

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Comportamiento Agronómico de 6 Híbridos Experimentales de Sorgo para  
Grano (*Sorghum. bicolor* L. Moench) en General Cepeda

Por:

**JOSE LUIS CASTAÑEDA BRAVO**

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2015

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Comportamiento Agronómico de 6 Híbridos Experimentales de Sorgo para Grano  
(*Sorghum. bicolor* L. Moench) en General Cepeda

Por:

**JOSE LUIS CASTAÑEDA BRAVO**

TESIS

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada

M.C. Luis Ángel Muñoz Romero  
Asesor Principal

Ing. Alfredo Fernández Gaytán

Coasesor

Dr. Enrique Navarro Guerrero

Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2015

*“La Agricultura es el Arte que  
Enseña Virtud al Hombre, y la  
Base de la Opulencia de Todas  
las Naciones”*

*Gaspar Melchor de Jovellanos.*

## DEDICATORIA

### *A DIOS.*

*Por permitirme terminar una etapa más de mi vida, por mantenerme sano y lleno de bendiciones durante mi estancia en la universidad, por poner en mi camino las herramientas que fueron necesarias para concluir una meta más de mi vida.*

### *A MI MAMÁ.*

*Para mi mejor amiga y excelente mamá Eulalia Bravo Negrete, por haberme apoyado durante todo este tiempo, por su tolerancia, por sus enseñanzas, 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 formarme en la persona que ahora soy, por enseñarme las cosas buenas de la vida y como ser cada día una mejor persona de bien y decirme que nunca tenemos que darnos por vencidos.*

### *A MI PADRE.*

*Para el mejor papa J. Guadalupe Castañeda Ayala, por brindarme su apoyo durante todos estos años que he vivido, además por siempre haberme brindado su apoyo incondicional durante mi estancia en la Universidad y así poder concluir este gran logro en mi vida.*

### *A MIS HERMANOS.*

*Ramona Castañeda Bravo (+), Oscar Castañeda Bravo, Miriam Guadalupe Castañeda Bravo y Jesica Castañeda Bravo, por brindarme su apoyo incondicional cuando más lo necesitaba, además por ser una motivación más para seguir adelante en mi camino.*

### *A MIS ABUELOS.*

*José Luis Castañeda Castañeda, Natalia Ayala Miranda (+), Víctor Bravo Garrido y Josefina Negrete Estrada, por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante el transcurso de mi vida, además por todos esos consejos que me han hecho ver las cosas de manera positiva, y por ser una motivación más para seguir adelante.*

### *A MIS TIOS.*

*Salomón Castañeda Ayala, Esteban Castañeda Ayala, Juan Antonio Castañeda Ayala, Carolina Castañeda Ayala, Rigoberto Bravo Negrete, Angélica Bravo Negrete, María Bravo Negrete, Arcelia Bravo Negrete, Víctor Bravo Negrete y Eduardo Bravo Negrete, por brindarme su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera, además por apoyarme en los momentos que los necesite.*

## *A MIS AMIGOS.*

*Rafa, Dámaso, David, Yorhs, Medina, Beto, Nacho, Colillas, Leo, Jaime, Mochis, David Ledesma, Aron, Diego, Charly, La Rata, Tamal, La Chucha, Miguel, Jeremías, Cesar, Carlos Andrés, El Lobo, Alan, Michel, Martin, Carrera, Aby, Sígala, Cadenas, Gachu, Ponciano, Tello, Milches, Ponk, La Sopa, El Pana, Saimon, El Pero, Terliz, El Toro, La Chiva, El Chiquilín, El Tatucito, Checo, Ricky, Chaparro (+), El Cholo (+), El Trabie, El Víctor, Bebe, El Medio, El Médico, El Matalote, El Papo, Manuelito, El Orejón, Limo, Matri, El Masudo, Chaparro, Chito, El pato, La Tarta, La Huila, Chuy, Coby, Crusito, El Burro, Chelelo, Tío Meño, El Rondas, Patelito, Humberto, El Chundo, El Padher, Macías, Carrillo, Gerson, El Güero, Tony, Junior, Tocayo, Josué, Pacheco, Palomino, Isak, Luis, El Tortas, Fausto, Norma Ángel, Jazmín, Eli, Gris, Mayra, Rocío, Caro, Lety, Diana, Jesica, Yanet, Jáuregui, Maque, Lupita, La Gris, Marisol, Azucena, Dani, Arlen, Vania.*

*“Por haberme brindado su amistad, y por esos maravillosos momentos de alegría que pasamos juntos durante mi estancia en la universidad y fuera de ella, con los que compartí los mismos sueños y anhelos de nuestras vidas y por no dejarnos vencer por cualquier obstáculo que se presentó en nuestro camino”.*

*A mi gran Amigo el Doc. Víctor Cantú Hernández, que siempre estaré agradecido con él, por haberme enseñando tantas cosas, por esos momentos que compartimos juntos y quiero mencionar que siempre estaré muy agradecido por el apoyo que me brindo.*

*Al Doc. Lorenzo Alejandro López Barbosa, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

*Al Doc. Armando Rodríguez García, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

*Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

*Al M.C. David Martínez Rivera, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

*A la Maestra. Marta Ochoa, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

*A la Doc. Susana Gómez Martínez, por su amistad y apoyo incondicional que me brindo durante mi estancia en la Universidad.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios:*

*Te doy las gracias por estar siempre conmigo, llenarme de bendiciones y no haberme dejado nunca solo en el transcurso de mi camino.*

*A mi UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO: Mil gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar entre tus aulas, por brindarme las herramientas necesarias para concluir mis estudios, con el objetivo de poner en lo más alto del mundo a mi ALMA TERRA MATER,*

