | -3.45     | -29.49     | -2.77      | 6.25       | 29.67  |
| ATX626xTORR222      | -10.11    | 19.53       | 100.00    | -12.90    | -26.57     | -12.86     | 20         | -17.77 |
| ATX629xTORR207      | -8.14     | 8.09        | 20.00     | -6.06     | -1.47      | 9.37       | 10         | -32.75 |
| ATX626xTORR229      | -5.56     | 8.59        | 0.00      | 0.00      | -7.43      | 37.16      | 25         | 1.03   |
| ATX632xTORR222      | -1.10     | 7.32        | -27.27    | -6.45     | -26.17     | -13.52     | 20         | -13.24 |
| ATX2752xTORR229     | -2.22     | -6.20       | 16.67     | -7.14     | 11.72      | 33.23      | -34.21     | 42.95  |
| ATX2752xIA58        | 12.66     | -8.53       | 100.00    | -13.79    | 25.68      | -7.04      | -31.58     | 79.23  |
| ICSALM87510xTORR207 | -8.14     | 0.71        | 20.00     | -3.03     | 9.57       | 16.58      | 6.25       | -30.37 |

**Cuadro A5. Valores medios de los progenitores en ocho características de sorgo para grano en la localidad de Valle hermoso, Tamaulipas**

| HEMBRAS         | Floración<br>(días) | Alt. Planta<br>(cm) | Excursión<br>(cm) | Long. Panoja<br>(cm) | Gra/Panoja    | P. 10 Panojas<br>(gr) | P. 1000 S.<br>(gr) | Rendimiento<br>(ton/ha) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| ATX631          | 84                  | 123                 | 5                 | 27                   | 1150          | 378                   | 25                 | 4.01                    |
| ATX2752         | 79                  | 93                  | 14                | 16                   | 658           | 208                   | 30                 | 3.01                    |
| ICSALM87510     | 76                  | 120                 | 4                 | 28                   | 1116          | 352                   | 25                 | 3.16                    |
| ATX629          | 76                  | 115                 | 3                 | 23                   | 1134          | 378                   | 25                 | 3.34                    |
| ATX632          | 73                  | 103                 | 18                | 26                   | 1143          | 287                   | 18                 | 2.59                    |
| A2              | 71                  | 97                  | 20                | 25                   | 889           | 262                   | 22                 | 3.03                    |
| ATX626          | 77                  | 112                 | 8                 | 24                   | 951           | 260                   | 26                 | 3.91                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>76.57</b>        | <b>109</b>          | <b>10.28</b>      | <b>24.1</b>          | <b>1005.9</b> | <b>303.6</b>          | <b>24.4</b>        | <b>3.3</b>              |
| <b>MACHOS</b>   |                     |                     |                   |                      |               |                       |                    |                         |
| TORR229         | 73                  | 132                 | 21                | 25                   | 1202          | 321                   | 23                 | 3.62                    |
| IA58            | 73                  | 110                 | 17                | 25                   | 997           | 306                   | 22                 | 2.99                    |
| IA57            | 73                  | 120                 | 22                | 27                   | 780           | 263                   | 22                 | 3.30                    |
| TORR207         | 75                  | 122                 | 18                | 29                   | 1622          | 317                   | 26                 | 3.33                    |
| IA52            | 77                  | 90                  | 10                | 22                   | 1045          | 260                   | 17                 | 2.53                    |
| TORR222         | 73                  | 122                 | 24                | 27                   | 1126          | 292                   | 19                 | 3.23                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>74</b>           | <b>116</b>          | <b>18.7</b>       | <b>25.8</b>          | <b>1128.7</b> | <b>293.1</b>          | <b>21.5</b>        | <b>3.2</b>              |

