

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de 59 Híbridos de Sorgo para Grano en el Estado de Querétaro

(*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**OSCAR ZAVALA PADILLA**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México  
Junio, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de 59 Híbridos de Sorgo para Grano en el Estado de Querétaro  
(*Sorghum bicolor* L. Moench)

Por:

**OSCAR ZAVALA PADILLA**

Tesis

Presentada 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. Leobardo Banaños Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México  
Junio, 2014

## DEDICATORIA

A Dios, por Haberme dado la vida y encaminarme hacia el buen camino que fue terminar mis estudios y la carrera profesional, y ese preciso regalo llamado vida, y haberme regalado mi familia, que me ha ayudado a salir adelante.

A mis padres que me han enseñado mucho y me encaminaron hacia mi carrera profesional y a formarme como buen ciudadano: Óscar Zavaleta Ruiz (+) y Mayra Padilla Henning por todo su amor, cariño y comprensión, por haberme regalado la vida, apoyarme en todo momento que lo necesité.

A mi hermosa familia, en especial a mis hermanos, Amir, Yazmid, Arminda(+), José, Yaneth, Mayra. Por sus apoyos y sus buenos consejos incondicionales.

A mis amigos, compañeros y amistades, que siempre me acompañaron en mi carrera profesional, por su apoyo y comprensión.

A mi novia Elida Morales Bartolón, por enseñarme las cosas buenas, por su amor, cariño y por ser una persona especial para mí, te amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi ALMA MATER. Por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de entrar en el bello y maravilloso mundo de saber, y brindarme su sabiduría durante mi formación.

A Dios por haberme dado la oportunidad que terminar mis estudios, por darme la vida y acompañarme siempre en cada momento y nunca abandonarme .

A mis padres Oscar Zavaleta Ruiz (+) y Mayra Padilla Henning, quienes me apoyaron para terminar mi carrera profesional, por sus buenos consejos y su esfuerzo para brindarme su apoyo económico, sin ellos no lo habría logrado.

A mis hermanos, Amir, Arminda (+), Yazmid, José, Yaneth, Mayra. A quienes amo y quiero, gracias por su por su apoyo.

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero, por siempre darme buenos consejos, y por encaminarme a terminar este trabajo.

Al MC. Luis Ángel Muñoz Romero: gracias por su gran colaboración, asesoramiento y revisión para la realización del presente trabajo de tesis, y por brindarme su amistad.

Al Ing. Alfredo Fernández Gaytán por su apoyo, asesoramiento y revisión para lograr la culminación del presente trabajo, y brindarme su amistad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	página
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1 origen del cultivo de sorgo.....	5
2.2 factores que intervienen en el cultivo de sorgo.....	9
2.3 usos e industrialización del cultivo de sorgo.....	11
2.4 Interacción genotipo ambiente y los efectos en caracteres de importancia.	14
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1 Localización del experimento.....	26
3.2 material genético.....	27
3.3 establecimiento y manejo del experimento.....	28
3.4 variables a evaluar.....	29
3.5 diseño experimental.....	30
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>32</b>
Rendimiento.....	32
Tamaño de panoja.....	37
Días a floración.....	41
Altura de planta.....	45

Excursión de panoja .....	49
<b>V. Conclusión .....</b>	<b>53</b>
<b>VI .Bibliografía.....</b>	<b>54</b>
Apéndice .....	59

## Índice de cuadros

<b>Tabla 1</b> . . Requerimientos de agua para el cultivo del sorgo.....	10
<b>Tabla 2.</b> Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para rendimiento de grano .....	32
<b>Tabla 3.</b> Medias experimental de 59 híbridos de sorgo de grano para rendimiento de grano utilizando la prueba de DMS ..	33
<b>Tabla 4.</b> Comportamiento de los mejores híbridos de sorgo para grano en relación con el testigo experimental. ....	36
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para la variable tamaño de panoja .....	37
<b>Tabla 6.</b> Media experimental de 59 híbridos de sorgo de grano para tamaño de panoja utilizando la prueba de DMS. ....	37
<b>Tabla 7.</b> Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo para tamaño de panoja en relación con el testigo experimental. ....	40
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para días a floración evaluados en Querétaro, Querétaro. ....	41
<b>Tabla 9.</b> Media experimental de 59 híbridos de sorgo de grano para días a floración utilizando la prueba de DMS. ....	42
<b>Tabla 10.</b> Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo para días a floración en relación con el testigo experimental .....	49
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para altura de planta evaluados en Querétaro, Querétaro.....	45
<b>Tabla 12.</b> Media experimental de 59 híbridos de sorgo para altura de planta utilizando la prueba de DMS.....	46
<b>Tabla 13.</b> Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo experimentales para altura de planta en relación con el testigo. ....	48
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para excursión de panoja, evaluados en Querétaro, Querétaro. ....	49
<b>Tabla 15.</b> Media experimental de 59 híbridos de sorgo experimental para excursión de panoja utilizando la prueba de DMS. ....	50
<b>Tabla 16</b> . Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo experimentales para excursión de panoja en relación con el testigo. ....	52