*Al Doc. Enrique Navarro Guerrero, por todo el apoyo que me brindó durante estos años, por sus enseñanzas y además por su apoyo para realizar mi Tesis, por su amistad incondicional que siempre me mostro, MIL GRACIAS.*

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

*Al Ing. Alfredo Fernández Gaytán, por su amistad y apoyo incondicional para realizar este trabajo de investigación.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	vii
RESUMEN .....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO .....	3
HIPÓTESIS .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia delSorgo.....	4
2.2 Estados Productores de Sorgo en Mexico.....	7
2.3 Evaluaciones de Sorgo para Grano.....	8
2.4 Correlaciones.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Localizacion del Experimento.....	13
3.2 Preparacion del Terreno .....	13
3.3 Material Genetico .....	15
3.4 Varables Evaluadas.....	15
3.5 Diseño Experimental.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
V. CONCLUSIONES .....	34
VI. BIBLIOGRAFIA .....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Genealogía de híbridos experimentales utilizados.....	15
<b>Cuadro 2.</b> Análisis de varianza de bloques al azar para (r-1) repeticiones y (t-1) tratamientos.....	17
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	20
<b>Cuadro 4.</b> Comparacion de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable rendimiento utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	20
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	23
<b>Cuadro 6.</b> Comparacion de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable peso de 1000 granos utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	23
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	25
<b>Cuadro 8.</b> Comparacion de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable altura de planta utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	25

<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para la variable excercion de panoja de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	26
<b>Cuadro 10.</b> Comparacion de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable excercion de panoja utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	27
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	30
<b>Cuadro 12.</b> Comparacion de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable tamaño de panoja utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	31
<b>Cuadro 13.</b> Correlacion entre cinco variables agronomicas de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.....	33

**Palabras clave; Rendimiento de grano, Sorghum bicolor y correlaciones**

Correo electronico; José Luis Castañeda Bravo, [jlcb\\_92@hotmail.com](mailto:jlcb_92@hotmail.com)

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en evaluar el comportamiento agronómico de 6 híbridos experimentales y estimar las correlaciones entre las variables en estudio. Dichos híbridos experimentales fueron establecidos en General Cepeda, Coahuila en el 2014. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento, cada parcela experimental consistió de 3 surcos de un largo de 5 m con una separación 0.85 m y como parcela útil se consideró 3 m del surco central para medir las variables. Se observó una alta significancia en las medias de los 6 híbridos experimentales para rendimiento de grano, peso de 1000 granos, entre otros, sobresalen los híbridos 106-2 y 28783R con rendimientos mayores a  $6.5 \text{ t ha}^{-1}$ . Para la variable peso de 1000 granos sobresale el híbrido 106-2 y el 92R el que mostro la media más baja fue el híbrido 124-2. Los híbridos experimentales con tamaño de panoja superiores a 30 cm fueron los híbridos 2903R, 92R, 14-3, entre otros. En relación a excersion de panoja se observó que los híbridos más rendidores (106-2 y 124-2) tuvieron las excersiones más pequeñas. Se encontró que los híbridos con mayor altura de planta fueron los que exhibieron el máximo rendimiento (rango de 137.2 cm- 108.5). Por lo que se refiere a los coeficientes de correlación estimados solo se encontró que rendimiento de grano y peso de 1000 granos tuvieron una relación lineal muy fuerte y

significativa (0.9180\*\*), también es importante resaltar que hubo correlaciones positivas de rendimiento de grano con altura de planta y tamaño de panoja – aunque estas fueron no significativas.

## I INTRODUCCIÓN

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en la India en el siglo I D.C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años A.C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central, Etiopía o Sudán, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. 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 graníferos se buscó la cantidad y la calidad de sus granos, un alto contenido de azúcar en sus tallos y un rendimiento máximo de forraje, es 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.

El valor energético del grano de sorgo comparándolo con el grano de maíz es un poco inferior, siendo generalmente un poco más rico en proteínas, sin embargo ambas especies son deficientes en aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano considerados para la calidad proteica.

La mayor parte del sorgo de grano en nuestro país se utiliza en la preparación de alimentos balanceados que sirve para la alimentación del ganado, también se puede hacer harina sola o en combinación con harinas compuestas para la fabricación de galletas, bizcochos, pan, etc. En la industria la producción

de este grano se emplea fundamentalmente para la obtención de almidón, alcohol y glucosa, además en la fermentación aceto-butílica se producen 3 solventes importantes: alcohol, acetona y butanol.

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%.

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) ha generado que estén en la fase de experimentación y evaluación.

## **OBJETIVO**

- Observar y evaluar el comportamiento agronómico de 6 híbridos experimentales y correlacionar las variables en estudio con rendimiento de grano.

## **HIPÓTESIS**

$H_0$ : Hay igualdad de medias entre los híbridos experimentales para cada una de las variables en estudio.

$H_1$ : Existen diferentes medias entre los híbridos experimentales para cada uno de las variables en estudio.

## II REVISION DE LITERATURA

El sorgo se conoce con varios nombres como: mijo grande, maíz de Guinea en África occidental, kafir en África austral, duro en el Sudán, mtama en África oriental, iowar en la India y kaoliang en China.

Riccelli et al., (1977) reportaron que la producción de semilla híbrida es considerablemente más difícil en sorgo que en Maíz debido a que la floración en sorgo es más sensible a los cambios del fotoperiodo, se dan casos de líneas progenitoras que florecen simultáneamente en una localidad y pueden presentar diferencias de floración de una semana o hasta más cuando se siembra en otra localidad o en otra época del año donde las condiciones ambientales son diferentes.

