

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Estudio Preliminar de Cinco Características Fenotípicas en Híbridos Experimentales de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**JAIME OSCAR MORALES ARREORTUA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Estudio Proliminar de Cinco Características Fenotípicas en Híbridos  
Experimentales de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**JAIME OSCAR MORALES ARREORTUA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada

Ing. Alfredo Fernández Gaytán  
Asesor Principal

M.C. Luis Ángel Muñoz Romero  
Coasesor

M.C. Gerardo Rojas Peña  
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre 2014

*"La agricultura es la profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna para todo hombre libre"*

*Cicerón*

## DEDICATORIA

### A DIOS

Por permitirme terminar una etapa más de mi vida, por mantenerme sano durante toda la universidad, poner en mí camino a mis amigos y maestros.

### A MI MAMÁ.

Para mi mejor amiga y mamá Maida Arreortua García por haberme apoyado durante toda la carrera, por su comprensión, tolerancia, por todos aquellos momentos en los que me brindo su comprensión, consejos, amistad y amor, por no dejarme en los momentos que más la necesite, por eso y más mil gracias mamá, por hacerme la persona que soy, por enseñarme de la vida y como ser una persona de bien y decirme que nunca me diera por vencido.

A mi padre Jaime Morales Díaz por brindarme su apoyo durante toda la carrera y así poder finalizar este gran pasó en mi vida.

### A CARNALES.

Luis Rey M. Arreortua y Rafael Iván M. Arreortua por brindarme su apoyo incondicional cuando más lo necesitaba.

A mí ahora prometida Isela Martínez y familia por brindarme su apoyo, consejos, amistad y amor.

### A MIS AMIGOS.

Bofo, Chiquilín, Ponciano, Kakashi, Chino, Elver, Sabri, Chilo, Mochis, Pancho, Lalo, Jaime, Cadenas, Victor, Fabian, Chiquilla, Chuster, Gacela, Bonilla, Vela, Luigi, Willy, Lety, Dulce, Mari, Icela, Gris, Vero, Chispa, Eri, Tello, Neri, Carrillo, Coque, Liz, Treviño, Mozo, Rodo, Mani, Ricky, Arredondo, Abi, Melissa, Sara.

Por haberme brindado su amistad y con quienes compartí grandes momentos de alegría durante mi estancia en la universidad, con los que compartimos los mismos sueños y nos ayudamos mutuamente en los distintos problemas que se nos presentaron.

A el ING. Eliuth García Contreras (†) que gracias a él inicie y termine con este sueño, aunque ya no estés aquí siempre estaré agradecido contigo por haberme enseñando tantas cosas y darle el empujón para terminar en este día. Aunque no tuve el placer de decirte que estudie lo mismo que tú. Que dios te bendiga a donde quiera que estés

## AGRADECIMIENTOS

### **A Dios:**

Te doy gracias por estar siempre conmigo y no haberme dejado nunca solo.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**: Mil gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar entre tus aulas, por darme las herramientas que necesito para dar todo de mí en el trabajo, para poner en alto a mi Alma Terra Mater.

Al ING. Alfredo Fernández Gaytán. Por su amistad y apoyo incondicional para realizar este trabajo de investigación y no solo por este trabajo, sino durante toda la carrera.

Al M.C. Luis Ángel Muñoz Romero. Por su amistad y valiosa cooperación en la revisión y terminación de esta investigación.

Al M.C. Carlos Rojas Peña. Por su amistad y valiosa cooperación en la revisión y terminación de este trabajo.

Gracias a los trabajadores de campo y almacén, Elías García y Juan Sergio Orzúa de la Peña por su apoyo durante todo este proyecto de investigación.

A la empresa ABT semillas SA de CV por haberme aceptado, a su vez por su apoyo que me brindo mi asesor el ING. Adrián Sánchez Rodríguez e ING. Guillermo Hernández Vela.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	20
VARIABLES EVALUADAS. ....	22
MATERIAL GENÉTICO .....	23
DISEÑO EXPERIMENTAL .....	24
ANÁLISIS DE VARIANZA.....	24
EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	25
COMPARACIÓN DE MEDIAS .....	25
HEREDABILIDAD.....	26
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
RENDIMIENTO .....	27
ALTURA DE PLANTA.....	30
EXCERSIÓN .....	35
PESO DE 1000 SEMILLAS .....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>41</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Genealogía de híbridos experimentales utilizados.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Análisis de Varianza.....	24
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano 2013.....	28
<b>Cuadro 3.1</b> Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable rendimiento 2013.....	28
<b>Cuadro 3.2</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta 2013.....	30
<b>Cuadro 3.3</b> Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable altura de planta 2013.....	31
<b>Cuadro 3.4</b> Análisis de varianza para la variable longitud de panoja 2013.....	33
<b>Cuadro 3.5</b> Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable longitud de panoja 2013.....	34
<b>Cuadro3.6</b> Análisis de varianza para la variable excercion de planta 2013.....	36
<b>Cuadro 3.7</b> Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable excerción 2013.....	37
<b>Cuadro 3.8</b> Análisis de varianza para la variable peso de mil semillasde planta 2013.....	39
<b>Cuadro 3.9</b> Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable peso de mil semillas 2013.....	39

## RESUMEN

Con el propósito de observar el comportamiento agronómico de 31 híbridos experimentales de sorgo para grano de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (UAAAN)**. Se realizó el presente estudio durante el ciclo primavera-verano (2013) evaluándose en el campo experimental de la UAAAN localizada en Buenavista. Saltillo Coahuila de Zaragoza.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de un surco lineal de 5 m., y una distancia entre surcos de 0.85 m., la parcela útil consistió de tres metros lineales del centro del surco para cada uno de los materiales.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento  $t\ ha^{-1}$ , altura de planta, excursión de panoja, longitud de panoja, y peso de 1000 semillas. Se calculó su coeficiente de variación, media, rango, heredabilidad, valores arriba y debajo de la media. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para todas las variables en la fuente de variación tratamientos. Se realizó una prueba de rango múltiple para cada una de las variables en estudio utilizando la prueba de Duncan, sobresaliendo los híbridos ATX 625 x 116-3 con  $12.76\ ha^{-1}$  y ATX 625 x 13-2 con  $10.24$  con alturas de planta de 197.05 cm. y 195.25cm. Considerándose de los materiales más altos y para peso de 1000 semillas de los valores más altos con 28.33 grs. y 25.00 grs.

**Palabras clave:** Sorgo para grano, Evaluación, Híbridos y Buenavista Coahuila.



## ABSTRACT

In order to observe the agronomic performance of 31 experimental hybrids of sorghum grain Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). This study was conducted during the spring-summer (2013) evaluated in the experimental field of UAAAN located in Buenavista Saltillo Coahuila de Zaragoza.

Design randomized block with three replications, the experimental plot was linear groove 5 m., and a distance between rows of 0.85 m., The useful plot consisted of three linear meters of the center groove for each materials.

The variables evaluated were: yield t ha<sup>-1</sup>, plant height, panicle exertion, panicle length and weight of 1000 seeds. Coefficient of variation, mean, range, heritability values above and below the mean was calculated. The results of analysis of variance showed significant differences for all variables in the source variation treatments. Multiple range test for each of the variables under study using Duncan test was performed, excelling ATX625 hybrid 116-3 x 12.76 ha<sup>-1</sup> and ATX625 10.24 x 13-2 with plant heights of 197.05 cm. and 195.25cm. Considering the higher material and weight of 1000 seeds of the highest values with 28.33 grams.and 25.00 grams.

**Keywords:** Grain sorghum, Evaluation, Hybrids and Buenavista Coahuila.

## INTRODUCCIÓN

En la medida en que este cereal se fue adaptando como planta cultivada, el hombre la fue seleccionando de acuerdo con los usos que posteriormente utilizaría. En los sorgos para grano se buscó la cantidad y la calidad de estos, un alto contenido de azúcar en sus tallos y un rendimiento máximo de forraje, siendo uno de los cereales que por sus características agronómicas y nutricionales pudiera aportar grandes beneficios en la alimentación tanto humana como animal, a nivel mundial.(Cargill,2006).

En México, el sorgo fue introducido durante la década de los 50"s, ganando rápidamente importancia económica, esto principalmente en la zona norte del Estado de Tamaulipas al ir desplazando al cultivo del algodón, convirtiéndose así en la principal fuente de materia prima para la elaboración de alimentos balanceados que son utilizados en las explotaciones intensivas de cría y engorda de ganado (Wall y William, 1988).

El sorgo se considera originario de África y Asia donde se han cultivado por más de 2,000 años, extendiéndose su cultivo a otras regiones del mundo (Poehlman, 1986), manteniendo este cultivo un crecimiento relevante a través de los años alcanzando en 1998 una producción mundial de 60.3 millones de toneladas (CEA, SAGAR, 2000).

Tamaulipas y Guanajuato son los principales estados productores a Nivel Nacional, en conjunto aportan el 61% de la producción total, lo que equivale a 3.8 millones de toneladas; Sinaloa es el tercer lugar con un volumen de 0.61 millones de toneladas, seguido de Michoacán con 0.50 millones y Nayarit con un volumen de 0.30 millones de toneladas. (Financiera Rural 2009).

En la industria de alimentos balanceados, un 62% de la materia prima la constituyen los granos forrajeros, cerca de un 15% la pasta de soya y un 23%

otros ingredientes, como la harina de pescado. Lo anterior nos muestra la importancia de los granos en el sector pecuario. El total de granos forrajeros es consumido por dos grupos principales: los fabricantes comerciales o la industria de alimento balanceado con cerca del 20% del total de granos y los productores pecuarios integrados el 80%. (Financiera Rural 2011).

El sorgo es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados, con el 50% de la composición total, por lo que la producción pecuaria intensiva se encuentra altamente correlacionada con la producción de sorgo, este representa el grano forrajero con mayor presencia en nuestro país, por encima de la utilización de la cebada, trigo y maíz. El 92% de la producción se destina al sector pecuario.

El sorgo nacionalmente es un cultivo con mucho futuro por la gran diversidad de usos que ofrece para la industria (cervecera, jarabes, tintes, textiles, etc.) y principalmente como un componente de importancia en los alimentos balanceados para animales domésticos. Se habla de que el sorgo puede llegar a desplazar en cuanto a superficie al maíz, ya que esta especie compite en calidad de grano, rendimiento, costo, uso, etc., su resistencia a la sequía y al calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas.