## RESUMEN

El estudio de la presente investigación fue llevada a cabo en la localidad de la Estancia Municipio de San Juan del Rio, Querétaro, con el objetivo de evaluar 59 Híbridos experimentales de sorgo para grano, formados en el programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). En los resultados experimentales se observó una alta variabilidad genética ( $P \leq 0.01$ ) para todas las variables estudiadas. Para rendimiento de grano el testigo 8428 tuvo un rendimiento de 6 ton ha<sup>-1</sup>, El híbrido experimental con mejor comportamiento fue ATX626 x RTX2898 con un rendimiento de 5 ton ha<sup>-1</sup>, el resto de los híbridos experimentales tuvieron un rango de 4.9 a 2.9 ton ha<sup>-1</sup>. Para la variable tamaño de panoja destacan los híbridos ATX630 x RTX2898 y el testigo 8313 con valores de 29.00 y 28.03 cm, respectivamente; le siguen en importancia los tratamientos 46 y 14 con promedios de 27.00 y 26.66 cm. Por lo que respecta a días a floración los híbridos más precoces fueron ATX629 x RTX2904, ATX629 x RTX2908 con medias de 84 y 86 días, al mismo tiempo estos valores estuvieron asociados con los híbridos de menor rendimiento. En altura de planta se observó que los híbridos más altos fueron ATX630 x RTX2908, ATX630 x RTX2908 con valores de 166.66 y 129 cm. Finalmente podemos mencionar que los mejores híbridos de sorgo para excursión de panoja fueron el testigo 8282, el híbrido ATX626 x RTX2898 y el testigo 8428 con valores de 14.33 cm, 12.00 y 9.33, respectivamente.

Palabras claves: sorgo, grano, híbrido



## INTRODUCCIÓN

El sorgo es uno de los productos agrícolas de mayor consumo, que llega a utilizarse mayormente transformado, y esto debido a que la utilización de este grano es básicamente para la alimentación del ganado bovino, porcino y avícola , además de otros animales domésticos como el ganado equino, caprino etc..

En nuestro país existen dos zonas productoras de sorgo con circunstancias de comercialización diferentes, el Bajío y la zona de Tamaulipas. La zona que presenta mayores dificultades es Tamaulipas y esto afecta el comercio del sorgo de Nuevo León, la razón consiste en que la trilla en Tamaulipas abarca solo 45 días, en los meses de junio y julio, pero el periodo de consumo es de cuatro meses, esto afecta a los productores ya que tienen que almacenar el grano y eso provoca mayores costos de producción. (ASERCA, 2004).

El sorgo se emplea en el mundo con dos distintas finalidades: alimentación humana y piensos. Mientras que en los primeros años sesenta una grandísima parte de la producción de sorgo se empleaba directamente como alimentación humana. Desde entonces ha bajado constantemente su proporción. Es más, el consumo de sorgo como pienso se ha duplicado abundantemente pasando del 30 al 60 por ciento desde principios de los años sesenta, mientras que el volumen del empleo total de alimentos se mantuvo inalterado o bajó ligeramente. En América del Norte, América Central, América del Sur y Oceanía, la mayor parte del sorgo producido se emplea para alimentación pecuaria. (SAGARPA, plan rector 2010)

## **Empleo en consumo humano**

El consumo mundial de sorgo para la alimentación humana se ha mantenido estancado durante los 35 últimos años en contraste con el consumo alimentario total de todos los cereales, que ha subido considerablemente a lo largo del mismo período. Este estancamiento se ha verificado pese a que bajo el aspecto nutricional el sorgo sale bien librado en comparación con otros cereales, sobre todo al ser considerado en muchos países como un grano de categoría inferior. El consumo de sorgo per cápita es elevado en algunos países o en algunas regiones de esos países donde el clima no permite la producción económica de otros cereales, y donde los ingresos per cápita son relativamente bajos. Entran aquí sobre todo los países que limitan con las franjas meridionales del Sahara, en particular Etiopía y Somalia, donde el consumo medio nacional per cápita de sorgo puede llegar hasta los 100 kg anuales. . (SAGARPA,plan rector 2010)

## **Empleo como forraje**

El empleo de cereales para pienso ha sido un elemento dinámico en el fomento del consumo global de sorgo. Su demanda ha constituido la principal fuerza motriz para elevar la producción mundial y el comercio internacional a partir de principios de los sesenta. La demanda se halla fuertemente concentrada en los países desarrollados, donde supone un 97 por ciento del empleo total y en algunos países en desarrollo de ingresos superiores, especialmente en América Latina, donde el 80 por ciento de todo el sorgo producido se emplea como forraje. Los Estados Unidos, México y el Japón son los principales países consumidores, seguidos por la Argentina, los territorios que fueron de la Unión Soviética y Venezuela. Estos países absorben conjuntamente más del 80 por ciento de la utilización mundial de sorgo para uso forrajero. (SAGARPA,plan rector 2010)

## **EMPLEO INDUSTRIAL DEL SORGO**

En cuanto a los usos industriales del sorgo, los que mayormente se conocen son: la extracción de polímeros de la dextrosa que se obtiene a partir de un tipo de almidón, mediante procesos enzimáticos se obtiene en forma de polvo blanco. Se usa en la industria alimentaria en algunas pastas y galletas, bebidas cítricas en polvo y algunos productos lácteos e incluso en la industria cervecera. Sus cualidades son baja higroscopicidad, buena solubilidad y bajo poder edulcorante. Otro de los usos industriales del sorgo que tiene gran futuro, es la elaboración de Etanol, oxigenante de gasolinas derivado de materias primas orgánicas, principalmente maíz, caña de azúcar y sorgo.