### 2.1 Importancia del Sorgo.

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es de los cereales más importantes en el mundo y ha sido a través de los tiempos una fuente de alimento vital para millones de humanos y animales. En años recientes, el fuerte incremento en la población ha originado demandas cada vez mayores de este cultivo; sin embargo, las condiciones climáticas donde se cultiva esta gramínea han limitado su producción.

El sorgo de grano es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo después del trigo, el arroz, el maíz, y la avena. En África es empleado para la alimentación humana, en América y Oceanía se usa para la fabricación de harinas y piensos destinados para la cría de animales. Las diversas y amplias virtudes de esta planta desde el punto de vista agronómico como es la alimentación humana y animal, la industria, la gastronomía y la medicina le confieren atributo excepcionales para el incierto futuro alimentario que se avecinan.

La importancia del cultivo del sorgo a nivel mundial radica en que es fuente de alimentos para millones de personas. En México el sorgo de grano se utiliza mayormente en la elaboración de alimentos balanceados ocupando el segundo lugar en importancia agrícola de acuerdo a la producción con un promedio nacional de  $3.0 \text{ t ha}^{-1}$  y el tercer sitio en superficie sembrada.

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 ya que resiste bien climas muy secos, característicos de amplias regiones africanas y 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.

En la formulación de alimentos balanceados aunado a su valor nutricional similar al maíz cuando el grano de sorgo está debidamente procesado y su bajo costo de producción ubican al sorgo como un cereal de preferencia en la alimentación animal aprovechándose bien en la alimentación de bovinos, cerdos y aves ASERCA (2005).

México se ubica entre los cinco principales productores de sorgo a nivel mundial con el 11 por ciento del volumen total junto con Estados Unidos de América, China, India y Nigeria, países que en conjunto aportan más del 70 por ciento de la producción mundial ICRISAT (1996).

México es el principal importador mundial de sorgo cuyos 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).

## **2.2 Estados Productores de Sorgo en México.**

Dávila et al., (2006) 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, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. De estos destacan Tamaulipas 42%, Guanajuato 19.6%, Sinaloa 8.5%, Michoacán 6.7%, Nayarit 5.9% y el resto del país 16.9%. Tamaulipas y Guanajuato en conjunto aportan el 61.6% de la producción total nacional, lo que equivale a 3.8 millones de toneladas, Sinaloa ocupa el tercer lugar con 610,000 toneladas, seguido por Michoacán con 500,000 y Nayarit con 300,000 SIAP-SAGARPA (2009).

Williams et al., (2009), mencionan que en el estado de Tamaulipas casi el 90% de la superficie que se siembra con este cereal se cultiva en condiciones de temporal y con materiales generados por compañías transnacionales.

### 2.3 Evaluaciones de Sorgo para Grano.

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 sobresalió el 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 registro 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 y el híbrido más sobresaliente fue GEN 21T de la empresa GENESIS con una longitud de panoja de 53.4 cm y con rendimiento de 2300 kg-h<sup>-1</sup> teniendo como promedio 22 cm de longitud de panoja. Para rendimiento el más sobresaliente fue el híbrido GEN 315 de la empresa GENESIS con un rendimiento de 6300 kg-h<sup>-1</sup> con un tamaño de panoja de 18.4 cm.

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 observado fue de 6,270 kg ha<sup>-1</sup> para 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 el híbrido Diamante fueron estadísticamente superiores con alturas de 132 y 147 cm. respectivamente, mientras que el SR-340 presento una altura de 129 cm.

Sandoval (2001) evaluó 25 híbridos experimentales formados en la UAAAN y 5 híbridos comerciales de sorgo para grano en Zaragoza Coahuila, reportando rendimientos de 2,230 hasta 6,740 kg ha<sup>-1</sup>, sobresaliendo los híbridos A2 x IA28 y AN35 sobre el híbrido comercial DEKALB D-65.

Cortés (2011) en su evaluación de 29 híbridos de sorgo para grano en Argentina concluye que los materiales se vieron afectados por lo errático de las lluvias, encontrándose diferencias significativas entre los materiales evaluados cuyos rendimientos oscilan de 2,522 kg ha<sup>-1</sup> que corresponde al híbrido AG1815 y 5,574 kg ha<sup>-1</sup> para el híbrido VDH422 de la empresa ADVANTA.

Coutiño (2006) al evaluar dos híbridos de sorgo para grano de la empresa PROSEMILLAS en comparación con un testigo (itsmeño) en la localidad de Ocozocuautila, Chiapas, encontró que el más precoz fue HR-340 con 53 días y de menor altura con 134 cm. en relación al CREMA que tuvo 65 días y 155 cm de altura, además no hubo diferencias significativas en cuanto a rendimiento entre los dos híbridos y el testigo, el híbrido HR-340(rojo) produjo 5900 kg ha<sup>-1</sup> con un promedio de excersion de 26 cm.

Muñoz et al., (2003) en la evaluación de 51 híbridos y 5 testigos agrupando los híbridos por ciclo, el promedio de los ciclos largos fue 4,209 kg ha<sup>-1</sup>, 4,159 kg ha<sup>-1</sup> para ciclos intermedios, y 3,052 kg ha<sup>-1</sup> para ciclos cortos de sorgo para grano, en Roque Gto. El híbrido más sobresaliente en rendimiento fue el 625A x 124-2 con 10,883 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 89 días, altura de planta 145 cm y excersion de 15 cm.; el híbrido que tuvo menor rendimiento fue el AN35 x 28-1 con 2,271 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 82 días, altura de planta de 203 cm y

excursion de 18 cm, se observó que los híbridos más tardíos son los que presentan mayor rendimiento.

