

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Características Fenotípicas en 51 Híbridos de Sorgo para
Grano, (*Sorghum. bicolor* L. Moench) en un Ambiente

Por

FABIAN SOLANO HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Características Fenotípicas en 51 Híbridos de Sorgo para
Grano, (*Sorghum. bicolor* L. Moench) en un Ambiente

Por:

FABIAN SOLANO HERNÁNDEZ

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. Carlos Rojas Peña
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014



Coordinación
División de Agronomía

“orgullosamente”

Hecho en la UDG y formado en la Narro

“El agrónomo es una persona ingeniosa que dedica su actividad a mejorar el medio material que provoca el bienestar de la sociedad.

Es el artífice de la multiplicación de los panes y el creador de las fibras que abrigan el cuerpo humano.

Su herramienta es la planta, que la emplea para condensar la poderosa fuerza del sol en el succulento bocado que mitiga el hambre del mundo. ”

(Lorenzo Parodi)

DEDICATORIA

A DIOS:

Por darme fuerza y salud para poder terminar una etapa muy importante en mi vida.

A MIS PADRES:

A mi padre Fabián Solano Romero por ser el sustento económico de la familia y por su apoyo para la realización de este gran logro.

A mi madre Silvia Hernández López por darme todos esos consejos, ánimos, comprensión y esas palabras de aliento que me dieron las fuerzas para cumplir este reto.

A MIS HERMANOS:

Alan Ulises Solano Hernández y Juan Pablo Solano Hernández por el apoyo recibido de su parte durante mi estancia en la universidad.

A MIS AMIGOS:

Por el apoyo brindado de su parte que sin duda alguna fue gran inspiración para la realización de este logro.

A MIS COMPAÑEROS:

A mis compañeros de la generación porque se convirtieron en mi segunda familia durante mi estancia en la universidad.

A MIS MAESTROS:

Gracias porque cada uno de ustedes me brindo sus conocimientos para mi formación académica.

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 cooperación en la realización de esta investigación.

A los señores Sergio y Javier Orzúa de la Peña, por el apoyo brindado para poder realizar este trabajo de investigación.

Al señor Elías García (pilón) por el apoyo mostrado de su parte durante la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia del sorgo.....	5
Principales estados productores de sorgo en México.....	6
Formación de híbridos de sorgo para grano.....	7
Evaluación de híbridos para grano en sorgo.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Localización del experimento.....	19
Preparación del terreno.....	19
Material genético.....	20
Diseño experimental.....	21
Variables evaluadas.....	22
Rendimiento del grano.....	22
Altura de planta.....	22
Excerción de panoja.....	22
Longitud de panoja.....	22
Peso de 1000 granos.....	22
Modelo estadístico:.....	23
Análisis de varianza.....	23
El coeficiente de variación.....	24
Comparación de medias.....	24
Heredabilidad.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Rendimiento.....	26
Altura de planta.....	28

Excrción.....	31
Longitud de panoja.....	34
Peso de 1000 semillas	37
CONCLUSIONES	41
LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Material genético utilizado	21
Cuadro 2. Análisis de varianza.....	23
Cuadro 3.1 Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano 2012.	26
Cuadro 3.2 DMS para la variable rendimiento de grano 2012.	27
Cuadro 3.3 Análisis de varianza para la variable altura de planta 2012	29
Cuadro 3.4 DMS para la variable altura de planta 2012.....	30
Cuadro 3.5 Análisis de varianza para la variable excerción de panoja 2012.	32
Cuadro 3.6 DMS para variable excerción de panoja 2012.	33
Cuadro 3.7 Análisis de varianza para la variable longitud de panoja 2012.....	35
Cuadro 3.8 DMS para la variable longitud de panoja 2012.	36
Cuadro 3.9 Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas 2012.....	38
Cuadro 3.10 DMS para la variable peso de 1000 semillas 2012.	39

RESUMEN

Con el propósito de observar el comportamiento agronómico de 51 híbridos experimentales de sorgo para grano de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (UAAAN)**. Se realizó el presente estudio durante el ciclo primavera-verano (2012), evaluándose en el campo experimental de la UAAAN localizada en Buenavista. Saltillo Coahuila de Zaragoza. Utilizando 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 dos metros lineales del centro del surco para cada uno de los materiales.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento Kg ha^{-1} , altura de planta, longitud de panoja, peso de 1000 semillas y exércion, los resultados del análisis de varianza para la fuente de variación tratamientos mostraron diferencias altamente significativas para las cuatro primeras variables y no significancia para exércion, se calcularon coeficiente de variación, medias, rangos y heredabilidad. Las pruebas de rango múltiple (D.M.S.) mostraron que el híbrido ATX625 x PAN 1 fue el más sobresaliente para varias características.

Palabras clave: Evaluación, Híbridos, Sorgo Grano, Rendimiento, Heredabilidad.

INTRODUCCIÓN

La necesidad mundial de aumentar de manera sostenible la producción de cereales, como una alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria y cubrir las necesidades crecientes de los pueblos, ha propiciado que los productores busquen mayores rendimientos en las áreas improductivas utilizando especies que se adapten a esas condiciones.

Los tipos salvajes encontrados en África Central y del Este considerados centros de origen de esta especie, debido a que ahí se encuentra la mayor diversidad genética, no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los fitogenetistas continúan buscándolos para crear nuevos germoplasmas, con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo granífero porque eran muy altos y por lo tanto susceptibles al acame y difíciles de cosechar; además maduraban muy tardíamente. Los tipos Kafir y Milo fueron seleccionados como productores de granos por los primeros colonos en las grandes planicies, debido a que su tolerancia a la sequía es mayor que la del maíz. El desarrollo posterior de los tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente el sorgo granífero como un importante cultivo; sin embargo el proceso más trascendental llegó como resultado de las investigaciones de Quinby y Stephens en Texas. Los híbridos se hicieron realidad hacia 1950 y actualmente algunos genotipos alcanzan rendimientos de más de 13.440 t ha^{-1} .

Algunos registros históricos, hablan que el sorgo es originario del África y que su destino primordial ha sido el de consumo humano, como es el caso de países como China, India y África, que llega a formar parte de la base de su dieta diaria; situación que se ha ido modificando sobre todo en los países industrializados en donde el 97% del grano, es empleado para la elaboración de alimentos balanceados de uso pecuario, conformando éste el 60% del valor energético en la ración en animales no rumiantes como aves y cerdos, dicho consumo se ha venido fortaleciendo a partir de la década de los setentas.

El consumo total de sorgo sigue muy de cerca las pautas mundiales de producción, ya que la mayoría de este producto se consume en los países donde se cultiva. El sorgo se emplea con dos distintas finalidades: alimentación humana y pecuaria, utilizada esta última en América del Norte, América Central, América del Sur, y Oceanía.

En México se cultivan tres variedades de sorgo, de acuerdo principalmente con su uso:

- a) Sorgo escobero, variedad que tiene una mayor precocidad y resistencia, cuya espiga se utiliza para elaborar escobas.
- b) Sorgo forrajero, dulce o sacarino, considerado nutritivo, sobre todo estando verde.
- c) Sorgo para grano, que es la principal materia prima en la industria de alimentos balanceados.

En nuestro país se importan varios millones de toneladas de este cereal, lo que se transforma en una fuerte fuga de divisas hacia compañías transnacionales, especialmente de Estados Unidos de Norteamérica, es por esta razón que es necesario que instituciones oficiales dedicadas a la investigación agrícola y educativas como la UAAAN cuenten con programas de mejoramiento genético que les permita producir materiales que compitan con los que se producen a nivel comercial y a menor costo.

Objetivo

Identificar y seleccionar los híbridos de mejores características agronómicas.

Hipótesis

Al menos uno de los híbridos considerados en el experimento es mejor agronómicamente que los demás.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del sorgo

El sorgo ha ocupado un papel relevante en el desempeño mostrado por el sector agropecuario del país en los últimos años, ya que se ha constituido en un elemento dinamizador del crecimiento, tanto del subsector pecuario como de la agroindustria. Su participación en la agricultura es de gran importancia, pues ocupa el segundo lugar en cuanto a producción obtenida de los diez principales granos básicos, después del maíz, y el tercer lugar en cuanto a superficie sembrada, después del maíz y del frijol. (CEA SAGAR, 1999).

El sorgo es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena (Pacheco, 1998). Los principales lugares de producción de sorgo se encuentran en las regiones áridas y semiáridas de los trópicos y subtropicos (Hidalgo y Doggett 1998).

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Casi la totalidad se usa para nutrir de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales. 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 (Financiera Rural 2011).