(SAGARPA, Plan rector 2010)

El sorgo a nivel mundial es de gran importancia para la humanidad ya que es utilizado en la alimentación humana, animal, y en la industria. Este cultivo posee características como: resistencia a sequía, amplio rango de adaptación, variabilidad genética, las cuales le han ayudado a su dispersión y su aceptación en el mundo. En la República Mexicana el sorgo tiene gran potencial para ser cultivado, debido a que el país tiene gran extensión de superficie de temporal, donde los cultivos tradicionalmente establecidos como el maíz y frijol no dan los rendimientos esperados, por el contrario con el cultivo del sorgo se obtienen aceptables rendimientos. (SIAP 2003.)

La UAAAN ha venido trabajando por varios años en la evaluación de germoplasma de donde ha originado diferentes líneas isogénicas con diferentes características agronómicas, así como genotipos restauradores de la fertilidad, los que han sido cruzados con líneas "A" originando combinaciones que se han estado probando en algunas regiones de los Estados de Coahuila, Guanajuato, Tamaulipas, Querétaro, etc. Con resultados prometedores.

## **OBJETIVOS**

Detectar por medio de ensayos de rendimiento, algunos híbridos experimentales de buenas características agronómicas, que compitan favorablemente con los materiales comerciales, y que puedan ser susceptibles de explotación comercial.

## **HIPÓTESIS**

Entre los híbridos evaluados existen algunos con buenas características agronómicas que pudieran ser explotados en forma comercial.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen del cultivo

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Las 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. Esta disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen, sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India.

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África. Infoagro (2007).

### Clasificación de sorgo

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

- a) Sorgo escobero, 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 grano, son aquellos materiales no sacarinas, de las se explota el grano que es la principal materia prima en las diversas industrias.

## **Grupos de sorgos graníferos:**

### **1 – Kafir:**

Originario de África Tropical desde donde se ha extendido por todo el mundo. Se caracteriza por poseer buena excersión de la panoja (compacta) por ser buen forrajero (plantas de 1,3 a 2,7 m de alto, tallo fuerte y de 12 a 15 hojas verde oscuro) y por su resistencia a la sequía.

### **2- Kaoliang:**

Constituye uno de los cultivos más antiguos de China. Está adaptado a zonas más frías. Posee poca excersión de la panoja, es poco macollador con 7 a 10 hojas verde oscuro y cortas. El grano tiene tanino que le confiere un color castaño y propiedades antipájaro.

### **3-Shallu:**

Procede de la India, también del tipo antipájaro pero en este caso debido a la gran flexibilidad de sus panojas. Es un sorgo de abundante macollaje con 7 a 10 hojas verde y claro panojas erectas cónicas muy laxas. El grano es pequeño, vítreo, duro, de color blanco amarillento.

Este grupo predomina en la Argentina aunque tiene problemas de acame y mildew.

### **4 – Durra:**

Esta variedad está intensamente cultivada en el norte de África, sudoeste de Asia y en la India, además es antipájaro por poseer panoja compacta y

dura. Es un sorgo susceptible a la sequía, tiene raquis, glumas y ramas de la panoja pubescentes, hojas oscuras y excursión de la panoja pobre.

#### **5-Feterita:**

Procede de Sudán, su característica principal es la precocidad. Es intermedio entre Durra y Milo tiene 8-9 hojas verde claro y buena exersión de panoja la que es compacta y puntiaguda en el ápice. El grano es color blanco tiza con testa marrón.

#### **6 – Milo:**

Originario de África, es una variedad importante pues ha sido base de numerosas hibridaciones; es macollador tiene 8-10 hojas verde oscuro con nervadura blanca, panoja oval, corta y compacta, con excursión pobre. El grano es blanco, amarillento o marrón y tiene embrión grande.

#### **7 – Hegary:**

Da origen a los sorgos sensibles al fotoperíodo y es resistente a sequía por detención del crecimiento. Tiene abundante macollaje, forraje y tallos jugosos, lo que lo hace muy apto para pastoreo. La panoja es elíptica semicompacta con aspecto de ramillete y el grano es blanco-azulado.

Las diversas variedades de sorgo antes descritas fueron cultivadas con sus métodos tradicionales en sus países de origen, y pueden sistematizarse en dos grandes grupos, el de los sorgos chinos, que comprendían al tipo Kaoliang y el de los africanos y de Sudasia, correspondientes a zonas más cálidas que la variedad anterior y que comprende a las variedades Durra, Kafir, Milo, Hegary y Feterita.

Los grupos Hegary y Kafir tienen dormancia, o sea que no florecen hasta que existan condiciones apropiadas de humedad, siendo resistentes a la sequía. En cambio hay otros grupos que mediante su precocidad eluden a la sequía como el Milo. (<http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml>)

### **Adaptabilidad**

El sorgo se adapta a regiones cálidas subhúmedas y semiáridas, donde la precipitación es limitada. Incluso progresa bien en zonas donde la lluvia no excede los 380 mm.