## **2.4 Correlaciones.**

Cano (1967) de su ensayo de evaluación de 12 variedades de sorgo para grano reportan una alta correlación para peso de raquis y peso de grano y los valores variaron entre 0.6863 y 0.9089 mientras que para la relación panícula grano hubo valores entre 0.7930 y 0.9980.

Tag, El-Din et al., (2012) evaluaron 25 líneas restauradoras de sorgo y observaron una correlación positiva significativa ( $P \leq 0.01$ ) entre número de granos por panoja y rendimiento de grano (0.920) mientras que solo significativa ( $P \leq 0.05$ ) para longitud de panoja y rendimiento de grano (0.233).

Amare, et al., (2015) estimaron la variabilidad genética, la asociación entre diferentes caracteres y la determinación del efecto directo e indirecto de varios caracteres en el rendimiento de grano en dieciséis variedades de sorgo. Encontraron correlaciones fenotípicas positivas significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre rendimiento de grano con rendimiento de panoja, altura de planta, peso de panoja, índice de cosecha y solo correlaciones genotípicas positivas con rendimiento de panoja.

Ezeaku y Mohammed (2006) evaluaron treinta variedades de sorgo en dos localidades y dos años de prueba. Reportan correlaciones positivas significativas ( $P \leq 0.01$ ) para rendimiento de grano con peso de panoja ( $r=0.976$ ), rendimiento de grano con masa de 1000 granos ( $r=0.522$ ) y masa de 1000 granos con peso de panoja ( $r=0.528$ ). Asimismo, también observaron una correlación negativa significativa ( $P \leq 0.01$ ) para conteo de panojas y longitud de panoja.

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El experimento fue establecido en General Cepeda, Coahuila, en el 2014, esta localidad se ubica en las coordenadas 25° 22' latitud norte y 101°28' longitud oeste y a una altitud de 1,410 msnm. El clima predominante es cálido semi seco, influenciado por los vientos que soplan del suroeste al noreste, las lluvias se presentan entre los meses de mayo-octubre y la máxima precipitación es en julio, agosto y septiembre y esta alcanza 250 mm en promedio con una temperatura media anual de 19°C.

#### **3.2 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 cuando el suelo tenía una humedad que permitió el rompimiento de los terrones y a una profundidad de 25-30 cm, para aflojar el terreno e incorporar los residuos de cosecha, para mejorar la penetración del agua y la aeración del suelo.

**Rastreo.**

Se llevó a cabo con el propósito de desmoronar terrones grandes que permitan mayor germinación de las semillas, además una nacencia más uniforme de las plantas y eliminar la primera generación de malezas.

**Surcado.**

Este se realizó dejando una separación de .85 m. 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 unidades repartidas en dos aplicaciones, la primera fue al momento de la siembra con un 50% de nitrógeno y todo el fósforo y el restante 50% de nitrógeno se realizó en el primer cultivo. Se usaron la urea y map como fuentes de fertilizante.

### **Labores culturales.**

Durante el periodo de cultivo fue necesario realizar: deshierbes manuales, control de plagas utilizando mochilas manuales para la aplicación de productos químicos. Para evitar el ataque de pájaros fue necesario proteger las panojas con bolsas de papel.

Se realizaron dos cultivos con el propósito de levantar el surco para el anclaje de plantas, eliminar malas hierbas y facilitar los riegos.

### **3.3 Material genético.**

Cuadro 1. Genealogía de híbridos experimentales utilizados.

<b># TRATAMIENTOS</b>	<b>HIBRIDO</b>
1	14-3
2	92R
3	106-2
4	124-2
5	2783R
6	2903R

### **3.4 Variables evaluadas.**

Las mediciones de las variables que se enumeran enseguida fueron tomadas en el surco central de cada parcela experimental.

**Altura de planta.**

Se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil, midiendo cada una desde la base del suelo, hasta la punta de la panoja (ápice), y se expresó en cms.

**Excursion de la Panoja.**

Se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil, midiendo la distancia que hay desde la hoja bandera hasta la base de la panoja y se expresó en cms.

**Longitud de panoja.**

Se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil, midiendo la distancia que hay desde la base de la panoja hasta la punta de la misma, y se expresó en cms.

**Peso de 1000 granos.**

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

**Rendimiento.**

Se pesó el grano de la parcela útil de un largo de 3 metros expresándose en gramos.

### 3.5 Diseño experimental.

Los seis híbridos experimentales se sembraron bajo un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones por tratamiento, la parcela útil consistió de tres metros lineales del centro del surco para cada uno de los tratamientos.

El modelo estadístico del diseño bloques al azar fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

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

$\mu$  = media general

$t_i$ = efecto de i-ésimo tratamiento

$B_j$ = efecto del j-esima bloque

$E_{ij}$ = error experimental

Cuadro 2. Análisis de varianza de bloques al azar para (r-1) repeticiones y (t-1) tratamientos.

FV	GL	CM	ECM
Repeticiones	r- 1		$\sigma_{\varepsilon}^2 + t \sum B_j^2$
Tratamientos	t-1	$M_2$	$\sigma_{\varepsilon}^2 + r \sum T_i^2$
Error	(r-1)(t-1)	$M_1$	$\sigma_{\varepsilon}^2$
Total	(rt-1)		

### **Coeficiente de variación.**

La fórmula empleada para su cálculo es:

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

Donde:

C.V.= Coeficiente de variación.

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

$\bar{x}$  =Media general.