La necesidad de aumentar la producción y rendimiento de los más importantes cultivos básicos es indudable, ya que la demanda de alimento cada vez es mayor como consecuencia de la rápida multiplicación de la población mundial, por tal motivo es verdaderamente importante elaborar y realizar programas de mejoramiento de cultivos que produzcan aun en condiciones adversas como es el caso del sorgo. La mayor parte de este grano se obtiene con híbridos de compañías transnacionales, sin embargo la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (UAAAN) tiene híbridos experimentales que pueden ser valiosos en el agro Mexicano ya que durante los últimos años el programa de sorgo de la Antonio Narro ha trabajado en la obtención de líneas a partir de poblaciones, de donde ha formado diferentes combinaciones genéticas que al ser evaluadas en distintos ambientes han mostrado ser sobresalientes para diferentes características que los hacen ser motivo de estudio.

## **OBJETIVOS**

- Observar el comportamiento agronómico de 31 híbridos experimentales para seleccionar los mejores genotipos en cuanto rendimiento de grano y sanidad de la planta.

## **HIPÓTESIS**

- En los híbridos que se están evaluando al menos existe uno que sea sobresaliente para rendimiento de grano y sanidad de la planta.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Sandoval *et al.*, (2011) Mencionan que este cultivo constituye un componente básico en la dieta de muchos países de África. Este cultivo tiene una cualidad muy importante; resiste bien climas muy secos, característicos de amplias regiones africanas, puede ser una alternativa considerable para millones de seres humanos precisamente en los lugares en los cuales la sequía es la causante recurrente de hambre y desnutrición.

México es el principal importador mundial de sorgo, cuyo requerimientos en el 2011 fueron de 2.3 millones de toneladas para satisfacer su demanda interna lo que representó un 33.7% en las importaciones mundiales, Japón, la Unión Europea, Chile, Sudán y Colombia representaron en conjunto el 53.0% de las importaciones en ese mismo ciclo, (Financiera Rural, 2011).

El sorgo destaca también por su alta tolerancia a la sequía, especialmente en la etapa vegetativa, pues puede recuperarse de sequías por algún tiempo que se presenten en comparación a otros cultivos, incluso en la etapa de diferenciación floral sin menoscabos en el rendimiento (Castro *et al.* 2000).

En México, el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), ocupa el tercer lugar en importancia en superficie sembrada después del maíz (*Zea mays* L.), y de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con 2.2 millones de hectáreas en los ciclos agrícolas de primavera-verano (PV) y de otoño invierno (OI). En el ciclo PV se siembran 1.2 millones de Hectáreas con rendimiento de grano promedio de 3679 kg ha<sup>-1</sup>. Los principales productores y por el valor de su producción a nivel nacional son: Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán; Jalisco es el cuarto estado en importancia nacional su superficie sembrada es de aproximadamente 95 mil ha y el rendimiento de grano promedio de 4576 kg ha<sup>-1</sup>; la región con mayor producción en Jalisco es la Ciénega de Chapala, con rendimiento promedio de

grano de 6023 kg ha<sup>-1</sup>, el cual es 63.7 y 31.6% superior al promedio nacional y estatal, respectivamente (SAGARPA, 2000)

El sorgo de grano ha sido considerado como un sustituto del maíz, ya que es utilizado en la preparación de alimentos balanceados, como alimento directo para aves, cerdos y bovinos, fuente de materia prima para la obtención de harina (almidón) y aceites, así como también en el aprovechamiento del rastrojo (esquilmo) para alimento de bovinos y equinos en menores proporciones. (Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal 2002).

La heterosis, sinónimo de vigor híbrido, es la manifestación de la superioridad del comportamiento de la F<sub>1</sub> respecto a la media de los padres y la heterobeltiosis es la superioridad del híbrido sobre el mejor progenitor. En sorgo, la heterosis puede manifestarse mediante floración más precoz o tardía, mayor número de hojas, porte y amacollamiento, semillas más pesadas, mayor producción de grano y mayor velocidad de emergencia, vigor y peso seco de plántulas (Yu y Tuinstra, 2001; Cisneros–López *et al.*, 2007a).

El híbrido de sorgo explota la heterosis de la cruce de una línea A androestéril con una línea R fértil restauradora de la fertilidad masculina. En México, la heterosis del rendimiento de híbridos susceptibles al frío formados con líneas introducidas de EE. UU. Osciló de -24 a 176% y la heterobeltiosis de -51 a 94%, sin observar una asociación entre ambas ni con el rendimiento. La floración del híbrido de sorgo es más semejante a la del progenitor hembra; mientras que la calidad, rendimiento, peso y número de semillas son más similares a las del progenitor macho (Cisneros–López *et al.*, 2007a, b).

En EE. UU., la heterosis para rendimiento y número de granos fue 5.04 y 3.43 veces superior respectivamente a la del tamaño de grano; la heterobeltiosis fue alta y positiva para los primeros dos caracteres y negativa para el tamaño de grano (Peña *et al.*, 2004).

La aptitud combinatoria general (ACG) es el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas y la aptitud combinatoria específica (ACE) es la desviación de una craza respecto al comportamiento promedio de los padres. Ambas son útiles para seleccionar progenitores e híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] (Kenga *et al.*, 2004; Solanki *et al.*, 2007). En este cultivo, la ACG fue importante para mejorar el vigor de plántulas (Yu y Tuinstra, 2001), rendimiento y días a floración. Se ha sugerido que el comportamiento *per se* de las líneas puede ser un buen estimador de la ACG, por la correlación significativa entre ambos (Yu y Tuinstra, 2001).

El Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Colegio de Postgraduados (PMGS-CP) formo un primer grupo de híbridos caracterizados por producir polen fértil en los Valles Altos Centrales de México, que abarcan regiones a 2200 m de altitud, con temperaturas mínimas cercanas a 10 °C durante la estación de crecimiento. A estos genotipos se les denominó sorgos híbridos experimentales tolerantes al frío (SHETF) (Osuna-Ortega *et al.*, 2000, 2003).

Dávila *et al.*, (2006); Villaseñor y Espinosa, 1998, reportan que la producción de grano de sorgo en México se obtiene en los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila,, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

La evaluación de genotipos en varios ambientes es indispensable en los programas genotécnicos, pues su respuesta relativa con frecuencia cambia de un ambiente a otro. Conocer la magnitud de la interacción genotipo x ambiente permite seleccionar los genotipos de acuerdo con los objetivos del fitomejorador (Brancourt–Hulmel y Lecomte, 2003; Coutiño–Estrada y Vidal–Martínez, 2003).

En los Valles Altos Centrales de México, cuya altitud promedio es mayor de 1800 m, los híbridos convencionales de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] no se adaptan. En el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México (2250 m de altitud), en 1980 se inició la formación de híbridos tolerantes al frío (TF), adaptados a esa región, con 250 líneas TF donadas por ICRISAT–CIMMYT, provenientes de India y África, de las cuales sólo cinco presentaron respuesta B, y se derivaron sus respectivas isogénicas A. La fuente de androesterilidad citoplásmica procedió de líneas con el sistema CMS–A1 (Milo–Kafir), donadas por la Universidad de Nebraska, EE. UU. En las 245 líneas R se efectuó selección visual durante un ciclo y se seleccionaron 50, ocho de las cuales se cruzaron con las cinco líneas A en 1989, formándose 40 híbridos denominados "primera generación de híbridos de sorgo TF, evaluados en 1990 con resultados prometedores (Osuna–Ortega *et al.*, 2000).

En Tamaulipas, principal estado productor de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] De México, casi el 90% de la superficie que se siembra con este cereal se cultiva en condiciones de temporal (Williams–Alanís *et al.*, 2006), factor que incide en los bajos rendimientos por unidad de superficie (1.5 a 2.5 t ha<sup>-1</sup>).

Díaz *et al* (2008), Obtuvieron en su investigación de caracterización e identificación de germoplasmas de sorgo para silo que la variedad NVS 3011 presentó pesos de 39 gr de 1000 semillas y la variedad Exp. S 112 reportó el peso más bajo de 20 gr. La floración de los híbridos se registró desde mediados de enero a mediados de febrero, reportando que los días a floración variaron de 60 hasta 90.

El sorgo representa el grano forrajero con mayor presencia en nuestro país, ya que es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados en el sector pecuario. La superficie dedicada a este cultivo en México alcanzó un promedio de 2 millones de hectáreas en los últimos diez años, con un volumen



cercano a los 6.5 millones de toneladas anuales. El rendimiento alcanzó en los últimos cinco años entre 3.7 y 3.9 t ha<sup>-1</sup>. (Financiera Rural, 2014).

Clará R. *et al* 2002 en su estudio sobre el comportamiento de híbridos de sorgo para grano del PCCMCA reportaron que los mejores híbridos fueron CB-XII2006 (6.34 t ha<sup>-1</sup>) y CB-XII 8976 (6.29 t ha<sup>-1</sup>), siendo la media general de 5.51 t ha<sup>-1</sup>. En el 2001 reportaron que el híbrido CBX-8016-2 (6,737 kg ha<sup>-1</sup>) fue superior (P<0.05) pero igual estadísticamente a CBX-8016-1 (6,645 kg ha<sup>-1</sup>), Himeca 101 (6,459 kg ha<sup>-1</sup>), MTC 1197 (6,260 kg ha<sup>-1</sup>), MTC 7439 (6,224 kg ha<sup>-1</sup>), D-66 (6,147 kg ha<sup>-1</sup>), MTC 7379 (6,068 kg ha<sup>-1</sup>), MTC 1177 (6,061 kg ha<sup>-1</sup>), CB-2006 (6,028 kg ha<sup>-1</sup>), MTC 7389 (5,979 kg ha<sup>-1</sup>) e Himeca 404 (5,681 kg ha<sup>-1</sup>). La media general fue de 5,843 kg ha<sup>-1</sup>.

Galarza *et al.*, 2003 en su estudio sobre situación actual y perspectivas de la producción de sorgo, señalan que México se ubica entre los cinco países más productores de grano a nivel mundial, ocupando el tercer lugar solamente superado por Estados Unidos de América y la India.