Las plantas de sorgo pueden atenuar su crecimiento durante un período de sequía y reanudarlo de nuevo cuando vuelva a disponer de humedad.

Es importante considerar que el sorgo es uno de los cultivos que prospera en altitudes que van desde los 0-1800m.s.n.m. La temperatura media óptima para su desarrollo es de 16° C, temperaturas debajo de estos valores no son convenientes ya que se alarga el ciclo y baja el rendimiento. La temperatura máxima en que se pueden desarrollar es de 37.5° C. Además el sorgo tiene las características de que su sistema radicular es grande, un ritmo de transpiración eficaz y además tiene algunas características foliares que retardan la pérdida de agua en las plantas. ([www.yoamoelsorgo.com](http://www.yoamoelsorgo.com).)

### **Regiones sorguerasde México**

SIAP-SAGARPA (mayo 2003). En el caso del Bajío, la cercanía a las principales zonas productoras como Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, México, le permite tener un canal natural de



comercialización, por lo que requiere menor movilización. Asimismo el principal transporte utilizado es el camión, y por la cercanía de las zonas consumidoras el costo no es sustancial. El Bajío tiene además un periodo de cosecha más largo y en forma escalonada, lo que le permite una mayor flexibilidad en la comercialización.

### **Producción de Sorgo de grano**

Siacon (2012) reporta estadísticas de producción de sorgo de grano obtenidas en el cultivo agrícola riego y temporal , reporta el volumen de la producción 6,969,501.33(Ton), Valor de la producción 23,782,114,514.65 (\$), rendimiento 3.83(Ton./Ha.), Precio medio rural 3,412.31, agregando que los estados más productores son Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla .

### **Superficie Sembrada y Cosechada:**

Siacon (2012) reporta datos estadísticos de superficie sembrada y cosechada de sorgo de grano, superficie sembrada 1,937,008.69(Ha), superficie cosechada 1,819,944.64(Ha).

## **2.2 Factores ambientales que influyen en el cultivo de sorgo**

### **Requerimientos edafoclimáticos**

## Agua

El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones ambientales.

Responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400-550 mm.

Tabla 1. Requerimientos de agua para el cultivo del sorgo.

Requerimiento en el ciclo	Mm
Óptimo	400-550
Conveniente	350
Mínimo	250

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad en el momento de la siembra para lograr una emergencia rápida y homogénea y con ello una buena implantación del cultivo.

Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de emergencia y continúan hasta el llenado de grano, siendo las etapas más críticas durante la emergencia de la panoja y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen mermas en los rendimientos.

El sorgo además tiene la capacidad de permanecer latente durante un cierto periodo de sequía y reemprender su crecimiento en periodos favorables, aunque estas situaciones de estrés modifican su comportamiento.

## **Temperatura**

El sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos.

Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18°C.

El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15 °C situándose el óptimo hacia los 32 °C.

Durante la floración requiere una mínima de 16 °C pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano.

Por el contrario, resiste bien el calor, si el suelo es suficientemente fresco no se comprueba secamiento de flores con los fuertes calores.

## **Suelo**

El sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido de sacarosa en tallos y hojas. Prefiere suelos profundos, sin exceso de sales con buen drenaje, sin capas endurecidas de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6,2 y 7,8.

Es moderadamente tolerante a suelos con alguna salinidad y/o alcalinidad, siendo su comportamiento ante esas condiciones mejor que la de otros cultivos como cacahuete, soya y maíz. infoagro(2007)

### **2.3 Usos e industrialización del cultivo de sorgo**

La producción de sorgo ha aumentado notablemente en varios países en los últimos años. Existe ya una tendencia cada vez mayor que la del empleo del trigo y el arroz. Este seguirá siendo el mayor cultivo alimentario de varios países, especialmente africanos Nigeria y Sudán, que son los mayores productores de sorgo de África correspondiéndoles un 63 % de la producción de sorgo del continente.

Este cereal se emplea en alimentos tradicionales, sin embargo, es necesario estudiar las posibilidades de usos alternativos. El sorgo tener grandes posibilidades para empleos industriales, por lo que tiene que competir con el trigo, el arroz y el maíz.

Será objeto de una gran demanda en el futuro si se desarrollan las condiciones necesarias para usos específicos por parte de la industria. El sorgo puede utilizarse para varios productos alimenticios utilizando métodos de elaboración adecuados.

#### **Alimentos para celíacos a partir del sorgo**

Las personas celíacas no pueden consumir todo tipo de producto elaborado con cereales como el trigo, la avena, la cebada y el centeno. Normalmente una vez que se hace intolerantes al gluten, es para siempre y hay numerosos alimentos que lo contienen. Es una dieta muy costosa y constituye una dificultad estar limitado a comer determinados alimentos. Internacionalmente se realizan estudios en la búsqueda de nuevos alimentos que les permita el necesario cumplimiento de su dieta.