### **Comparación de medias.**

Se realizó con el método de diferencia mínima significativa (D.M.S) al 0.05 de probabilidad para comparar y analizar las medias de los tratamientos cuya fórmula utilizada fue la siguiente:

$$D.M.S = \frac{t\alpha}{2} \cdot g \cdot l.E.E. \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

### **Correlaciones.**

Se estimaron todos los posibles coeficientes de correlación entre las 5 variables bajo estudio, de acuerdo al procedimiento estadístico del programa SAS versión 1985.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este experimento de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en la localidad de General Cepeda se presentan en el Cuadro 3 se observa en el análisis de varianza para la variable rendimiento diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre las medias de los diferentes híbridos evaluados, lo anterior indica una diferencia en respuesta, debido a la genética mas factores abióticos para esa localidad. De tal forma que la hipótesis inicial de igualdad de medias entre híbridos se rechaza y se acepta la hipótesis alternante, esta diferencia entre las medias de los diferentes híbridos es corroborada en el Cuadro 4 y se aprecia que la media más alta la tuvo el hibrido 106-2 con ( $6.66 \text{ t ha}^{-1}$ ), sin embargo es importante resaltar que otros híbridos que tuvieron valores aceptables fueron el 28783 R y el 92 R con rendimientos de grano de ( $6.50 \text{ t ha}^{-1}$ ) y ( $6.25 \text{ t ha}^{-1}$ ), respectivamente. Por otro lado el hibrido 124-2 tuvo el peor comportamiento con una productividad de  $4.37 \text{ t ha}^{-1}$ . Por lo que respecta al coeficiente de variación de la variable en cuestión fue de 8.3%, indicando que este número es aceptable y refleja que hubo una buena conducción del experimento ya que se controló en una forma eficiente la varianza ambiental.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.

FV	G.L	S.C	C.M	F.C
<b>Tratamientos</b>	5	248176	49633.4	14.2 **
<b>Bloque</b>	4	62209	15552.25	4.39
<b>Error</b>	20	70791	3539.55	
<b>Total</b>	29	381167		

\*\* = significativo ( $p \leq 0.01$ )

CV= 8.3 %

Cuadro 4. Comparación de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable rendimiento utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.

NUMERO	TRATAMIENTOS	(t ha <sup>-1</sup> )	MEDIA TRATAMIENTO Kg	AGRUPAMIENTO
3	106.2	6.66	800	A
5	28783 R	6.50	780	A B
2	92 R	6.25	750	A B
6	2903 R	6.21	745	A B
1	14.3	5.91	716	B
4	124.2	4.37	525	C

Tratamientos con la misma letra son iguales

DMS= 78.5 kg

Una gran diversidad de estudios coincide con este trabajo de investigación en la observación y evaluación de híbridos de sorgo.

Clará 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>.

Montes et al., (2012) al evaluar 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” fue superior en longitudes de panoja (19 %), excersión (34 %), así como en rendimiento de grano (31 %), mostro menor incidencia de enfermedades foliares (25 %). Además superó en 10 % al promedio de otros testigos comerciales (Asgrow Ámbar y RB 3030).

Morales (2013) al comparar 50 híbridos de sorgo para grano reporta diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos en todas las variables de estudio (rendimiento de grano, altura de planta, excersión, tamaño de panoja, días a floración, peso de 1000 semillas). Las medias de

rendimiento tuvieron un rango de 7,805 - 2,010 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 95 - 77, altura de planta de 222.9 - 73.77 cm., excursión de 11.533 - 1.000 cm, tamaño de panoja de 36.933 - 20.843 cm., peso de 1000 semillas de 42.33 - 21.33 gr.

El análisis de varianza para peso de 1000 granos se presenta en el Cuadro 5 y se puede observar que hubo una alta significancia ( $p \leq 0.01$ ) para las diferentes medias de los híbridos, lo anterior indica que dichas medias de respuesta son diferentes. Al igual que para la variable rendimiento de grano se acepta la hipótesis alternante (diferencia entre las repuestas de las medias). Esto coincide con la prueba DMS que se presenta en el Cuadro 6 donde se observan diferentes medias de respuesta para la variable peso de 1000 granos y sobresalen con unidades arriba de 20 grs. todos los híbridos a excepción del híbrido 124-2 (17.2 grs). Es importante hacer notar que este híbrido mostro el rendimiento de grano más bajo (Cuadro 4) esto nos hace pensar, que peso de 1000 granos está altamente asociada con rendimiento de grano. Cabe hacer mención que el coeficiente de variación para esta variable fue del orden de 8.4%, lo cual es aceptable dada su magnitud. Yoseph y Sorsa (2014) presentan resultados de siete variedades mejoradas de sorgo en los cuales hubo alta significancia para rendimiento de grano, biomasa total, peso de 1000 semillas e índice de cosecha. Las variedades mejoradas Teshale, Meko-1 y Gambella 1107 para rendimiento de grano fueron superiores en 74.26%, 64.96 y 58.06 sobre el testigo regional.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>FV</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>
<b>Tratamientos</b>	5	119.5	23.9	7.8363 **
<b>Bloque</b>	4	20.2	5.05	1.6558
<b>Error</b>	20	61	3.05	
<b>Total</b>	29	200.7		

\*\* = significativo ( $p \leq 0.01$ )

CV= 8.4 %

Cuadro 6. Comparación de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable peso de 1000 granos utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>NUMERO</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA (grs)</b>	<b>AGRUPAMIENTO</b>
3	106-2	23	A
2	92 R	22	A B
1	14-3	21.2	B
5	2783 R	21	B
6	2903 R	20.2	B
4	124-2	17.2	C

Tratamientos con la misma letra son iguales

DMS= 20.8 grs

El análisis de varianza para la variable altura de planta se muestra en el Cuadro 7 y se puede observar que la  $F_c$  debido a híbridos fue no significativa, lo cual indica que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias. Esto probablemente se deba a que la diferencia entre las medias de los híbridos es muy pequeña y es probable que se necesiten más repeticiones para detectar dichas diferencias. En el Cuadro 8 se observan las medias de los híbridos evaluados son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de DMS al 5%. Por lo que se refiere al coeficiente de variación este fue del orden de 5.5%, al igual que las variables anteriores, la magnitud de este es pequeña por lo que se infiere que la confiabilidad de los datos es correcta.

