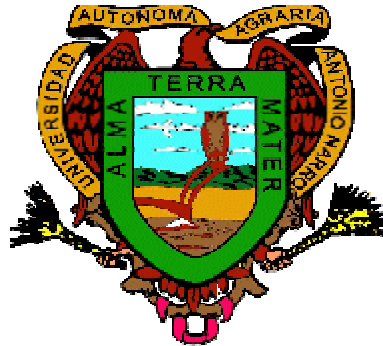


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**EVALUACION DE HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE SORGO  
(*Sorghum bicolor* L. Moench), EN LA REGION DEL BAJIO.**

**Por:**

***EDUARDO GALVAN BONILLA***

**TESIS**

**Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Titulo de:**

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE SORGO (*Sorghum  
bicolor* L. Moench), EN LA REGIÓN DEL BAJÍO.**

**Por:**

**EDUARDO GALVAN BONILLA**

**TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO**

**REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

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

---

**MC. Luis Ángel Muñoz Romero  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Biol. MC. Armando Rodríguez G.  
SINODAL**

---

**MC. José Luz Chávez Araujo  
SINODAL EXTERNO**

---

**Ing. Alfredo Fernández Gaytan  
SINODAL**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

---

**MC. Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre del 2004**

## DEDICATORIA

### ***A Dios:***

*Por darme la fortaleza y paciencia para salir adelante durante mi formación profesional.*

### ***A mis Padres:***

*Ana M. Bonilla Solórzano*

*Alberto Galvan Torres*

*Con amor y respeto, por haberme dado el tesoro más preciado del mundo que es la vida, por su gran amor y enseñarme a salir adelante y así poder terminar mis estudios profesionales y de quienes me siento orgulloso por tener los padres más buenos del mundo, gracias papas.*

### ***A mis hermanos:***

*Andrés, Francisco Javier, Analía, Claudia Patricia, Jorge Alberto y Gustavo Ramón Por sus consejos y apoyarme incondicionalmente y con quienes he pasado los mejores momentos de mi vida.*

### ***A mis amigos:***

*Eduardo R, Rafael H, Cesar P, Manuel P, Oracio V, Ismael P, Samuel E, Antonio O, Ramón A, j. Manuel J, Juan R, Omar V, por haberme brindado su amistad y con quienes compartí grandes momentos de alegría, durante mi estancia en la Universidad y en Buenavista de cortez Mpio Penjamo, Gto.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por tenerme en su seno durante mi formación profesional.

Al Ing. M. C. Luis Ángel Muñoz Romero por su gran colaboración y asesoramiento para la elaboración del presente trabajo de tesis y por brindarme su amistad.

Al Ing. M. C. José Luz Chávez Araujo por haberme brindado los materiales para la realización del presente trabajo de tesis bajo su asesoramiento y por brindarme su gran amistad.

Al Biol. M. C. Armando Rodríguez García por su colaboración, asesoramiento y revisión del presente trabajo de tesis y además por su gran amistad.

Ing. Alfredo Fernández Gaytán por su colaboración en la presente tesis.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>Mejoramiento genético y producción de semilla híbrida.....</b>	<b>5</b>
<b>Mejoramiento genético.....</b>	<b>6</b>
<b>Investigación y desarrollo de materiales de sorgo.....</b>	<b>8</b>
<b>Evaluación de híbridos experimentales.....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>Material genético.....</b>	<b>18</b>
<b>Procedimiento experimental.....</b>	<b>18</b>
<b>Localización del experimento.....</b>	<b>18</b>
<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>19</b>
<b>Diseño experimental.....</b>	<b>19</b>
<b>Siembra.....</b>	<b>19</b>
<b>Fertilización.....</b>	<b>19</b>
<b>Toma de datos.....</b>	<b>21</b>
<b>Variables evaluadas.....</b>	<b>21</b>
<b>Análisis de varianza.....</b>	<b>23</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>48</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>51</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pag.</b>
<b>1</b>	<b>Material genético utilizado.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>Esquema de análisis de varianza para un diseño de bloques al azar.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas, obtenidas de 51 híbridos experimentales de sorgo evaluados en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. de Roque, Celaya, Gto.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Datos promedio de rendimiento y de otras características agronómicas de 51 híbridos experimentales de sorgo evaluadas en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. de Roque, Celaya, Gto.....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Comparación de medias para el carácter de rendimiento.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Matriz de correlaciones fenotípicas y nivel de significancia de ocho características agronómicas evaluadas en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. de Roque, Celaya, Gto. en el ciclo primavera-verano del 2003.....</b>	<b>45</b>

## INTRODUCCION

En México se sembraron en 1999 alrededor de 2'144,000 ha de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), en los ciclos agrícolas P-V y O-I, con un rendimiento promedio de 2.974 ton/ha y una producción de 6'006,000 toneladas. Para cubrir dicha superficie se necesitaron 42,880 toneladas de semilla, aproximadamente. De la superficie sembrada, el 90% se cubrió con semilla híbrida producida por compañías transnacionales y, de ésta, el 80% es importada de los Estados Unidos principalmente, a través de varias compañías semilleras quienes la comercializan entre los agricultores, lo cual causa una fuerte fuga de divisas al país por este concepto.

Lo anterior hace necesario que las instituciones como la nuestra que dedican parte de su tiempo a la investigación agrícola, generen híbridos de alto potencial de rendimiento que compitan con éstos y que, a la vez ofrezcan ventajas a los agricultores nacionales en un beneficio económico.

El cultivo del sorgo en nuestro país reviste gran importancia dentro de los cultivos básicos de nuestra agricultura, tanto por la superficie sembrada y como materia prima para la industria de alimentos balanceados, así como forraje en la cadena producción-transformación-consumo.

La producción de sorgo se ha incrementado últimamente, debido por un lado, a una demanda creciente del grano para consumo animal, como resultado del dinamismo de la

actividad ganadera de vacunos, cerdos y pollos que utilizan alimentos balanceados, y por otro, al uso de semillas mejoradas (híbridos) adaptables a condiciones ambientales adversas y que por sus altos rendimientos reemplazaron a otros cultivos; además, es un cultivo resistente a sequía, plagas y enfermedades; por lo tanto, es un cultivo que presenta menos riesgos, lo que le confiere ventajas técnicas considerables respecto a otros cultivos como el maíz.

Así mismo, se trata de un cultivo altamente mecanizado y que ha estado apoyado por diversas políticas gubernamentales que han contribuido a la comercialización de las técnicas de explotación, mediante créditos refaccionarios y de avío, investigación, fertilizantes y otros insumos, etc.

En nuestro país la mayor producción nacional de sorgo se concentra en pocos estados, con fechas de siembra bien definidas, no obstante que es un cultivo que prácticamente se siembra en todo el país. En términos de ubicación geográfica, alrededor del 85% de las cosechas anuales se obtienen en sólo cinco estados de la república, que en orden de importancia son: Tamaulipas (36.23%), Guanajuato (23.18%), Michoacán (11.18%), Jalisco (7.68%), y otros (15.62%)

México en el contexto internacional se ubica entre los cinco principales productores de sorgo en el mundo, junto con los Estados Unidos, India, Nigeria y China; países que en conjunto aportan cerca del 70% de la producción mundial. Nuestro país en el ciclo 2002/2003 aportó el 10.37% de las cosechas mundiales, por lo que no solo se ha reafirmado como importante productor sino que también ha disminuido sus importaciones de grano en



los últimos años, gracias al uso de semilla híbrida y al uso de una tecnología de producción más avanzada.

Por otro lado en cuanto a investigación se refiere, la mayoría de los programas de Mejoramiento Genético de Sorgo han utilizado diversos criterios para la selección de progenitores en la formación de híbridos, motivado en la mayoría de las veces por los intereses particulares de cada fitomejorador, según el enfoque de sus proyectos. Sin embargo, numerosos trabajos a este respecto (hibridación) mencionan que el valor de la aptitud combinatoria general (ACG) es más importante que la específica (ACE) para seleccionar líneas (Blum, 1968; Kembal y Webster, 1965; Malm, 1968). Las estimaciones de estas aptitudes combinatorias generalmente se han realizado haciendo uso de los diseños dialélicos de Griffing (1956), Comstock y Robinson (1949), entre otros.

Durante los últimos años el programa de sorgo de la U.A.A.A.N. ha venido trabajando en la formación de híbridos experimentales, utilizando para ello diseños dialélicos, lo que ha permitido detectar progenitores y cruzas de buena aptitud combinatoria, algunas de las cuales han resultado sobresalientes para los ambientes de prueba a los que han sido sometidos.

Actualmente el programa de sorgo cuenta con un gran número de líneas, listas para probarse en combinaciones híbridas, y seleccionar aquella con potencial genético de buen rendimiento y de características agronómicas deseables, que compitan con los híbridos comerciales del mercado.

Tomando en consideración la importancia de este cultivo en nuestro país y al déficit de semilla híbrida para cubrir nuestras necesidades, se evaluaron en la localidad de Roque, Gto. 51 híbridos experimentales y cinco híbridos comerciales como testigos bajo los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

- Detectar a través de ensayos de rendimiento las combinaciones híbridas que superen a los testigos comerciales de la región Bajío.
- Determinar a través de correlaciones fenotípicas las posibles relaciones entre las variables estudiadas.

## **META**

- Obtener híbridos con alto potencial de rendimiento que puedan ser utilizados en forma comercial por los productores a un menor costo que los híbridos comerciales.

## **HIPOTESIS**

- Entre los híbridos experimentales evaluados existen materiales de buenas características agronómicas que superan a los testigos comerciales.
- Existen correlaciones fenotípicas entre las variables.

## REVISION DE LITERATURA

### Mejoramiento genético y producción de semilla híbrida

La formación de híbridos da inicio con la selección de las líneas que se utilizaran como progenitores, las cuales se obtienen por autofecundación. La autofecundación es la práctica que tiene como finalidad ir disminuyendo los heterocigotes y aumentando los homocigotes en la misma proporción en cada ciclo generacional, esta práctica dependerá del tipo de flor que tenga la especie a mejorarse.

En el caso del sorgo es una práctica sencilla debido a que sus partes florales masculinas y femeninas se encuentran en la misma flor, basta con tapar la panoja (estigmas), con una bolsa de papel para que quede autofecundada, cabe mencionar que se debe tapar la panoja antes de la antesis de la primera espiguilla. Existen dos formas de generar cruzamientos en sorgo: el primero es con el uso de la esterilidad genética-citoplasmática con la cual se generan dos tipos de líneas; la conocida como androestéril (Línea A), y la mantenedora (línea B) que produce polen pero no restaura la fertilidad; el cruzamiento se efectúa colectando polen del progenitor masculino el cual se deposita sobre los estigmas receptivos de la planta utilizada como hembra (línea A androestéril). La otra forma de generar cruzamiento es a través de la emasculación (eliminación artificial de anteras).-polinización (colocar artificialmente polen viable sobre los estigmas receptivos)

El descubrimiento de la esterilidad citoplasmática por Stephens y Holland en 1954 en citoplasma de sorgo tipo milo y genes del núcleo de tipo kafir, sirvió para la utilización

de este sistema en la formación de híbridos de sorgo a nivel comercial; de esta forma el primer lote comercial sembrado con semilla híbrida de sorgo fue establecido en 1955 y, para 1960 casi el 60 % de la superficie de sorgo para grano en Estados Unidos, fue sembrado con híbridos.

Para la formación de híbridos en sorgo se requieren tres tipos de líneas: líneas tipo "A" donde las plantas son macho-estériles o sea que no producen polen; la línea "B" es la mantenedora de la esterilidad, ya que al cruzarse con la línea "A" siempre producirá plantas estériles y la línea "R" restauradora de la fertilidad, la que al cruzarse con la línea "A" produce el híbrido donde todas las plantas son fértiles.

### **Mejoramiento Genético**

Corral (1988), reporta que el éxito de un programa de mejoramiento de plantas se basa en la diversidad de especies que pueda disponer para su uso. El introdujo 186 genotipos de sorgo provenientes de África y tres genotipos procedentes de la Universidad de Texas A&M. Efectuó selección individual y masal identificando 94 genotipos como los mas sobresaliente.

En la década de los cincuenta, las estaciones experimentales de Nebraska, Iowa y Carolina del Norte en Estados Unidos, se dieron cuenta de la mejora poblacional para obtener mejores líneas para la producción de híbridos superiores. La primera población de sorgo panmíctica la obtuvo Webster (1966) en Nebraska, posteriormente le siguieron Doggett (1976) y otros.

Stephens y Quinby (1952) observaron que los híbridos formados entre líneas seleccionadas rinden de 25 a 40% más que las variedades comerciales normales, es bien conocido, que los híbridos de sorgo ocupan una superficie considerable de siembra de los cultivos a nivel mundial.