El sorgo no contiene gluten por lo que es considerado seguro para las personas diagnosticadas con la enfermedad celíaca. Desafortunadamente, las

proteínas que componen el gluten en granos tales como el trigo, son las causantes de la visco elasticidad de la masa realizada de harina de trigo. Se estudia la función de las proteínas de sorgo para encontrar variedades que producirán un pan de sorgo con una textura fina y un buen sabor, con mayor grado alimenticio para producir un pan superior. Buscan además recetas óptimas para productos horneados hechos de sorgo. Investigadores en el mundo esperan crear una comida sabrosa y rápida para el desayuno de las personas que sufren de intolerancia al gluten, especialmente para los niños. (<http://www.eumed.net>)

### **Sorgos de calidad para y la agroindustria**

Además de su empleo en la alimentación animal como balanceado o forraje, existe un mercado de productos especiales de sorgo en relación a su versatilidad genética como es el uso industrial en la molienda húmeda para producir amilasa, cerveza y otras bebidas alcohólicas, n-butanol, acetona y etanol. La producción de energía a partir de sorgos azucarados, la utilización de harinas de sorgo provenientes de la molienda seca en la industria de farináceos, la producción de sorgo inflado que aunque incipiente presenta interesantes perspectivas-, la industrialización del sorgo para escobas, aglomerados, papel, etc. (<http://www.todoagro.com>)

Para el 2012 en México se proyecta sustituir 880 millones de litros de oxigenantes de gasolina por etanol. Esto representa la bioconversión de 2.2 o 16 millones de toneladas de maíz o caña de azúcar (10 y 33% de la producción nacional) cultivos más utilizados en el mundo para producir etanol. Revista mexicana 2011

El uso de maíz en México resulta poco factible debido a restricciones sociales y legales, mientras que el alto precio de la caña de azúcar limita también su uso.

El sorgo en cambio representa una buena opción por ser un cultivo resistente a sequía y condiciones agronómicas adversas. Es un cultivo multifacético ya que existen genotipos de sorgo granífero, dulce y de alta-biomasa que pueden ser biotransformados

La conversión del grano almidonoso con tecnologías similares a las del maíz permiten producir 360 a 400 L de bioetanol/ton. La conversión de sorgo dulce permiten obtener jugo y material lignocelulósico con excelentes rendimientos (8,000 L bioetanol/Ha/corte considerando una producción de 120 ton de sorgo dulce/Ha). Las nuevas variedades de sorgo de alta biomasa pueden ser convertidas en etanol con tecnologías de lignocelulosa y con un potencial productivo de hasta 14,800 L de bioetanol /Ha.

Este cultivo, sin embargo, supone desafíos tecnológicos como desarrollo de maquinaria de molienda, modificación o ingeniería genética de cultivos y de microorganismos fermentadores, así como métodos de apretamiento de grano y bagazo. En esta revisión se describen tecnologías viables especialmente en el contexto mexicano para transformar sorgo granífero, dulce y su biomasa en etanol.

#### **2.4 Interacción genotipo ambiente y sus efectos en caracteres de importancia económica**

El estudio de la interacción genotipo-ambiente (G x A) es un tema de relevancia en la etapa final del mejoramiento genético, siendo uno de los factores determinantes en la selección y recomendación de genotipos evaluados en pruebas regionales de rendimiento, debido a que los patrones de respuesta no son uniformes a través de los diversos ambientes donde se evalúan y que seguramente cambiarían en los lugares en donde los agricultores los siembran.

El ambiente es el conjunto de factores que afectan el desarrollo de una planta, el cual comprende todos los efectos predecibles edáficos (química y física del suelo), climatológicos (lluvias, humedad relativa del aire, temperatura, radiación solar, hora luz) y biológicos, que afectan el crecimiento o el desarrollo (o ambos estados) de una planta determinada en un sitio específico. La evaluación de cultivares en diferentes ambientes se realiza con el objetivo de recomendar aquéllos que se comporten mejor en la mayor cantidad de ambientes de una región determinada. Los cambios en el ordenamiento de los cultivares al cambiar de ambiente indican la presencia de interacción genotipo x ambiente (IGA) y la ausencia de estabilidad para el carácter en cuestión.

Si no existiera influencia del ambiente el valor genotípico sería igual al fenotípico. Cuando medimos el valor fenotípico de un carácter en individuos que han crecido en el mismo ambiente, las diferencias entre unos y otros se deben exclusivamente a causas genéticas. Si no hubiera influencia del genotipo todo el valor fenotípico se debería al efecto ambiental. Cuando medimos el valor fenotípico de un carácter en individuos con el mismo genotipo, las diferencias se debieran a causas ambientales.

Se dice que existe interacción genotipo-ambiente cuando una diferencia específica del ambiente no tiene el mismo efecto sobre diferentes genotipos. Esto significa que el genotipo A puede ser superior al genotipo B en el ambiente X, pero inferior en el ambiente Y. Ejemplo un frijol sembrado en Palmira y en los Llanos Orientales presenta rendimientos diferentes, lo que demuestra la incapacidad de un genotipo de responder de manera igual a varios ambientes (<http://datateca.unad.edu.co/contenidos>)

Trucillo (2009) Todo programa de mejoramiento genético de cualquier cultivo, se basa en el correcto manejo del germoplasma disponible, obteniendo las mejores

combinaciones de genes para superar los rendimientos de grano como primer objetivo; en enfrentar las enfermedades e insectos, y en un eficiente programa de ensayos que permita diferenciar y seleccionar correctamente los mejores genotipos.