El sorgo 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 de sorgo se destina al sector pecuario. (Financiera Rural 2011).

Principales estados productores de sorgo en México

En el año 2009, los Estados Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa y Michoacán fueron los principales productores de sorgo en el país, con una participación del 80.5% en la superficie sembrada, 77.2% en el volumen producido y 75.8% en el valor generado. Otros Estados que destacan por su nivel de producción son: Nayarit, Morelos y Jalisco (Financiera Rural, 2011).

Tamaulipas y Guanajuato son los principales estados productores a Nivel Nacional, en conjunto aportan el 61% de la producción total nacional, lo que equivale a 3.8 millones de toneladas, Sinaloa es el tercer lugar en producción 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).

La producción nacional de sorgo presenta una alta concentración geográfica y de temporal, no obstante que es un cultivo que prácticamente se siembra en todo el país. En términos de ubicación geográfica, alrededor del 85 por ciento de las cosechas anuales se obtienen en solo cinco entidades federativas, que en orden de importancia son: Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa (CEA SAGAR, 1999).

Formación de híbridos de sorgo para grano

Quinby (1974), Braner (1978) y Allard, (1989), citados por Flores (1996), indican que la producción de semilla híbrida a nivel comercial en el cultivo de sorgo, ha sido económicamente factible gracias a la androésterilidad genética citoplásmica.

Además mencionan que en el caso del sorgo, los híbridos que se forman son de cruce simple, en la producción de semilla se utilizan tres líneas que se denominan A, B y R. Las líneas A y B son isogénicas y sólo difieren en que la línea A es androestéril y la B es androfértil de tal forma que la progenie de la cruce A x B es línea A, por lo que también se conoce a la línea A como hembra, y la B como mantenedora de la androésterilidad.

Castillo (1980) y Leland (1985) citados por Flores (1996), indican que la línea R es capaz de restaurar la fertilidad en el híbrido de la cruce A x R, por lo que las líneas A y R, se seleccionan por su alta capacidad de combinar específicamente para producir progenie híbrida, en la cual se manifieste un alto vigor híbrido para rendimiento y otros caracteres agronómicos deseables.

El Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal de la S.A.R.H (1988), propuso el siguiente procedimiento para la formación de híbridos de sorgo para grano:

a).- Conservación y multiplicación de la línea "A" con esterilidad citoplásmica masculina. La línea "A" con esterilidad masculina se cultiva en un campo aislado y se poliniza con la línea "B", sembrando simultáneamente surcos

intercalados de la línea "A" y la línea "B". La línea "B" es isogénica y por tanto idéntica a la "A", la línea "B" se mantiene por autofecundación produciéndose su semilla en el mismo campo aislado donde se produce la línea "A".

b).- Establecer un lote de cruzamiento para la producción de semilla de cruza simple. La línea "A", con esterilidad masculina se siembra en proporción de tres a cuatro surcos, por uno de la línea "R", cosechándose la semilla híbrida en la línea "A" y manteniéndose la línea "R" por autofecundación.

c).- La semilla híbrida de cruza simple "A" x "R" se criba y se selecciona por tamaño, se trata y se embolsa para la venta a los agricultores para la producción comercial.

Evaluación de híbridos para grano en sorgo

Morales (2013) de su trabajo en la evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano concluye que ocho híbridos fueron los más sobresalientes en rendimiento, siendo el más sobresaliente ATX625 x MULA con un rendimiento de 7,805.00 kg ha⁻¹, mientras que el testigo King Gold tuvo un rendimiento de 3,331.00 kg ha⁻¹, además indica que la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro tiene híbridos experimentales que pueden competir con híbridos comerciales de acuerdo a lo obtenido en su estudio. Así mismo reporta diferencias altamente significativas para las variables, días a floración con medias que van de 95 a 77 días, alturas de la planta que van de 223 a 74 cm, excerciones de panoja que van de 11.5 a 1 cm,

tamaños de panoja que van de 37 a 26 cm, y pesos de mil semillas de 42.33 a 21.3 gr.

Alanís *et al.* (2009), en su trabajo evaluación de híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* (L) Moench.). En Tamaulipas, México. Reportaron rendimientos de 2,360 a 3,714 kg ha⁻¹, siendo el híbrido más rendidor el RB-104 x 437 y el menos rendidor el híbrido RB-118 x 25 CEA.

Cortes *et al.* (2012), en base a los resultados obtenidos en su trabajo evaluación de híbridos de sorgo en macroparcels campaña 2011/2012, reportan valores promedio de rendimientos entre 2,522 y 5,574 kg ha⁻¹, siendo el híbrido menos rendidor el AG 1815 de ciclo intermedio propiedad de la empresa AGRISEED y el más rendidor el híbrido VDH 422 de ciclo largo propiedad de la empresa ADVANTA, así como un rendimiento promedio del ensayo de 4,068 kg ha⁻¹.

Muñoz y Fernández (2003), en su trabajo de formación y evaluación de híbridos experimentales sorgo para grano en Roque Gto., reportan rendimientos promedios de 10.883 a 2.271 ton ha⁻¹, siendo el híbrido más rendidor el 625A X 124-2 con 89 días a floración, una altura de planta de 1.45 m y una excerción de panoja de 15.33 cm, y el híbrido menos rendidor el AN35 X 28-1 con 82 días a floración, una altura de planta de 2.03 m y una excerción de panoja de 18 cm, concluyendo así que los híbridos más tardíos son los que presentan mayores rendimientos. Además concluyen que no encontraron una consistencia en los híbridos evaluados en las dos localidades, lo que indica que la selección de progenitores en base a su comportamiento "per-se" y sus valores de aptitud combinatoria, no siempre

permiten identificar líneas que tengan un buen resultado en combinaciones híbridas.

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (2009), en su ensayo de 32 híbridos de sorgo granífero en Argentina reporta rendimientos que van desde 9.44 a 3.38 ton ha⁻¹, siendo el híbrido NK 255T perteneciente a la empresa Syngenta el más rendidor y el híbrido ATAR 9748 propiedad de la empresa Atar fue el menos rendidor.

Díaz *et al.* (2009), al evaluar rendimientos de sorgo granífero en tres ambientes agroecológicos en Argentina, concluyen que los híbridos DK 68T propiedad de la empresa Monsanto de ciclo intermedio-largo con rendimientos de 10,611, 8,408 y 5,689 kg ha⁻¹ en cada uno de sus tres ambientes de prueba, el híbrido ACA 561 propiedad de la empresa ACA de ciclo intermedio largo con rendimientos en cada uno de sus tres ambientes de 8,904, 7,214 y 4,485 kg ha⁻¹, el híbrido NK 255T propiedad de la empresa Syngenta de ciclo intermedio con rendimientos promedios en cada uno de sus tres ambientes de 8,161, 6,858 y 4,068 kg ha⁻¹, y el híbrido Telen propiedad de la empresa Syngenta de ciclo intermedio con rendimientos promedio en cada uno de sus tres ambientes de 8,049, 6,724 y 4,128 kg ha⁻¹ respectivamente, presentaron en las tres localidades rendimientos superiores al promedio de cada localidad.

González y Graterol (2003), en su evaluación de comportamiento de híbridos de sorgo granífero en tres localidades reportan que los híbridos XPM-1177, P82G55, MTC-001167 y GUANIPA-140 fueron más rendidores en todas las localidades estudiadas con rendimientos promedios en cada

una ellas (3,336, 4,647, 4,261), (3,335, 4,761, 2,882), (2,718, 5,309, 3,815) y (3,265, 4,652, 2,983) kg ha⁻¹ respectivamente.

Rodríguez (2012), de su trabajo de evaluación de híbridos de sorgo para grano en tres ambientes reporta para la localidad Anáhuac N.L. que el híbrido más productor fue el ATX632 x ES-87R con un rendimiento promedio de 7,187.5 kg ha⁻¹, y el menos rendidor el AN30 x 229⊗ con rendimiento promedio de 2,187.5 kg ha⁻¹, además para esta localidad reporta alturas de planta que van de 1.00 a 1.96 m, tamaños de panoja de 0.38 a 0.22 m, y excerciones que van de 0.24 a 0.05 m., en la segunda localidad Valle Hermoso Tamaulipas, el híbrido más rendidor fue el ICSALM85 x RTX433 el cual rindió 5,937.5 kg ha⁻¹, y el menos rendidor fue el ICSALM8507 x 5-87R con 625 kg ha⁻¹, y en la tercera localidad Celaya Guanajuato, el híbrido más rendidor fue el AN39 x 84-213 con un rendimiento promedio de 8,968.00 kg ha⁻¹ y el menos rendidor fue el ICSALM8X507 x IA49 con rendimiento de 1,875 kg ha⁻¹.