Existen ciertas diferencias importantes en lo referente al mejoramiento tradicional que se utiliza en la obtención de híbridos, ya que no es un proceso dinámico donde permita obtener simultáneamente recombinaciones y selecciones continuas para los genotipos con características deseables.

Eberhart (1979), indica que el desarrollo y obtención del sistema de esterilidad genética – citoplasmática en el cambio de líneas, no deben de intervenir con el desarrollo de variedades puras de sorgo que se recombinan para obtener poblaciones panmícticas, los genotipos que resultan seleccionados seguirán una distribución normal. Un híbrido varietal no es más que un genotipo de los posibles en esta población. La obtención de líneas homocigotas nos permite que podamos producir suficiente semilla para los progenitores que forman un nuevo genotipo híbrido, de tal forma que pueden ser evaluados en un gran número de ambientes y los híbridos superiores pueden ser seleccionados; la identificación de los mejores híbridos del lado derecho de la curva, nos da el incremento que generalmente se tiene arriba de la media de rendimiento.

Mohammad (1983), en su estudio de estabilidad en sorgo para grano (*sorghum bicolor*) que incluía materiales precoces, intermedios y tardíos, evaluados en 48 ambientes;

concluye que las variaciones en las respuestas lineales de genotipos a ambientes fue atribuible a la diferencia de madurez entre los genotipos. El análisis de estabilidad de los genotipos reveló que los genotipos precoces e intermedios fueron mas estables que los tardíos.

### **Investigación y desarrollo de materiales de sorgo <sup>1</sup>**

Las semillas mejoradas son el resultado de un largo proceso de investigación. Los mejoradores de plantas coleccionan el mayor número de germoplasma del cultivo, para obtener tanta variabilidad como sea posible, estas colecciones pueden manejarse de dos maneras; una es evaluando las colectas y, entre las mas sobresalientes hacer cruzas para obtener nuevos materiales con características mas deseables. La otra (la mas utilizada ) es formando un compuesto donde se incluyan todas las colectas realizadas para formar una población panmictica ( pool genético) de donde se parte un programa de mejoramiento para la obtención de líneas, las que de acuerdo a su aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) podrán utilizarse como progenitores de híbridos.

Una vez formada la población se procede a identificar las líneas B y R, cruzando plantas fértiles de esta población con una fuente de androesterilidad (línea A androestéril). Las progenies F<sub>1</sub> de estas cruzas se evalúan y, aquellas que resulten androestériles indica que las plantas utilizada como machos serán líneas B y las que resulten completamente fértiles los machos utilizados serán líneas R.

<sup>1</sup> Tomando de apuntes de mejoramiento genético de plantas del M. C. José Luz Chávez A.

Posteriormente ya identificadas las líneas B entran a un proceso de isogenización a través de un programa de retrocruzas continuas y selección con una fuente de androesterilidad (FA) utilizada como progenitor donante y, después de cuatro a cinco retrocruzas con el progenitor recurrente (línea B) se obtendrán las nuevas líneas A y R. Paralelamente, al momento de realizar las retrocruzas las plantas fértiles del progenitor recurrente utilizadas como machos, se van autofecundando para avanzarlas en endocría y obtener al final líneas isogénicas homocigotas; estas líneas tendrán que probarse y seleccionarse por ACG y ACE para utilizarse como progenitoras de híbridos.

Al mismo tiempo y por separado se manejan las líneas identificadas como “R”, las cuales se someten a un proceso de autofecundaciones sucesivas hasta alcanzar la homocigocis, ésto se logra, embolsando las panojas antes de la anthesis por cuatro o cinco generaciones

Ya obtenidas las líneas “A” y “R” las más prometedoras se cruzan a través de dialélicos o cruzamientos dirigidos para evaluarse en ensayos de rendimiento en localidades y repeticiones y, seleccionar aquella combinación híbrida que supere a los testigos regionales, obteniéndose así un probable nuevo híbrido para cada localidad, en donde, una vez probado su potencial, podrá liberarse para ser utilizado por los agricultores de estas regiones.

### **Evaluación de Híbridos Experimentales**

Puente(1983), llevo a cabo un experimento en sorgo que incluyo 32 líneas seleccionadas y siete híbridos experimentales evaluados en tres ambientes con el fin de

comparar el comportamiento de líneas. Concluyó de este estudio que todos los híbridos sólo se adaptan a los ambientes favorables, poniéndose de manifiesto que son sensiblemente afectados por el ambiente si éste es desfavorable, además considera que probablemente en sorgo existan sistemas genéticos independientes de los caracteres rendimiento y estabilidad, en el cual se pueden combinar las dos características en un genotipo mediante un programa de cruzamientos.

Gómez (1977), en un estudio de estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas de cultivos de sorgo para grano, llevada a cabo en 10 localidades y 21 ambientes en nueve estados de la república, concluye que en un solo año de evaluación que comprenda dos ciclos de siembra, es posible seleccionar materiales por estabilidad, ya que la interacción varietal por año parece ser de menor importancia que la interacción varietal por localidad.

Millán, Oliveros, Belkys, Moreno y Malavé (1990), evaluaron 118 cultivares de sorgo grafinero, provenientes de los sectores público y privado, en diferentes localidades del estado Monagas (Venezuela), se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con el fin de comparar el comportamiento agronómico y la potencialidad del rendimiento de cada cultivar. Los cultivares fueron seleccionados de acuerdo a su potencial de adaptabilidad, el cual fue medido por su rendimiento y otras características como floración, altura de planta, tamaño de panoja y de pedúnculo, y compactación de la panoja. De los cultivares evaluados se destacan los híbridos producidos en Venezuela, tales como Chaguaramas III, VI y VIII, los Criollos 1, 3 y 5 y Prosevenca 5, con rendimientos que oscilaron entre 3,8 y 5,1 ton/ha.



Con la finalidad de evaluar la estabilidad del rendimiento de cultivares de sorgo se analizaron los resultados de los ensayos regionales realizados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias correspondientes al año 1981, y en los cuales se incluyeron 25 cultivares probados en 14 localidades que abarcan los estados Aragua, Huayco, Monagas y Portuguesa, (El Salvador). El análisis de estabilidad fue realizado de acuerdo a la metodología propuesta por Eberhart y Russell. Según los resultados obtenidos, se destacan por tener adaptabilidad general y estar asociados con altos rendimientos, los híbridos Chaguaramas III, Prosevenca-5, Pioneer 816-B y Funk's GHW 1758. Los cultivares DK-64, Pioneer 815-B y Pioneer 8225 resultaron con adaptabilidad específica para ambientes altamente productivos y, en ambientes pobres los híbridos NK-Savanna 5, PW 861 Dr y Acco Dr 1095.

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

Valdés (1999), llevo acabo un estudio comparativo sobre el rendimiento y comportamiento agronómico de híbridos comerciales de sorgo y la generación F2, para determinar el efecto en el rendimiento del grano, cuando se utiliza para la siembra semilla F2 y contrastar el comportamiento agronómico de las plantas provenientes de dicha semilla,

con respecto a los híbridos comerciales. Para este estudio se emplearon siete híbridos comerciales bajo riego, con un rendimiento general del experimento de 4534.53 kg/ha, Dicho valor representa un incremento de 12.7% con respecto al rendimiento promedio regional, no obstante, cuando se compara ese valor con respecto a los segregantes, se observa una diferencia de 1101.9 Kg a favor de los primeros. Esto equivale a una merma de 24.3% en la capacidad de producción de los materiales segregantes, lo cual coincide con lo reportado por, Maltón, 1981 y Wall, 1970. Este hecho por si mismo justifica plenamente la compra de semilla híbrida de sorgo año con año. No obstante existen además ventajas en el comportamiento agronómico de las plantas híbridas, como son. su mayor tolerancia a enfermedades y la mayor uniformidad, lo cual facilita el control de las plagas y la cosecha mecánica.

Torres (1993), realizó una evaluación de sorgos experimentales del INIFAP y de compañías comerciales en Iguala Guerrero; la evaluación involucró dos experimentos, para evaluar: rendimiento al 12% de humedad, días a 50% de floración, altura (cm), sanidad y uniformidad de la planta 20 días antes de la cosecha. De estos análisis se encontró en ambos experimentos que los genotipos de mayor resistencia a enfermedades y uniformidad en las plantas obtuvieron el mayor rendimiento (9471 kg/ha). Por otra parte, también presentaron buena adaptación y una altura de 1.6 m. en promedio que son ideales para el corte manual característico de dicha región y desempeñar el doble propósito tanto para forraje y rendimiento de grano. Como conclusión se determinó que existe gran variabilidad y en algunos buena adaptación al clima y manejo.

Williams (1990), al seleccionar sorgos resistentes a carbón de la panoja (*Sporisorium reilianum*) y la pudrición del tallo (*Macrosphomia phaselina*), en el norte de Tamaulipas, enfermedades que se han presentado desde principios de los 70 's y que actualmente se han convertido en un serio problema por que afectan la parte comercial de la planta debido al alto porcentaje de plantas que se acaman, reduciendo el rendimiento y calidad de la cosecha. De este estudio se deduce que la incidencia del carbón se presenta en forma natural, es decir, año con año. Para la pudrición carbonosa los materiales resultaron susceptibles en las localidades de el Tapón y el Guelatao. En el campo experimental Río Bravo, se formaron 11 materiales entre ellos híbridos y líneas, las cuales se evaluaron utilizando cuatro testigos contratantes, los resultados indican, que la localidad mas efectiva para la selección de sorgo resistente al carbón de la panoja es el Tapón en condiciones de temporal donde se presenta la incidencia natural alta. En tanto para seleccionar resistencia a la pudrición del tallo en condiciones naturales, se opto por la localidad del rancho Guelatao y el Canelo; lográndose hasta 1994 seleccionar 100 pares de líneas A Y B y 54 líneas R tolerantes a estas enfermedades. Para la selección se utilizo como criterio al follaje senescente.

Medina (1998), evaluó el rendimiento de un grupo de híbridos de sorgo y dos dosis de nitrógeno. Las parcelas experimentales se establecieron en La Estancia, municipio de Poncitlan, La Arena, municipio de Tototlan, San Antonio de Rivas, municipio de la Barca y la Providencia y San Andrés, municipio de Ocotlan, Jal. Los sorgos Ambar, D-65, Esmeralda, Marte 85, Mercurio y Wac 690, fueron los mas sobresalientes por su rendimiento en las cuatro localidades. La dosis de 180 unidades de nitrógeno por hectárea

fue la más adecuada para rendimiento de grano y mejor ganancia económica en las dos localidades de prueba.

Mendoza (1994) evaluó 47 híbridos formados por la combinación de líneas A y R tolerantes al frío (TF) generadas en el Colegio de Postgraduados, y líneas A y R susceptibles al frío (SF) adaptadas a climas cálidos y subtropicales de México en tres ambientes. El porcentaje de grano en panojas autofecundadas y en polinización libre, así como los días a floración de híbridos, progenitores y tres testigos, se evaluaron en tres ambientes ubicados en altitudes cercanas a 2250 m.s.n.m. Montecillo con riego y seco; y Tecamac con riego, en el Estado de México. En cada experimento se realizó un latice simple balanceado 8x 8 con cuatro repeticiones. El rendimiento de grano (kg/ha) promedio de los tres ambientes del grupo de híbridos TF x TF fue 4202 kg/ha. para el grupo TF x SF, 3076 kg/ha y solo 976 kg/ha. Para los SF x SF. Hubo 57 y 39 %, respectivamente, el rendimiento de VA-110, aunque 20 días más tardíos. Sin embargo, hubo ocho híbridos con precocidad similar de VA-110, uno de los cuales lo supero en rendimiento en 20 %. La gran heterogeneidad en los valores del porcentaje de grano en autofecundación y en polinización libre, así como para rendimiento de grano entre ambientes, entre grupos de genotipos y dentro de cada grupo, indican que la tolerancia al frío es un carácter cuantitativo. En los genotipos altamente sensibles al frío se afecto la viabilidad del polen y probablemente la receptibilidad de los estigmas.