Cortés (2011), reporta en su evaluación de híbridos de sorgos graníferos durante el ciclo 2010-2011, alturas de planta de 200-126 cm. con un promedio de 159 cm., siendo el de mayor altura el MS-108 de la empresa DOW. Rendimientos de 8,340- 3,983 kg ha<sup>-1</sup>, el más alto corresponde al híbrido TOB 60T. También presenta pesos que van de 38-21 grs de 1000 semillas. Siendo el promedio de 28 grs., el que mayor peso de mil semillas tuvo fue ADV 114 de la empresa Advanta, el 45% de los híbridos superaron el promedio del peso de mil semillas.

Montes *et al* (2012). En su trabajo RB-PALOMA“, variedad de sorgo blanco para producción de grano mencionan que el rendimiento de grano promedio fue 4,711 kg ha<sup>-1</sup>, en comparación con otras variedades de grano blanco liberadas por el INIFAP (“Perla 101“, “Costeño 201“ y “Mazatlán 16“), “RB-Paloma“ es

superior en longitudes de panoja (19 %) , excersión (34 %) , así como en rendimiento de grano (31 %) , además, ha mostrado menor incidencia de enfermedades foliares (25 %). También superó en 10 % al promedio de otros testigos comerciales (Asgrow Ámbar y RB 3030).

Caballero (2008), en su estudio de granos y oleaginosa para mediano y largo plazo a nivel nacional, indican que los rendimientos en sorgo de Estados Unidos y México fueron notablemente superiores al promedio mundial ( $1.4 \text{ t ha}^{-1}$ ), pues cosecharon en promedio  $4.0$  y  $3.3 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente, colocándose así en los lugares 12° y 17° a nivel internacional, indicando que solo cinco estados aportan el 82.9% de la producción nacional siendo estos: Tamaulipas, 37.1%, Guanajuato 23.2%, Michoacán 10.4%, Sinaloa 7.0% y Jalisco 5.2%.

Alanís *et al*, (2004), en evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en el noreste de México, del nuevo híbrido RB-patrón mostro un comportamiento superior a los híbridos comerciales incluidos como testigos. En ensayos de rendimiento realizados durante cinco años (1998 a 2002) durante el ciclo otoño-invierno bajo temporal, el RB-Patrón demostró rendir en promedio  $2,530 \text{ kg ha}^{-1}$  para superar en 10.4 % al promedio de ocho testigos comerciales. Durante el ciclo P-V de temporal, en promedio de dos años (1999 y 2002), rindió  $3,485 \text{ kg ha}^{-1}$ , 9.65 % más que el promedio de los mismos testigos comerciales. Al compararlo con los híbridos de INIFAP RB-3030 Y RB-3006 en los mismos años y ambientes, RB-Patrón en promedio, rindió respectivamente en O-I 16.6 % y 6.0 % más que estos híbridos y en P-V 35.5% y 20.2 % más. En evaluaciones hechas en condiciones de punta de riego del ciclo O-I (1999 a 2002) rindió  $2,219 \text{ kg ha}^{-1}$ , 5.4 % más que el promedio de testigos y en riego O-I (1998 a 2002) produjo  $4,266 \text{ kg ha}^{-1}$ , que equivalen a 0.7 % más que el promedio de los mismos testigos comerciales.

Alanís *et al*, (2009), evaluaron 20 híbridos experimentales y testigos comerciales de sorgo para grano en Rio Bravo, Tamaulipas, en el año 2006-

2007 reportando rendimiento promedio de los testigos de 3,119 kg ha<sup>-1</sup>, siendo el más sobresaliente el híbrido experimental RB-104X437 con un rendimiento de 3,714 kg ha<sup>-1</sup>.

Peña *et al*, (2001). En su trabajo herencia de la duración del periodo y tasa de llenado de grano en sorgo obtuvo resultados que indican que la selección para mayor duración del periodo de llenado de grano sería más fácil y más eficiente usando procedimientos de selección simple, mientras que la selección por alta tasa de llenado de grano sería más eficiente con procedimientos que exploten la varianza de dominancia, como la selección recíproca recurrente o algún procedimiento de cruces de prueba. La cruce SJ7-A X 22830R mostró una heredabilidad alta en todas las características estudiadas, por lo que la selección basada en evaluación de familias debería resultar efectiva en esta población.

León *et al* (2009), en su trabajo evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo para grano tolerantes al frío. II: aptitud combinatoria, heterosis y heterobeltiosis concluyó que la ACG para rendimiento y peso de grano de las líneas B y R de sorgo tolerantes al frío de 2a generación fue superior a las de la 1a, generación, tanto en riego como en seco. La mejor ACG para rendimiento de grano fue de las líneas B (9, 11, 1 y 7) y R (22, 17 y 19), en riego, y en seco de las líneas B (6, 3, 5 y 1) y R (20, 22, 14 y 16). En riego, el rendimiento de las líneas B y R fue un buen estimador de la ACG. Los híbridos de 2 da generación presentaron más amplia heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos, en ambas condiciones de humedad.

Naveda A. Flores *et al* (2012), en su estudio rendimiento de grano en líneas de sorgo cultivadas bajo riego y riego limitado en Texas, bajo condiciones de riego no se detectaron diferencias significativas entre genotipos, aunque las diferencias fueron significativas bajo riego limitado. El análisis de varianza en el

experimento 2 detectó diferencias significativas entre genotipos bajo riego, pero no bajo riego limitado

Rodríguez (2003), en su investigación sobre la formación de variedades o híbridos de sorgo escobero observó diferencias altamente significativas para la variable altura de planta, lo que nos indicó que existe una gran variabilidad en relación con la altura, ya que se detectaron materiales que alcanzaron alturas hasta 2.15 m como es el caso del material 21 y bajos como el material 59 que solo creció hasta 1.05 m. con un coeficiente de variación de 15.39%, así como una media de 1.59 m con un rango de 1.10 m.

Muñoz y Fernández (2003), en la evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano en Roque Gto., reportan rendimientos promedios de 7.98 t ha<sup>-1</sup> siendo los híbridos experimentales más sobresalientes 625 x 124-2 y el 625 x IA28, con 10.883, 10.533 t ha<sup>-1</sup> respectivamente y el testigo Kilate, en cuarto lugar con 10.188 t ha<sup>-1</sup>, con floraciones de 89 días para los 2 híbridos, altura de planta de 1.45 y 1.76 m, y excursión de 15.33 y 19.66 cm respectivamente, y una floración de 90 días, altura de planta 1.50 m y excursión 17.33 cm, para el testigo.

Rodríguez (2012), encontró en su trabajo Evaluación en Tres Ambientes de 53 Híbridos de Sorgo para grano (*Sorghum. bicolor* L. Moench) en la localidad de Anáhuac, N.L. rendimientos que van de 7,187.5, a 2,187.5 kg ha<sup>-1</sup>, alturas de planta que van de 1.00-1.96 m. Tamaños de panoja de 0.385-0.225 m. Tamaños de excursiones que van de 0.24 a 0.05 m. Concluyendo que hay híbridos sobresalientes que pueden competir con híbridos comerciales.

Espinoza *et al* (1992), encontró en su trabajo rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero bajo riego complementario, diferencias altamente significativas para la producción de grano (P<0,01). El rendimiento fue mayor en los híbridos SS-111, SS-5 y la var. Mar, con 4,115.00,

4,026.55 y 4,003.30 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Los híbridos SC-5 y HC fueron los de menor producción de granos, con 2,559.25 y 1,690.70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

González y Graterol (2003), en su estudio Comportamiento de 23 híbridos de sorgo granífero bajo condiciones de norte-verano en el estado Portuguesa, encontraron que los rendimientos variaron desde 4,081 (XPM-1177) a 1,934 kg ha<sup>-1</sup> (XSB-930) y entre las localidades desde 3,813 (Turen) a 2,565 kg ha<sup>-1</sup> (Morita). Esto nos indica que Turen provee un ambiente más favorable para el rendimiento de los genotipos estudiados.

Mazariegos (2012), en su trabajo de evaluación de rendimiento y correlaciones entre 6 características en 51 híbridos experimentales de sorgo para grano, encontró diferencias significativas en rendimiento, los genotipos más sobresalientes fueron, ATX 625 x MULA6, ATX 625 x 70R, ATX 625 x 106-2 Y ATX 625 x 2899R, con 7,805.00, 7,522.00, 6,160.00 y 6,018.00 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente; además correlaciones positivas entre días a floración con altura de planta y tamaño de panoja, así como peso de mil granos con rendimiento.

Suarez y Zeledón (2003) en su trabajo del uso eficiente del nitrógeno en cuatro variedades de sorgo granífero, reporta que La variedad CNIA-INTA presentó mayor rendimiento con 4,104.13 kg ha<sup>-1</sup> superando estadísticamente al resto de los rendimientos obtenidos por las otras variedades, ubicándose en segundo lugar pinolera con 3,449.94 kg ha<sup>-1</sup>, y en tercer lugar CENTA-RCV. Con 2,935.75 kg ha<sup>-1</sup>.

Clará *et al* (2010), en su trabajo del comportamiento de sorgo en el salvador en su análisis combinado de las localidades de San Andrés y Santa Cruz Porrillo, que el híbrido DKS-46 fue superior en rendimiento de grano con 5.82 t ha<sup>-1</sup>, los resultados del comportamiento de los híbridos en la localidad de San Andrés, se

puede observar que el híbrido ESHG-3 fue superior en rendimiento de grano al resto de materiales con  $5.63 \text{ t ha}^{-1}$ , en la localidad de Santa Cruz Porrillo el híbrido AMBAR (Testigo común), fue superior en rendimiento de grano con  $6.19 \text{ t ha}^{-1}$ .

Angeloni *et al* (2012), en su trabajo Red de evaluación de híbridos de Sorgo granífero de INTA Oliveros. Campaña 2011 - 2012. Obtuvieron rendimientos más sobresalientes de  $6,500, 6,364, 6,319, 6,138 \text{ kg ha}^{-1}$  que corresponden a los híbridos ACA 568, DOW 108, ACA 561, DOW 105 respectivamente.

Méndez (2005), en su trabajo de identificación y formación de líneas A, B y R en sorgo, encontró genotipos que producen buenas combinaciones híbridas para producción de grano y otras características fenotípicas, siendo las siguientes: A2 x 103-1, A2 x 106-2, A2 x 130-2, ATX 625 x 116-4, ATX625 x 117-1, ATX625 x 124-1, ATX625 x 124-4 y ATX625 x 130-4 las cuales pueden ser importantes para futuros estudios, así mismo el cruzamiento ATX625 x 121-1 presento buenas características en cuanto altura y producción de grano. Todas las líneas que se identificaron como "B" presentan una altura aceptable ya que el rango va desde 1.10 m. a 1.30 m.