Rodríguez (2012) encontró en su trabajo de 53 Híbridos de Sorgo para grano 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 de 1.96-1.00 m. tamaño de panoja de 39-23 cms y excersiones que oscilan de 24 a 0.05 cm. concluyendo que hay híbridos sobresalientes que pueden competir con híbridos comerciales.

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.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>FV</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>
<b>Tratamientos</b>	5	469.875	93.975	1.8312 NS
<b>Bloque</b>	4	719.750	179.938	3.5063
<b>Error</b>	20	1026.375	51.318	
<b>Total</b>	29	2216		

NS= no significativo

CV= 5.5 %

Cuadro 8. Comparación de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable altura de planta utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>NUMERO</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>AGRUPAMIENTO</b>
1	14-3	108.48	A
2	92 R	128.08	A
3	106-2	137.16	A
4	124-2	124.64	A
5	2783 R	132.19	A
6	2903 R	128.04	A

Tratamientos con la misma letra son iguales

En relación a excersion de panoja los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 9 y se observa que la fuente de variación debido a tratamientos fue altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), lo cual indica que hay diferencia entre las medias de los híbridos por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternante y se corrobora en la comparación de medias de acuerdo a la DMS del Cuadro 10. Los híbridos que tuvieron la excersion más grande fueron el 2903 R, 92 R y 14-R con valores de 7.16 cm, 4.76 y 4.58, respectivamente. En lo referente al coeficiente de variación para esta variable fue de una magnitud de 55.9%, lo cual se considera alto y esto probablemente se deba a que no hubo un buen control de la varianza ambiental y de la conducción del experimento.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable excersion de panoja de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>FV</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>
<b>Tratamientos</b>	5	106.872	21.374	4.413 **
<b>Bloque</b>	4	29.092	7.273	1.502
<b>Error</b>	20	96.850	4.842	
<b>Total</b>	29	232.814		

\*\* = significativo ( $p \leq 0.01$ )

CV=55.9 %

Cuadro 10. Comparación de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable excersion de panoja utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.

NUMERO	TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	AGRUPAMIENTO
6	2903 R	7.16	A
2	92 R	4.76	A B
1	14-3	4.58	A B
5	2783 R	3.60	B C
4	124-2	2.09	B C
3	106-2	1.41	C

Tratamientos con la misma letra son iguales

DMS= 2.9 cms

Trabajos que incluyen excersion de panoja han sido llevados a cabo por Aragón (2004) de su estudio sobre densidades de siembra en sorgo para grano reportó diferencias no significativas para días a floración, mientras que excersion para las densidades de siembra muestran que existen efectos significativos, observándose la mayor excersion con la densidad de 356,000 plantas ha<sup>-1</sup> y la menor excersion la presento la densidad de 142,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Tanto longitud de panoja, como peso de 1000 granos (gr) mostraron diferencias no significativas, mientras que rendimiento de grano mostro diferencias significativas entre los tratamientos.

León et al., (2009) en su evaluación de líneas R de híbridos y variedades de sorgo para grano bajo riego y temporal, observaron bajo condiciones de riego floración de 98 a 96 días, altura de planta de 139 a 101 cm, longitud de panoja de 23.8 a 18.1 cm y excersion de 9.5 a 9.0 cm y bajo temporal

un rango de 102-99 días a floración, 136 a 103 cm para altura de planta, de 22 a 17.8 cm en longitud de panoja y 11.2 a 10.4 cm en excersion.

Williams (2004) de su estudio de un híbrido de sorgo para grano en el noreste de Tamaulipas durante el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego, reporta que el híbrido de sorgo RB-Patrón de ciclo intermedio con 75 días a floración, 118 días a cosecha, altura de planta de 117 cm. excersión 12 cm. panojas medianas de 32 cm. semi-abiertas de forma piramidal y grano de color rojo naranja, estos son de forma redonda y semi-aplanada, con testa y endospermo de textura semi-cristalina, observo que cuando se cultiva bajo condiciones de temporal las características de altura de planta, longitud de panoja y longitud de excersión tienden a tener valores más bajos que los de riego.

Muñoz et al., (2003) evaluando 51 híbridos y 5 testigos de sorgo para grano en Roque Gto. reportan que el híbrido más sobresaliente en rendimiento fue el 625A x 124-2 con 10,883 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 89 días, altura de planta 145 cm y excersion de 15 cm. El híbrido que tuvo menor rendimiento fue el AN35 x 28-1 con 2,271 kg ha<sup>-1</sup>, días a floración de 82 días, altura de planta de 203 cm y excersion de 18 cm observándose que los híbridos más tardíos, son los que presentan mayor rendimiento de grano.

Finalmente, el análisis de varianza para la variable tamaño de panoja puede ser visto en el Cuadro 11 donde se observa que tratamiento fue altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), indicando que hay diferencias entre las medias de los híbridos experimentales por lo que la hipótesis alternante debe ser aceptada. La comparación de medias de los híbridos en cuestión se ilustra en el Cuadro 12 en donde se observa que la prueba DMS al 5%, detecto diferencias, lo cual coincide con lo encontrado en el análisis de varianza para dicha variable. Los resultados de este experimento para la variable en cuestión se consideran confiables ya que la magnitud de su coeficiente de variación fue de 4.4%. Trabajos que consideran a la variable tamaño de panoja ha sido reportado por Cadenas (2000) al estimar la aptitud combinatoria de líneas de sorgo y sus cruzas posibles para la selección de híbridos. Presentan rendimientos de 6,741, 6,493 y 6,180 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 kg ha<sup>-1</sup> y MASTER 911 con 6,165 kg ha<sup>-1</sup>. Los materiales que ocupan los primeros lugares en rendimiento presentaron valores de longitud de panoja superiores a la media general que fue de 26.67 cm, a excepción de la craza A2 x IA28 que presenta un tamaño de 23.00 cm.