La reciente creación de líneas A, B y R de sorgo grafínero (*Sorghum bicolor* L. Moench) tolerantes al frío (TF) adaptadas a regiones con altitudes de 2200 m.s.n.m. sugirió la conveniencia de combinarlas con líneas susceptibles al frío (SF) adaptadas a ambientes

tropicales y subtropicales de México, y evaluar los híbridos resultantes en regiones donde este cultivo se produce comercialmente. Con tal propósito, en 1994 se evaluaron 47 híbridos agrupados en tipos TFxTF, TFxSF, SFxTF y SFxSF, sus 14 progenitores y tres testigos, en tres ambientes de Río Bravo, Tamaulipas, y dos ambientes en Celaya, Guanajuato. En cada ambiente se estableció un experimento en un diseño de látice 8x 8, con tres repeticiones en Río Bravo y cuatro repeticiones en Celaya. Tanto en Río Bravo como en Celaya el mayor promedio de rendimiento de grano correspondió al grupo SFxTF, y el menor, al tipo TFxTF. En Río Bravo, los híbridos SFxTF presentaron los mayores valores de heterosis (70%) y de heterobeltiosis (65%) para rendimiento, mientras que en Celaya, los valores máximos respectivos correspondieron a los híbridos TFxSF con 173 y 103%. En Celaya, los híbridos SFxSF, en promedio, presentaron 55% de grano en panojas autofecundadas, mientras que el de los grupos de híbridos que incluían al menos un progenitor TF varió de 82 a 97% de grano. Se concluye que la incorporación de progenitores tolerantes al frío es una buena alternativa para incrementar el rendimiento de grano de los híbridos para condiciones de riego o de seco en las áreas sorgueras tradicionales de México.

Pecina y colaboradores (1994), evaluaron la repuesta a la androesterilidad en cuatro líneas isocitoplasmáticas de sorgo, con el objetivo de comparar la respuesta de androesterilidad en los sistemas A1 y A2 denominada citoplasma en algunas características agronómicas. Las líneas fueron obtenidas por el programa de mejoramiento genético de sorgo del INIFAP – DERIB, en el que las variables a medir era el grado de esterilidad, días a floración, porcentaje de blasting, excersión, longitud de panoja y altura de planta, no encontrándose diferencias estadísticas entre los citoplasmas (A1 y A2); sin embargo, el

sistema de androsterilidad citoplasmático A2, presenta mayor grado de esterilidad masculina al compararlo con A1, por lo que este citoplasma (A2) tiene, mayores posibilidades de ser utilizado a nivel comercial por presentar características alentadoras.

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

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

Davila (1980), al evaluar 115 híbridos experimentales de la UAAAN, en comparación con 10 híbridos comerciales como testigos, en el rancho el cortijo al norte de Tamaulipas encontró que los mejores híbridos experimentales que mostraron mayor rendimiento fueron: SA20 x KS41 con 7.060 ton/ha., SA x KS41 con 6.610 ton/ha y A20 x KS25 con 6.494 ton/ha. El mejor testigo fue el Master Gold con un rendimiento de 6.310 ton/ha. Concluye que los híbridos experimentales de la UAAAN son competitivos con el mejor híbrido comercial.

Valadez (1998), evaluó 36 híbridos comerciales en el sur de Tamaulipas en base a su producción de grano y forraje encontrando que el híbrido con mayor rendimiento fue Master 929 con 6,413.76 kg/ha; así mismo los híbridos Marte 85, Gema y Cargill destacan con rendimientos de 6 ton/ha.

Cruz (1981), en un trabajo con 22 híbridos de sorgo generados por el Campo Experimental del Valle de Apatzingan del I.N.I.A. de los cuales tres híbridos eran comerciales liberados por el I.N.I.A. y tres híbridos comerciales recomendados para la región, encontró que los sorgos experimentales mostraron un mayor rendimiento (5,979 kg/ha), con un promedio de 14 a 28% en comparación con el promedio de los testigos comerciales (5,365 kg/ha). También menciona que la altura de planta, longitud de panoja no son factores determinantes para el rendimiento.

## MATERIALES Y METODOS

### **Material Genético.**

Los materiales genéticos utilizados en este estudio fueron 51 híbridos, formados con líneas prometedoras del programa de sorgo de la U.A.A.A.N., y cinco híbridos comerciales preferidos en la región del Bajío como testigos ( cuadro 3.1).

Los híbridos experimentales motivo de este estudio fueron formados en la localidad de Buenavista, Coah. durante el ciclo P-V del 2002 de la manera siguiente:

En terrenos del campo experimental de la U.A.A.A.N. se sembraron en dos fechas de siembra ( AT y + 15 ) las líneas “A “ ( hembras ), AN 35 y Atx 625 A en parcelas de ocho surcos de diez m de longitud y, contiguamente se sembraron 33 líneas “ R “ (machos) en parcelas de un surco. Al momento de la floración en ambas fechas de siembra, cada una de las hembras se cruzaron con cada una de las 33 líneas “R” (machos), haciendo 15 polinizaciones por cruza para obtener suficiente semilla para las evaluaciones correspondientes. En la cosecha se juntaron todas las polinizaciones realizadas con cada macho, obteniéndose así, la semilla híbrida de cada uno de los híbridos experimentales para, evaluarse en el siguiente ciclo agrícola.

En el presente trabajo fueron utilizados 56 materiales, los cuales están constituidos por 51 híbridos experimentales del proyecto de investigación de la U.A.A.A.N., y cinco híbridos comerciales preferidos en la región como testigos (cuadro N° 3.1).



**Cuadro 3.1 Relación de híbridos experimentales de sorgo utilizados en este estudio**

<b>ENTRADA</b>	<b>GENEALOGÍA</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>GENEALOGIA</b>
1	AN35X229	29	Atx625AX229
2	AN35XIA57	30	Atx 625AXLA57
3	AN35X129-1	31	Atx 625AXLu467
4	AN35XLu22	32	Atx 625AX129-1
5	AN35X30⊗	33	Atx 625AXLu22
6	AN35X14-3	34	Atx 625AX30⊗
7	AN35X112-1	35	Atx 625AX14-3
8	ANX3512⊗	36	Atx 625AX112-1
9	AN35X5-1	37	Atx 625AX12⊗
10	AN35X8-2	38	Atx 625AX5-1
11	AN35XLu25	39	Atx 625AX8-2
12	AN35X21-1	40	Atx 625AXLu25
13	AN35XIA28	41	Atx 625AX21-1
14	AN35X2898	42	Atx 625AXIA28
15	AN35X2903	43	Atx 625AX2898
16	AN35X2898	44	Atx 625AX2903
17	AN35X10⊗	45	Atx 625AX2898
18	AN35X18⊗	46	Atx 625AX10⊗
19	AN35X8⊗	47	Atx 625AX2892
20	AN35X2904	48	Atx 625AX18⊗
21	AN35X17-2	49	Atx 625AX8⊗
22	AN35X117-1	50	Atx 625AX28-1
23	AN35X28-1	51	Atx 625AX17-4
24	AN35X17-4	52	Kilate (testigo)
25	AN35X103-1	53	Ámbar (testigo)
26	AN35X106-2	54	Marfil (testigo)
27	AN35X112-1	55	D-69 (testigo)
28	AN35X124-2	56	D-65 (testigo)

### **Procedimiento Experimental**

#### **Localización del experimento.**

El experimento fue establecido en terrenos del Instituto Tecnológico Agropecuario N° 33 de Roque, Celaya, Gto. durante el ciclo Primavera-Verano del 2003. Esta localidad se encuentra ubicada a 5 km sobre la carretera Celaya-Juventino Rosas, y entre las

coordenadas geográficas 100° 49' longitud Oeste y 20° 31' longitud Norte, y una altura de 1752 m.s.n.m con una temperatura media anual de 18.8 °C, y una precipitación media anual de 683 mm. Su clima es templado.

Los suelos son ígneos en su mayoría, de origen aluvial, con profundidades de mas de cincuenta centímetros, color gris oscuro, textura arcillosa, con drenaje interno lento, una rocosidad y un pH de 2 y 8 % respectivamente.

## **Análisis Estadístico**

### **Diseño Experimental**

Los materiales de este estudio se sembraron bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de dos surcos de 8 m de longitud y una distancia entre surcos de 80 cm; al momento de la cosecha se tomó como parcela útil 3 m de la parte central, de donde se obtuvieron los rendimientos en toneladas por hectárea de cada híbrido experimental.

### **Siembra.**

La siembra del experimento se llevo a cabo el día 16 de Abril del 2003. Se sembró a chorrillo, utilizando la misma cantidad de semilla para cada tratamiento de 1.5 gr/m. (12 gr en 8 m). Para la siembra de este experimento, el terreno se preparo de la misma manera que los terrenos dedicados a la explotación comercial, es decir un barbecho, rastra, nivelación y surcado.

### **Fertilización.**

La fórmula de fertilización utilizada fue la misma que aplican los agricultores de la región, la cual consiste en 180-92-00, aplicando la mitad de nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno en el primer cultivo. Durante el desarrollo del cultivo se le aplicaron todas las labores agrícolas normales como son: escardas, deshierbes, riegos, control de malezas, etc., etc. para que los genotipos expresaran su potencial genético.

### **Toma de Datos.**

Los datos de días de floración, altura de planta, tamaño de panoja y excursión fueron tomados en campo cuando los materiales se encontraban en madurez fisiológica, los datos peso de mil granos, peso volumétrico y rendimiento fueron tomados cuando los materiales se encontraban en la bodega de la sección sorgo en las instalaciones de la U.A.A.A.N.

### **VARIABLES EVALUADAS.**

**Rendimiento:** Se determinó una vez desgranadas todas las panojas de la parcela útil pesando el grano, posteriormente este peso, se multiplicó por un factor de conversión para transformar el rendimiento a kilogramos por hectárea.

$$F_c = \frac{10,000\text{m}^2}{\text{S.P.U} = (\text{LS}) (\text{DS})}$$

**Donde:**

F<sub>c</sub> =Factor de conversión.

10,000 m<sup>2</sup> = Superficie de una hectárea

S.P.U. = Superficie de parcela útil

L.S. = Longitud del surco de la parcela útil

D.S. = Distancia entre surcos

**Días a floración:** Está se tomó cuando el 50% mas uno de las panojas estaban en antesis.

**Altura de planta:** Se registro en base al promedio de 10 plantas tomadas al azar, midiéndose cada una de ellas desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja y expresada en centímetros.

**Excursión:** Se tomo en base al promedio de 10 plantas tomadas al azar y, es la distancia que hay a partir de la base de la hoja bandera hasta la base de la panoja.

**Tamaño de panoja:** Dato en base al promedio de 10 panojas tomadas al azar, midiendo la distancia que existe entre el raquis donde inicia la panoja hasta el ápice de la misma.

**Peso de campo:** Se obtuvo una vez terminada la cosecha, pesando todas las panojas de la parcela útil de cada uno de los tratamientos por repeticiones.

**Peso de 1000 granos:** Se contaron 1000 granos al azar por cada tratamiento y repetición, posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

**Peso volumétrico:** Se obtuvo al pesar en una balanza analítica las semillas contenidas en una probeta de 40 ml, operación realizada a cada uno de los tratamientos y repeticiones.

#### **Análisis de varianza:**

Se efectuó un análisis de varianza, para cada una de las variables en estudio de acuerdo con el diseño de bloques al azar (cuadro 3.2), con el fin de detectar posibles diferencias entre los genotipos evaluados, bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \bar{X} + T_i + B_j + E_{ij}$$

#### **Donde:**

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

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

$Y_{ij}$  = Es el valor observado del  $i$  – ésimo tratamiento en el  $j$  – ésimo bloque

$\bar{X}$  = Media general

$T_i$  = Efecto de  $i$  – ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto de  $j$  – ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

**Cuadro N° 3.2. Esquema de análisis de varianza para un diseño de bloques al azar.**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Bloques</b>	<b>r-1</b>	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{S.C..r}{r-1}$	$\frac{C.M..r}{C.M..E}$
<b>Tratamientos</b>	<b>t-1</b>	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{S.C..t}{t-1}$	$\frac{C.M..t}{C.M..E}$
<b>Error Experimental</b>	<b>(r-1)(t-1)</b>	$S.C_{tot}(S.C_{Trat}+S.C_{Rep}).$	$\frac{S.C_{..tot.}}{(r-1)(t-1)}$	
<b>Total</b>	<b>rt-1</b>	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

Así mismo para establecer el grado de confiabilidad de los resultados se calculo el coeficiente de variación bajo la siguiente expresión:

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

**Donde:**

C.V. = Coeficiente de variación

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

$\bar{X}$  = Media general

En el caso de que se rechace la  $H_0$ , se realizará una prueba de rango múltiple para determinar si existe significancia estadística entre diferencias de las medias de los tratamientos (genotipos). En este caso se efectuó la prueba de rango múltiple de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.), utilizando la siguiente fórmula:

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

**Donde:**

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

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

r = Número de repeticiones

$t_{\infty}$  = Valor de t a nivel de significancia .05 con los grados de libertad del error experimental.

Así mismo para observar la relación que existe entre en las variables estudiadas se realizaron correlaciones fenotípicas utilizando la siguiente fórmula:

$$r_{XY} = \frac{CovXY}{\sqrt{\sigma^2 X \cdot \sigma^2 Y}}$$

**Donde:**

$r_{xy}$  = Correlación

Cov XY = Covarianza de la variable X (independiente) con la variable Y (dependiente)

$\sigma^2 X$  = Varianza de la variable dependiente.