Galván (2004), en su trabajo evaluación de híbridos experimentales de sorgo en la región del bajo, su análisis de varianza en la fuente de variación tratamientos para rendimiento mostró diferencias altamente significativas, donde los rendimientos varían desde  $2.271$  a  $10.883 \text{ t ha}^{-1}$ , con un rango de  $8.612 \text{ t ha}^{-1}$ . Amplitud muy considerable, esta variación se debe al potencial genético de los materiales.

Morales (2013), en la evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano, en los análisis de varianza reporta diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos en todas las variables de estudio (rendimiento de grano, altura de planta, excursión, tamaño de panoja, días a floración, peso de

1000 semillas). Encontrando medias de rendimiento que van de 7,805-2,010 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 95-77, alturas de planta de 222.93-73.77 cm., excersión de 11.533-1.000 cm. Tamaños de panoja de 36.933-20.843 cm., pesos de 1000 semillas de 42.33-21.33 gr.

Cadenas (2000), en la aptitud combinatoria de líneas de sorgo y sus cruzas posibles para la selección de híbridos, Obtuvo rendimientos de 6,741.7, 6,493.3 y 6,180.0 kg ha<sup>-1</sup>. Para los híbridos A2 x IA28, AN35 x IA28 y AN34 x IA28 respectivamente, compitiendo con los mejores testigos comerciales DEKALB D-65 con 6,175.0 kg ha<sup>-1</sup>. Y MASTER 911 con 6,165.0 kg ha<sup>-1</sup>. Los materiales que ocupan los primeros lugares en rendimiento presentan valores de longitud de panoja superiores a la media general que fue de 26.67 cm, a excepción de la crusa A2 x IA28, que presenta un tamaño de 23.00 cm.

Castro *et al* (2010), presentan resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de sorgo granifero, donde observaron días a floración de ciclo corto y medio de 69 - 52 y 74 - 58. , medias de alturas de planta de ciclo corto y medio de 1.94 - 1.12 y 2.68-1.04 cm., excersión de ciclo corto y ciclo medio de 29 - 18 y 31-19 cm, tamaño de panoja ciclo corto y medio de 27 - 7 y 28 - 8 cm. respectivamente.

Guardián (2004), en su evaluación de líneas de sorgo estudiando el uso eficiente de nitrógeno concluyó que la altura de planta varía para cada línea siendo la ICSVLM\_8955 la que presentó la mayor altura(157cm), la longitud de panoja y la cantidad de grano fueron afectadas por la cantidad de nitrógeno aplicado.

Clara *et al.*, (2011) evaluaron doce híbridos de sorgo para grano en América Central y encontraron híbridos con días a floración de 57 a 70, altura de planta 130 a 174 cm, excersión de 13.3 a 23.5 cm, tamaño de panoja 20.2 a 28.8 cm y rendimiento por hectárea de 4450 a 6010 kg ha<sup>-1</sup>.

Melin *et al* (2010), en su trabajo producción de forraje y grano de sorgo encontró alturas de planta que van de 1.70 hasta 0.85 m. tamaños de excersión de 25 a 10 cm. Tamaños de panoja de 29 a 19 cm. y rendimientos de 7,377 hasta 15,544 kg ha<sup>-1</sup>.

Según Miller, 1980 citado por Cuadra (2000), menciona que la floración en sorgo que inicia en la parte superior de la panoja, puede tener una duración de 6 a 15 días dependiendo de la densidad de población, tamaño de panoja y las condiciones ambientales presentes.

Arroquy *et al.*, (2009) reportan de su evaluación de híbridos de sorgo para forraje, que la menor altura de planta fue de 98 cm con una longitud de panoja de 34.7 cm correspondiente al híbrido SAC 100. Y el más alto fue el híbrido Gapp G 305 con 174 cm y una longitud de panoja de 33.9 cm., en cuanto al mayor tamaño de panoja fue del híbrido Dagro vigor silero con 49.6 cm y una altura de 143 cm.

Flores (2010), en su estudio de criterios de selección de híbridos experimentales, indica que la floración la registró tomando el número de días desde la fecha de siembra hasta que más del 50% de las plantas de cada parcela experimental habían floreado, clasificando los híbridos por el rango de días según el criterio de la ASGROW Seed CO. (1989) modificándola para el efecto como sigue:

- 71-74 días a la floración \_\_\_\_\_ Tardío (T)
- 66-70 días a la floración \_\_\_\_\_ Intermedio (I)
- 63-65 días a la floración \_\_\_\_\_ Precoz Intermedio (PI)
- 60-62 días a la floración \_\_\_\_\_ Precoz (p)
- <de 59 días a la floración \_\_\_\_\_ Muy Precoz (MP)



Coria *et al.*, (2011), evaluaron híbridos de sorgo, teniendo como resultado al híbrido más sobresaliente GEN 21T de la empresa GENESIS con una longitud de panoja de 53.4 cm y con rendimiento de 2,300 kg-h-1 teniendo como promedio de todos los híbridos 22 cm de longitud de panoja. Para rendimiento el más sobresaliente fue el híbrido GEN 315 de la empresa GENESIS con un rendimiento de 6,300 kg-h-1, con un tamaño de panoja de 18.4 cm teniendo como promedio de rendimiento de todos los híbridos 2,100 kg-h-1 .

Aragón (2004), de su estudio sobre densidades de siembra en sorgo para grano, usando una sola variedad, reportó diferencias no significativas para días a floración para excersión los resultados obtenidos para las densidades de siembra muestran que existen efectos significativos, obteniendo la mayor excersión con la densidad de 356,000 plantas ha<sup>-1</sup>, La menor excersión la presento la densidad de 142,000 plantas ha<sup>-1</sup>. La variable longitud de panoja no presentó diferencias significativas Para peso de 1000 granos (g) los resultados mostraron que no existen diferencias significativas, mientras que para la variable rendimiento de granos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos; encontrando a las densidad de 142,000 p/ha<sup>-1</sup> un rendimiento de 58,004 kg ha<sup>-1</sup> y con la densidad de 356,000 p/ ha<sup>-1</sup> es de 5,083.7 kg ha<sup>-1</sup>.

Coutiño (2008), evaluó dos híbridos de sorgo para grano de la empresa PROSEMILLA y un testigo de INIFAP (itsmeño) en Villaflores Chiapas el análisis de varianza no mostró diferencias significativas en rendimiento de grano, el mayor rendimiento de 6,270 kg ha<sup>-1</sup> fue obtenido por el híbrido SR-340, el híbrido DIAMANTE y el testigo quedaron por abajo del rendimiento promedio (5.869 kg ha<sup>-1</sup>) de la localidad. En la variable altura de planta el testigo y diamante fueron estadísticamente superiores con alturas de 132 y 147 cm. respectivamente. Mientras que el SR-340 presento una altura de 129 cm.

Torrecilla (2009), evaluó 32 híbridos de sorgo para grano en el campo experimental de “la catalina” de Cañuelas. Reportó que el híbrido más sobresaliente en rendimiento fue el NK 255T de la empresa SYNGENTA con rendimiento de 9440kg ha<sup>-1</sup> con una humedad de grano de 15%, el híbrido de menor rendimiento fue el ATAR 9748 de la empresa ATAR con un promedio de 3380kg ha<sup>-1</sup> con una humedad de 15%.

Galván (2004), concluyó que dentro de los híbridos experimentales evaluados algunos de ellos superaron en rendimiento y características agronómicas a los testigos comerciales. En base a datos promedio de rendimiento de los mejores híbridos que fueron el AN35X124-2, AN35X106-2, ATX625AX21-1 y AN35X14-3 que superaron al mejor testigo kilate. Menciona que el programa de mejoramiento de la UAAAN cuenta con material de amplio potencial de donde se puedan seleccionar progenitores que produzcan mejores combinaciones híbridas.

Coutiño (2006), al evaluar dos híbridos de sorgo para grano de la empresa PROSEMILLAS en comparación con un testigo (itsmeño) en la localidad de Ocozocuatla Chiapas. Encontró que el más precoz fue HR-340 con 53 días y de menor altura con 134 cm., que el híbrido CREMA que tuvo 65 días y 155 cm de altura. No hubo diferencias significativas en cuanto a rendimiento entre los dos híbridos y el testigo, numéricamente el híbrido HR-340 (rojo) produjo 5,900 kg ha<sup>-1</sup> con un promedio de excersión de 26 cm.

En México, el sorgo es uno de los principales granos, su importancia radica en que sirve casi de manera exclusiva de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales la cual, a su vez, permite que en el mercado alimentario se disponga de proteínas de origen animal. Se dice que casi de manera exclusiva, porque una mínima porción se utiliza en la producción de cerveza ASERCA, (1997).

Hernández *et al* (2010), En su evaluación de una nueva variedad de sorgo Sinaloense-202, reporta que esta variedad de sorgo con adaptación al estado de Sinaloa, fue obtenida en el programa de mejoramiento genético de sorgo del CEVACU por recombinación genética y selección. El germoplasma que dio origen a esta variedad fue introducido de ICRISAT, sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador de la fertilidad masculina. La selección de la línea, inició a partir de la generación F2 mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante seis generaciones, obteniéndose la línea que generó la variedad Sinaloense-202.

León *et al* (2009), menciona que en su evaluación de líneas R de híbridos y variedades de sorgo para grano bajo riego y temporal, encontró bajo condiciones de riego 96 a 98 días a floración, 139 a 101 cm en altura de planta, 23.8 a 18.1 cm en longitud de panoja y 9.5 a 9.0 cm en excursión y bajo temporal 99 a 102 días a floración, 136 a 103 cm en altura de planta, 22 a 17.8 cm en longitud de panoja y 11.2 a 10.4 cm en excursión.

León *et al* (2009) en su evaluación de dos generaciones de híbridos de sorgo para grano tolerantes al frío mencionan que para rendimiento y peso de grano las líneas B y R tolerantes a frío de la segunda generación fueron superiores a las de la primera generación y que el rendimiento per-se de las líneas fue un buen estimador de la aptitud combinatoria general.

El sorgo es el segundo grano más producido en nuestro país después del maíz, aunque su uso es únicamente como alimento para ganado, de los diez cultivos productores de grano de los cuales se obtuvo un volumen de 31.3 millones de toneladas en el 2009 (SIAP, SAGARPA 2011), el sorgo participó con el 19.5% del volumen de producción. El valor total de la producción en el año indicado ascendió a 84,556 millones de pesos, ocupando el segundo lugar como generador de ingresos lo que representa 15.6% del total, solo por debajo del maíz, cuya participación fue del 66.8%.