Zavala (2013), de su trabajo de evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano en dos ambientes, reporta rendimientos que van desde 3.59 t ha⁻¹ a 11.32 t ha⁻¹, con un rango de 7.72 t ha⁻¹ entre el híbrido más rendidor que fue el ATX625 x 17-2R y el menos rendidor ATX625 x 436B13, y una media general de 6.259 t ha⁻¹, además concluye que los cinco mejores híbridos experimentales en cuanto a rendimiento son: ATX625 x 17-2R, ATX625 x MULA6, ATX625 x 37PAN, ATX625 x 70-R y ATX625 x 2904R, con: 11.321, 10.399, 9.829, 9.601 y 8.626 t ha⁻¹ respectivamente, superando al testigo King Gold que tuvo un rendimiento de 4.481 t ha⁻¹.

Cadenas (2000), de su trabajo de estimación de aptitud combinatoria de líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y sus cruzas posibles para la selección de híbridos, reporta diferencias altamente significativas en los tratamientos para las características: altura de planta, tamaño de panoja, excerción y rendimiento para la localidad de Zaragoza, Coahuila, además indica que tres híbridos experimentales: A2 x IA28, AN35 x IA28 y AN34 x IA28, alcanzaron rendimientos de 6,741.7, 6,493.3 y 6,180.0 kg ha⁻¹ respectivamente, compitiendo con los mejores testigos comerciales DEKALB D-65 que obtuvo un rendimiento de 6,175.0 kg ha⁻¹ y MASTER 911 con un rendimiento de 6,165 kg ha⁻¹, y el híbrido con rendimiento más bajo es el resultado de la craza IA36 x IA57 con 2,226.7 kg ha⁻¹, concluyendo que las mejores combinaciones experimentales que ocupan los mejores lugares en rendimiento tienen como progenitor macho común a la línea restauradora IA28, y que las combinaciones híbridas que incluyen a la línea AN34 y IA36 ocupan los últimos lugares en rendimiento en sus diferentes combinaciones.

Mazariegos (2012), de su trabajo de Evaluación de híbridos de sorgo para grano, reporta diferencias altamente significativas entre tratamientos en cuanto a rendimientos, siendo los genotipos más sobresalientes los siguientes; ATX625 x MULA6, ATX625 x 70R, ATX625 x 106-2, y ATX625 x 2899R, con rendimientos de 7,805, 7,522, 6,160 y 6,018 kg ha⁻¹ respectivamente, superando en 4,475 kg el híbrido ATX625 x MULA6 al testigo comercial KING GOLD, que tuvo un rendimiento de 3,331 kg ha⁻¹, además encontró 19 híbridos por encima de la media que superan al testigo, concluyendo así que la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro cuenta con genotipos experimentales que pueden competir en el mercado.

Galván (2004), en su trabajo de Evaluación de híbridos experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en la región bajo, reporta diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos para todas las variables en estudio, con lo que afirma que los materiales bajo estudio tuvieron un comportamiento diferencial, producto de la ausencia de la aptitud combinatoria de las líneas en la formación de los híbridos experimentales, que reflejan su significancia entre los valores fenotípicos, así como diferencias en el carácter de mayor importancia económica como es el potencial de rendimiento, producto de estas diferencias genéticas, en su trabajo obtuvo rendimientos que van desde 2.271 a 10.833 t ha⁻¹, con un rango de 8.612 t ha⁻¹, siendo el híbrido más rendidor el AN35 x 124-2 y el menos rendidor el híbrido AN35 x 28-1.

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 2^a generación fue superior a las de la 1^a 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 per se de las líneas B y R fue un buen estimador de la ACG. Los híbridos de 2^a generación presentaron más amplia heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos, en ambas condiciones de humedad.

Meza (2013), de su trabajo evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de General Cepeda,

Coahuila, no encontró diferencias significativas para la fuente de variación tratamientos para rendimiento, por lo que indica que el comportamiento de los genotipos es similar, la media general obtenida fue de 4,920.65 kg ha⁻¹, con un rango de 8,190.00 kg, con un mínimo de 2,489.00 kg ha⁻¹ y un máximo de 10,679.00 kg ha⁻¹ y una heredabilidad de 29.75%, además reporta diferencias altamente significativas para las variables, días a floración y altura de planta con una altura mínima de 0.98 m. y máxima de 1.95 m, en donde indica que híbridos con alturas altas no son muy recomendables para la producción de grano, pero podrían utilizarse como doble propósito, diferencias significativas para las variables excerción de panoja, con una excerción mayor de 14.20 cm y una mínima de 2.80 cm, longitud de panoja, con una longitud mayor de 31.60 cm y la menor de 18.26 cm, para la variable de peso de 1000 semillas no se encontraron diferencias significativas.

Williams y Rodríguez (1995), en su trabajo comparación de sorgos (*Sorghum bicolor* L.) isogénicos para dos tipos de citoplasma, aptitud combinatoria general y específica, indican que para los caracteres de rendimiento de grano, días a floración y altura de planta, la mejor ACG para líneas hembras fue para LRB – 106A₂, para porcentaje de humedad del grano y longitud de panoja, correspondió para LRB – 104A₁ y para longitud de excerción LRB – 110A₁ y A₂; así como para las líneas R el mejor valor de ACG para días a floración, altura de planta, porcentaje de humedad del grano y longitud de panícula correspondieron a la línea LRB – 25, para el rendimiento de grano y longitud de excerción, correspondieron los valores más altos para SCO 599 – 11E, en cuanto a ACE reportan que las mejores

combinaciones híbridas fueron respectivamente para rendimiento de grano LRB-110A₂ x 74CS-5388 y LRB-110A₂ x LRB-25, para días a floración LRB-104A₂ x LRB-25, para altura de planta LRB-102 A₁ x LRB-25 y LRB-110A₂ x 74CS-5388, para porcentaje de humedad del grano LRB-106A₁ x LRB-25 y LRB-102A₁ x LRB-63, para longitud de panícula la LRB-102A₂ x LRB-63 y LRB-110A₂ x 74CS-5388 y para longitud de excerción LRB-102A₂ x SCOS99-11E, concluyendo así que los valores más altos de ACE corresponden en mayor proporción a los híbridos en los que intervienen las líneas hembras LRB-110A₂, LRB-102A₁ y LRB-102A₂.

León (2007), en su trabajo evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgos tolerantes al frío, reporta que los híbridos y progenitores de segunda generación fueron más precoces, de mayor rendimiento de grano y de mejores características que los de la primera y que el mejor testigo VA-110, las líneas B de segunda generación fueron más precoces que las B de la primera y que VA-110; las líneas R de segunda generación presentaron mayor rendimiento de grano y precocidad que las R de la primera generación, también indica que el rendimiento de grano promedio de los 10 mejores híbridos de segunda generación, en los tres experimentos de riego y los dos de seco fue de 7.97 y 2.49 t ha⁻¹ respectivamente, también afirma que en ambas condiciones, la ACG para rendimiento de grano y peso de grano de ambos tipos de líneas de segunda generación fue superior a la ACG de las líneas de la primera generación.

Ramos (2013) de su trabajo evaluación de cinco características en 32 líneas restauradoras de la fertilidad en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), reporta que fueron 6 las líneas las más sobresalientes para la

variable rendimiento; 2901R, MULA 10, 106-2, 2783R, 2904R y 37 PAN, con rendimientos de 11,912, 9,958, 7,647, 7,206, 7,118 y 6,601 kg ha⁻¹ respectivamente, además encontró diferencias altamente significativas para las variables altura de planta, excerción de panoja, peso de 1000 semillas y tamaño de panoja.

Pecina *et al* (1995). De su estudio del comportamiento agronómico de dos sistemas de androesterilidad en sorgo. Reporta que el híbrido LBR-102 x LBR.25 fue el más sobresaliente para rendimiento con 7,498 kg ha⁻¹ Con 83 días a floración, 35.5 cm para longitud de panoja, y 169.0 cm. en altura de planta, el híbrido que ocupa el segundo lugar fue LRB-104 x LBR-25 con rendimiento de 7,373 kg ha⁻¹, 85 días a floración, 35.0 cm para longitud de panoja y 153.0 cm. en altura de planta

Riva (1992). Al comparar el rendimiento de cinco variedades de sorgo para grano no encontró diferencias significativas entre tratamientos, obteniendo el mayor rendimiento en la variedad IIAP con 722.23 kg ha⁻¹, y el rendimiento más bajo la variedad IIAP 4-1 con 485.38 kg ha⁻¹, ubicándose las demás variedades entre estos extremos.