$\sigma^2 Y$  = Varianza de la variable dependiente.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$



La significancia de los coeficientes de correlación se estiman mediante una prueba de “t” con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

**Donde:**

r = Coeficiente de correlación.

n = Numero de tratamiento

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con el propósito de analizar el comportamiento estadístico de los 56 materiales de sorgo evaluados en el campo experimental del Instituto Tecnológico Agropecuario N° 33 de Roque, Celaya, Gto. durante el ciclo Primavera-Verano del 2003, se realizaron los análisis de varianza para las ocho características agronómicas estudiadas, cuyos cuadrados medios y sus significancias se presentan en el cuadro 4.1, en el cual se muestran también los coeficientes de variación.

En éste cuadro puede observarse que todas las variables en estudio mostraron diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, lo que significa que los materiales bajo estudio tuvieron un comportamiento diferencial, producto de la ausencia de la aptitud combinadora de las líneas en la formación de los híbridos experimentales y que refleja su significancia entre los valores fenotípicos; así como diferencias en el carácter de mayor importancia económica como es el potencial de rendimiento, producto de estas diferencias genéticas.

Para la característica de rendimiento el ANVA mostró diferencias altamente significativas (cuadro 4.1.), esto nos indica que los potenciales de rendimientos en los híbridos evaluados son muy diferentes, esto puede corroborarse al observar el cuadro 4.2 donde los rendimientos varían desde 2.271 a 10.883 ton/ha, con un rango de 8.612 ton/ha, amplitud muy considerable. Esta gran variación se debe principalmente al potencial genético de los materiales ya que el medio ambiente fue el mismo para todos, por lo que no puede atribuirse un mal rendimiento a efectos del ambiente; así buenos o malos rendimientos son

producto de su genotipo; es decir, genotipos buenos darán buenos rendimientos y viceversa.

En lo referente a repeticiones, el ANVA muestra no significancia para las variables de rendimiento, floración, excursión, tamaño de panoja, peso de campo y peso volumétrico, esto significa que los promedios de ambas repeticiones fueron muy similares, y que la variación del suelo y otros factores ambientales no afectaron a estas características, caso contrario ocurre en la altura de planta, la no significancia para peso volumétrico indica que las semillas probablemente tuvieron el mismo peso, buen llenado y el mismo diámetro, por lo que no mostraron diferencias.

Para la variable peso de 1000 granos que presentó diferencia altamente significativa se infiere que el peso de grano en cada uno de híbridos vario considerablemente de una repetición a otra, lo cual era de esperarse debido a que el experimento no se desarrollo uniformemente por que estuvo mal atendido en lo referente a los primeros riegos que fueron muy irregulares, por lo que partes se desarrollaron mejor que otras.

Los coeficientes de variación (C.V.) obtenidos en cada una de las características evaluadas (cuadro 4.1) se ubicaron dentro de los limites de confiabilidad experimental y otros fueron ligeramente altos, pero se pueden considerar como aceptables, ya que ningún dato se fue muy por arriba de lo establecido estadísticamente.

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas, obtenidos de 51 híbridos experimentales de sorgo y cinco testigos evaluados en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33, de Roque, Celaya, Gto. durante el ciclo P-V, 2003.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Rendimiento Ton/ha</b>	<b>Días a floración (50%)</b>	<b>Altura de planta (m)</b>	<b>Excursión (cm)</b>	<b>Tamaño de panoja (cm)</b>	<b>Peso de campo (kg)</b>	<b>Peso de 1000 sem. (gr)</b>	<b>Peso Volumétrico (gr)</b>
<b>Tratamientos</b>	55	0.4908**	31.062**	0.1151**	90.3982**	44.6232**	0.8523**	52.714**	3.1773**
<b>Repeticiones</b>	2	0.2655NS	24.363NS	0.05123*	31.2916NS	2.3750NS	0.5090NS	36.432**	0.2718NS
<b>Error</b>	110	0.1687	9.726	0.0128	26.5401	6.2265	0.22172	5.800	0.5262
<b>Total</b>	167	0.925	65.151	0.18	148.2299	53.2247	1.58302	94.946	3.9753
<b>C.V. (%)</b>		21.50	3.58	7.76	28.94	10.63	18.25	8.15	3.01

\* = Significativo al 0.05 de probabilidad

N.S. = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad

Analizando los coeficientes de variación por variable evaluada (cuadro 4.1), se encontró que para días a floración (3.58%) y peso volumétrico (3.01%), estos resultaron bajos, lo cual quiere decir que en estas variables prácticamente no hubo ningún error en el muestreo y manejo, ó sea, se manejaron correctamente y que los factores ambientales no causaron variación en su expresión.

Los coeficientes de variación para altura de planta (7.76%), peso de 1000 granos (8.15%) y tamaño de panoja (10.63%) se consideran de muy buena confiabilidad, ya que se encuentran en los rangos mas aceptables. Los correspondientes a rendimiento (21.50%), y peso de campo (18.25%) fueron los que resultaron con valores ligeramente mas altos, debido a que estas variables son consideradas como de control poligenico, y por lo tanto las variables cuantitativas son mas afectadas por el medio ambiente en su expresión fenotípica. Lo mismo ocurre en el caso de la variable excersión que fue la mayor de todas con un C.V de 28.94%; la cual muestra este valor tan grande debido además de lo explicado con anterioridad a posibles fallas en la toma de este dato ( datos dirigidos). Pero a pesar de que son altos pueden considerarse como confiables, ya que este estudio se realizo con todos los cuidados necesarios para que la información fuera lo más confiable posible.

### **Comportamiento fenotípico de los híbridos experimentales**

En el cuadro 4.2 se presentan los datos promedio de rendimientos y características agronómicas de cada híbrido experimental en particular, puede apreciarse en este cuadro que existe una amplia variación en rendimientos. Así mismo, cabe señalar que dentro de los primeros 24 lugares se ubican los cinco híbridos comerciales usados como testigos, los

cuales son superados en rendimiento por híbridos experimentales del Programa de Sorgo.

Dentro de este grupo de híbridos experimentales destacan el AN35X124-2, AN35X106-2, Atx625AX21-1 y AN35X14-3, estos híbridos compiten y superan al mejor testigo (kilate), esto quiere decir que este programa cuenta con material genético de donde se pueden seleccionar progenitores que formen mejores combinaciones híbridas superiores a los comerciales de uso actual.

En lo que respecta a las características agronómicas días a floración, altura de planta, excursión, tamaño de panoja, peso volumétrico, peso de campo y peso de 1000 semillas de los híbridos, éstas son muy similares a las de los híbridos comerciales, por lo que no se consideran limitantes al explotarse en escala comercial ya que no tendrán objeción por parte de los agricultores.

Para la variable días a floración mostró una variación que va de 94.33 a 82 días, (cuadro 4.2), lo cual indica que existen genotipos tardíos, intermedios y precoces. Esta es una característica de las más importantes que se deben de tomar en cuenta para rendimiento ya que por términos generales, materiales mas tardíos son los que rinden más, así lo demuestra el cuadro de correlaciones en donde ésta es altamente significativa.

Para la característica altura de planta hay un rango de 1.20 a 2.10 m, sin embargo la mayoría de los híbridos se ubicaron alrededor de la media, incluso los testigos (cuadro 4.2), estos datos concuerdan con los encontrados por Castañon (1986), y quien menciona que hay que tomar en cuenta la altura de la planta en el cultivo del sorgo según los fines del

productor, ya que si la planta es alta se puede utilizar tanto el grano como el forraje para ganado, y si sólo se requiere buena producción de grano se pueden utilizar materiales productivos de altura adecuada para facilitar la cosecha. Loya (1986), menciona que la altura de la planta para un híbrido puede ser de 1.20 m a 1.50 m para zonas templadas, ya que después de la trilla el productor utiliza la soca para alimento de los animales. Entonces podemos decir que la altura de planta es muy importante que se debe tomar en cuenta para un programa de mejoramiento, ya que dependiendo del propósito del agricultor estas se clasifican en altos, medios y enanos. La altura que presentaron los materiales evaluados los podemos considerar como buenos ya que el mas bajo tubo una altura de 1.20 m, (cuadro 4.2) y ésta es ideal para la zona de explotación en el bajío donde se realizó el experimento.

Para el carácter excersión, esta variable vario de 29.33 a 3.33 cm y una media de 17.80 cm (cuadro 4.2). La excersión es también una característica importante en el cultivo del sorgo ya que de acuerdo con ésta se logrará tener una cosecha libre de impurezas, por lo tanto, será de mayor calidad. Dentro de los genotipos evaluados la mayoría presentaron una excersión buena y sólo algunos corta, ésto muestra la variabilidad de los materiales evaluados lo cual es importante en un programa de mejoramiento. Loya (1986), menciona que es una característica de mucha importancia para muchos agricultores ya que aparte de preferir un híbrido rendidor también lo requieren que muestre una excersión buena para que sus cosechas salgan libres de impurezas. En nuestros resultados observamos que los cuatro primeros híbridos que se colocan por encima del testigo (Kilate) tienen buenas excersiones, en donde incluso el híbrido AN35X14-3 es mejor estadísticamente al testigo (cuadro B3).

La característica tamaño de panoja mostró una gran variabilidad en los materiales

evaluados, los cuales van de 30.66 a 17.66 cm, (cuadro 4.2). Flores (1989), al evaluar híbridos experimentales en base a rendimiento encontró que la longitud de panoja de los genotipos varia de acuerdo con el ambiente de prueba. Esto concuerda con la definición de Márquez (1975), donde menciona que la interacción genotipo ambiente, es el comportamiento diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diversos ambientes. Podemos decir que los materiales evaluados presentaron buena longitud de panoja; en el cuadro 4.2 se observa que los híbridos Atx625AX21-1 y AN35X106-2 presentan tamaño de panoja mayor que el mejor testigo, siendo estadísticamente superiores a él en la prueba de D.M.S. (cuadro B4), los otros híbridos son estadísticamente iguales al testigo Kilate.

Con respecto a la variable peso de campo, la variabilidad mostrada en los materiales evaluados van de 14.699 a 3.033 ton/ha. (cuadro 4.2), el peso de campo es una variable muy importante para el rendimiento ya que conforme a ésta se puede estimar el rendimiento, esto mediante una fórmula de conversión.

Para la variable peso de 1000 semillas se puede observar que el tratamiento 50 (Atx625AX28-1), y el tratamiento 22 (AN35X117-1), son los que estadísticamente fueron superiores al resto en la prueba de D.M.S (cuadro B6), sin embargo en rendimiento ocupan los lugares 46, 41 respectivamente, lo que significa que no necesariamente materiales con buen peso de semilla producen materiales más rendidores. Doggett (1970), menciona que el peso de grano acompañado por el número de granos por panoja son determinantes para obtener mayores rendimientos, si a esto se suma la longitud de panoja que presenta correlaciones positivas con el número de granos por panoja (Castañón 1986), se mejorarían



considerablemente los rendimientos; sin embargo, a mayor tamaño de panoja se esperaría mayor número de granos, pero éstos son de menor tamaño y peso, razón por la cual pudieran existir correlaciones no significativas o negativas entre estas variables.

Para la variable de peso volumétrico mostró una variación que va de 26.23 a 21.15 g (cuadro 4.2), la variabilidad mostrada para esta característica puede ser debida a la diferencias genéticas de las líneas que forman los híbridos; sin embargo, el peso volumétrico no está correlacionado con rendimiento, lo que significa que éste depende más de otras características como tamaño de panoja, peso de 1000 semillas, etc, pero no del peso volumétrico.

Con el propósito de identificar a los genotipos superiores en cada una de las ocho características estudiadas, se realizó la comparación de medias por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS a un nivel de probabilidad del 95%), cuadro 4.3. El cual agrupó a las medias que estadísticamente son iguales para cada variable en estudio.

En esta prueba se detectaron 13 grupos diferentes de medias de los 56 materiales comparados, para la característica rendimiento, cabe señalar que aunque se detectaron 13 grupos diferentes, prácticamente se compone de cuatro grupos, ya que en éstos se encierra a la mayoría de todas las medias comparadas.