Los programas de sorgo activos en Argentina siembran sus localidades de ensayos en lugares en donde normalmente el sorgo granífero es una alternativa tenida en cuenta por los productores, ya sea por ambientes más hostiles para maíz, como por ejemplo la falta de lluvias, altas temperaturas, o deficiencias edáficas.

### **Tipos de híbridos**

Torrecillas (2007) menciona que actualmente se encuentran disponibles en el mercado distintos tipos de sorgo: híbridos sileros, híbridos forrajeros de pastoreo, híbridos fotosensitivos e híbridos graníferos. **sileros**, en general son de ciclo largo con alturas de planta de hasta 2.8 m, poseen alto contenido de azúcares solubles en tallo y una baja proporción de grano en el rendimiento total.

**forrajeros de pastoreo** están adaptados a tal fin, puesto que presentan una alta relación hoja / tallo, hojas angostas, alta capacidad de macollaje y buena capacidad de rebrote lo cual permite su utilización en múltiples cortes.

**fotosensitivos** pueden alcanzar alturas de 4 m y en algunas condiciones agroclimáticas no llegan a florecer. Dichos híbridos, también pueden ser manejados en múltiples cortes, como los forrajeros convencionales, a pesar de ello, la ausencia de grano limita seriamente el contenido energético si se lo destina para silo, otro problema que presentan dichos materiales es el bajo contenido de materia seca, que a veces resulta limitante para un proceso adecuado de **conservación**.



**graníferos** existe una gran variabilidad en las diferentes características como tamaño, contenido de taninos, color de planta y color del grano, que hacen que algunos híbridos también puedan usarse para ensilado.

## **Hibridación**

Flores (2001) menciona que la hibridación en especies autóгамas consiste en cruzar dos plantas de interés y seleccionar en las descendencias segregantes. Mediante la hibridación se pueden combinar las mejores características de las variedades progenitoras, además se puede seleccionar líneas de la progenie de una cruce, que pueden ser superiores a los progenitores en características cuantitativas llamadas segregantes transgresivos.

Nolasco (2001) en su evaluación de tesis de Evaluación de 14 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con potencial para alimentación humana, reporta diferencias altamente significativas para la variable rendimiento, floración, excursión, significativas para la variable altura de planta, tamaño de panoja . Las alturas de planta variaron de 1.53 m hasta 1.08 m. Los días a floración estuvieron entre 77 y 89 días, la excursión varió de 2.2 cm. hasta 8.56, el tamaño de panoja reportó valores que van de 16.66 cm. hasta 15.2cm y el peso de 1000 semillas fue desde 28.03 g hasta 33.73 g.

Hernández (2004) al Evaluar Per se 41 Genotipos de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) con Potencial para su Utilización en el Consumo Humano, reporta que para floración el material con más tardío es el genotipo NBSCADER02-220 con 88 días, entre los intermedios encontramos a NBSCADER02-707, NBSCADER02-54, NBSCADER02-14, NBSCADER02-123, NBSCADER02-303, NBSCADER02-304 con 80 días, y entre los genotipos con menos días a floración (precoces) están NBSCADER02-269, NBSCADER02-811 con 73, NBSCADER02-129 con 75, NBSCADER02-03 con 75 días

respectivamente. Cabe aclarar que al describirlos como tardíos, intermedios o precoces, es para identificarlos dentro de la variable evaluada, ya que al compararlos con materiales comerciales estos se comportan como precoces. Para altura de planta el material; NBSCADER02-03 fue el más alto con 145.66 cm, seguido de NBSCADER02-423 con 122.566 cm, NBSCADER02-70 con 110.63 cm y los genotipos con menor altura fueron; NBSCADER02-112 con 80.633cm, y NBSCADER02-312 con 82.80 cm, esta variación da la oportunidad de dirigir la selección hacia los materiales de porte que uno desee, considerando la altura de planta como una característica de importancia para la selección de híbridos adecuados para la cosecha mecánica, donde los materiales no deben ser muy altos ni muy bajos. Para excersiónel genotipo; NBSCADER02-811 presentó 14.66 cm siendo el de mayor valor.

Para Longitud de panojalos materiales que presentaron la mayor longitud son; NBSCADER02-57, NBSCADER02-303 ambos con una longitud de 22.66 cm, y el genotipo de menor longitud fue NBSCADER02-113 con 16.066 cm. La longitud de panoja obtenida de los genotipos es adecuada, pero no presentaron ninguna relación con respecto al rendimiento, se desearía obtener panojas de tamaño grande y de excelente llenado, ya que así se tendrían mejores rendimientos

Para el peso de Peso de 1000 semillas el material; NBSCADER02-74 fue el que presento mayor peso con 35.29 gr, seguido por los genotipos, NBSCADER02-148 con 34.75gr, NBSCADER02-03 con 34.71 gr, NBSCADER02-116 con 34.54 gr, NBSCADER02-761 con 34.26 gr y el genotipo con menor peso fue NBSCADER02-420 con 23.233. Para rendimiento los genotipos NBSCADER02-54 Y NBSCADER02-70 fueron los más altos con 4.3 t ha<sup>-1</sup>, seguidos por el genotipo NBSCADER02-53 con 4.029 Ton/Ha; y el genotipo de menor rendimiento fue NBSCADER02-423 con 1.027 t ha<sup>-1</sup>