Para lograr la autosuficiencia de sorgo para grano se requiere de un análisis objetivo y constructivo por parte de las instituciones federales, estatales y educativas que están relacionadas con la investigación agrícola, para impulsar los programas de mejoramiento genético, de tal forma que se obtengan variedades e híbridos adaptados a los diferentes ambientes, suficientemente competitivos con los materiales comerciales de compañías extranjeras. (SIAP-SAGARPA FEBRERO DEL 2005).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización del experimento**

El experimento fue establecido en el campo experimental de la U.A.A.A.N, que se ubica en Buenavista Coahuila, Se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 22" de latitud norte y 101° 02" longitud oeste y a una altitud de 1,742 msnm. El clima predominante es cálido semi seco, influenciada por los vientos que soplan del suroeste al noreste, las lluvias se presentan entre los meses de mayo-octubre siendo los más lluviosos julio, agosto y septiembre, la precipitación alcanzada en esta zona es de 250 mm promedio, con una temperatura media anual de 19°C.

### **Preparación del terreno.**

Para lograr una buena germinación de la semilla, se realizaron las siguientes labores culturales:

#### **Barbecho**

Se realizó después de la cosecha anterior, y a una profundidad de 25-30 cm, para aflojar el terreno e incorporar los residuos de cosecha, para ayudar a mejorar la penetración del agua y la aeración del suelo.

#### **Rastreo**

Se realizó con el propósito de desmoronar terrones grandes para permitir una uniformidad en la germinación de las semillas, permitir una nacencia más uniforme de las plantas, y eliminar la primera generación de malezas.

## **Surcado**

Este se realizó, con una separación de 0.85 metros entre surcos.

## **Siembra**

Antes de la siembra se realizó un riego de aniego pesado y cuando dio punto la tierra se surco y a continuación se sembró de forma manual (a chorrillo) depositando la misma cantidad de semilla por tratamiento (12 gr).

## **Fertilización**

La dosis de fertilización utilizada fue de 200-100-00 repartida en dos aplicaciones, la primera fue al momento de la siembra con un 50% de nitrógeno y todo el fósforo y la segunda se realizó en el primer cultivo con el otro 50% de nitrógeno.

## **Labores culturales**

Se realizaron dos cultivos con el propósito de levantar el surco para el anclaje de plantas, eliminar malas hierbas y facilitar los riegos, Además se realizaron deshierbes manuales, control de plagas utilizando mochilas manuales para la aplicación de productos químicos. Para evitar el ataque de pájaros que se comen el grano fue necesario proteger las panojas con bolsas de papel.

## **VARIABLES EVALUADAS.**

### **Altura de planta**

Se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil, midiendo cada una desde la base hasta la punta de la panoja (ápice).

### **Excursión**

Se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil, midiendo la distancia que hay desde la hoja bandera hasta la base de la panoja.

### **Longitud de panoja**

Se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil, midiéndola distancia que hay desde la base de la panoja hasta la punta de la misma.

### **Peso de 1000 granos**

Se desgranaron diez panojas de la parcela útil, se contaron 1000 granos y se pesaron en una balanza analítica.

### **Rendimiento**

Se pesó el grano de toda la parcela útil.

## Material genético

El material genético base del presente estudio lo constituyen 31 híbridos experimentales formados en el campo experimental de Buenavista, Coahuila. En el año 2012 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Genealogíade híbridos experimentales utilizados.

Genealogía	Origen	Repeticiones		
		Parcela I	Parcela II	Parcela III
ATX 625 x 2902* <sup>23</sup>	Buenavista 2012	1	47	85
ATX 625 x 8-3R	Buenavista 2012	2	54	65
ATX 625 x 124-2	Buenavista 2012	3	36	75
ATX 625 x 2783	Buenavista 2012	4	52	76
ATX 625 x 2898	Buenavista 2012	5	43	93
ATX 625 x IA-28	Buenavista 2012	6	60	63
ATX 625 x 28-2	Buenavista 2012	7	33	83
ATX 625 x 92-R	Buenavista 2012	8	59	79
ATX 625 x 21-1	Buenavista 2012	9	38	73
ATX 625 x 12-1	Buenavista 2012	10	48	90
ATX 625 x 17-2	Buenavista 2012	11	62	64
ATX 625 x 2906R	Buenavista 2012	12	42	82
ATX 625 x 90	Buenavista 2012	13	57	78
ATX 625 x 95R	Buenavista 2012	14	49	66
ATX 625 x 2902- 5	Buenavista 2012	15	61	87
ATX 625 x 14-2	General cepeda 2012	16	32	74
ATX 625 x 103-1	General cepeda 2012	17	41	68
ATX 625 x 13-2	General cepeda 2012	18	53	84
ATX 625 x 17-2	General cepeda 2012	19	39	71
ATX 625 x 28-2	General cepeda 2012	20	51	89
ATX 625 x 17-4	General cepeda 2012	21	46	67
ATX 625 x 28-1	General cepeda 2012	22	58	91
ATX 625 x 21-3	General cepeda 2012	23	40	77
ATX 625 x 27-3	General cepeda 2012	24	50	92
ATX 625 x 12-2	General cepeda 2012	25	55	80
ATX 625 x 113-2	General cepeda 2012	26	34	86
ATX 625 x 116-3	General cepeda 2012	27	45	70
ATX 625 x 22-1	General cepeda 2012	28	37	88
ATX 625 x 115-2	General cepeda 2012	29	44	81
ATX 625 x 17-1	General cepeda 2012	30	56	69
ATX 625 x 8-2	General cepeda 2012	31	35	72



## Diseño experimental

Los 31 genotipos se sembraron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental consistió de cinco metros lineales y la parcela útil de tres metros centrales para cada uno de los materiales.

El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = valor observado del efecto del i-esimo tratamiento en la j-esima repetición

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto de i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto de la j-esima repetición

$E_{ij}$  = error experimental

### Análisis de varianza

Análisis de varianza para diferentes características agronómicas del sorgo en un experimento de bloques al azar (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Análisis de Varianza

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>ECM</b>
<b>Repeticiones</b>	r-1		
<b>Tratamientos</b>	t-1	$M^2$	$\sigma^2_e + r\sigma^2_t$
<b>Error</b>	(r-1)(t-1)	m 1	$\sigma^2_e$
<b>Total</b>	(rt-1)		

## El coeficiente de variación

La fórmula empleada para su cálculo es:

$$C.V. = \frac{\overline{CMEE}}{\overline{X}} \times 100$$

Dónde:

C.V.= Coeficiente de variación.

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

=Me  $\overline{X}$  general.

## Comparación de medias

Se realizó con el método de diferencia mínima significativa (D.M.S) al 0.05 de probabilidad, para observar el agrupamiento de los genotipos y ordenarlos facilitando el análisis y la comparación de los mismos, la fórmula utilizada fue la siguiente:

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

## Heredabilidad

De cada variable en los análisis de varianza individuales se estima con las siguientes formulas:

Varianza del error. M 1

Varianza genética.  $\sigma^2 g = \frac{M_2 - M_1}{r}$

Varianza fenotípica.  $\sigma^2_{ph} = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_g = \frac{M_2}{r}$

Heredabilidad

$$H^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_{ph}} \times 100$$

Dónde:

M1 y M2= Cuadrados medios del carácter en cuestión.

r= Número de repeticiones del error experimental (cuadrado medio del error experimental.)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo es el resultado de la toma de datos de cinco características agronómicas de 31 híbridos evaluados en el ciclo primavera verano del 2013, analizadas cada una por medio de un análisis de varianza, calculado su coeficiente de variación (C.V.) así como su heredabilidad (H.) En sentido amplio, y sometidas sus medias a una prueba de rango múltiple (Duncan).

### Rendimiento

El cuadro 3 presenta los resultados del análisis de varianza para la característica rendimiento, donde se puede observar que se reportan diferencias altamente significativas, lo que indica que el comportamiento de los genotipos es muy variable, siendo su coeficiente de variación 28.12 % tomado como alto, sin embargo si consideramos que es una característica cuantitativa la cual está controlada por varios pares de genes los cuales son muy influenciados por el ambiente, además que es un estudio preliminar en el cual es probable que no se hayan tomado en cuenta algunos factores ambientales, se considerara como aceptable, con una media de 6.556 t ha<sup>-1</sup>, la cual se considera como buena, observándose que hay un amplio rango el cual es de 9.200 t ha<sup>-1</sup> como lo demuestran el límite superior de 12.760 y el inferior de 3.560 t ha<sup>-1</sup>, estos resultados son muy parecidos a los obtenidos por Cortés (2011), Muñoz y Fernández (2003), Rodríguez (2012), Clará *et al* (2010), Galván (2004), Morales (2013), y Cadenas (2000) de donde se pueden seleccionar genotipos para futuros estudios, la heredabilidad en el sentido amplio fue de 74.90 % la cual es considerada como alta.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano 2013.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>REPETICIONES</b>	2	24.363037	12.181519	3.8889
<b>TRATAMIENTOS</b>	30	374.508057	12.483602**	3.9854
<b>ERROR</b>	60	187.940918	3.132349	
<b>TOTAL</b>	92	586.812012		

**C.V.** = 28.12%

**Heradabilidad**= 74.90 %

En el cuadro 3.1 se presenta la prueba de rango múltiple (Duncan) en donde se muestran seis grupos diferentes, siendo los híbridos más rendidores para grano ATX 625 x 116-3, ATX 625 x 13-2 y ATX 625 x 115-2 con rendimientos de 12.760 , 10.240 y 9.48 t ha<sup>-1</sup> respectivamente en el grupo uno, estos rendimientos experimentales indican que es necesario realizar futuras evaluaciones para observar su real potencial genético, porque puede ser probable que en el año 2012 en el que se evaluaron, el buen rendimiento haya sido debido a condiciones ambientales favorables que se presentaron ese año y no al potencial genético que los materiales tengan.