**Cuadro A6. Valores medios de los progenitores en ocho características de sorgo para grano en la localidad Roque, Guanajuato.**

| HEMBRAS         | Floración<br>(días) | Alt. Planta<br>(cm) | Excursión<br>(cm) | Long. Panoja<br>(cm) | Gra/Panoja    | P. 10 Panojas<br>(gr) | P. 1000 S.<br>(gr) | Rendimiento<br>(ton/ha) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| ATX631          | 83                  | 131                 | 7                 | 27                   | 1094          | 504                   | 35                 | 4.11                    |
| ATX2752         | 94                  | 129                 | 2                 | 21                   | 549           | 329                   | 38                 | 1.99                    |
| ICSALM87510     | 79                  | 140                 | 5                 | 30                   | 1309          | 713                   | 32                 | 3.49                    |
| ATX629          | 77                  | 136                 | 5                 | 25                   | 890           | 403                   | 30                 | 2.78                    |
| ATX632          | 91                  | 114                 | 11                | 24                   | 2069          | 727                   | 27                 | 8.18                    |
| A2              | 93                  | 104                 | 5                 | 25                   | 1663          | 875                   | 40                 | 7.49                    |
| ATX626          | 79                  | 118                 | 4                 | 27                   | 801           | 270                   | 28                 | 1.38                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>85.1</b>         | <b>126</b>          | <b>5.57</b>       | <b>25.6</b>          | <b>1196.4</b> | <b>545.9</b>          | <b>32.9</b>        | <b>4.2</b>              |
| <b>MACHOS</b>   |                     |                     |                   |                      |               |                       |                    |                         |
| TORR229         | 90                  | 116                 | 6                 | 28                   | 2141          | 662                   | 26                 | 7.73                    |
| IA58            | 77                  | 106                 | 3                 | 29                   | 2231          | 938                   | 32                 | 5.73                    |
| IA57            | 87                  | 127                 | 5                 | 28                   | 2626          | 900                   | 26                 | 7.51                    |
| TORR207         | 86                  | 133                 | 3                 | 33                   | 1902          | 790                   | 29                 | 9.68                    |
| IA52            | 81                  | 91                  | 5                 | 21                   | 878           | 350                   | 28                 | 2.37                    |
| TORR222         | 89                  | 123                 | 4                 | 31                   | 224           | 910                   | 30                 | 8.61                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>85</b>           | <b>116</b>          | <b>4.3</b>        | <b>28.3</b>          | <b>2000.3</b> | <b>758.3</b>          | <b>28.5</b>        | <b>6.9</b>              |

**Cuadro.A7. Valores medios de los híbridos en ocho características en sorgo para grano, localidad Valle Hermoso, Tamaulipas**