Manzanárez *et al* (1979), de su ensayo comparativo de híbridos de sorgo para grano, reportan diferencias altamente significativas para la variable rendimiento, siendo los híbridos más rendidores Barinas-3, Aguasay-1, NK-265, D-60 y E-59 con rendimientos de 3,161, 3,023, 2,872, 2,378 y 2,350 kg ha⁻¹, además reporta alturas de planta que van de 104 a 156 cm y excerciones que van de 0 a 13 cm.

Ventimiglia *et al* (2012), en su trabajo ensayo de híbridos de sorgo para grano, reportan rendimientos que van desde 9,252 a 5,655 kg ha⁻¹, alturas que van de 190 a 110 cm y pesos de 1000 granos que van de 37 a 18.5 gr. En donde los mejores tres híbridos en cuanto a rendimiento fueron Biosorgo 201, Biosorgo 202 y Pioneer 83G19, con rendimientos de 9,252, 9,197 y 8,757 kg ha⁻¹ respectivamente, cuyas alturas fueron de 140, 115 y 114 cm y pesos de 1000 granos de 34.5, 37.0 y 32.5 gr respectivamente.

Cimadomo *et al* (2009), en su trabajo evaluación de cultivares de sorgo granífero, al evaluar 42 híbridos de diferentes empresas con aplicación fungicida y sin aplicación fungicida, los tres híbridos mas rendidores con aplicación fungicida fueron VDH 422, CHARRUA DP y FN 7600 plus, con rendimientos de 10,041, 9,966 y 9,920 kg ha⁻¹, respectivamente, mientras que estos mismos híbridos sin aplicación fungicida presentaron rendimientos de 9,225, 9,420 y 9,406 kg ha⁻¹, respectivamente, por lo que se muestra la importancia del control de enfermedades en la producción de grano en el sorgo.

Moreno (2012), de su trabajo formación de variedades e híbridos de sorgo para temporal y riego de Sinaloa reporta que los híbridos experimentales bajo condiciones de riego más sobresalientes fueron 7A x 35R, 7A x 47R, 24A x 41R, 7A x 7R y 5A x 15R con rendimientos promedio de grano de 7.73, 7.10, 6.74, 6.73, 6.68 y 6.32 t ha⁻¹, respectivamente, y para condiciones de temporal los híbridos más rendidores fueron 12A x Fortuna y 14A x Dulce, con un rendimiento promedio de grano de 3.1 y 3.0 t ha⁻¹, respectivamente.

Coria *et al* (2012), de su trabajo resultados de la evaluación de híbridos de sorgo graníferos y sileros, reporta diferencias altamente significativas entre híbridos, siendo los materiales que más rindieron P84G62, DK52, DK39T, P81G29, VDH306, VDH314, VDH305, NK240, DK68T y VDH205, con rendimientos de 7,761, 7,537, 6,392, 7,397, 6,491, 6,352, 6,433, 5,527, 5,496 y 5,539 kg ha⁻¹, respectivamente, además reporta una producción promedio de grano de 4,970 kg ha⁻¹.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El experimento se estableció en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con las siguientes coordenadas geográficas, 25° 22" latitud norte y 101° 02" longitud oeste, a una altitud de 1742 msnm. Con un clima cálido semi seco, con invierno fresco extremoso, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 250 mm, la temporada lluviosa abarca los meses de mayo-octubre siendo los más lluviosos los meses de julio, agosto y septiembre, y con una temperatura media anual de 19 °C.

Preparación del terreno

Barbecho

Se realizó a una profundidad de 25-30 cm, para aflojar el terreno e incorporar los residuos de la cosecha anterior, con el fin de tener una mejor aireación del suelo y buena penetración del agua.

Rastreo

Se efectuó esta labor para desmenuzar los terrones grandes del terreno, y con ello facilitar y uniformizar la germinación de las plantas.

Surcado

Se surcó el terreno con una separación de 0.85 metros.

Riego

Este se realizó antes de la siembra y se esperó, a que el terreno diera punto.

Siembra

La siembra se realizó de forma manual una vez que el terreno estuvo a punto, cada uno de los tratamientos se sembró a chorrillo, para asegurar una buena población de plantas y después se aclareo.

Fertilización

Se utilizo una formula de fertilización de 200-100-00, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la otra mitad de nitrógeno a los 30 días en el primer cultivo, la fertilización se efectuó de forma manual. Como fuentes de fertilizantes se usaron el urea (46-00-00) y el MAP (11-52-00).

Otras labores culturales

Se realizaron algunos deshierbes manuales, para tratar de tener el cultivo libre de malezas y se cubrieron panojas para evitar el ataque de pájaros.

Material genético

El material genético base del presente estudio lo constituyen 51 híbridos experimentales formados en el campo experimental de Buenavista, Coahuila. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Material genético utilizado

Entrada	Genealogia	Entrada	Genealogia
1	ATX625 x 12⊗1	27	ATX625x4-2R
2	ATX625x14-31	28	ATX625x106-22
3	ATX625x106-21	29	ATX625xIA-283
4	ATX625x124-21	30	ATX625x124-23
5	ATX625xIA-281	31	ATX625xLu25
6	ATX625x21-11	32	ATX625x12⊗3
7	ATX625x17-4R	33	ATX625x70⊗
8	ATX625xR-2	34	ATX625x37Pan2
9	ATX625xR26	35	ATX625x29-1R
10	ATX625xR-26	36	ATX625x132R
11	ATX625xR-3	37	ATX625x17-2R
12	ATX625xLu22R	38	ATX625x144R
13	ATX625x2898R	39	ATX625x2902R
14	ATX625x21-12	40	ATX625x2904R
15	ATX625x37Pan1	41	ATX625x2899R
16	ATX625x12⊗2	42	ATX625x436
17	ATX625x14-32	43	ATX625x64R
18	ATX625x124-22	44	ATX625x84⊗
19	ATX625xIA-282	45	ATX625x90⊗
20	ATX625x106-1	46	ATX625x95⊗
21	ATX625x17-2	47	ATX625x110⊗
22	ATX625x2908R	48	ATX625x117⊗
23	ATX625x12-1	49	ATX625x72⊗
24	ATX625x28-2R	50	ATX625x82⊗
25	ATX625x8-3R	51	ATX625xMULLA11
26	ATX625x2900R		

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de 5 m de largo y 0.85 m entre surcos, y la parcela útil de 2 metros lineales del centro del surco, realizándose la siembra en la forma mencionada.

Variables evaluadas

Las mediciones de las variables fenotípicas fue el promedio de (10) plantas tomadas al azar de la parcela útil de cada unidad experimental.

Rendimiento del grano

Peso en kilogramos de grano de la parcela útil de cada uno de los híbridos, utilizando un factor de conversión para su transformación a Kg ha^{-1} .

Altura de planta

Distancia que existe desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja, expresada en cm.

Excursión de panoja

Distancia que hay a partir de la base de la hoja bandera hasta la base de la panoja, expresada en cm.

Longitud de panoja

Distancia que hay desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma, expresada en cm.

Peso de 1000 granos

Se desgranaron todas las panojas de cada híbrido cosechado de la parcela útil, se contaron 1000 granos y se pesaron en una balanza analítica.

Modelo estadístico:

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

Dónde:

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

μ = media general

t_i = efecto de i-ésimo tratamiento

B_j = efecto del j-esimo bloque

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**

FV	GL	CM	ECM	
			σ_e^2	σ_t^2
Repeticiones	r-1			
Tratamientos	t-1	M_2	$\sigma_e^2 + r\sigma_t^2$	
Error	$(r-1)(t-1)$	M_1	σ_e^2	
Total	$(rt-1)$			

El coeficiente de variación

La fórmula empleada para su cálculo es:

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

Dónde:

C.V.= Coeficiente de variación.

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

\bar{X} = Media general.

Comparación de medias

Se realizó utilizando la prueba de rango múltiple Diferencia Mínima Significativa (D.M.S) al 0.05 de probabilidad, para ordenar el agrupamiento de los genotipos y facilitar el análisis y la comparación de los mismos. La fórmula utilizada fue la siguiente:

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

Heredabilidad

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

Varianza del error σ^2_e

Varianza genética. $\sigma^2_g = \frac{M2-M1}{r}$

Varianza fenotípica. $\sigma^2_{ph} = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_g = \frac{M2}{r}$

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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan son el producto de la evaluación en el ciclo primavera verano del 2012 de 51 híbridos experimentales, analizándose cinco características agronómicas.