**Cuadro 4.2 Datos promedio de rendimiento y de otras características agronómicas de 51 híbridos experimentales de sorgo y cinco testigos evaluados en el Instituto Tecnológico Agropecuario N° 33 de Roque, Celaya, Gto. durante el ciclo P-V, 2003.**

<b>Entrada N°.</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Rendto. Ton/ha</b>	<b>Días a floración</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Excursión (cm)</b>	<b>Tamaño de panoja (cm)</b>	<b>Color de grano</b>	<b>Peso de campo (Ton/ha)</b>	<b>Peso de mil sem. (gr)</b>	<b>Peso volum. (gr)</b>
28	AN35X124-2	10.883	89.33	1.45	15.33	20.00	Rojo	14.699	28.28	24.82
26	AN35X106-2	10.533	89.66	1.76	19.66	23.00	Blanco	14.212	33.10	24.89
41	Atx625AX21-1	10.467	89.00	1.52	14.33	28.33	Blanco	14.074	30.98	23.74
6	AN35X14-3	10.325	86.33	1.39	23.00	20.00	Rojo	13.658	25.51	24.17
52	Kilate (testigo)	10.188	90.00	1.50	17.33	20.33	Rojo	13.379	32.9	25.17
37	Atx625AX12	10.117	94.66	1.43	17.00	28.66	Rojo	13.312	26.84	23.44
48	Atx625AX18	9.979	94.33	1.50	16.00	27.33	Rojo	13.312	26.58	21.47
35	Atx625AX14-3	9.908	93.33	1.38	8.33	28.33	Rojo	13.104	25.35	23.38
56	D-65 (testigo)	9.771	82.00	1.39	21.33	22.33	Rojo	13.104	29.76	24.20
13	AN35XIA28	9.771	83.66	1.47	16.66	24.66	Rojo	12.824	31.44	24.31
42	Atx625AXIA28	9.425	86.33	1.38	16.66	25.00	Rojo	12.408	27.01	23.04
32	Atx625AX129-1	9.425	91.66	1.63	10.33	27.00	Rojo	12.408	25.96	24.17
9	AN35X5-1	9.354	89.00	1.48	23.00	19.66	Rojo	12.408	25.53	24.66
38	Atx625X5-1	9.217	91.33	1.39	15.00	28.00	Rojo	12.337	28.01	24.07

<b>54</b>	Marfil (testigo)	9.146	86.33	1.46	15.00	20.00	Blanco	12.129	28.07	25.34
<b>49</b>	Atx625AX8⊗	9.146	89.66	1.43	8.66	27.66	Rojo	12.062	32.18	23.84
<b>17</b>	AN35X10⊗	9.008	88.33	1.36	19.00	18.33	Rojo	11.716	30.06	25.01
<b>31</b>	Atx625AXLu467	8.937	93.33	1.29	8.00	28.00	Rojo	11.712	22.8	23.29
<b>18</b>	AN35X18⊗	8.867	89.66	1.40	24.33	17.66	Rojo	11.712	26.63	24.60
<b>5</b>	AN35X30⊗	8.867	86.33	1.20	21.00	18.33	Rojo	11.574	26.1	23.67
<b>53</b>	Ámbar (testigo)	8.729	85.33	1.39	14.33	22.00	Rojo	11.504	35.09	25.32
<b>30</b>	Atx625AXIA57	8.517	90.33	1.36	17.00	26.33	Rojo	11.504	26,54	23.07
<b>39</b>	Atx625AX8-2	8.450	88.00	1.40	19.00	25.33	Rojo	11.504	27.71	23.12
<b>55</b>	D-69 (testigo)	8.313	84.33	1.41	24.00	23.00	Rojo	11.295	29.26	24.39
<b>3</b>	AN35X129-1	8.242	87.00	1.81	15.33	20.66	Rojo	11.087	34.10	24.84
<b>29</b>	Atx625AX229	8.104	93.66	1.32	16.33	25.66	Rojo	11.020	24.76	23.31
<b>8</b>	AN35X12	8.104	87.00	1.42	25.00	19.00	Rojo	11.020	27.24	24.49
<b>19</b>	AN35X8	8.033	88.66	1.24	17.66	19.33	Rojo	10.949	31.36	24.34
<b>11</b>	AN35XLu25	8.033	87.66	1.35	21.33	23.00	Blanco	10.879	29.74	24.96
<b>43</b>	Atx625AX2898	7.967	89.00	1.20	12.33	30.66	Blanco	10.812	19.6	21.15
<b>2</b>	AN35XIA57	7.967	85.00	1.33	23.00	19.66	Rojo	10.670	24.33	24.22
<b>33</b>	Atx625AXLu22	7.758	86.33	1.29	14.00	30.33	Blanco	10.670	25.96	23.59
<b>10</b>	AN35X8-2	7.758	85.66	1.43	25.33	19.33	Rojo	10.604	28.97	24.65
<b>40</b>	Atx625AXLu25	7.617	86.33	1.27	11.66	30.00	Blanco	10.395	26.88	21.74

...

<b>25</b>	AN35X103-1	7.617	87.33	1.93	21.66	21.33	Blanco	10.324	34.24	24.90
<b>36</b>	Atx625AX112-1	7.550	84.66	1.44	9.00	25.66	Blanco	10.324	35.79	23.37
<b>45</b>	Atx625AX2898	7.479	90.66	1.30	21.33	30.66	Blanco	10.254	22.74	23.05
<b>1</b>	AN35X229	7.479	88.66	1.41	22.33	20.00	Rojo	10.128	27.71	24.10
<b>47</b>	Atx625AX2892	7.271	86.66	1.38	21.00	28.33	Blanco	10.045	27.06	23.34
<b>34</b>	Atx625AX30	7.271	91.33	1.37	18.33	26.33	Rojo	9.979	24.56	22.34
<b>12</b>	AN35X21-1	7.208	86.66	1.50	24.66	20.00	Blanco	9.770	28.91	23.78
<b>22</b>	AN35X117-1	7.062	85.33	2.10	13.00	21.66	Blanco	9.699	37.14	25.46
<b>20</b>	AN35X2904	7.062	83.66	1.47	29.33	19.33	Rojo	9.491	35.98	24.97
<b>46</b>	Atx625AX10	6.925	85.00	1.45	17.00	25.00	Rojo	9.491	33.33	23.64
<b>44</b>	Atx625AX2903	6.925	88.33	1.41	15.33	28.66	Rojo	9.004	27.44	23.85
<b>16</b>	AN35X2898	6.854	85.33	1.23	24.66	22.66	Blanco	8.866	28.15	24.52
<b>50</b>	Atx625AX28-1	6.508	87.00	2.00	3.33	24.66	Blanco	8.866	40.94	24.48
<b>14</b>	AN35X2898	6.508	83.00	1.29	22.66	20.33	Blanco	8.520	28.27	24.84
<b>15</b>	AN35X2903	6.300	85.66	1.35	26.33	22.00	Rojo	8.312	32.83	25.24
<b>21</b>	AN35X17-2	5.950	82.00	1.62	20.33	20.33	Blanco	8.104	34.32	26.23
<b>7</b>	AN35X112-1	5.812	82.00	1.53	14.33	19.33	Blanco	7.895	30.84	24.83
<b>51</b>	Atx625AX17-4	5.467	90.33	1.36	7.66	29.66	Blanco	7.895	27.67	22.42
<b>24</b>	AN35X17-4	5.325	84.66	1.35	19.33	22.33	Blanco	7.754	31.06	24.06
<b>27</b>	AN35X112-1	5.258	83.66	1.60	19.00	19.00	Blanco	7.545	34.63	24.22

...

<b>4</b>	AN35XLu22	4.283	82.00	1.28	22.33	20.66	Blanco	7.408	30.99	25.21
<b>23</b>	AN35X28.1	2.271	82.33	2.03	18.00	20.00	Blanco	3.033	34.05	25.00
<b>Σ</b>		<b>447.221</b>	<b>4894.8</b>	<b>81.43</b>	<b>997.18</b>	<b>1314.82</b>		<b>602.923</b>	<b>1642.99</b>	<b>1348.32</b>
<b>X</b>		<b>7.986</b>	<b>87.40</b>	<b>1.45</b>	<b>17.81</b>	<b>23.48</b>		<b>10.766</b>	<b>29.339</b>	<b>24.08</b>

Al analizar los trece grupos se puede observar que los híbridos experimentales mostraron diferencias en cuanto a su potencial a un nivel de probabilidad de 0.05; los híbridos que destacan son: AN35X124-2 , AN35X106-2, Atx625AX21-1 y AN35X14-3 con rendimientos promedio de 10.883, 10.533, 10.467 y 10.325 ton/ha, respectivamente estos híbridos superan al mejor testigo (Kilate con 10.188 ton/ba). Los híbridos con los rendimientos más bajos pero estadísticamente iguales son: AN35XLU22 y AN35X28-1 con rendimientos de 4.283 y 2.271, respectivamente. Así mismo cabe hacer notar que la diferencia entre los materiales mas y menos rendidores fue considerable, ya que el rango fue de 8.612 ton/ba, diferencia que desde el punto de vista económico es muy significativo.

De acuerdo a la comparación de medias para las demás características agronómicas ( cuadros apéndice), estas también mostraron variación, ya que en cada una de ellas resultaron varios grupos estadísticos, así: días a floración, altura de planta, excerción, tamaño de panoja, peso de 1000 semillas y peso volumétrico resultaron con 11, 12, 10, 15, 21 y 21 grupos estadísticos, presentados en los cuadros B1, B2, B3, B4,B6 y B7 del apéndice, respectivamente. Esta variación en el número de grupos refleja la gran variación existente entre y dentro de los híbridos y características evaluadas, coincidiendo con lo antes detectado por los análisis de varianza.

Con el propósito de determinar el grado de asociación entre el rendimiento y las variables evaluadas, se determinaron las correlaciones existentes entre las características medidas; días a floración, altura de planta, excerción, tamaño de panoja, peso de campo, peso de 1000 semillas y peso volumétrico, mediante matrices de correlación.

**Cuadro 4.3. Comparación de medias para el carácter de rendimiento.**

<b>Genotipo</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Media</b>	
28	AN35X124-2	10.883	A
26	AN35X106-2	10.533	AB
41	Atx625AX21-1	10.467	ABC
6	AN35X14-3	10.325	ABCD
52	Kilate (testigo)	10.188	ABCDE
37	Atx625AX12	10.117	ABCDEF
48	Atx625AX18	9.979	ABCDEF
35	Atx625AX14-3	9.908	ABCDEF
56	D-65 (testigo)	9.771	ABCDEF
13	AN35XIA28	9.771	ABCDEF
42	Atx625AXIA28	9.425	ABCDEF
32	Atx625AX129-1	9.425	ABCDEF
9	AN35X5-1	9.354	ABCDEF
38	Atx625AX5-1	9.217	ABCDEF
54	Marfil (testigo)	9.146	ABCDEF
49	Atx625AX8 ⊗	9.146	ABCDEF
17	AN35X10 ⊗	9.008	ABCDEF
31	Atx625AXLu46	8.937	ABCDEF
18	AN35X18 ⊗	8.867	ABCDEF
5	AN35X30 ⊗	8.867	ABCDEF
53	Ambar (testigo)	8.729	ABCDEF
30	Atx625AXIA57	8.517	ABCDEF
39	Atx625AX8-2	8.450	ABCDEF
55	D-69 (testigo)	8.313	ABCDEF
3	AN35X129-1	8.242	BCDEF
29	Atx625AX229	8.104	BCDEF
8	AN35X12 ⊗	8.104	BCDEF
19	AN35X8 ⊗	8.003	BCDEF
11	AN35Xlu25	8.003	BCDEF
43	Atx625Ax2898	7.967	BCDEF
2	AN35XIA57	7.967	CDEF
33	Atx625AXLu22	7.758	CDEF
10	AN35X8-2	7.758	DEFG
40	Atx625AXLu25	7.617	DEFG
25	AN35X103-1	7.617	EFGH
36	Atx625AX112-1	7.550	EFGH
45	Atx625AX2898	7.479	EFGH
1	AN35X229	7.479	FGHI
47	Atx625AX2892	7.271	FGHI
34	Atx625AX30 ⊗	7.271	GHIJ
12	AN35X21-1	7.208	GHIJ
22	AN35X117-1	7.062	HIJK
20	AN35X2904	7.062	HIJK
46	Atx625AX10	6.925	HIJK
44	Atx625AX2903	6.925	IJKL
16	AN35X2898	6.854	IJKL
50	Atx625AX28-1	6.508	JKLM
14	AN35X2898	6.508	KLMN
15	AN35X2903	6.300	KLMN
21	AN35X17-2	5.950	KLMN
7	AN35X112-1	5.812	LMNO
51	Atx625AX17-4	5.467	MNO
24	AN35X17-4	5.258	NO
27	AN35X112-1	5.235	OP
4	AN35Xlu22	4.283	OP
23	AN35X28-1	2.271	

DMS = 2.750 Ton/ha

En el cuadro 4.4 se presentan los coeficientes de correlación ( $r$ ) obtenidos al relacionar las variables antes mencionadas. En este cuadro, se observan las significaciones estadísticas obtenidas al correlacionar los efectos que las variables medidas tienen sobre el rendimiento de los híbridos experimentales evaluados.