| GENEALOGIA          | Floración | Alt. Planta | Excursión | Lon. Pan. | Gra/Panoja | P. 10 Pan. | P. 1000 S. | Rto. |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------|
| ATX631x IA57        | 73        | 133         | 20        | 28        | 1340       | 390        | 21         | 4.99 |
| ATX632xIA52         | 72        | 103         | 18        | 26        | 1224       | 336        | 19         | 3.26 |
| A2xTORR207          | 72        | 123         | 25        | 26        | 1121       | 332        | 22         | 3.26 |
| ATX626xIA57         | 72        | 130         | 26        | 24        | 1076       | 353        | 22         | 3.58 |
| ATX626xTORR207      | 71        | 142         | 27        | 26        | 1013       | 350        | 22         | 4.55 |
| ATX626xIA52         | 73        | 130         | 22        | 24        | 1532       | 362        | 21         | 3.81 |
| A2xIA52             | 73        | 98          | 18        | 24        | 1021       | 290        | 20         | 2.81 |
| A2xTORR222          | 74        | 120         | 23        | 28        | 1574       | 430        | 22         | 3.31 |
| ICSALM87510xTORR222 | 71        | 130         | 23        | 26        | 1061       | 303        | 24         | 4.33 |
| ATX631xTORR222      | 72        | 142         | 25        | 29        | 929        | 307        | 25         | 4.48 |
| ATX631x TORR229     | 74        | 140         | 20        | 26        | 1577       | 403        | 22         | 3.74 |
| ATX632xIA58         | 74        | 115         | 20        | 25        | 1490       | 375        | 25         | 3.61 |
| A2xIA57             | 70        | 122         | 28        | 27        | 1228       | 347        | 22         | 3.3  |
| ATX632xTORR207      | 71        | 127         | 25        | 27        | 1517       | 333        | 21         | 3.69 |
| ATX632xTORR229      | 73        | 117         | 19        | 27        | 1014       | 307        | 23         | 4.04 |
| A2xIA58             | 71        | 118         | 28        | 26        | 1181       | 337        | 20         | 2.96 |
| ATX631xIA58         | 73        | 132         | 18        | 28        | 1635       | 345        | 21         | 4.28 |
| ATX629xIA58         | 71        | 153         | 23        | 25        | 1527       | 340        | 22         | 4.51 |
| ICSALM87510xTORR229 | 73        | 152         | 21        | 24        | 1385       | 348        | 22         | 4.41 |
| ATX2752xTORR207     | 73        | 113         | 18        | 27        | 1791       | 465        | 21         | 3.41 |
| ATX2752xIA57        | 73        | 113         | 22        | 23        | 977        | 275        | 22         | 4.19 |
| A2xTORR229          | 71        | 125         | 22        | 27        | 1313       | 322        | 21         | 3.79 |
| ICSALM87510xIA57    | 71        | 143         | 21        | 26        | 1097       | 238        | 22         | 3.96 |
| ATX629xIA57         | 72        | 140         | 21        | 23        | 1312       | 282        | 19         | 3.2  |
| ATX629xTORR222      | 73        | 127         | 20        | 23        | 1317       | 323        | 22         | 3.81 |
| ATX631xIA52         | 76        | 107         | 8         | 27        | 1296       | 298        | 18         | 2.9  |
| ICSALM87510xIA58    | 72        | 140         | 21        | 26        | 1824       | 400        | 24         | 4.2  |
| ATX632xIA57         | 73        | 123         | 18        | 29        | 1340       | 362        | 25         | 4.06 |
| ATX631xTORR207      | 74        | 140         | 19        | 30        | 1321       | 337        | 21         | 4.56 |
| ATX629xIA52         | 75        | 112         | 11        | 25        | 1262       | 265        | 18         | 1.95 |
| ATX2752xTORR222     | 73        | 125         | 21        | 20        | 1101       | 323        | 23         | 4.4  |
| ATX629xTORR229      | 71        | 143         | 20        | 24        | 1338       | 353        | 21         | 3.74 |
| ICSALM87510xIA52    | 75        | 118         | 14        | 25        | 1157       | 307        | 19         | 3.78 |
| ATX2752xIA52        | 75        | 108         | 14        | 19        | 997        | 243        | 19         | 2.66 |
| ATX626xIA58         | 71        | 150         | 29        | 23        | 1392       | 358        | 23         | 4.68 |
| ATX626xTORR222      | 71        | 143         | 29        | 27        | 1397       | 382        | 23         | 4.46 |
| ATX629xTORR207      | 73        | 137         | 21        | 29        | 1906       | 428        | 21         | 4.47 |
| ATX626xTORR229      | 71        | 143         | 25        | 24        | 1354       | 373        | 23         | 4.06 |
| ATX632xTORR222      | 72        | 122         | 21        | 29        | 1075       | 253        | 20         | 4.64 |
| ATX2752xTORR229     | 73        | 135         | 23        | 22        | 1396       | 237        | 23         | 3.68 |
| ATX2752xIA58        | 71        | 125         | 24        | 20        | 972        | 277        | 26         | 5.23 |
| ICSALM87510xTORR207 | 71        | 140         | 24        | 25        | 1333       | 350        | 24         | 4.41 |
| <b>PROMEDIO</b>     | 72.45     | 128.55      | 21.31     | 25.45     | 1302.69    | 334.26     | 21.76      | 3.88 |