Rendimiento

En el cuadro 3.1 Se presenta el análisis de varianza para la característica rendimiento, donde observan diferencias altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos, lo que indica que los híbridos que fueron sometidos a evaluación tuvieron un comportamiento diferencial. El coeficiente de variación fue de 26.50% aunque es un valor relativamente alto, sin embargo si consideramos que es una característica cuantitativa las cuales son muy afectadas por el ambiente lo tomaremos como aceptable. La media general fue de 2,473.53 Kg ha⁻¹, con un rango de 5,751.3 Kg ha, y un límite superior de 7,078.3 kg ha⁻¹ y un inferior de 1,327.0 kg ha⁻¹. La heredabilidad fue de 78.19 %.

Cuadro 3.1 Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
REPETICIONES	2	1317009.90	658504.95	1.53
TRATAMIENTOS	50	98580141.39	1971602.83**	4.59
ERROR	100	42998428.8	429984.3	
TOTAL	152	142895580.1		

C.V.= 26.50%

Media general = 2,473. 53 kg ha⁻¹

Rango = 5,751.3 kg ha⁻¹

Limites = 7,078.3 – 1,327.0 kg ha⁻¹

Heredabilidad = 78.19%

En el cuadro 3.2 se presenta la DMS para la variable rendimiento en donde se pueden observar 11 grupos estadísticamente diferentes, siendo el híbrido experimental con el valor más alto el ATX625 x 37Pan1 con un rendimiento promedio de 7,078.3 kg ha⁻¹, el cual fue muy superior al resto de los híbridos evaluados, resultados similares en cuanto a rendimiento, al evaluar híbridos experimentales en ambientes parecidos reportan: Morales (2013), Mazariegos (2012) y Rodríguez (2012). Los híbridos ATX625 x Pan2 y ATX625 x IA-282 con rendimientos promedios de 3,499.7 y 3,280.3 kg ha⁻¹ respectivamente encabezan el segundo grupo, sin embargo la diferencia entre estos y el primer híbrido es de más de 3,500 kg ha⁻¹, la producción más baja pertenece al híbrido ATX625 x 124-23 con un rendimiento de 1,327.0 kg ha⁻¹, además el 43 % de los híbridos experimentales evaluados se encuentran por encima de la media general que es de 2,473.53 kg ha⁻¹.

Cuadro 3.2 DMS para la variable rendimiento de grano 2012.

NUM	TRAT	GENEALOGIA	Kg/ha	GRUPOS								
1	15	ATX625x37Pan1	7,078.3					A				
2	34	ATX625x37Pan2	3,499.7					B				
3	19	ATX625xIA-282	3,280.3				C	B				
4	6	ATX625x21-11	3,088.0				C	B	D			
5	3	ATX625x106-21	3,056.7				C	B	D			
6	17	ATX625x14-32	3,011.3			E	C	B	D			
7	48	ATX625x117⊗	2,964.3			E	C	B	D	F		
8	2	ATX625x14-31	2,947.0		G	E	C	B	D	F		
9	20	ATX625x106-1	2,897.7		G	E	C	B	D	F		
10	8	ATX625xR-2	2,821.7		G	E	C	B	D	F	H	
11	31	ATX625xLu25	2,813.3		G	E	C	B	D	F	H	
12	21	ATX625x17-2	2,782.3		G	E	C	B	D	F	H	
13	11	ATX625xR-3	2,753.0		G	E	C	B	D	F	H	
14	40	ATX625x2904R	2,745.0		G	E	C	B	D	F	H	
15	4	ATX625x124-21	2,739.0		G	E	C	B	D	F	H	
16	41	ATX625x2899R	2,664.7	I	G	E	C	B	D	F	H	

17	13	ATX625x2898R	2,660.7	I	G	E	C	B	D	F	H	
18	12	ATX625xLu22R	2,604.0	I	G	E	C	B	D	F	H	
19	43	ATX625x64R	2,554.7	I	G	E	C	B	D	F	H	
20	18	ATX625x124-22	2,500.0	I	G	E	C	B	D	F	H	
21	44	ATX625x84(X)	2,494.3	I	G	E	C	B	D	F	H	
22	46	ATX625x95(X)	2,494.0	I	G	E	C	B	D	F	H	
23	7	ATX625x17-4R	2,466.3	I	G	E	C	B	D	F	H	
24	39	ATX625x2902R	2,441.0	I	G	E	C	B	D	F	H	J
25	9	ATX625xR26	2,427.0	I	G	E	C		D	F	H	J
26	25	ATX625x8-3R	2,411.7	I	G	E	C		D	F	H	J
27	24	ATX625x28-2R	2,411.7	I	G	E	C		D	F	H	J
28	45	ATX625x90(X)	2,382.3	I	G	E	C	K	D	F	H	J
29	51	ATX625xMULLA11	2,319.7	I	G	E	C	K	D	F	H	J
30	10	ATX625xR-26	2,313.7	I	G	E	C	K	D	F	H	J
31	28	ATX625x106-22	2,297.7	I	G	E	C	K	D	F	H	J
32	50	ATX625x82(X)	2,264.7	I	G	E	C	K	D	F	H	J
33	36	ATX625x132R	2,203.7	I	G	E		K	D	F	H	J
34	33	ATX625x70(X)	2,170.7	I	G	E		K	D	F	H	J
35	42	ATX625x436	2,127.3	I	G	E		K	D	F	H	J
36	16	ATX625x12(X)2	2,125.3	I	G	E		K	D	F	H	J
37	37	ATX625x17-2R	2,080.3	I	G	E		K	D	F	H	J
38	26	ATX625x2900R	2,062.7	I	G	E		K	D	F	H	J
39	22	ATX625x2908R	2,029.3	I	G	E		K	D	F	H	J
40	23	ATX625x12-1	1,978.7	I	G	E		K		F	H	J
41	14	ATX625x21-12	1,947.0	I	G			K		F	H	J
42	32	ATX625x12(X)3	1,947.0	I	G			K		F	H	J
43	38	ATX625x144R	1,945.0	I	G			K		F	H	J
44	47	ATX625x110(X)	1,902.0	I	G			K			H	J
45	35	ATX625x29-1R	1,829.7	I				K			H	J
46	1	ATX625x12(X)1	1,819.0	I				K			H	J
47	49	ATX625x72(X)	1,802.0	I				K			H	J
48	27	ATX625x4-2R	1,639.0	I				K				J
49	5	ATX625xIA-281	1,637.0	I				K				J
50	29	ATX625xIA-283	1,392.0					K				J
51	30	ATX625x124-23	1,327.0					K				

Altura de planta

En el cuadro 3.3 presenta diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos para la variable altura de planta, lo que indica que las alturas de planta de los híbridos evaluados fueron bastante diferentes ,

diferencias altamente significativas para la misma variable también reporta Morales (2013) en su evaluación de híbridos experimentales, el coeficiente de variación fue de 7.87 % lo que permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos, la media general fue de 110.97 cm, con un rango de 70.8 cm, y una altura máxima de 160.80 cm y una mínima de 90.00 cm, la heredabilidad fue de 89.46 %.

Cuadro 3.3 Análisis de varianza para la variable altura de planta 2012

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
REPETICIONES	2	1638.31991	819.15995	10.72
TRATAMIENTOS	50	36264.58300	725.29166**	9.49
ERROR	100	7642.68749	76.42687	
TOTAL	152	45545.59040		

C.V. = 7.87 %

Media general = 110.97 cm

Rango = 70.8 cm

Limites = 160.80 – 90.00 cm

Heredabilidad = 89.46 %

En el cuadro 3.4 se presenta la DMS para la variable altura de planta, en la cual se pueden observar 19 grupos diferentes, siendo los tres híbridos más altos ATX625 x 124-22, ATX625 x 106-1 y ATX625 x 4-2R con promedios de 160.80, 150.60 y 149.00 cm respectivamente, alturas que se pueden considerar altas para híbridos de sorgo para grano, considerando que es un estudio preliminar estos materiales podrían ser seleccionados para forraje o de doble propósito, conclusiones similares reporta Meza (2013) en su trabajo de evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano. Los tres híbridos más

rendidores para grano de este trabajo fueron ATX625 x 37Pan1, ATX625 x 37Pan2 y ATX625 x IA-282 presentando alturas de 110.60, 101.00 y 117.33 cm respectivamente, lo que es conveniente en materiales para producción de grano, siendo el primer híbrido sobresaliente para estas dos características. El material de menor altura fue el ATX625 x Lu25 con 90.00 cm, el cual presentó un rendimiento de grano de 2,813.3 kg ha⁻¹. Colocado en el segundo grupo.