Coyote (2000) de su estudio comparativo de Híbridos Experimentales de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) , en su análisis de varianza de la localidad de Celaya Guanajuato reporta diferencias altamente significativas para altura de planta, tamaño de panoja, excersión y rendimiento de grano. Con alturas de planta de 140.6 cm. a 95 cm., excersiones de 19.3 a 4.0 cm., tamaños de panoja de 29.0 a 20.3 cm. y rendimientos de grano de 8.8367 ton/ha<sup>-1</sup>, a 1.248 ton/ha<sup>-1</sup>. En Zaragoza Coah. diferencias altamente significativas en altura de planta, tamaño de panoja, excersión y rendimiento de grano, con alturas de planta de 147.0 a 98.7 cm., excersiones de 11.7 a 0.0 cm, tamaños de panoja de 32.0 a 23.0 y rendimientos de grano de 6.7417 a 2.2267 t ha<sup>-1</sup> y para Reynosa, Tamaulipas diferencias altamente significativas en altura de planta tamaño de panoja, excersión y rendimiento de grano con alturas de planta de 147.0 a 98.7 cm, excersión de 11.7 a 0.0 cm., tamaños de panoja de 32.0 a 23.0 cm. y rendimientos de grano de 6.7417 a 2.2267 t ha<sup>-1</sup>

Concluyendo que los mejores híbridos para rendimiento en Celaya Guanajuato fueron A2XIA28 (8836.7 kg./ha), AN35 X RTX433 (7269.0 kg./ha), AN39 X IA9 (6893.7), AN34 X IA28 (6816.7 kg./ha), IA36 X RTX433 (6717.0 kg./ha) y AN35 X IA9 (6646.3 kg./ha), superando al mejor testigo que fue Marfil con rendimiento de grano de 6.577<sup>0</sup> t ha<sup>-1</sup>. En Zaragoza coah. los mejores híbridos experimentales fueron A2 X IA28 (6.7417 t ha<sup>-1</sup>), AN35 X IA28 (6.4933 t ha<sup>-1</sup>) y AN34 X IA28 (6.180.t ha<sup>-1</sup>) superando al mejor testigo DEKALB que rindió 6.1750 t ha<sup>-1</sup> y en Reynosa Tamaulipas los mejores híbridos experimentales para rendimiento de grano fueron AN39 X IA57 (5.815t ha<sup>-1</sup>), AN35 X RTX433 (5.56t ha<sup>-1</sup>), A2 X IA28 (5.328t ha<sup>-1</sup>), AN34 X IA28 (5.128t ha<sup>-1</sup>), IA36 X IA28 (5.100 t ha<sup>-1</sup>), AN34 X IA57 (5.075t ha<sup>-1</sup>) y A2 X IA9 (5.062t ha<sup>-1</sup>), superando al testigo Master con rendimiento de 4.996 t.ha<sup>-1</sup>.

Meza (2013) en su Evaluación de 50 Híbridos de Sorgo para Grano en el Municipio de General Cepeda, Coah. Reporta que para la variable de rendimiento en el análisis de varianza no existen diferencias significativas, lo

que indica que el comportamiento de los genotipos es similar, con un rendimiento de 10.679 y 2.489 t ha<sup>-1</sup>, para la variable días a floración se encontraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza, con medias de floración de 99.333 a 77.667 días, para la variable altura de planta encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación, esto indica que hay diferentes alturas de planta en los híbridos evaluados. Con medias de 1.95 a 0.960 cm, para excersión se encontraron diferencias significativas para la fuente de variación tratamientos, con medias de 14.200 a 2.800 cm de excersión, para la variable longitud de panoja se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza, con medias de 31.60 a 18.26 cm.

Concluyendo que

- Los cinco híbridos experimentales más sobresalientes en rendimiento son: ATX625 x 2904, ATX625 x 17-2 R, ATX625 x 70 R, ATX625 x 84 □, ATX625 x R-2 gluma blanca, con rendimientos de 10,679, 7,680, 7,549, 7,458 y 6,662 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, todos ellos de ciclo largo con un promedio de 90 días a floración, superando al testigo KING GOLD que tuvo un rendimiento de 3.644 t ha<sup>-1</sup>. No hay diferencias en cuanto su ciclo, ya que este tuvo 91 días a floración.
  
- Los híbridos ATX625 x 2904 y ATX625 x 70R, son sobresalientes para rendimiento de grano, altura de planta, excersión y peso de mil semillas.

Elizarraraz (2003) En su trabajo sobre aptitud combinatoria en sorgo, en sus análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación híbridos, en las variables rendimiento, peso de mil semillas, días a floración y excersión, y no significancia para tamaño de panoja. Para la fuente de variación localidades por híbridos encontró diferencias altamente significativas para la variable excersión y diferencias significativas para

rendimiento y peso de mil semillas, y no significancia para tamaño de panoja y días a floración, concluyendo que en rendimiento solo un híbrido experimental superó a los testigos, cuya genealogía es ATX 630 x RTX2898.