**Cuadro A8 Valores medios de los híbridos en ocho características en sorgo para grano, localidad Roque, Guanajuato.**

| <b>GENEALOGIA</b>   | <b>Floración</b> | <b>Alt. Planta</b> | <b>Excursión</b> | <b>Lon. Pan.</b> | <b>Gra/Panoja</b> | <b>P. 10 Pan.</b> | <b>P. 1000 S.</b> | <b>Rto.</b> |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| ATX631x IA57        | 86               | 142                | 5                | 30               | 2130              | 975               | 35                | 8.51        |
| ATX632xIA52         | 87               | 120                | 7                | 23               | 1872              | 767               | 35                | 7.16        |
| A2xTORR207          | 87               | 126                | 4                | 29               | 2663              | 963               | 32                | 8.6         |
| ATX626xIA57         | 86               | 137                | 6                | 29               | 2194              | 982               | 36                | 9.43        |
| ATX626xTORR207      | 83               | 146                | 7                | 31               | 1668              | 810               | 34                | 6.01        |
| ATX626xIA52         | 75               | 138                | 10               | 26               | 1105              | 523               | 32                | 3.36        |
| A2xIA52             | 87               | 100                | 7                | 22               | 1607              | 706               | 36                | 8.07        |
| A2xTORR222          | 88               | 124                | 5                | 28               | 2318              | 970               | 33                | 9.65        |
| ICSALM87510xTORR222 | 86               | 138                | 5                | 33               | 2073              | 1150              | 35                | 8.33        |
| ATX631xTORR222      | 82               | 137                | 9                | 31               | 1396              | 730               | 27                | 7.3         |
| ATX631x TORR229     | 82               | 144                | 8                | 29               | 2070              | 1048              | 39                | 8.04        |
| ATX632xIA58         | 94               | 123                | 5                | 28               | 1816              | 816               | 36                | 8.78        |
| A2xIA57             | 90               | 117                | 5                | 29               | 2671              | 1119              | 32                | 8.89        |
| ATX632xTORR207      | 81               | 136                | 14               | 28               | 1738              | 755               | 30                | 6.54        |
| ATX632xTORR229      | 90               | 130                | 5                | 29               | 1821              | 810               | 37                | 9.29        |
| A2xIA58             | 89               | 121                | 6                | 28               | 2060              | 850               | 29                | 8.38        |
| ATX631xIA58         | 86               | 128                | 7                | 29               | 2041              | 992               | 35                | 10.14       |
| ATX629xIA58         | 82               | 132                | 3                | 28               | 2083              | 919               | 31                | 9.44        |
| ICSALM87510xTORR229 | 81               | 140                | 7                | 28               | 1783              | 955               | 39                | 6.5         |
| ATX2752xTORR207     | 91               | 123                | 5                | 25               | 3342              | 1076              | 29                | 10.21       |
| ATX2752xIA57        | 90               | 135                | 7                | 26               | 2428              | 942               | 29                | 10.2        |
| A2xTORR229          | 89               | 121                | 7                | 26               | 2415              | 924               | 29                | 10.27       |
| ICSALM87510xIA57    | 85               | 135                | 6                | 29               | 1831              | 961               | 36                | 9.36        |
| ATX629xIA57         | 83               | 133                | 6                | 28               | 2328              | 1029              | 33                | 8.74        |
| ATX629xTORR222      | 82               | 135                | 3                | 28               | 2501              | 1152              | 34                | 10.2        |
| ATX631xIA52         | 76               | 121                | 5                | 28               | 953               | 348               | 36                | 3.96        |
| ICSALM87510xIA58    | 82               | 137                | 6                | 30               | 2063              | 997               | 37                | 8.57        |
| ATX632xIA57         | 87               | 126                | 4                | 25               | 1518              | 768               | 36                | 7.14        |
| ATX631xTORR207      | 83               | 143                | 9                | 31               | 2136              | 1038              | 37                | 8.13        |
| ATX629xIA52         | 74               | 121                | 7                | 28               | 1403              | 668               | 34                | 4.68        |
| ATX2752xTORR222     | 88               | 122                | 5                | 27               | 2546              | 917               | 29                | 10.41       |
| ATX629xTORR229      | 86               | 137                | 5                | 28               | 2406              | 1048              | 32                | 9.08        |
| ICSALM87510xIA52    | 74               | 127                | 6                | 29               | 1020              | 557               | 37                | 3.16        |
| ATX2752xIA52        | 88               | 105                | 4                | 21               | 1309              | 579               | 33                | 7.6         |
| ATX626xIA58         | 82               | 143                | 6                | 28               | 1573              | 912               | 34                | 7.43        |
| ATX626xTORR222      | 80               | 153                | 8                | 27               | 1633              | 793               | 36                | 7.08        |
| ATX629xTORR207      | 79               | 147                | 6                | 31               | 1874              | 864               | 33                | 6.51        |
| ATX626xTORR229      | 85               | 139                | 6                | 28               | 1982              | 908               | 35                | 7.81        |
| ATX632xTORR222      | 90               | 132                | 8                | 29               | 1642              | 787               | 36                | 7.47        |
| ATX2752xTORR229     | 88               | 121                | 7                | 26               | 2392              | 882               | 25                | 11.05       |
| ATX2752xIA58        | 89               | 118                | 6                | 25               | 2804              | 872               | 26                | 10.27       |
| ICSALM87510xTORR207 | 79               | 141                | 6                | 32               | 2084              | 921               | 34                | 6.74        |
| <b>PROMEDIO</b>     | 84.57            | 130.81             | 6.26             | 27.93            | 1983.14           | 875.79            | 33.40             | 8.06        |