Cuadro 3.4 DMS para la variable altura de planta 2012

NUM	TRAT	GENEALOGIA	MEDIAS (CM)	GRUPOS										
1	18	ATX625x124-22	160.800							A				
2	20	ATX625x106-1	150.600						B	A				
3	27	ATX625x4-2R	149.000						B	A				
4	33	ATX625x70⊗	146.300						B					
5	35	ATX625x29-1R	138.500						B	C				
6	49	ATX625x72⊗	127.700						D	C				
7	32	ATX625x12⊗3	125.500						D	C	E			
8	45	ATX625x90⊗	124.600				F		D	C	E			
9	26	ATX625x2900R	122.733				F		D	G	E			
10	10	ATX625xR-26	121.050				F		D	G	E	H		
11	44	ATX625x84⊗	118.333			I	F		D	G	E	H		
12	19	ATX625xIA-282	117.300			I	F		D	G	E	H	J	
13	1	ATX625x12⊗1	116.000		K	I	F		D	G	E	H	J	
14	6	ATX625x21-11	114.500		K	I	F		D	G	E	H	J	L
15	39	ATX625x2902R	114.300		K	I	F		D	G	E	H	J	L
16	38	ATX625x144R	113.367		K	I	F		M	G	E	H	J	L
17	50	ATX625x82⊗	112.067	N	K	I	F		M	G	E	H	J	L
18	41	ATX625x2899R	111.733	N	K	I	F		M	G	E	H	J	L
19	12	ATX625xLu22R	110.900	N	K	I	F		M	G	O	H	J	L
20	15	ATX625x37Pan1	110.600	N	K	I	F		M	G	O	H	J	L
21	24	ATX625x28-2R	110.333	N	K	I			M	G	O	H	J	L
22	47	ATX625x110⊗	109.800	N	K	I			M	G	O	H	J	L
23	3	ATX625x106-21	107.500	N	K	I			M	P	O	H	J	L
24	40	ATX625x2904R	107.500	N	K	I			M	P	O	H	J	L
25	2	ATX625x14-31	107.000	N	K	I			M	P	O	H	J	L
26	21	ATX625x17-2	106.500	N	K	I			M	P	O		J	L

27	48	ATX625x117⊗	106.100	N	K	I	Q	M	P	O		J	L
28	4	ATX625x124-21	105.900	N	K	I	Q	M	P	O		J	L
29	22	ATX625x2908R	105.800	N	K	I	Q	M	P	O	R	J	L
30	51	ATX625xMULLA11	105.300	N	K	I	Q	M	P	O	R	J	L
31	17	ATX625x14-32	105.200	N	K	I	Q	M	P	O	R	J	L
32	46	ATX625x95⊗	104.700	N	K	I	Q	M	P	O	R	J	L
33	23	ATX625x12-1	104.100	N	K	S	Q	M	P	O	R	J	L
34	37	ATX625x17-2R	103.700	N	K	S	Q	M	P	O	R	J	L
35	42	ATX625x436	102.900	N	K	S	Q	M	P	O	R		L
36	25	ATX625x8-3R	102.333	N	K	S	Q	M	P	O	R		L
37	16	ATX625x12⊗2	102.300	N	K	S	Q	M	P	O	R		L
38	13	ATX625x2898R	101.867	N	K	S	Q	M	P	O	R		L
39	34	ATX625x37Pan2	101.000	N		S	Q	M	P	O	R		L
40	14	ATX625x21-12	100.500	N		S	Q	M	P	O	R		L
41	29	ATX625xIA-283	100.500	N		S	Q	M	P	O	R		L
42	30	ATX625x124-23	99.800	N		S	Q	M	P	O	R		
43	7	ATX625x17-4R	98.300	N		S	Q		P	O	R		
44	43	ATX625x64R	98.300	N		S	Q		P	O	R		
45	28	ATX625x106-22	97.000			S	Q		P	O	R		
46	9	ATX625xR26	95.620			S	Q		P		R		
47	11	ATX625xR-3	95.400			S	Q		P		R		
48	8	ATX625xR-2	94.400			S	Q		P		R		
49	5	ATX625xIA-281	92.200			S	Q				R		
50	36	ATX625x132R	91.733			S					R		
51	31	ATX625xLu25	90.000			S							

Excerción

En el cuadro 3.5 se presenta el análisis de varianza para la variable excerción de panoja, en el cual se puede observar que no hay diferencias significativas para la fuente de variación de tratamientos, lo que indica que los 51 híbridos evaluados tuvieron un comportamiento similar , el coeficiente de variación fue de 45.57 % considerado como alto lo que no brinda confiabilidad a los datos, la media general fue de 9.56 cm con un rango de 11.524 cm, la excerción mayor fue de 15.967 cm y la menor de 4.443 cm , la heredabilidad fue de 19.23 %.

Cuadro 3.5 Análisis de varianza para la variable excerción de panoja 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
REPETICIONES	2	172.751005	86.375503	4.55
TRATAMIENTOS	50	1181.002268	23.620045NS	1.24
ERROR	100	1898.502061	18.985021	
TOTAL	152	3252.255335		

C.V. = 45.57 %

Media = 9.56 cm

Rango = 11.524 cm

Limites = 15.967 – 4.443 cm

Heredabilidad = 19.23 %

El cuadro 3.6 se presentan los valores para la variable excerción de panoja, no obstante que el análisis de varianza no mostro significancia para la fuente de variación tratamientos, siendo los híbridos ATX625 x 106-22, ATX625 x 28-2R y ATX625 x IA-281 con medias de 15.967, 15.900 y 15.200 cm respectivamente, los que presentan mayor excerción, los híbridos ATX625 x 37Pan1, ATX625 x 37Pan2, ATX625 x IA-282, ATX625 x 21-11 y ATX625 x 106-21 que fueron los que tuvieron mejor rendimiento en grano presentaron excerciones de 4.887, 10.467, 8.533, 8.583 y 10.467 cm respectivamente, las cuales se encuentran muy cercanas a la media general, excepto el híbrido más rendidor con una excerción de 4.887 cm, que se considera aceptable, el híbrido con menor excerción fue el ATX625 x 2904R con una media de 4.443 cm y cuyo rendimiento en grano fue de 2,745.0 kg ha⁻¹. Limites parecidos en cuanto a esta variable reporta meza (2013) en su trabajo de evaluación de híbridos experimentales.

Cuadro 3.6 DMS para variable excerción de panoja 2012.

NUM	TRAT	GENEALOGIA	MEDIAS (CM)
1	28	ATX625x106-22	15.967
2	24	ATX625x28-2R	15.900
3	5	ATX625xIA-281	15.200
4	30	ATX625x124-23	14.800
5	50	ATX625x82(X)	14.133
6	27	ATX625x4-2R	13.720
7	11	ATX625xR-3	12.700
8	49	ATX625x72(X)	12.467
9	1	ATX625x12(X)1	12.043
10	45	ATX625x90(X)	11.833
11	38	ATX625x144R	11.700
12	43	ATX625x64R	11.417
13	17	ATX625x14-32	11.243
14	37	ATX625x17-2R	10.950
15	48	ATX625x117(X)	10.743
16	7	ATX625x17-4R	10.690
17	47	ATX625x110(X)	10.667
18	34	ATX625x37Pan2	10.467
19	3	ATX625x106-21	10.467
20	29	ATX625xIA-283	10.200
21	13	ATX625x2898R	9.900
22	14	ATX625x21-12	9.567
23	9	ATX625xR26	9.500
24	39	ATX625x2902R	9.310
25	41	ATX625x2902R	9.283
26	31	ATX625xLu25	9.067
27	18	ATX625x124-22	8.950
28	33	ATX625x70(X)	8.933
29	4	ATX625x124-21	8.750
30	8	ATX625xR-2	8.633
31	6	ATX625x21-11	8.583
32	23	ATX625x12-1	8.553
33	19	ATX625xIA-282	8.533
34	25	ATX625x8-3R	8.443
35	22	ATX625x2908R	8.233
36	51	ATX625xMULLA11	8.100
37	12	ATX625xLu22R	7.933
38	46	ATX625x95(X)	7.833
39	35	ATX625x29-1R	7.667
40	21	ATX625x17-2	7.400
41	44	ATX625x84(X)	7.250

42	42	ATX625x436	7.237
43	26	ATX625x2900R	7.067
44	16	ATX625x12⊗2	7.033
45	10	ATX625xR-26	6.543
46	2	ATX625x14-31	5.943
47	20	ATX625x106-1	5.843
48	32	ATX625x12⊗3	5.833
49	36	ATX625x132R	5.033
50	15	ATX625x37Pan1	4.887
51	40	ATX625x2904R	4.443

Longitud de panoja

El cuadro 3.7 presenta el análisis de varianza para la variable longitud de panoja , donde se observan diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, indicando que los tamaños de panoja de los híbridos son diferentes, el coeficiente de variación fue de 6.94 % el cual le da gran confiabilidad a los resultados obtenidos, la media general fue de 30.715 cm, la longitud máxima de panoja fue de 37.000 cm y la mínima de 19.667 cm, con un rango de 17.333 cm, lo que demuestra la variabilidad que presentan los híbridos para esta característica, la heredabilidad fue de 90.22 %.