**Cuadro 3.1** Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable rendimiento 2013.

<b>Num</b>	<b>Trat</b>	<b>Medias</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Duncan Agrupamiento</b>			
1	27	12.760	ATX 625 x 116-3				A
2	18	10.240	ATX 625 x 13-2	B			A
3	29	9.480	ATX 625 x 115-2	B			C
4	22	8.160	ATX 625 x 28-1	B			C D
5	30	8.040	ATX 625 x 17-1	B			C D
6	15	7.760	ATX 625 x 2902-5	B			C D
7	19	7.640	ATX 625 x 17-2	B	E		C D
8	14	7.240	ATX 625 x 95R	F	B	E	C D

9	3	7.200	ATX 625 x 124-2	F	B	E	C	D
10	9	6.760	ATX 625 x 21-1	F	B	E	C	D
11	17	6.760	ATX 625 x 103-1	F	B	E	C	D
12	4	6.640	ATX 625 x 2783	F		E	C	D
13	1	6.520	ATX 625 x 2902*23	F		E	C	D
14	23	6.520	ATX 625 x 21-3	F		E	C	D
15	7	6.000	ATX 625 x 28-2	F		E	C	D
16	5	5.920	ATX 625 x 2898	F		E	C	D
17	2	5.880	ATX 625 x 8-3R	F		E	C	D
18	25	5.800	ATX 625 x 12-2	F		E		D
19	26	5.760	ATX 625 x 113-2	F		E		D
20	12	5.680	ATX 625 x 2906R	F		E		D
21	10	5.600	ATX 625 x12-1	F		E		D
22	28	4.840	ATX 625 x 22-1	F		E		D
23	31	4.720	ATX 625 x 8-2	F		E		D
24	8	4.680	ATX 625 x 17-2	F		E		D
25	20	4.480	ATX 625 x 28-2	F		E		D
26	21	4.480	ATX 625 x 17-4	F		E		D
27	6	4.440	ATX 625 x IA-28	F		E		D
28	11	4.000	ATX 625 x 17-2	F		E		
29	16	3.960	ATX 625 x 14-2	F		E		
30	13	3.600	ATX 625 x 90	F				
31	24	3.560	ATX 625 x 27-3	F				

## Altura de planta

En el cuadro 3.2 se muestra diferencias altamente significativas para la fuente de variación altura de planta lo que indica que los diferentes híbridos evaluados tienen alturas de plantas muy distintas y que la variación que hay entre cada uno de los híbridos es muy variable. El coeficiente de variación encontrado fue de 4.02 % considerándose como muy bueno, lo que da confiabilidad a los resultados obtenidos. La media general fue de 132.75 cm. Con una altura de planta 198.35 cm como máximo y un mínimo 105.45 cm. estos resultados son muy parecidos a los obtenidos por Cortés (2011) Muñoz y Fernández (2003), Rodríguez (2012), Morales (2013), Castro *et al* (2010), Clara *et al.*, (2011), con un rango de 92.90 cm. y una heredabilidad de 98.73 % considerada como alta.

**Cuadro 3.2** Análisis de varianza para la variable altura de planta 2013.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>REPETICIONES</b>	2	270.125000	135.062500	4.7332
<b>TRATAMIENTOS</b>	30	67477.625000	2249.254150**	78.8232
<b>ERROR</b>	60	1712.125000	28.535418	
<b>TOTAL</b>	92	69459.875000		

**CV = 4.02 %**

**Heredabilidad= 98.73%**

En cuadro 3.3 Se muestra las medias para altura de planta, encontrando 13 grupos lo que indica la variabilidad existente para esta característica, de ahí las diferencias que se encontraron en el análisis de varianza, reportando que los tres híbridos mas productores para grano ATX 625 x 116-3, ATX 625 x 13-2 Y ATX 625 x 115-2 tienen alturas de 197.05, 195.25 y 198.35 cm. respectivamente considerándose como altas, sin embargo posteriores estudios nos confirmaran si realmente esto se debe a una cuestión genética y no a cuestiones ambientales. Considerando que algunos de los genotipos evaluados están en una fase preliminar de estudio y si estos en posteriores evaluaciones siguen mostrando estas alturas podrían ser seleccionados para realizarles

estudios sobre el contenido de azúcares y ácido cianhídrico y así ser considerados dentro del programa de sorgo como materiales para forraje.

**Cuadro 3.3** Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable altura de planta 2013.

<b>Num</b>	<b>Trat</b>	<b>Medias</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Duncan Agrupamiento</b>					
1	29	198.350	ATX 625 x 115-2					A	
2	27	197.050	ATX 625 x 116-3					A	
3	18	195.250	ATX 625 x 13-2					A	
4	22	178.850	ATX 625 x 28-1					B	
5	17	178.100	ATX 625 x 103-1					B	
6	30	147.100	ATX 625 x 17-1					C	
7	9	143.100	ATX 625 x 21-1		D			C	
8	19	137.150	ATX 625 x 17-2		D			E	
9	26	135.900	ATX 625 x 113-2		D			E	F
10	28	132.550	ATX 625 x 22-1		G			E	F
11	11	130.450	ATX 625 x 17-2		G			E	F
12	4	129.000	ATX 625 x 2783		G	H		E	F
13	31	126.250	ATX 625 x 8-2		G	H		I	F
14	12	125.300	ATX 625 x 2906R		G	H		I	J
15	25	124.800	ATX 625 x 12-2	K	G	H		I	J
16	7	122.700	ATX 625 x 28-2	K	G	H		I	J
17	2	119.150	ATX 625 x 8-3R	K	L	H		I	J
18	10	118.700	ATX 625 x 12-1	K	L	H		I	J
19	24	118.250	ATX 625 x 27-3	K	L			I	J
20	1	116.500	ATX 625 x 2902*23	K	L			I	J



21	14	116.100	ATX 625 x 95R	K	L	M	I	J
22	16	115.500	ATX 625 x 14-2	K	L	M	I	J
23	8	115.350	ATX 625 x 92-R	K	L	M	I	J
24	20	114.850	ATX 625 x28-2	K	L	M		J
25	3	114.650	ATX 625 x 124-2	K	L	M		J
26	15	114.250	ATX 625 x 2902-5	K	L	M		J
27	23	114.000	ATX 625 x 21-3	K	L	M		
28	13	111.350	ATX 625 x 90		L	M		
29	5	110.400	ATX 625 x2898		L	M		
30	21	109.000	ATX 625 x17-4		L	M		
31	6	105.450	ATX 625 x IA-28			M		

### Longitud de panoja

En el cuadro 3.4 Se observan diferencias altamente significativas en la fuente de variación tratamientos, lo que indica que los híbridos evaluados presentan tamaños de panoja diferentes, presentando un coeficiente de variación de 4.14 % el cual se considera como muy bueno, lo que le da confiabilidad a los resultados obtenidos, la media fue de 29.99 cm. con una longitud máxima de 32.50 y una mínima de 24.15, con un rango de 8.35 cm. estos resultados son similares a los reportados por Rodríguez (2012), Morales (2013), Clara *et al.*, (2011), León *et al* (2009), esta característica indica la gran variabilidad existente en esta variable. La heredabilidad fue de 86.57 % considerada como alta.

**Cuadro 3.4** Análisis de varianza para la variable longitud de panoja 2013.

FV	GL	SC	CM	F
<b>REPETICIONES</b>	2	0.250000	0.125000	0.0811
<b>TRATAMIENTOS</b>	30	3.44.640625	11.488021**	7.4492
<b>ERROR</b>	60	92.531250	1.542187	
<b>TOTAL</b>	92	437.421875		

**CV = 4.14 %**

**Heredabilidad= 86.57%**

En el cuadro 3.5 se presentan las medias para longitud de panoja de los diferentes genotipos, mostrando 9 grupos, siendo los híbridos experimentales ATX 625 x 90, ATX 625 x 124-2, ATX 625 x 22-1, con longitudes de panojas de 32.50, 32.10, 31.96cm. respectivamente, los 3 híbridos más rendidores para grano ATX 625 x 116-3, ATX 625 x 13-2 y ATX 625 X 115-2 se encuentran en los últimos 3 grupos siendo este último quien ocupa el final de la tabla, con longitudes de panojas de 26.45 , 27.7 cm y 24.15 cm. pudiera ser que estos resultados se deban a que el grano fue más grande y por lo tanto con un peso mayor o el grano del mismo tamaño o más pequeño pero más pesado, esto se pudo comprobarse en el cuadro 3.9 en el cual se observan que estos últimos genotipos son los que presentan mayor peso de 1000 semillas.

**Cuadro 3.5** prueba de rango múltiple (DMS) Duncan para la variable longitud de panoja 2013.

Num	Trat	Medias	Genealogía	Duncan Agrupamiento			
1	13	32.5000	ATX 625 x 90				A
2	3	32.1000	ATX 625 x 124-2		B		A
3	28	31.9667	ATX 625 x 22-1		B		A
4	17	31.8500	ATX 625 x 103-1		B		A
5	5	31.8500	ATX 625 x 2898		B		A
6	24	31.7500	ATX 625 x 27-3		B		A C

7	21	31.7500	ATX 625 x 17-4		B		A	C
8	20	31.5500	ATX 625 x 28-2		B		A	C
9	31	31.3500	ATX 625 x 8-2		B	D	A	C
10	26	31.2000	ATX 625 x 113-2		B	D	A	C
11	6	31.1167	ATX 625 x 1A-28		B	D	A	C
12	15	30.8500	ATX 625 x 2902-5	E	B	D	A	C
13	25	30.7500	ATX 625 x 12-2	E	B	D	A	C
14	1	30.3833	ATX 625 x 2902*23	E	B	D	A	C
15	23	30.3333	ATX 625 x 21-3	E	B	D	A	C
16	4	30.3000	ATX 625 x 2783	E	B	D	A	C
17	10	30.1833	ATX 625 x 12-1	E	B	D	A	C
18	7	30.1500	ATX 625 x 28-2	E	B	D	A	C
19	16	30.1000	ATX 625 x14-2	E	B	D	A	C
20	2	29.9767	ATX 625 x 8-3R	E	B	D	F	C
21	9	29.9000	ATX 625 x 21-1	E	B	D	F	C
22	14	29.8000	ATX 625 x 95R	E	B	D	F	C
23	8	29.4000	ATX 625 x 92-R	E		D	F	C
24	11	29.3500	ATX 625 x 17-2	E		D	F	C
25	12	28.9833	ATX 625 x 2906R	E		D	F	
26	22	28.5667	ATX 625 x 28-1	E	G		F	
27	18	27.7000	ATX 625 x 13-2		G		F	H
28	19	27.6500	ATX 625 x 17-2		G		F	H
29	27	26.4500	ATX 625 x 116-3		G			H
30	30	25.8500	ATX 625 x 17-1				I	H
31	29	24.1500	ATX 625 x 115-2				I	

## Excursión

En el cuadro 3.6 se observa que existen diferencias altamente significativas en la fuente de variación tratamientos lo que indica que el comportamiento de los híbridos evaluados bajo este ambiente fue muy diferentes, habiendo genotipos que presentan poca y otros mucha excursión. El coeficiente de variación encontrado fue de 35.85 % considerado muy alto, es probable que esta característica sea muy influenciada por el ambiente (comentarios personales Muñoz y Fernández) por lo que hay que tomar con reserva estos resultados. La media encontrada es de 5.86 cm. Con un tamaño de excursión de 10.23 cm como máximo y un mínimo de 2.70 cm, estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez (2012), Morales (2013), con un rango de 7.53 cm. y una heredabilidad de 63.35 % considerada como intermedia.