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, M.I.; y R. M. Fischer. (1987). Análisis del crecimiento y rendimiento de 30 genotipos de trigo bajo condiciones ambientales optimas de cultivo. *Agrociencia* 21:185-198. Chapingo, Mex.
- Allard, R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4 ed. Omega. Barcelona , España. P. 498
- Avalos, P. R. (1983). Estimación de parámetros genéticos en algunas características de sorgo para grano. Tesis. M.C. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.
- Brauer, H.O. (1987). Fitogenética aplicada. Editorial LIMUSA, MEX. D.F.
- Beltran, E. D.1983. Estudio de heterosis en algunas características relacionadas con la resistencia a la sequia en el sorgo para grano. Tesis. M.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Chavez, A. J. L.; y López, P. E. 1990. Apuntes de mejoramiento de plantas II UAAAN. Saltillo, Coah. Mex.
- De Loma, J.L. 1963. Genética general aplicada. Tercera edición.
- Falconer, D. S. 1978. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. Al español por el Dr. Fidel Marquez Sanchez. Ed. CECSA. México, D. F. 380 p.
- Finkner, R. E. , M.D. Finkner, B. A Rojas, and N.R. Malm. 1976. Combining abilities and heritability from incomplete diallel systems in grain sorghum. *Agricultural Experiment Station. Bull. N0. 642. Las Cruces, New México. 12 p.*
- Flores, R. S. 1989. Estimación de la interacción genotipo ambiente de los componentes de rendimiento de sorgo para grano. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Gardner, C.O. 1982. Genetic Information From the Gardner-Eberhart model For generation means. SOMEFI, Saltillo, Coah. Mexico.
- Gaytan , B.R. 1994. Estimacion de heterosis para diferentes características cuantitativas en maíz utilizando progenitores de valles altos y subtropicales. Tesis .M.C. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.
- Guzman E.E., Kuruvadi y D.J. Villanueva. 1987. Heterosis útil en girasol. *Communa. Organó informativo de la UAAAN .pp. 6-7.*
- INEGI. El sector alimentario en México, edición 1999.

- Kramer, N.W. 1959. Combining value in sorghum. Agron. Abst.61
- López, H. A. de J. 1978. Selección y evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitantes para aumentar el rango de adaptación. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo Mex.
- Marquez, S. F. 1988. Genética vegetal. Metodos – Teoría – Resultados, Primera Edición. AGT. EDITOR, S.A. México, D.F.
- Márquez, S. F. 1976. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Patena UACH. Chapingo, Mex. 113 p.
- Mendez, B. B. 1987 Estudio de aptitud combinatoria y heterosis para diferentes características Agronómicas en sorgo forrajero. Tesis M. C. UAAAN. Buenavista , Saltillo, Coah.
- Mendoza, G. L. 1986. Interacción genotipo-ambiente en cuatro genotipos de nopal (*Opuntia spp*) en el norte de México. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- 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.
- Navarro, G. E. 1982. Interacción genotipo medio-ambiente y sus efectos en los parametros de estabilidad en líneas restauradoras (R) de sorgo. *Sorghum bicolor* (L) Moench. Tesis M. C. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila Mex.
- Paccapelo, L. H. A. 1993. Comparación de Aptitud Combinatoria y heterosis para diferentes características cuantitativas en maíz bajo riego y temporal. Tesis Doc. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Poehlman, J. M. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas: Limusa. México. P 301-315.
- Reyes, C. P. 1985. Fitogenética básica y aplicada, primera edición. AGT. EDITOR, S.A. México, D.F
- Robinson, H. F., y C.C. Cockerman, 1965. Estimación y significancia de los parámetros genéticos, (traducción). Revista Fitotecnia Latinoamericana No 5 :23-35.
- Robles S. R. 1982 Terminología Genética y Fitogenética. Ed. Trillas. México, D.F.

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 : 97-102

Shull, G.H. 1952. Beginning to the heterosis concept in heterosis. College Press, pp 419-428