Cuadro 3.7 Análisis de varianza para la variable longitud de panoja 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.C.
REPETICIONES	2	0.861699	0.430850	0.09
TRATAMIENTOS	50	2329.633758	46.592675**	10.23
ERROR	100	455.504967	4.555050	
TOTAL	152	2786.000425		

C.V. = 6.94 %

Media = 30. 715 cm

Rango = 17.333 cm

Limites = 37.000 – 19.667 cm

Heredabilidad = 90.22 %

El cuadro 3.8 presenta la DMS para longitud de panoja, en el que se observan 19 grupos estadísticamente diferentes, en el primer grupo se encuentran 9 híbridos con longitudes de panoja que van desde 37.00 a 33.80 cm, los híbridos con mayor longitud de panoja son ATX625 x Lu22R, ATX625 x R-3 y ATX625 x 17-2, con medias de 37.000, 36.933 y 36.667 cm, respectivamente, los cinco híbridos mas rendidores para grano presentan tamaños de panoja de 28.733, 25.300, 33.400, 33.800 y 30.767 cm, los cuales son ATX625 x 37Pan1, ATX625 x 37Pan2, ATX625 x IA-282, ATX625 x 21-11 y ATX625 x 106-21 respectivamente, que se pueden considerar como panojas de buen tamaño, ya que tres de estas longitudes se encuentran por encima de la media que es 30.715 cm y las otras dos se encuentran muy cerca de ella, considerando que esta característica es de gran importancia en el rendimiento la cual influyó en los buenos rendimientos de estos cinco híbridos experimentales. Rodríguez (2012) en

su trabajo reporta para la localidad Anáhuac, N.L. límites de longitud de panoja muy similares a los obtenidos en este trabajo.

Cuadro 3.8 DMS para la variable longitud de panoja 2012.

NUM	TRAT	GENEALOGIA	MEDIAS (CM)	GRUPOS																	
1	12	ATX625xLu22R	37.000				A														
2	11	ATX625xR-3	36.933				A														
3	21	ATX625x17-2	36.667			B	A														
4	36	ATX625x132R	34.733			B	A	C													
5	17	ATX625x14-32	34.200		D	B	A	C													
6	13	ATX625x2898R	34.133		D	B	A	C													
7	7	ATX625x17-4R	34.133		D	B	A	C													
8	5	ATX625xIA-281	33.900		D	B	A	C	E												
9	6	ATX625x21-11	33.800		D	B	A	C	E												
10	26	ATX625x2900R	33.467		D	B	F	C	E												
11	19	ATX625xIA-282	33.400		D	B	F	C	E												
12	2	ATX625x14-31	33.333	G	D	B	F	C	E												
13	43	ATX625x64R	32.967	G	D		F	C	E												
14	8	ATX625xR-2	32.900	G	D		F	C	E												
15	9	ATX625xR26	32.733	G	D		F	C	E												
16	22	ATX625x2908R	32.700	G	D		F	C	E												
17	45	ATX625x90(X)	32.600	G	D		F	C	E												
18	4	ATX625x124-21	32.600	G	D		F	C	E												
19	24	ATX625x28-2R	32.600	G	D		F	C	E												
20	44	ATX625x84(X)	32.600	G	D		F	C	E												
21	10	ATX625xR-26	32.533	G	D		F	C	E												
22	47	ATX625x110(X)	32.400	G	D	H	F	C	E												
23	23	ATX625x12-1	32.267	G	D	H	F	C	E	I											
24	20	ATX625x106-1	32.233	G	D	H	F	C	E	I											
25	32	ATX625x12(X)3	32.200	G	D	H	F	C	E	I											
26	16	ATX625x12(X)2	32.167	G	D	H	F	C	E	I	J										
27	31	ATX625xLu25	32.100	G	D	H	F	C	E	I	J	K									
28	42	ATX625x436	31.733	G	D	H	F	C	E	I	J	K									
29	39	ATX625x2902R	31.667	G	D	H	F	C	E	I	J	K									
30	35	ATX625x29-1R	31.633	G	D	H	F	C	E	I	J	K									
31	37	ATX625x17-2R	30.800	G	D	H	F	L	E	I	J	K									
32	3	ATX625x106-21	30.767	G	D	H	F	L	E	I	J	K									
33	51	ATX625xMULLA11	30.600	G		H	F	L	E	I	J	K									
34	38	ATX625x144R	30.467	G		H	F	L	E	I	J	K									
35	25	ATX625x8-3R	30.133	G		H	F	L		I	J	K									
36	41	ATX625x2899R	29.933	G		H		L		I	J	K									

37	40	ATX625x2904R	29.050			H	M	L		I	J	K
38	27	ATX625x4-2R	29.033			H	M	L		I	J	K
39	48	ATX625x117(X)	28.933				M	L		I	J	K
40	15	ATX625x37Pan1	28.733			N	M	L			J	K
41	18	ATX625x124-22	28.667			N	M	L				K
42	46	ATX625x95(X)	28.100		O	N	M	L				
43	14	ATX625x21-12	26.333		O	N	M	P				
44	28	ATX625x106-22	26.333		O	N	M	P				
45	34	ATX625x37Pan2	25.300		O	N		P				
46	1	ATX625x12(X)1	24.867		O		Q	P				
47	29	ATX625xIA-283	24.067			R	Q	P				
48	30	ATX625x124-23	23.583			R	Q	P				
49	50	ATX625x82(X)	21.567			R	Q	S				
50	49	ATX625x72(X)	21.200			R		S				
51	33	ATX625x70(X)	19.667					S				

Peso de 1000 semillas

El cuadro 3.9 presenta diferencias altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos para la característica peso de 1000 semillas, donde se indica que los pesos son diferentes entre los 51 híbridos evaluados. El coeficiente de variación fue de 12.58 % que brinda confiabilidad a los datos obtenidos, la media general fue de 30.40 gr. Con un peso máximo de 49.333 gramos y uno mínimo de 24.333 gr. y un rango de 250 gr. y una heredabilidad de 71.40 %.

Cuadro 3.9 Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C
REPETICIONES	2	54.601307	27.300654	1.86
TRATAMIENTOS	50	2560.209150	51.204183**	3.50
ERROR	100	1464.065359	14.640654	
TOTAL	152	4078.875817		

C.V. = 12.58 %

Media = 30.40 gr.

Rango = 25 gr.

Limites = 49.333 – 24.333 gr.

Heredabilidad = 71.40 %

El cuadro 3.10 presenta la DMS para la variable peso de 1000 semillas en la que se pueden observar 12 grupos estadísticamente diferentes, el primer grupo solo está conformado por un híbrido experimental el cual es ATX625 x 37Pan1 con una media de 49.333 gramos, era de esperarse que estuviera dentro de los primeros lugares ya que este híbrido fue el más rendidor para grano, probablemente estas características están muy correlacionadas lo que estudios posteriores confirmaran, también en los primeros lugares para esta variable se encuentran los híbridos experimentales ATX625 x 82⊗, ATX625 x 117⊗, ATX625 x R26 y ATX625 x 110⊗, con medias de 38.333, 37.667, 36.000 y 35.667 gramos respectivamente, los cuales obtuvieron rendimientos de grano de 2,264.7, 2,964.3, 2,427.0 y 1,902.0 kg ha⁻¹ respectivamente, el híbrido con la menor media para esta característica fue el ATX625 x 2898R con 24.333 gramos y cuyo rendimiento en grano fue de

2,660.7 kg ha⁻¹ . Morales (2012) en su trabajo de evaluación de 50 híbridos experimentales reporta medias que van desde 42.33 a 21.33 gr. Para la variable en cuestión, las cuales son muy parecidas a las obtenidas en este trabajo.

Cuadro 3.10 DMS para la variable peso de 1000 semillas 2012.