**Cuadro3.6** Análisis de varianza para la variable excursión de planta 2013.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>REPETICIONES</b>	2	15.191162	7.595581	1.7194
<b>TRATAMIENTOS</b>	30	361.661621	12.055387**	2.7289
<b>ERROR</b>	60	265.057861	4.417631	
<b>TOTAL</b>	92	641.910645		

**C.V.=35.85%**

**Heredabilidad= 63.35%**

En el cuadro 3.7 Se presentan las medias para excursión de los diferentes genotipos, mostrando 8 grupos, siendo los híbridos experimentales con mayor excursión ATX 625 x 92-R, ATX 625 x 2902-5, con tamaños de 10.23, 9.20 cm, respectivamente, no siendo los más rendidores para grano, siendo probable que estas dos variables no se encuentran correlacionadas. Los híbridos ATX 625 x 116.3, ATX 625 x 13-2 y ATX 625 x 115-2 que fueron los que mejor comportamiento presentaron en cuanto a producción de grano, presentan excursiones de 4.23, 5.03 y 7.06 respectivamente que si bien no son muy grandes si están muy cercanas a la media, considerándose como aceptables ya

que todas las panojas de los genotipos quedaron fuera de la hoja bandera, lo que origina un secado de grano uniforme en toda la panoja, genotipos que pueden seguir siendo objeto de estudio.

**Cuadro 3.7** Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable Excursión 2013.

Num	Trat	Media	Genealogía	Duncan Agrupamiento									
1	8	10.233	ATX 625 x 92-R					A					
2	15	9.200	ATX 625 x 2902-5		B			A					
3	30	8.633	ATX 625 x 17-1		B			A		C			
4	26	8.500	ATX 625 x 113-2		B			A		C			
5	9	8.367	ATX 625 x 21-1		B	D		A		C			
6	5	7.667	ATX 625 x 2898	E	B	D		A		C			
7	7	7.633	ATX 625 x 28-2	E	B	D		A		C			
8	25	7.317	ATX 625 x 12-2	E	B	D		A		C	F		
9	10	7.100	ATX 625 x 12-1	E	B	D		A	G	C	F		
10	29	7.067	ATX 625 x 115-2	E	B	D		A	G	C	F		
11	17	6.867	ATX 625 x 103-1	E	B	D	H	A	G	C	F		
12	28	6.567	ATX 625 x 22-1	E	B	D	H	A	G	C	F		
13	31	6.433	ATX 625 x 8-2	E	B	D	H	A	G	C	F		
14	23	6.100	ATX 625 x 21-3	E	B	D	H	A	G	C	F		
15	2	5.717	ATX 625 x 8-3R	E	B	D	H		G	C	F		
16	11	5.667	ATX 625 x 17-2	E	B	D	H		G	C	F		
17	12	5.500	ATX 625 x 2906R	E	B	D	H		G	C	F		
18	1	5.500	ATX 625 x 2902*23	E	B	D	H		G	C	F		
19	19	5.467	ATX 625 x 17-2	E	B	D	H		G	C	F		
20	18	5.033	ATX 625 x 13-2	E	B	D	H		G	C	F		

21	6	4.933	ATX 625 x IA-28	E		D	H		G	C	F
22	13	4.700	ATX 625 x 90	E		D	H		G	C	F
23	27	4.233	ATX 625 x 116-3	E		D	H		G		F
24	16	4.200	ATX 625 x 14-2	E		D	H		G		F
25	20	4.200	ATX 625 x 28-2	E		D	H		G		F
26	3	3.633	ATX 625 x 124-2	E			H		G		F
27	4	3.333	ATX 625 x 2783				H		G		F
28	14	3.167	ATX 625 x 95R				H		G		F
29	21	3.133	ATX 625 x 17-4				H		G		F
30	22	2.967	ATX 625 x 28-1				H		G		
31	24	2.700	ATX 625 x 27-3				H				

### **Peso de 1000 semillas**

El cuadro 3.8 presenta los resultados del análisis de varianza para la característica peso de 1000 semillas, donde se puede observar que existen diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, lo que indica que los pesos de semillas son diferentes entre los materiales en estudio, el coeficiente de variación fue de 19.12% valor aceptable lo que proporciona confiabilidad a los resultados obtenidos. La media obtenida fue de 21.02 gr. Con un peso mayor de 1000 semillas de 28.33 grs y un mínimo de 15 grs, con un rango de 13.33 grs. estos resultados son muy parecidos a los obtenidos por Cortés (2011), Morales (2013) y una heredabilidad de 61.5 considerada como alta.

**Cuadro 3.8** Análisis de varianza para la variable peso de mil semillas de planta 2013.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>REPETICIONES</b>	2	97.312500	48.656250	3.0117
<b>TRATAMIENTOS</b>	30	1261.289063	42.042969**	2.6023
<b>ERROR</b>	60	969.355469	16.155924	
<b>TOTAL</b>	92	2327.957031		

**C.V. = 19.12%**

**Heredabilidad= 61.57%**

En el cuadro 3.9 se presentan los pesos de mil semillas en los diferentes genotipos, mostrando 3 grupos, siendo los híbridos experimentales más rendidores para grano los que mostraron mayores pesos de 1000 semilla; ATX 625 x 115-2, ATX 625 x 116-3 y ATX 625 x 13-2 con pesos de 28.33, 2833 y 25.00 grs. respectivamente, importante característica como componente de rendimiento, siendo genotipos prometedores para futuros estudios.

**Cuadro 3.9** Prueba del rango (DMS) Duncan para la variable peso de mil semillas 2013.

<b>Num</b>	<b>Trat</b>	<b>Media</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Duncan Agrupamiento</b>		
1	29	28.333	ATX 625 x 115-2		A	
2	27	28.333	ATX 625 x 116-3		A	
3	18	25.000	ATX 625 x 13-2	B	A	
4	12	25.000	ATX 625 x 2906R	B	A	
5	9	25.000	ATX 625 x 21-1	B	A	
6	22	25.000	ATX 625 x 28-1	B	A	
7	19	25.000	ATX 625 x 17-2	B	A	
8	8	25.000	ATX 625 x 92-R	B	A	
9	30	25.000	ATX 625 x 17-1	B	A	

10	23	23.333	ATX 625 x 21-3	B	A	C
11	11	23.333	ATX 625 x 17-2	B	A	C
12	4	21.667	ATX 625 x 2783	B	A	C
13	17	21.667	ATX 625 x 103-1	B	A	C
14	2	21.667	ATX 625 x 8-3R	B	A	C
15	13	20.000	ATX 625 x 90	B		C
16	16	20.000	ATX 625 x 14-2	B		C
17	7	20.000	ATX 625 x 28-2	B		C
18	26	20.000	ATX 625 x 113-2	B		C
19	3	20.000	ATX 625 x 124-2	B		C
20	6	20.000	ATX 625 x 1A-28	B		C
21	1	18.333	ATX 625 x 2902*23	B		C
22	24	18.333	ATX 625 x 27-3	B		C
23	21	18.333	ATX 625 x 17-4	B		C
24	10	18.333	ATX 625 x12-1	B		C
25	14	18.333	ATX 625 x 95R	B		C
26	15	16.667	ATX 625 x 2902-5	B		C
27	31	16.667	ATX 625 x 8-2	B		C
28	20	16.667	ATX 625 x 28-2	B		C
29	28	16.667	ATX 625 x 22-1	B		C
30	25	15.000	ATX 625 x 12-2			C
31	5	15.000	ATX 625 x 2898			C



## CONCLUSIONES

Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para fuente de variación tratamientos en todas las variables.

Los tres mejores híbrido experimentales en cuanto a rendimiento, altura de planta y peso de 1000 semillas son: ATX 625 x 116-3, ATX 625 x 13-2 y ATX 625 x 115-2.

Existen híbridos experimentales con buenas características agronómicas.

## LITERATURA CITADA

- Alanís H. W., Pecina Q. V., Zavala G. F., García M. N., 2004, RB-Patrón Nuevo Híbrido de Sorgo para Grano en el Noreste de México, revista fitotecnia mexicana, julio-septiembre, año/vol. 27, numero 003 sociedad mexicana de fitogenetica, A.C. Chapingo, México pp.291-293.
- Angeloni L; Gerster, G; Malmantile, A.; Pagani, R.; Prieto, G.; Rossi, J; Varisco, I., 2012, Red de Evaluación de Híbridos de Sorgo Granífero de INTA Oliveros. Campaña 2011-2012, Ensayo AER INTA Roldán.
- Aragón M. E.; Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de grano del cultivo del sorgo (*Sorghumbicolor* L. Moench) Managua, Nicaragua agosto, 2004 pg. 19-27.
- Arroquy, Coronel G, Ávila M., Argañares, Ibáñez R., Fisolo P. 2009. INTA, proyecto regional Tacumán- Santiago del Estero llanura Chaqueña este.
- Brancourt-Hulmel, M., and C. Lecomte. 2003. Effect of environmental variates on genotypexenvironment interaction of winter wheat: a comparison of biadditive factorial regression to AMMI. *CropSci.* 43: 608–617.
- Caballero D. M. 2008. Estudio de Gran Visión y Factibilidad Económica y Financiera para el Desarrollo de Infraestructura del Almacenamiento y Distribución de Granos y Oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional.
- Cadenas R. O, 2000. Estimación de la aptitud combinatoria de líneas de sorgo (*sorghum bicolor* L. moench) y sus cruzas posibles para la selección de híbridos. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- Castro M., Pérez O., Loza W. 2010. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de sorgo granifero, instituto nacional de investigación agropecuaria. Uruguay.
- CASTRO, J.; ORTÍZ, J.; MENDOZA, MA. DEL C.; ZAVALA, F. 2000. Producción de biomasa en líneas de sorgo como respuesta al estrés hídrico. *Rev. Fitotec. Mex* 23: 321-334.
- Cargill, 2006. Manual del cultivo de sorgo.