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

Clara et al., (2011) evaluaron doce híbridos de sorgo para grano en América Central y observaron híbridos con días a floración de 57 a 70, altura de planta 130 a 174 cm, excursión 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 excursión de 25 a 10 cm. tamaño de panoja de 29 a 19 cm. y rendimientos de 7,377 hasta 15,544 kg ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila, 2014.

<b>FV</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>
<b>Tratamientos</b>	5	110.107	22.021	11.82 **
<b>Bloque</b>	4	29.898	7.474	4.01
<b>Error</b>	20	37.260	1.863	
<b>Total</b>	29	177.265		

\*\* = significativo ( $p \leq 0.01$ )

CV= 4.4%

Cuadro 12. Comparación de medias de seis híbridos de sorgo para grano para la variable tamaño de panoja utilizando la prueba DMS en General Cepeda, Coahuila, 2014.

NUMERO	TRATAMIENTOS	MEDIA (cm)	AGRUPAMIENTO
6	2903 R	33.02	A
2	92 R	32.56	A B
1	14-3	31.08	B C
3	106-2	30.67	C
5	2783	29.81	C
4	124-2	27.20	D

Tratamientos con la misma letra son iguales

DMS= 1.8 cms

#### Correlación entre Variables.

La correlación se mide a través del coeficiente de correlación (r) y se asume que hay una relación lineal entre los pares de variables en cuestión y en el mejoramiento de plantas esto es importante ya que indica el grado de asociación que existe entre dos o más variables. Si existe una asociación genética al hacer selección para una variable causara o tendrá un efecto genético en las otras variables-esto se conoce como respuesta correlacionada.

En el Cuadro 13 se presentan los coeficientes de las cinco variables en estudio y sobresale la correlación de rendimiento de grano con peso de 1000 granos, ya que esta fue positiva y altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) con una magnitud de 0.9180. Lo anterior indica que el peso de 1000 granos es un

componente importante que influye en la variable rendimiento, en otras palabras, los mismos genes que influyen o determinan el potencial de rendimiento de grano tienen una ascendencia sobre la variable peso de 1000 granos. El resto de las correlaciones fueron no significativas y las únicas que sobresalen por la magnitud de sus valores son rendimiento de grano con altura de planta y rendimiento de grano con tamaño de panoja, con valores de 0.6930 y 0.7074, respectivamente. Trabajos realizados por otros investigadores señalan la importancia que tiene peso de 1000 granos con rendimiento Mazariegos (2012) en su trabajo de evaluación de rendimiento y correlaciona 6 características en 51 híbridos experimentales de sorgo para grano, encontró diferencias significativas en rendimiento y 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, 7,522, 6,160 y 6,018 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, además observo correlaciones positivas entre días a floración con altura de planta y tamaño de panoja, así como peso de 1000 granos con rendimiento de grano.

Los híbridos de mayor altura de planta fueron los que presentaron los más altos rendimientos. Lo anterior coincide con lo reportado por Bakeith (1990), Ezeaku y Mohammed (2006) y Doggett (1967) quienes señalan que los sorgos de mayor altura de planta tienden a producir mayor rendimiento de grano, debido a que su área fotosintética es mayor.

Cuadro 13. Correlación entre cinco variables agronómicas de seis híbridos de sorgo para grano evaluados en General Cepeda, Coahuila 2014.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	1.0000	0.9180 ** 0.0098	0.2335 0.6561	0.6930 0.1269	0.7074 0.1159
Y2	0.9180 ** 0.0098	1.0000	0.0162 0.9758	0.4687 0.3485	0.6395 0.1715
Y3	0.2335 0.6561	0.0162 0.9758	1.0000	0.2943 0.5713	0.7414 0.0916
Y4	0.6930 0.1269	0.4687 0.3485	0.2943 0.5713	1.0000	0.3308 0.5218
Y5	0.7074 0.1159	0.6395 0.1715	0.7414 0.0916	0.3308 0.5218	1.0000

\*\* = significativo ( $P \leq 0.01$ )

Y1= Rendimiento de Grano.

Y2= Peso de 1000 granos.

Y3= Excersion de panoja

Y4= Altura de Planta.

Y5= Tamaño de Panoja.

## V CONCLUSIONES

Los 6 híbridos experimentales mostraron significancia ( $P \leq 0.01$ ) para la mayoría de las variables tales como rendimiento de grano, peso de 1000 granos, tamaño de panoja, excersion de panoja y no significancia para altura de planta. Los híbridos experimentales con mayores rendimientos fueron el 106-2 y el 28783R ( $> 6.5 \text{ t ha}^{-1}$ ). Para peso de 1000 granos se observó un rango de 23-17.2 grs en los cuales sobresale el hibrido 106-2, 92R, entre otros., el hibrido que mostro la media más baja fue el hibrido 124-2. Por lo que respecta al tamaño de panoja se observó un valor máximo de 33.02 cm y un mínimo de 27.2, sobresaliendo el hibrido 2903R, el 92R, el 14-3 y el 106-2 ya que todos estos fueron mayores a 30 cm. Para excersion de panoja se observó un rango que oscila de 17.16 cm -1.41, los híbridos más rendidores 106-2 y 124-2 tuvieron la excersion más pequeña en relación al resto. Por lo que respecta a altura de planta se encontró que los híbridos experimentales 106-2, 2783R y 92R tuvieron la mayor altura de planta (137.1 cm, 132.2 y 128.1) y estos tuvieron los rendimientos de grano más altos. Se observó un fuerte coeficiente de correlación positiva para rendimiento de grano y peso de 1000 granos (0.9180\*\*), además hubo un fuerte coeficiente de correlación positivo de rendimiento de grano con altura de planta y tamaño de panoja (0.6930 y 0.7074) aunque estos fueron no significativos. El resto de las correlaciones fueron consideradas de moderadas a débiles a excepción de excersion de panoja con tamaño de panoja (0.7414).