NUM	TRAT	GENEALOGIA	MEDIAS	GRUPOS								
1	15	ATX625x37Pan1	49.333					A				
2	50	ATX625x82(X)	38.333					B				
3	48	ATX625x117(X)	37.667					B	C			
4	9	ATX625xR26	36.000				D	B	C			
5	47	ATX625x110(X)	35.667				D	B	C	E		
6	49	ATX625x72(X)	35.333				D	B	C	E		
7	40	ATX625x2904R	34.000			F	D	B	C	E		
8	38	ATX625x144R	34.000			F	D	B	C	E		
9	34	ATX625x37Pan2	33.000			F	D	B	C	E	G	
10	8	ATX625xR-2	32.667		H	F	D	B	C	E	G	
11	51	ATX625xMULLA11	32.333		H	F	D	B	C	E	G	I
12	44	ATX625x84(X)	32.333		H	F	D	B	C	E	G	I
13	36	ATX625x132R	32.333		H	F	D	B	C	E	G	I
14	19	ATX625xIA-282	31.667		H	F	D	J	C	E	G	I
15	27	ATX625x4-2R	31.667		H	F	D	J	C	E	G	I
16	42	ATX625x436	31.333		H	F	D	J	K	E	G	I
17	35	ATX625x29-1R	31.333		H	F	D	J	K	E	G	I
18	37	ATX625x17-2R	31.333		H	F	D	J	K	E	G	I
19	18	ATX625x124-22	31.000		H	F	D	J	K	E	G	I
20	28	ATX625x106-22	30.667		H	F	D	J	K	E	G	I
21	32	ATX625x12(X)3	30.333	L	H	F	D	J	K	E	G	I
22	22	ATX625x2908R	30.333	L	H	F	D	J	K	E	G	I
23	10	ATX625xR-26	30.000	L	H	F	D	J	K	E	G	I
24	39	ATX625x2902R	30.000	L	H	F	D	J	K	E	G	I
25	33	ATX625x70(X)	30.000	L	H	F	D	J	K	E	G	I
26	6	ATX625x21-11	29.667	L	H	F		J	K	E	G	I
27	2	ATX625x14-31	29.000	L	H	F		J	K		G	I
28	21	ATX625x17-2	29.000	L	H	F		J	K		G	I
29	1	ATX625x12(X)1	28.667	L	H	F		J	K		G	I
30	12	ATX625xLu22R	28.667	L	H	F		J	K		G	I
31	14	ATX625x21-12	28.667	L	H	F		J	K		G	I
32	5	ATX625xIA-281	28.333	L	H	F		J	K		G	I

33	16	ATX625x12⊗2	28.333	L	H	F		J	K		G	I
34	29	ATX625xIA-283	28.333	L	H	F		J	K		G	I
35	25	ATX625x8-3R	28.333	L	H	F		J	K		G	I
36	43	ATX625x64R	28.333	L	H	F		J	K		G	I
37	3	ATX625x106-21	28.000	L	H	F		J	K		G	I
38	41	ATX625x2899R	28.000	L	H	F		J	K		G	I
39	46	ATX625x95⊗	27.667	L	H			J	K		G	I
40	45	ATX625x90⊗	27.667	L	H			J	K		G	I
41	4	ATX625x124-21	27.667	L	H			J	K		G	I
42	30	ATX625x124-23	27.333	L	H			J	K		G	I
43	23	ATX625x12-1	27.333	L	H			J	K		G	I
44	7	ATX625x17-4R	27.000	L	H			J	K		G	I
45	20	ATX625x106-1	27.000	L	H			J	K		G	I
46	17	ATX625x14-32	26.667	L	H			J	K			I
47	24	ATX625x28-2R	26.667	L	H			J	K			I
48	26	ATX625x2900R	26.333	L				J	K			I
49	11	ATX625xR-3	25.667	L				J	K			
50	31	ATX625xLu25	25.333	L					K			
51	13	ATX625x2898R	24.333	L								

CONCLUSIONES

Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos en la mayoría de las variables evaluadas, a excepto excerción de panoja.

Los cinco mejores híbridos en cuanto a rendimiento de grano fueron ATX625 x Pan1, ATX625 x Pan2, ATX625 x IA-282, ATX625 x 21-11 y ATX625 x 106-21, con 7,078.3, 3,499.7, 3,280.3, 3,088.0 y 3,056.7 kg ha⁻¹ respectivamente, los cuales presentaron peso de mil semillas de 49.333, 33.000, 31.667, 29.667 y 28.000 gr. respectivamente, con alturas de planta de 110.60, 95.7, 132.60, 148.40 y 142.13 cm y excerciones de panoja de 4.887, 10.467, 8.533, 8.583 y 10.467 cm respectivamente.

De acuerdo a este estudio preliminar se concluye que la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (U.A.A.A.N.), tiene híbridos experimentales que pueden ser competitivos.

LITERATURA CITADA

- Alanís W.H., Pecina Q.V., Montes G.N., Zavala G.F., Arcos C.G., Gamez 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, # 1, Ciudad Obregón 2009.
- 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.
- Cimadomo F., Zucco O., Balzi R., Vitelli D., Gentilli O. (2009), Evaluación de cultivares de sorgo granífero campaña 2008/2009. AFA. Agricultores Federados Argentinos S.C.L.
- Coria M.L., Tranier P.E.A., Lageyre L.E., Dean S.A., Ginart L.A. (2012), Resultados de la evaluación de híbridos de sorgo graníferos y sileros. Campaña 2011/2012. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Cortes E., Centeno A., Boglione G. (2012), Evaluación de híbridos de sorgo en macroparcels. Campaña 2011/2012. Ensayo INTA UEE, San Francisco.
- Díaz M.G.I., Kuttel W., López R.I., De Battista J.J., Figueroa E. (2009), Rendimiento de híbridos de sorgo granífero en diferentes ambientes agroecológicos campaña 2008/2009.
- Doggett H. (1998), Sorghum Segundo edition. Longman Scientific and Technical, London. 512pp.
- Financiera Rural, 2009, Monografía del sorgo, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial.
- Financiera Rural, 2011, Monografía del sorgo grano, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial.
- Flores D.N. (1996), Identificación de híbridos experimentales superiores de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) mediante estratificación genética y bases para su producción en el ciclo (O-I) 1990 en san Fernando, Tamaulipas. Tesis de maestría. UANL. Marín, Nuevo León.
- Galván B.E. (2004), Evaluación de híbridos experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). 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. Revista de la Facultad de Agronomía, V.20, #3, Caracas, julio 2003.
- León V.H. (2007), Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 2007.
- 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 vol.43 no.6 México ago. /sept. 2009.
- Manzanárez M.J. y García R.G. (1979), ensayo comparativo de híbridos de sorgo granífero en la región Nor-Occidental del estado Zulia. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias región Zuliana (CIARZUL). Maracaibo, Venezuela. Agronomía Tropical 29 (4): 313-318. 1979.
- 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. Saltillo, Coahuila, México.
- Meza V.J.C. (2013), Evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en el municipio de General Cepeda, Coahuila. Tesis de licenciatura UAAAN. 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.
- Moreno G.T. (2012), Formación de variedades e híbridos de sorgo para riego y temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Fundación Produce Sinaloa.
- Muñoz R.L.A. y Fernández G.A.(2003), Formación y evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Patronato para la Investigación (1988), Producción y manejo de semillas, Fomento y Sanidad Vegetal, Tamaulipas Norte, S.A.R.H., México.
- Pecina V., Navarro E., Williams H., Rodríguez R., 1995, Comportamiento agronómico de dos sistemas de androesterilidad en sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), agronomía mesoamericana 6.

- Ramos Z.A. (2013), Evaluación de cinco características en 32 líneas restauradoras de la fertilidad en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Riva, R.R. (1992). Comparativo de rendimiento de grano de cinco variedades de sorgo granífero (*Sorghum vulgare* pers) en terreno de altura de la zona de Iquitos. *Folia Amazónica* vol. 4 (2) 37- 45. Perú.
- Rodríguez V.B.E. (2012), Evaluación en tres ambientes de 53 híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Centro de Estadística Agropecuaria (1999), Situación actual y perspectiva de la producción de sorgo en México 1990-1999.
- Universidad Nacional de Lomas de Zamora (2009), Evaluación de 32 híbridos de sorgo granífero. Campaña 2008/2009. Argentina.
- Ventimiglia L. y Torres B.L. (2012), ensayo de híbridos de sorgo granífero campaña 2011/2012. Belgrano 427, Villa María, Córdoba, Rep. Argentina. www.todoagro.com.ar
- Williams H. y Rodríguez R. (1995), comparación de sorgos (*Sorghum bicolor* L) isogénicos para dos tipos de citoplasma, aptitud combinatoria general y específica. *Agronomía mesoamericana* 6:118 – 123. 1995.
- Zavala R.I.S. (2013), evaluación de 50 híbridos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en dos ambientes. Tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.