Al interpretar el grado de asociación que cada una de las variables tiene sobre el rendimiento, se encontró que los efectos de éstos son diferentes, encontrándose correlaciones positivas y altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en días a floración ( $r = 0.537$ ), tamaño de panoja ( $r = 0.280$ ) y peso de campo ( $r = 0.903$ ), estos coeficientes de correlación nos indican que los rendimientos de los híbridos están fuertemente influenciados por estas variables, es decir, que a mayor días a floración, mayor tamaño de la panoja y mayor peso de campo, mayores son los rendimientos, esta aseveración se corrobora en los cuadros B1 y B4 donde se observa que estadísticamente los materiales más rendidoras son los más tardíos. De igual manera sucede con tamaño de panoja y peso de campo, cuadros 4.3 y B4; 4.3 y B5 respectivamente; se observa en estos cuadros que estas variables están fuertemente correlacionadas con el rendimiento, debido a que los rendimientos más altos son también los que tiene mayor tamaño de panoja y peso de campo, así lo demuestra el hecho de que el 53% de los híbridos con mayor tamaño de panoja y de peso de campo se encuentran dentro del grupo de mayor rendimiento (cuadro 4.3 y B4 y B5 del apéndice); sin embargo, dentro de estas dos variables la más relacionada es el peso de campo con el rendimiento ( $r = 0.903$ ), esto indica que con el peso de campo podría predecirse el rendimiento de los híbridos sin necesidad del desgrane de panojas para obtener dicho dato.

El grado de asociación entre el rendimiento y la variable peso de 1000 semillas



resultado negativa y significativa ( $r = -0.261$ ), lo cual no era de esperarse, puesto que se supone que a mayor peso de semillas mayor sería el rendimiento, y no fue así, sino lo contrario. Esto puede deberse quizá a que las semillas producidas y/o utilizadas para obtener el peso fueron pequeñas y de menor peso, por lo que no hubo una relación directa, por que al observar el híbrido AN35X124-2 que obtuvo el rendimiento mas alto encontramos que su peso de 1000 semillas (28.28 gr.) fue menor que la medida general ( 29.339 gr.), esto quiere decir que el mayor rendimiento fue debido a un mayor número de granos por panoja (variable no medida) y no al peso de éstos, por lo tanto a mayor número de granos por panoja menor será el peso de 1000 semillas, de ahí la correlación significativa y negativa encontrada.

La asociación del rendimiento con las variables la altura de planta, excersión y peso volumétrico resultaron negativas y no significativas, ésto indica que entre estas variables no existe ninguna asociación, o sea son independientes unas de otras y en sentido inverso; sin embargo, llama la atención la correlación encontrada entre rendimiento y la altura de planta ( $r = -0.192NS$ ), ya que en otros cultivos como el maíz esas características y días a floración están directa y ampliamente correlacionadas, es decir, los materiales altos y tardíos son los más rendidores. En este caso, la falta de asociación y la no dependencia de las variables, quizá sea debida que la producción por planta se deba al potencial genético del genotipo y no a la morfología de la planta, es decir, que la producción de la planta no se deba a su tamaño sino a su potencial productivo.

Las otras conclusiones mostradas en la matriz del cuadro 4.4 no serán discutidas debido a que su análisis no es relevante para los objetivos de este estudio.

Sumarizando la información obtenida sobre los coeficientes de correlación, puede decirse, que los de las variables consideradas importantes en el rendimiento resultaron altamente significativas, a excepción de altura de plata que mostró no significancia esto indica que existe alto grado de asociación entre las comparaciones antes discutidas, de ahí que fue importante determinarlas para planear futuros estudios que corroboren la información aquí presentada, con el fin de aprovechar al máximo el potencial genético de los materiales evaluados.

**Cuadro No. 4.4 matriz de correlaciones fenotípicas y nivel de significancia encontradas entre las características agronómicas de 56 materiales de sorgo evaluadas en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. de Roque, Celaya, Gto. en el ciclo Primavera-Verano del 2003.**

VARIABLE	Rendimiento	Días a floración	Altura de planta	Excursión	Tamaño de panoja	Peso de campo	Peso de 1000 semillas	Peso volumétrico
Rendimiento	1.00	0.537**	-0.192NS	-0.109NS	0.280**	0.903**	-0.261*	-0.187NS
Días a floración		1.00	-0.138NS	-0.387**	0.507**	0.639**	-0.441**	-0.435**
Altura de plan.			1.00	-0.191NS	-0.208NS	-0.289*	0.682**	0.279*
Excursión				1.00	-0.576**	-0.165NS	0.135NS	0.346**
Tam. Panoja					1.00	0.134NS	-0.317*	-0.631**
Peso de campo						1.00	-0.335**	-0.252NS
Peso de 1000 se.							1.00	0.478**
Peso volum.								1.00

\*\* = Altamente significativo

NS = No Significativo

\* = Significativo

## **CONCLUSIONES**

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

1. Dentro de los híbridos experimentales evaluados se encontró que alguno de ellos superaron en rendimiento y características agronómicas a los testigos comerciales .
2. En base a datos promedio de rendimiento los mejores híbridos fueron AN35X124-2; AN35X106-2; ATX625AX21-1 y AN35X14-3 que superaron al mejor testigo comercial (kilate).
3. El programa de mejoramiento genético de sorgo de la UAAAN cuenta con material de amplio potencial, de donde se puedan seleccionar progenitores que produzcan mejores combinaciones híbridas.
4. El análisis de correlación arrojó asociaciones altas y significativas entre las variables importantes .
5. El rendimiento de grano esta altamente relacionado con las características días a floración, tamaño de panoja y peso de campo, por lo que si de alguna de ellas se ve afectada, repercutirá directamente en el rendimiento

## **RECOMENDACIONES**

1. Reevaluar en años y localidades los híbridos que obtuvieron los rendimientos más altos para corroborar su potencial genético y liberar al mejor como híbrido comercial.

2. Evaluar todos los híbridos experimentales en otras localidades para observar su comportamiento y el efecto de los ambientes de prueba.

## BIBLIOGRAFIA

- Cruz R.M. 1981. Evaluación de Nuevos Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) En el Valle de Apatzingan, Michoacán. Tesis. Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Crúz, P. F y B. Burton G. 1982. Correlaciones entre el rendimiento y caracteres de planta en Maíz. IX Congreso Nacional de Fitogenética. Programa y resúmenes. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coach.
- Chávez, A. J.L. 1993. Mejoramiento de plantas 1. Segunda edición. Editorial Trillas. México, D.F.
- Davila, G. N. 1980. Evaluación Preliminar de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de la UAAAN en el Norte de Tamaulipas. Tesis. Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Eberhart, S.A. 1979. Regional Maice Diallels With us and Semi-Exotic varietis. Crop Sci. 11(3): 911-914 United States of America.
- González L. S. Et. Al 1994. Evaluación de Variedades de Sorgo Grano Blanco en la Localidad de Zapopan, Jalisco. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A.C.
- Leland R. House. 1982. El Sorgo guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma Chapingo. Editorial Grupo Gaceta. Pp. 79 – 150. México, D.F.
- Loya, r. H. 1986. Estudio Comparativo de 8 Características de Sorgo para Grano Bajo 2 Ambientes, Riego y Temporal. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Morgado, Q. M. 1999. Evaluación de 69 Genotipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para Grano. Tesis de Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Morales, M. N. 1999. Estudio Comparativo de 8 Características de 96 Híbridos de Sorgo Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) Evaluadas en la Región Norte de Tamaulipas. Tesis Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, O. L. E. 1988. Formación de híbridos de sorgo para grano. Proporción de un modelo de selección de progenitores en base a sus parámetros genéticos. Rev. Fitotecnia México. 13:44 – 55.
- Puente, M. J. L. 1983. Evaluación de Líneas Per-se y su Estabilidad para Rendimiento de Sorgo para Grano en Tres Ambientes Temporales. Tesis M.C., UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Pecina, Q. E. Y colaboradores 1994. Respuesta de la androesterilidad en Cuatro Líneas Isocitoplasmáticas de Sorgo. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A. C.
- Sandoval, I. R. et al 1992 Evaluación de Híbridos Experimentales de Sorgo en la Localidad De Zapopan, Jalisco. 11 Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. Memorias, SOMEFI, A.C.
- Teniente, O. R. 1993. Evaluación de Nuevos Genotipos de Sorgo en la Región del Valle de Apatzingan Michoacán. 11 Congreso Latinoamericano de Genética y 15 Congreso de Fitomejoramiento. Memorias, SOMEFI, A. C.

Valdez, O.A.2001. Tecnología de Producción de Semilla Híbrida de Sorgo. Manual de Semillas Forrajeras. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2001/nov-dic/art-6.pdf>

[ceribci@cirne.inifap.conacyt.mx](mailto:ceribci@cirne.inifap.conacyt.mx)

[http://www.Siea.Sagarpa.gob.mx/Publicaciones/"Archivos/Sorgo90-99.pdf](http://www.Siea.Sagarpa.gob.mx/Publicaciones/)

<http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/especiales/memorias-atam/17.htm>

<http://www.funprojal.org.mx/proyectos/agricolas/15/index.html>

<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2000/sep-oct/art-5.pdf>

<http://www.uanl.mx/publicaciones/ciencia-uanl/vol5/3/pdfs/art.sorgo.pdf>

<http://www.centa.gob.sv/documentos/boletines/sorgo>

[http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Bioagro%209\(2\)/CULTIV.%20SORGO.html](http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Bioagro%209(2)/CULTIV.%20SORGO.html)

[http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v37\\_1-3/v373a001.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v37_1-3/v373a001.html)



# APÉNDICE

**Cuadro A1. Análisis de varianza para la característica de rendimiento. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	26.9971062	0.4908	2.90**
<b>Bloques</b>	2	0.531176185	0.2655	1.57 N.S
<b>Error</b>	110	18.56637952	0.1687	
<b>Total</b>	167	46.0946619		

\*\* = Altamente significativo  $\bar{X} = 1.91$

N.S= No significativo

C.V= 21.50%

**Cuadro A2. Análisis de varianza para la característica de días a floración. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	1708.452	31.062	3.19**
<b>Bloques</b>	2	48.72614	24.363	2.50 N.S
<b>Error</b>	110	1069.9456	9.726	
<b>Total</b>	167	2827.117		

\*\* = Altamente significativo  $\bar{X} = 87.06$

N.S = No significativo

C.V = 3.58%

**Cuadro A3. Análisis de varianza para la característica de altura de planta. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	6.3308	0.1151	8.99**
<b>Bloques</b>	2	0.1042	0.0521	4.07*
<b>Error</b>	110	1.408	0.0128	
<b>Total</b>	167	7.843		

\*\* = Altamente significativo  $\bar{X} = 1.45$

\* = Significativo

C.V = 7.76%

**Cuadro A4. Análisis de varianza para la característica de excersión. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	4971.9048	90.3982	3.40**
<b>Bloques</b>	2	62.5833	31.2916	1.17 N.S
<b>Error</b>	110	2919.4167	26.5401	
<b>Total</b>	167	7953.9048		

\*\* = Altamente significativo  $\bar{X} = 17.80$

C.V =28.94%

**Cuadro A5. Análisis de varianza para la característica de tamaño de panoja. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	2454.27976	44.6232	7.16**
<b>Bloques</b>	2	4.7500014	2.3750	0.38 N.S
<b>Error</b>	110	684.9166686	6.2265	
<b>Total</b>	167	3143.94643		

\*\* = Altamente significativo

$$\bar{X} = 23.47$$

N.S = No significativo

C.V = 10.63%

**Cuadro A6. Análisis de varianza para la característica de peso de campo. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	46.88	0.8523	3.84**
<b>Bloques</b>	2	1.01809139	0.5090	2.29 N.S
<b>Error</b>	110	24.3892	0.22172	
<b>Total</b>	167	72.287353		

\*\* = Altamente significativo

$$\bar{X} = 2.58$$

N.S = No significativo

C.V = 18.25%

**Cuadro A7. Análisis de varianza para la característica de peso de 1000 semillas. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	2899.318	52.714	9.08**
<b>Bloques</b>	2	72.864	36.432	6.28**
<b>Error</b>	110	638.1055	5.800	
<b>Total</b>	167	3610.2875		

\*\* = Altamente significativo

$$\bar{X} = 29.53$$

C.V = 8.15%

**Cuadro A8. Análisis de varianza para la característica de peso volumétrico. Roque, Gto. Ciclo Primavera- Verano 2003.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>Tratamiento</b>	55	174.75516	3.1773	6.03**
<b>Bloques</b>	2	0.5436489	0.2718	0.15 N.S
<b>Error</b>	110	57.8823811	0.5262	
<b>Total</b>	167	233.18119		