- Cisneros–López, M. E., L. E. Mendoza–Onofre, G. Mora–Aguilera, L. Córdoba–Téllez, and M. Livera–Muñoz. 2007a. Cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. I: Seed quality and its effects on seedling establishment. *Agrociencia* 41: 45–55.
- Clará R. et al. (2002) Comportamiento de los sorgos híbridos para grano del PCCMCA durante el 2002”
- Clará V. R., Obando R., Gutiérrez N., Dolmus F., Jimenez M., 2010. Comportamiento de los Sorgos Híbridos para grano dentro de los ensayos uniformes del PCCMCA 2010. Informe de ensayos, Centro América.
- Cisneros–López, M. E., L. E. Mendoza–Onofre, G. Mora–Aguilera, L. Córdoba–Téllez, and M. Livera–Muñoz. 2007b. Cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. II: *Fusariumverticillioides* (Sacc.) Nirenberg effects on seed yield and its components under field conditions. *Agrociencia* 41: 283–294.
- Coutiño–Estrada, B., and V. A. Vidal–Martínez. 2003. Grain yield stability of corn hybrids using best linear unbiased predictors. *Agrociencia* 37: 605–616.
- Coutiño E. B. 2006. Evaluación de semillas de sorgo para grano de PROSEMILLAS en el centro de Chiapas, Ocozocuatla. Informe anual para el CCVP ciclo P-V pg. 4,5.
- Coutiño E. B. 2008. Evaluación de semillas de sorgo de PROSEMILLAS S.A de C.V en la región central de Chiapas. INIFAP informe anual para el CCVP ciclo P-V p.5.
- Coria Lageyre E., Labarthe, F., Zilio, J., Tranier, E. y Dean. 2011. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Red Sur SORGO. Ensayo comparativo de rendimiento de híbridos de sorgo. Campaña 2010-2011. campo experimental Cesáreo Naredo .INTA Bordenave.
- Cortes E. 2011. Evaluación de Híbridos de Sorgos Graníferos campaña 2010 2011 Proyecto Regional Agrícola. EEA INTA Manfredi - UEE INTA San Francisco.
- Cuadra 2000. Efecto de diferentes densidades de siembra y distancia entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench. Trabajo de diploma. Universidad nacional agraria Managua Nicaragua. P.16.
- Dávila, P., M. T. Mejía-Saules, M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J. J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo, 2006. Catálogo de gramíneas de

- México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Díaz M. G., López R., Blanzaco E., Kuttel W. 2008. Caracterización e identificación de germoplasmas de sorgo con aptitud silera. Ensayos técnicos.
- Espinoza M. F. M., Argenti E. P. M., Gil G. J. L., Perdomo E., León L., 1992, Rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero (*sorghum bicolor* pers.) bajo riego complementario. FONAIAP - Instituto de Investigaciones Zootécnicas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, estado Aragua. Venezuela.
- Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal 2002 producción de sorgo en México.
- Financiera Rural, 2009. Monografía del sorgo, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial
- Financiera Rural 2009. Monografía del sorgo, dirección ejecutivo de coordinación y evaluación nacional monografía del sorgo.
- Financiera Rural, 2011. Monografía del sorgo grano, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial.
- Financiera Rural, 2014. Monografía del sorgo grano, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial
- Flores N. 2010. Comparación de criterios de selección de híbridos experimentales de sorgo para grano para su liberación a la producción comercial. Tesis de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Postgrado. P.54.
- Galarza, M. J. M.; Miramontes, V.; Castillo, P. U. y Rebolledo, V. M. A. (2003). Situación actual y perspectivas de la producción de sorgo en México.
- Galvan B. (2004).Evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano. Tesis de licenciatura UAAAN, bajo Coahuila, México.
- Galván B. E, 2004, Evaluación de híbridos experimentales de sorgo (*sorghum bicolor* L. moench), en la región del bajo. .), Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- González, R. y graterol Y., 2003, Comportamiento de 23 híbridos de sorgo granífero bajo condiciones de norte-verano en el estado Portuguesa Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2003, 20: 297-305.

- Guardián M. 2004. Evaluación agronómica y uso eficiente del nitrógeno por 16 líneas de sorgo.(*Sorghum bicolor* L. Moench.) trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua p.36.
- Hernández, E. L. A. 2010. 202. Nueva variedad de sorgo para el estado de sinaloa. revista mexicana de ciencias agrícolas, vol.1 , NÚM. 5, Octubre-Diciembre, 2010, PP. 733-737. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Redalyc.1
- Kenga, R., S. O. Alabi, and S. C. Gupta. 2004. Combining ability studies in tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Field Crops Res. 88: 251–260.
- León, V. H. 2009. Evaluación perse en 49 líneas restauradoras (R) en sorgo. México. Universidad Autónoma de Chapingo.
- León, V. H (2009), Leopoldo E. Mendoza Onofre, Fernando Castillo González, Tarsicio Cervantes Santana, Ángel Martínez Garza. Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. ii: aptitud combinatoria, heterosis y Heterobeltiosis. Revista Agrociencia.
- León V. H., Mendoza O. L. E., Castillo G. F., Cervantes S. T., Martínez G. A., 2009, Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. II: aptitud combinatoria, heterosis y heterobeltiosis, agrociencia 43: 609-623. 2009.
- Mazariegos R. R. 2012, Evaluación de rendimiento y correlaciones entre seis características en 51 híbridos experimentales de sorgo para grano (*sorghum bicolor* L. moench), tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- Melin A. A., Andrés E. Zamora M., 2010, Producción de forraje y sorgo, Proyecto Regional Desarrollo de una Agricultura Sustentable en los territorios del CERBAS, sorgo en el sur.
- Méndez O. O. T, 2005, Identificación y formación de líneas B, R, y A, a partir de poblaciones panmicticas en sorgo. (*Sorghum bicolor* L, moench.), tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- Montes G. N., Alanís H. W., Gallegos T. M., López M. E. C., Quintero V. P., 2012 „RB-paloma“, variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje, Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP), Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35 (2): 185 –187.

- Muñoz R.L.A y Fernández G.A. 2003. Formación y evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano. Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Morales G. J. B. 2013, Evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano (sorghum, bicolor L. Moench) tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México.
- Naveda A. F., Lozano C. V., Rooney W., Sáenz E. O., García F. Z., Díez A. G. Badillo M. V., 2012. Rendimiento de grano en líneas de sorgo cultivadas bajo riego y riego limitado en Texas, FYTON ISSN 0031 9457 (2012) 81: 113-121.
- Osuna-Ortega, J., M. del C. Mendoza-Castillo, and L. E. Mendoza Onofre. (2003). Sorghum cold tolerance, pollen production, and seed yield in the Central High Valleys of México.
- Osuna–Ortega, J., L. E. Mendoza–Onofre, V. A. González–Hernández, F. Castillo–González, M. del C. Mendoza–Castillo, and H. Williams–Alanís. 2000. Potential of cold tolerant germplasm in the adaptation and adaptability of sorghum in México: I. High Valleys. *Agrociencia*.
- Peña R., A., S. D. Kachman, J. D. Eastin y D. J. Andrews. 2004. Herencia del rendimiento, número y tamaño del grano en sorgo. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 149–156.
- Peña R. A., Eastin D. J., Kachman D. S., Zavala G. F., 2001, Herencia de la duración del periodo y tasa de llenado de grano en sorgo, instituto nacional de investigaciones forestales y agropecuarias. Campo experimental pabellón, revista fitotecnia mexicana vol. 24 (2): 171-178.
- Poehlman, M.J. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. LIMUSA., México D. F.
- Rodríguez G. A, 2003, Formación de variedades o híbridos de sorgo escobero, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rodríguez V.B. 2012, Evaluación en Tres Ambientes de 53 Híbridos de Sorgo para grano (Sorghum. bicolor L. Moench). Tesis de licenciatura. Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
- S. A. G. A. R., 2000. Situación actual y perspectiva de la producción de sorgo en México 1990-1999. C. E. A., México, D. F.
- SAGARPA (2000) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 809 p.

- Sandoval H., Restrepo O. 2011. Fitomejoramiento de sorgo (*Sorghum* spp.).
- SIAP-SAGARPA, 2005. Artículos “El Sorgo Mexicano: Entre la Autosuficiencia y la Dependencia Externa” y “Almacenamiento de Sorgo en Climas Tropicales”, publicados en la Revista Claridades Agropecuarias, (junio 1997). Y Plan Rector Sistema Producto Sorgo Nacional y del estado de Tamaulipas. Informe sobre la Cadena de Sorgo, de la Fundación Produce en Querétaro.
- SIAP-SAGARPA, 2011. “El Sorgo Mexicano: Entre la Autosuficiencia y la Dependencia Externa”, publicado en la Revista Claridades Agropecuarias, Números 46.
- Suarez, M. M y Zeledón, A. J. 2003, Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo granífero (*sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de San Ramón Matagalpa. Trabajo de diploma UNA. Managua, Nicaragua.
- Solanki, B. G., D. M. Patel, P. B. Patel, and R. T. Desai. 2007. Combining ability in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for yield and its attributing traits (II). *Crop Res.* (Hisar): 187–191.
- Torrecilla. 2009. Evaluación de rendimiento y calidad en híbridos comerciales experimentales de sorgo. Campaña 2008/2009 Universidad Nacional de Lomas de Zamora Facultad de Ciencias Agrarias Campo experimental “la catalina” de cañuela, Argentina.
- Williams–Alanís, H., Montes–García, N. y Pecina–Quintero, V 2006. Sorgo. pp. 32–54. En: L.A. Rodríguez del Bosque (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Capítulo 3. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Williams, A. H. 1988. Producción de semilla de sorgo. Patronato para la investigación, fomento y sanidad vegetal, INIFAP (CIAGON). Tamaulipas Norte. México
- Yu, J., and M. R. Tuinstra. 2001. Genetic analysis of seedling growth under cold temperature stress in grain sorghum. *Crop Sci.* 41: 1438–1443.