## VI BIBLIOGRAFIA

- Amare, K., H. Zeleke and G. Buetosa. 2015. Variability for Yield, Yield Related Traits and Association Among Traits of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) varieties in Wollo, Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. Vol 7 (5): 125-133
- Aragón, M. E. 2004. Efecto de Cuatro Densidades de Siembra y Tres Niveles de Fertilización Nitrogenada sobre el Rendimiento de Grano del Cultivo del Sorgo (*Sorghum. bicolor* L. Moench) Managua, Nicaragua. pag. 19-27.
- Arroquy, Coronel G., Ávila M. Argañares., Ibáñez R., Fisoló P. 2009. INTA, Proyecto Regional Tacumán- Santiago del Estero Llanura Chaqueña este.
- Bakheith, R.B. 1990. Variability and Correlations in Grain Sorghum Genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench) Under Drought Conditions at Different Stages of Growth. *Crop Sci*. 185:355-360.
- 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.
- Cano, C.I. 1967. Correlación entre el Peso de Raquis, Peso de Panícula y el Rendimiento de Grano en 12 Variedades de Sorgo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua, C.A. 1967
- Castro, M., Pérez O., Loza W. 2010. Resultados Experimentales de la Evaluación Nacional de Cultivares de Sorgo Granífero, 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.
- Cisneros-López, M. E., L. E. Mendoza-Onofre, G. Mora-Aguilera, L. Córdova-Téllez, and M. Livera-Muñoz. 2007a. Cold Tolerant Sorghum Hybrids and Parental Lines. I: Seed Quality and its Effects on Seeding Establishment. Agrociencia 41: 45-55.
- Cisneros-López, M. E., L. E. Mendoza-Onofre, G. Mora-Aguilera, L. Córdova-Téllez, and M. Livera-Muñoz. 2007b. Cold Tolerant Sorghum Hybrids and Parental Lines. II: *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg Effects on Seed Yield and its Components Under Field Conditions. Agrociencia 41: 283-294.

- 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., 2011. Comportamiento de los Sorgos Híbridos para Grano Dentro de los Ensayos Uniformes del PCCMCA 2010. Informe de Ensayos, Centro América.
- 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 Graniferos Campaña 2010 2011 Proyecto Regional Agrícola. EEA INTA Manfredi - UEE INTA San Francisco.
- 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.
- Dávila, P., M. T. Mejía-Saules., M. Gómez-Sánchez., J. Valdés-Reyna., J. J. Ortíz., 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.

- Dogett, N. 1967. Yield Increase from Sorghum Hybrids. *Nature* 216:798-799.
- 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.
- Ezeaku, I.E., y S.G. Mohammed. 2006. Character Association and Path Analysis in Grain Sorghum. *African Journal of Biotechnology*. Vol. (5) 14: 1337-1340.
- Financiera Rural, 2011. 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.
- ICRISAT, 1996. Comercio y Mercados. Publicaciones sobre Granos. La Economía del Sorgo y el Mijo en el Mundo: Hecho, Tendencia y Perspectivas.
- León, V.H., Leopoldo E., Mendoza Onofre., Fernando Castillo González., Tarsicio Cervantes Santana., Ángel Martínez Garza., 2009. Evaluación de Dos Generaciones de Híbridos y Progenitores de Sorgo Tolerantes al Frío. ii: Aptitud Combinatoria, Heterosis y Heterobeltiosis. *Revista Agrociencia*.

- 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.
- 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.
- Muñoz, R.L.A y G.A. Fernández. 2003. Formación y evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano. Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

- 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.
- Riccelli, M., Guerra G., Barboza N., Luna G., López E., Campus H. y Calabria J. 1977. La Producción de Semilla de Sorgo Híbrido en Venezuela. *Agronomía tropical*, Volumen 28.
- 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.
- Sandoval, H., Restrepo O. 2011. Fitomejoramiento de Sorgo (*Sorghum* spp.).
- SAS. 1985. Statistical Analysis Systems SAS/STAT User's Guide Version 5 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- 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.

- Tag El-Din, A.A., E.M. Hessein, E.A. Ali. 2012. Path Coefficient and Correlation Assessment of Yield and Yield Associated Traits in Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Genotypes. *American Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 12 (6): 815-819
- Williams, A.H., Quintero B.V.P., Zavala G. F., y Montes G.N. 2004. RB Patrón, Nuevo Híbrido de Sorgo para Grano en el Noreste de México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 27,p.1.
- Williams, H., Pecina Q.V., MontesG.N., Zavala G.F., Arcos C.G. y Gámez V.A.J. 2009. Evaluación de Híbridos de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] Para Resistencia a Pudrición Carbonosa [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.] en Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología.* Vol. 27, p. 70
- Yoseph, T. and Z. Sorsa. 2014. Evaluation of Sorghum (*Sorghum* L. Moench) Varieties for Yield and Yield Components at Kako, Southern Ethiopia. *Journal of Plant Sciences.* 2 (4): 129-133