\*\* = Altamente significativo

$$\bar{X} = 24.07$$

N.S= No significativo

C.V = 3.01%

**Cuadro B1. Comparación de medias para el carácter de rendimiento.**

Tratamiento	Genealogía	Media	
28	AN35X124-2	10.883	A
26	AN35X106-2	10.533	AB
41	Atx 625AX21-1	10.467	ABC
6	AN35X14-3	10.325	ABCD
52	Kilate (testigo)	10.188	ABCDE
37	Atx 625AX12 ⊗	10.117	ABCDEF
48	Atx 625AX18 ⊗	9.979	ABCDEF
35	Atx 625AX14-3	9.908	ABCDEF
56	D-65 (testigo)	9.771	ABCDEF
13	AN35XIA28	9.771	ABCDEFGH
42	Atx 625AXIA28	9.425	ABCDEFGHI
32	Atx 625AX129-1	9.425	ABCDEFGHI
9	AN35X5-1	9.354	ABCDEFGHI
38	Atx 625AX5-1	9.217	ABCDEFGHIJ
54	Marfil (testigo)	9.146	ABCDEFGHIJ
49	Atx 625AX8 ⊗	9.146	ABCDEFGHIJ
17	AN35X10 ⊗	9.008	ABCDEFGHIJ
31	Atx625AXLu467	8.937	ABCDEFGHIJK
18	AN35X18 ⊗	8.867	ABCDEFGHIJK
5	AN35X30 ⊗	8.867	ABCDEFGHIJK
53	Ambar (testigo)	8.729	ABCDEFGHIJKL
30	Atx625XA57	8.517	ABCDEFGHIJKLM
39	Atx625AX8-2	8.450	ABCDEFGHIJKLM
55	D-69 (testigo)	8.313	ABCDEFGHIJKLM
3	AN35X129-1	8.242	BCDEFGHIJKLM
29	Atx625AX229	8.104	BCDEFGHIJKLM
8	AN35X12 ⊗	8.104	BCDEFGHIJKLM
19	AN35X8 ⊗	8.003	BCDEFGHIJKLM
11	AN35Xlu25	8.003	BCDEFGHIJKLMN
43	Atx625AX2898	7.967	BCDEFGHIJKLMN
2	AN35XIA57	7.967	CDEFGHIJKLMN
33	Atx625A30 ⊗	7.758	CDEFGHIJKLMN
10	AN35X8-2	7.758	DEFGHIJKLMN
40	Atx625AXLu25	7.617	DEFGHIJKLMN
25	AN35X103-1	7.617	EFGHIJKLMN
36	Atx625AX112-1	7.550	EFGHIJKLMN
45	Atx625AX2898	7.479	EFGHIJKLMN
1	AN35X229	7.479	FGHIJKLMN
47	Atx625AX2892	7.271	FGHIJKLMN
34	Atx625AX30 ⊗	7.271	GHIJKLMNO
12	AN35X21-1	7.208	GHIJKLMNO
22	AN35X117-1	7.062	HIJKLMNO
20	AN35X2904	7.062	HIJKLMNO
46	Atx625X10 ⊗	6.925	HIJKLMNO
44	Atx625AX2903	6.925	IJKLMNO
16	AN35X2898	6.854	IJKLMNO
50	Atx625AX28-1	6.508	JKLMNO
14	AN35X2898	6.508	KLMNO
15	AN35X2903	6.300	KLMNO
21	AN35X17-2	5.950	KLMNO
7	AN35X112-1	5.812	LMNO
51	Atx625AX17-4	5.467	MNO
24	AN35X17-4	5.258	NO
27	AN35X112-1	5.235	OP
4	AN35Xlu22	4.283	OP
23	AN35X28-1	2.271	P

DMS = 2.750 Ton/ha

**Cuadro B2. Comparación de medias para el carácter de días a floración**

Tratamiento	Genealogía	Media	
48	Atx625AX18 ⊗	94.33	A
37	Atx625AX12 ⊗	93.66	AB
31	Atx625AXLu467	93.33	ABC
35	Atx625AX14-3	93.33	ABC
29	Atx625AX229	92.66	ABCD
34	Atx625AX30 ⊗	91.33	ABCDE
38	Atx625AX5-1	91.33	ABCDE
32	Atx625AX129-1	90.66	ABCDEF
30	Atx625AXA57	90.33	ABCDEFG
51	Atx625AX17-4	90.33	ABCDEFG
52	Kilate (testigo)	90.00	ABCDEFGH
45	Atx625AX2898	89.66	ABCDEFGH
28	AN35X124-2	89.33	ABCDEFGH
9	AN35X5-1	89.00	BCDEFGH
41	Atx625AX21-1	89.00	BCDEFGH
43	Atx625AX2898	89.00	BCDEFGH
18	AN35X18 ⊗	88.66	BCDEFGHI
26	AN35X106-2	88.66	BCDEFGHI
49	Atx625AX8 ⊗	88.66	BCDEFGHI
17	AN35X10 ⊗	88.33	CDEFGHI
44	Atx625AX2903	88.33	CDEFGHI
39	Atx625AX8-2	88.00	DEFGHI
1	AN35X229	87.66	DEFGHIJ
19	AN35X8 ⊗	87.66	DEFGHIJ
25	AN25X103-1	87.33	EFGHIJ
3	AN35X129-1	87.00	EFGHIJK
8	AN35X12 ⊗	87.00	EFGHIJK
50	Atx625AX28-1	87.00	EFGHIJK
11	AN35Xlu25	86.66	EFGHIJK
5	AN35X30 ⊗	86.66	EFGHIJK
6	AN35X14-3	86.33	EFGHIJK
33	Atx625AXLu22	86.33	EFGHIJK
40	Atx625AXLu25	86.33	EFGHIJK
42	Atx625AX IA28	86.33	EFGHIJK
54	Marfil (testigo)	86.33	EFGHIJK
12	AN35X21-1	85.66	FGHIJK
47	Atx625AX2892	85.66	FGHIJK
16	AN35X2898	85.33	GHIJK
22	AN35X117-1	85.33	GHIJK
53	Ambar (testigo)	85.33	GHIJK
2	AN35XIA57	85.00	HIJK
46	Atx625AX10 ⊗	85.00	HIJK
10	AN35X8-2	84.66	IJK
15	AN35X2903	84.66	IJK
55	D-69 (testigo)	84.33	IJK
24	AN35X17-4	83.66	IJK
36	Atx625AX112-1	83.66	IJK
14	AN35X2898	83.00	JK
13	AN35XIA28	82.66	K
20	AN35X2904	82.66	K
27	AN35X112-1	82.66	K
23	AN35X28-1	82.33	K
4	AN35Xlu22	82.00	K
7	AN35X112-1	82.00	K
21	AN35X17-2	82.00	K
56	D-65 (testigo)	82.00	K

DMS = 5.04

**Cuadro B3. Comparación de medias para altura de planta.**

Tratamiento	Genealogía	Media	
22	AN35X117-1	2.10	A
23	AN35X28-1	2.03	AB
50	Atx625AX28-1	2.00	AB
25	AN25X103-1	1.93	BC
3	AN35X129-1	1.81	CD
26	AN35X106-2	1.76	CDE
32	Atx625AX129-1	1.63	DEF
21	AN35X17-2	1.62	EFG
27	AN35X112-1	1.60	EFG
7	AN35X112-1	1.53	FGH
41	Atx625AX21-1	1.52	FGH
12	AN3521-1	1.50	FGHI
53	Ambar (testigo)	1.50	FGHI
48	Atx625AX18 ⊗	1.5	FGHI
9	AN35X5-1	1.48	FGHIJ
13	AN35XIA28	1.47	FGHIJK
20	AN35X2904	1.47	FGHIJK
54	Marfil (testigo)	1.46	FGHIJK
28	AN35X124-2	1.45	FGHIJKL
46	Atx625AX10 ⊗	1.45	FGHIJKL
36	Atx625AX112-1	1.44	GHIJKL
10	AN35X8-2	1.43	HIJKL
37	Atx625AX12 ⊗	1.43	HIJKL
49	Atx625AX8 ⊗	1.43	HIJKL
8	AN35X12 ⊗	1.42	HIJKLM
1	AN35X229	1.41	IJKLMN
44	Atx625AX2903	1.41	IJKLMN
55	D-69 (testigo)	1.41	IJKLMN
39	Atx625AX8-2	1.40	IJKLMN
18	AN35X18 ⊗	1.4	IJKLMN
6	AN35X14-3	1.39	IJKLMN
38	Atx625AX5-1	1.39	IJKLNM
53	Ambar (testigo)	1.39	IJKLMN
56	D-65 (testigo)	1.39	IJKLMN
35	Atx625AX14-3	1.38	IJKLMNO
42	Atx625AXIA28	1.38	IJKLMNO
47	Atx625AX2892	1.38	IJKLMNO
34	Atx625AX30 ⊗	1.37	IJKLMNO
17	AN35X10 ⊗	1.36	IJKLMNO
30	Atx625A57	1.36	IJKLMNO
51	Atx625ax17-4	1.36	IJKLMNO
11	AN35Xlu25	1.35	IJKLMNO
15	AN35X103-1	1.35	IJKLMNO
24	AN35X17-4	1.35	IJKLMNO
2	AN35XIA57	1.33	IJKLMNO
29	Atx625AX229	1.32	IJKLMNO
45	Atx625AX2898	1.3	JKLMNO
14	AN35X2898	1.29	KLMNO
31	Atx625Axu467	1.29	KLMNO
33	Atx625AXLu22	1.29	KLMNO
4	AN35Xlu22	1.27	LMNO
40	Atx625AXLu25	1.27	LMNO
19	AN35X8 ⊗	1.24	MNO
16	AN35X2898	1.23	NO
5	AN35X30 ⊗	1.20	O
43	Atx625AX2898	1.20	O

DMS = 0.18



**Cuadro B4. Comparación de medias para excersión.**

Tratamiento	Genealogía	Media	
20	AN35X2904	29.33	A
15	AN35X2903	26.33	AB
10	AN35X8-2	25.33	ABC
8	AN35X12	25.00	ABC
12	AN35X21-1	24.66	ABCD
16	AN35X2898	24.66	ABCD
18	AN35X18 ⊗	24.33	ABCDE
55	D-69 (testigo)	24.00	ABCDE
2	AN35XIA57	23.00	ABCDE
6	AN35X14-3	23.00	ABCDE
9	AN35X5-1	23.00	ABCDE
14	AN35X2898	22.66	ABCDEF
1	AN35X229	22.33	ABCDEF
4	AN35Xlu22	22.33	ABCDEF
25	AN35X103-1	21.66	ABCDEF
11	AN35XLu25	21.33	ABCDEF
45	Atx625AX	21.33	ABCDEF
56	D-65 (testigo)	21.33	ABCDEF
5	AN35X30 ⊗	21.00	ABCDEF
47	Atx625AX2892	21.00	ABCDEF
21	AN35X17-2	20.33	BCDEF
26	AN35X106-2	19.66	BCDEF
24	AN35X28-1	19.33	BCDEF
17	AN35X10 ⊗	19.00	BCDEF
27	AN35X112-1	19.00	BCDEF
39	Atx625AX8-2	19.00	BCDEF
34	Atx625AX30 ⊗	18.33	BCDEF
23	AN35X28-1	18.00	BCDEF
19	AN35X8 ⊗	17.66	CDEF
52	Kilate (testigo)	17.33	CDEF
30	Atx625AXA57	17.00	CDEF
37	Atx625AX12 ⊗	17.00	CDEF
46	Atx625AX10 ⊗	17.00	CDEF
13	AN35XIA28	16.66	DEFG
42	Atx625AXIA28	16.66	DEFG
29	Atx625AX229	16.33	DEFG
48	Atx625AX18 ⊗	16.00	EFGH
3	AN35X129-1	15.33	FGHI
28	AN35X124-2	15.33	FGHI
44	Atx625AX2903	15.33	FGHI
38	Atx625AX5-1	15.00	FGHI
54	Marfil (testigo)	15.00	FGHI
7	AN35X112-1	14.33	FGHI
41	Atx625AX21-1	14.33	FGHI
53	Ambar (testigo)	14.33	FGHI
33	Atx625AXLu22	14.00	GHI
22	AN35X117-1	13.00	HI
43	Atx625AX2898	12.33	HI
40	ATX625Xlu25	11.66	HIJ
32	Atx625AX129-1	10.33	HIJ
36	Atx625AX112-1	9.00	HIJ
49	Atx625AX8 ⊗	8.66	HIJ
35	Atx625AX14-3	8.33	HIJ
31	Atx625AXLu467	8.00	IJ
51	Atx625AX17-4	7.66	J
50	ATX625AX28-1	3.33	J

DMS = 3.89

**Cuadro B5. Comparación de medias para la característica de tamaño de panoja.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Media</b>	
43	Atx625AX2898	30.66	A
45	Atx625AX2898	30.66	A
33	Atx625AXLu22	30.33	AB
40	Atx625AXLu25	30.00	AB
51	Atx625AX17-4	29.66	ABC
37	Atx625AX12 ⊗	28.66	ABCD
44	Atx625AX2903	28.66	ABCD
35	Atx625AX14-3	28.33	ABCD
41	Atx625AX21-1	28.33	ABCD
47	Atx625AX2892	28.33	ABCD
31	Atx625AXLu467	28.00	ABCD
38	A625AX5-1	28.00	ABCD
49	Atx625AX8 ⊗	27.66	ABCD
48	Atx625AX18 ⊗	27.33	ABCD
32	Atx625AX129-1	27.00	ABCDE
30	Atx625AXA57	26.33	BCDEF
34	Atx625AX30 ⊗	26.33	BCDEF
29	Atx625AX229	25.66	CDEFG
35	Atx625AX14-3	25.66	CDEFG
39	Atx625AX8-2	25.33	DEFGH
42	Atx625AXIA28	25.00	DEFGH
46	Atx625AX10 ⊗	25.00	DEFGH
13	AN35XIA28	24.66	EFGHI
50	Atx625AX28-1	24.66	EFGHI
11	AN35Xlu25	23.00	EFGHIJ
26	AN35X106-2	23.00	EFGHIJ
55	D-69 (testigo)	23.00	EFGHIJ
16	AN35X2898	22.66	FGHIJ
24	AN35X17-4	22.33	FGHIJ
56	D-65 (testigo)	22.33	FGHIJ
15	AN35X2903	22.00	GHIJ
53	Ambar (testigo)	22.00	GHIJ
22	AN35X117-1	21.66	GHIJK
25	AN35X103-1	21.33	HIJK
3	AN35X129-1	20.66	IJK
4	AN35XLu22	20.66	IJK
14	AN35X2898	20.33	JK
21	AN35X17-2	20.33	JK
52	Kilate (testigo)	20.33	JK
1	AN35X229	20.00	JK
6	AN35X14-3	20.00	JK
12	AN35X21-1	20.00	JK
23	AN35X28-1	20.00	JK
28	AN35X124-2	20.00	JK
54	Marfil (testigo)	20.00	JK
2	AN35XIA57	19.66	JK
9	AN35X5-1	19.66	JK
7	AN35X112-1	19.33	JK
10	AN35X8-2	19.33	JK
19	AN35X8 ⊗	19.33	JK
20	AN35X2904	19.33	JK
8	ANX3512 ⊗	19.00	JK
27	AN35X112-1	19.00	JK
5	AN35X30 ⊗	18.33	K
17	AN35X10 ⊗	18.33	K
18	AN35X18 ⊗	17.66	K

DMS = 4.03

**Cuadro B6. Comparación de medias para el carácter de peso de campo.**

Tratamiento	Genealogía	Media	
28	AN35X124-2	14.699	A
26	AN35X106-2	14.212	AB
41	Atx625X21-1	14.074	ABC
6	AN35X14-3	13.658	ABC
52	Kilate (testigo)	13.379	ABCD
37	Atx625AX12 ⊗	13.312	ABCDE
48	Atx625AX18 ⊗	13.312	ABCDEF
35	Atx625AX14	13.104	ABCDEFG
56	D-65 (testigo)	13.104	ABCDEFG
13	AN35XIA28	12.824	ABCDEFGH
42	Atx625AXIA28	12.408	ABCDEFGH
32	Atx625AX129-1	12.408	ABCDEFGH
9	AN35X5-1	12.408	ABCDEFGH
38	Atx625AX5-1	12.337	ABCDEFGH
54	Marfil (testigo)	12.129	ABCDEFGH
49	Atx625AX8 ⊗	12.062	ABCDEFGHI
17	AN35X10 ⊗	11.716	ABCDEFGHIJ
31	Atx625AX467	11.712	ABCDEFGHIJ
18	AN3518 ⊗	11.712	ABCDEFGHIJ
5	AN35X30 ⊗	11.574	ABCDEFGHIJ
53	Ambar (testigo)	11.504	BCDEFGHIJ
30	Atx625AXA57	11.504	BCDEFGHIJ
39	Atx625AX8-2	11.504	BCDEFGHIJ
55	D-69 (testigo)	11.295	BCDEFGHIJ
3	AN35X129-1	11.087	BCDEFGHIJ
29	Atx625AX229	11.020	CDEFGHIJKL
8	ANX3512 ⊗	11.020	CDEFGHIJKL
19	AN35X8 ⊗	10.949	CDEFGHIJKL
11	AN35Xlu25	10.879	DEFGHIJKLM
43	Atx625AX2898	10.812	DEFGHIJKLM
2	AN35XIA57	10.670	DEFGHIJKLMN
33	Atx625AXLu22	10.670	DEFGHIJKLMN
10	AN35X8-2	10.604	DEFGHIJKLMN
40	ATX625AXLu25	10.395	EFGHIJKLMNO
25	AN35X103-1	10.324	EFGHIJKLMNO
36	Atx625AX112-1	10.324	EFGHIJKLMNO
45	Atx625AX2898	10.254	EFGHIJKLMNO
1	AN35X229	10.128	FGHIJKLMNO
47	Atx625AX2892	10.045	GHIJKLMNO
34	Atx625AX30 ⊗	9.979	GHIJKLMNO
12	AN35X21-1	9.770	HIJKLMNO
22	AN35X117-1	9.699	HIJKLMNO
20	AN35X2904	9.491	IJKLMNO
46	ATX625AX10 ⊗	9.491	IJKLMNO
44	Atx625AX2903	9.004	IJKLMNO
16	AN35X2898	8.866	IJKLMNO
50	Atx625AX28-1	8.866	IJKLMNO
14	AN35X2898	8.520	JKLMNO
15	AN35X2903	8.312	KLMNO
21	AN35X17-2	8.104	KLMNO
7	AN35X112-1	7.895	LMNO
51	Atx625AX17-4	7.895	LMNO
24	AN35X17-4	7.754	MNO
27	AN35X112-1	7.545	NO
4	AN35Xlu22	7.408	OP
23	AN35X28-1	3.033	OP

DMS = 3.167

**Cuadro B7. Comparación de medias para la característica de peso de 1000 semillas.**

Tratamiento	Genealogía	Media	
50	Atx625AX28-1	40.94	A
22	AN35X117-1	37.14	AB
32	Atx625AX129-1	36.94	B
20	AN35X2904	35.98	BC
36	Atx625AX112-1	35.97	BCD
53	Ambar (testigo)	35.09	BCDE
27	AN35X112-1	34.63	BCDEF
21	AN35X17-2	34.32	BCDEF
25	AN35X103-1	34.24	BCDEF
3	AN35X129-1	34.10	BCDEF
23	AN35X28-1	34.05	BCDEFG
46	Atx625AX10 ⊗	33.33	BCDEFGH
26	AN35X106-2	33.1	CDEFGHI
15	AN35X2903	32.9	CDEFGHI
52	Kilate (testigo)	32.83	DEFGHIJ
49	Atx625AX8 ⊗	32.18	DEFGHIJK
13	AN35XIA28	31.44	EFGHIJKL
19	AN35X8 ⊗	31.36	EFGHIJKL
24	AN35X17-4	31.06	FGHIJKLM
4	AN35Xlu22	30.99	FGHIJKLM
41	Atx625AX21-1	30.98	FGHIJKLM
7	AN35X112-1	30.81	FGHIJKLMN
17	AN35X10 ⊗	30.16	GHIJKLMN
56	D-65 (testigo)	29.76	HIJKLMNO
11	AN35Xlu245	29.74	HIJKLMNOP
55	D-69 (testigo)	29.26	HIJKLMNOPQ
10	AN35X8-2	28.97	JKLMNOPQR
12	AN35X21-1	28.91	KLMNOPQR
28	AN35X124-2	28.28	LMNOPQRS
14	AN35X2898	28.27	LMNOPQRS
16	AN35X2898	28.15	LMNOPQRS
54	Marfil (testigo)	28.07	LMNOPQRS
38	Atx625AX5-1	28.01	LMNOPQRS
39	Atx625AX8-2	27.71	LMNOPQRS
51	Atx625AX17-4	27.67	LMNOPQRS
44	Atx625AX2903	27.44	MNOPQRS
1	AN35X229	27.41	MNOPQRS
8	AN35X12 ⊗	27.24	MNOPQRS
47	Atx625AX2892	27.06	NOPQRS
42	Atx625AXUA28	27.01	NOPQRS
40	Atx625AXLu25	26.88	OPQRS
37	Atx625AX12 ⊗	26.84	OPQRS
18	AN35X18 ⊗	26.63	OPQRST
48	Atx625AX18 ⊗	26.58	OPQRST
30	Atx625AXA57	26.54	OPQRST
5	AN35X30 ⊗	26.1	PQRST
33	Atx625AXLu22	25.96	PQRST
9	AN35X5-1	25.53	QRST
6	AN35X112-1	25.51	QRST
35	Atx625AX112-1	25.36	RST
29	Atx625AX229	24.76	ST
34	Atx625AX30 ⊗	24.56	ST
2	AN35XIA57	24.33	T
31	Atx625AX467	22.8	TU
45	Atx625AX2898	22.74	TU
43	Atx625AX2898	19.6	U

DMS = 3.89

**Cuadro B8. Comparación de medias para el carácter de peso volumétrico**

Tratamiento	Genealogía	Media	
21	AN35X17-2	26.23	A
22	AN35X117-1	25.46	AB
54	Marfil (testigo)	25.34	ABC
53	Ambar (testigo)	25.32	ABC
15	AN35X2903	25.24	ABCD
4	AN35Xlu22	25.21	ABCDE
52	Kilate (testigo)	25.17	ABCDE
17	AN35X10 ⊗	25.01	BCDEF
23	AN35X28-1	25.00	BCDEF
20	AN35X2904	24.97	BCDEF
11	AN35XLu25	24.96	BCDEF
25	AN35X103-1	24.90	BCDEFG
26	AN35X106-2	24.89	BCDEFGH
3	AN35X129-1	24.84	BCDEFGHI
14	AN35X2898	24.84	BCDEFGHI
7	AN35X112-1	24.83	BCDEFGHI
28	AN35X124-2	24.83	BCDEFGHI
9	AN35X5-1	24.66	BCDEFGHIJ
10	AN35X8-2	24.65	BCDEFGHIJK
18	AN35X18 ⊗	24.60	BCDEFGHIJKL
16	AN35X2898	24.52	BCDEFGHIJKLM
8	AN35X12 ⊗	24.49	BCDEFGHIJKLMN
50	Atx625AX28-1	24.48	BCDEFGHIJKLMNO
55	D-69 (testigo)	24.39	BCDEFGHIJKLMNOP
13	AN35XIA28	24.31	BCDEFGHIJKLMNOP
2	AN35XIA57	24.22	CDEFGHIJKLMNOP
27	AN35X112-1	24.22	CDEFGHIJKLMNOP
56	D-65 (testigo)	24.22	CDEFGHIJKLMNOP
6	AN35X14-3	24.17	CDEFGHIJKLMNOPQ
32	Atx625AX129-1	24.17	CDEFGHIJKLMNOPQ
1	AN35X229	24.07	CDEFGHIJKLMNOPQR
38	Atx625AX5-1	24.07	DEFGHIJKLMNOPQR
24	AN35X17-4	24.06	EFGHIJKLMNOPQR
44	Atx625AX2903	23.85	FGHIJKLMNOPQR
49	Atx625AX8 ⊗	23.84	FGHIJKLMNOPQR
12	AN35X21-1	23.78	GHIJKLMNOPQR
41	Atx625AX21-1	23.74	HIJKLMNOPQR
5	AN35X30 ⊗	23.67	IJKLMNOPQR
46	Atx625AX10 ⊗	23.64	JJKLMNOPQR
33	Atx625AXLu22	23.59	KLMNOPQRS
37	Atx625AX5-12 ⊗	23.44	LMNOPQRS
35	Atx625AX14-3	23.38	MNOPQRS
36	Atx625AX112-1	23.37	MNOPQRS
47	Atx625AX2892	23.34	NOPQRS
20	AN35X2904	23.31	OPQRS
31	Atx625AXLu467	23.29	PQRS
39	Atx625AX8-2	23.12	QRS
30	Atx625AX57	23.07	QRS
45	Atx625AX2898	23.05	RS
42	Atx625axia28	23.04	RST
51	Atx625ax17-4	22.42	STU
34	Atx625AX30 ⊗	22.34	TU
40	Atx625AXLu25	21.74	TU
48	Atx625AX18 ⊗	21.47	U
43	Atx625AX2898	21.15	U

DMS = 1.17