Ortiz (2003) Reporta en el análisis de varianza en su estudio sobre ACG Y ACE que se encontraron diferencias no significativas para híbridos por localidad en las variables, rendimiento, tamaño de panoja altura de planta y excursión, y altamente significativas para días a floración, y peso de mil granos. Para la fuente de variación híbridos, reporta diferencias altamente significativas para días a floración, altura de planta, excursión, tamaño de panoja y peso de mil granos, y diferencias significativas para rendimiento. El coeficiente de variación fue de 4% lo que le proporciona confiabilidad a los resultados.

Para la localidad de Derramadero las hembras que presentaron los valores más altos de ACG están ATx2752 y ATx631 y más bajo ATxARG-1, en el caso de los machos que presentaron valores más altos RTx436 y RTx2899 y los valores más bajos RTx2902 RTx2897, RTx2895 y RTx436, a pesar de que se tienen valores bajos tanto de hembras como de machos estos presentaron buenas combinaciones de ACE. En las variables altura de planta, tamaño de panoja los valores más altos se encontraron en la localidad uno, por lo que para excursión peso de 1000 semillas y rendimiento fueron en la localidad dos, todo esto se deba a las condiciones climáticas que se tienen en cada región.

Estebez (2010) en su evaluación de rendimiento de biomasa y grano en variedades de sorgos, el análisis AMMI Biplot identifico a las variedades más estables: CENTA S-2, CI0910 y CI0932 en rendimiento de biomasa y las variedades CENTA RCV y CI0947 en rendimiento de grano. La Variedad CENTA S-2 fue la de mejor rendimiento de biomasa en la mayoría de las localidades, excepto en las localidades de El Ejido (Panamá) y Guanacaste (Costa Rica). La variedad CENTA RCV fue la de mejor rendimiento de grano en la mayoría de localidades, excepto en la localidad de Guanacaste (Costa Rica)

Hernández y colaboradores (2010). En su evaluación de una nueva variedad de sorgo Sinaloense-202, reporta que esta variedad de sorgo con adaptación al estado de Sinaloa, fue obtenida en el programa de mejoramiento genético de sorgo del CEVACU por recombinación genética y selección. El germoplasma que dio origen a esta variedad fue introducido de ICRISAT, La selección de la línea, inició a partir de la generación F2 mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante seis generaciones, obteniéndose la línea que generó la variedad Sinaloense-202. Reportando rendimientos promedios de 3210 kg ha<sup>-1</sup> de grano, 28608 kg ha<sup>-1</sup> de forraje verde superando en promedio en 8.1 % y 18.1 % en grano y forraje a los híbridos comerciales de compañías privadas. Siendo tolerantes a enfermedades que se presentan en la región como son: ergot, antracnosis, tizón de la panoja y pudrición carbonosa del tallo.

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

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

Williams y colaboradores (2009) al evaluar Incidencia de Carbón de la Panoja *Sporisoriumreilianum* (Kühn) en Híbridos de Sorgo para Grano, encontraron híbridos comerciales y experimentales resistentes y con buen rendimiento de grano , entre los que destacan Pioneer 82G63, RB-5x204, RB-

118x437, Asgrow Ámbar, RB-118x204 y RB-119x430 con 0, 0.8, 1.1, 1.2, 1.6 y 2.1% de incidencia respectivamente. Los progenitores que formaron los híbridos más resistentes fueron la línea hembra 46038 y los machos Tx437 y LRB-204, con los cuales se formó el híbrido experimental más resistente 46038x437 que presentó 0.2% de incidencia.

Williams y colaboradores (2009) en su evaluación de reacción de variedades de sorgo para Grano a *Macrophominaphaseolina*, en cuanto a rendimiento de grano encontraron diferencias significativas para interacción de genotipos por año. Lo que indica que algunos genotipos se comportan de manera diferente cuando fueron evaluados en diferentes años. Durante el O-I 2005-2006 se presentó un promedio de rendimiento de 2,570 kg ha<sup>-1</sup>, superior al obtenido en el O-I 2006-2007 de 2,115 kg ha<sup>-1</sup> (Datos no presentados). Aunque los experimentos fueron sembrados en fechas de siembra distantes, no se espera que este factor haya influido significativamente en el rendimiento de grano.

Coutiño (2008) al evaluar dos híbridos de sorgo para grano de la empresa PROSEMILLA y un testigo de INIFAP (itsmeño) en Villaflores Chiapas, el análisis de varianza para la fuente de variación tratamientos no encontró diferencias significativas en rendimiento de grano, sin embargo el mayor rendimiento de 6,270 kg ha<sup>-1</sup> fue obtenido por el híbrido SR-340, el híbrido Diamante y el testigo quedaron por abajo del rendimiento promedio de 5.869 kg ha<sup>-1</sup>. En la variable altura de planta el testigo y diamante presentaron las mayores alturas de 132 y 147 cm. respectivamente. Mientras que el SR-340 presentó una altura de 129 cm.

Aragón (2004) al estudiar densidades de siembra en sorgo para grano usando una sola variedad, reportó que no existen diferencias significativas para los variables días a floración, peso de 1000 granos y longitud de panoja mientras que para rendimiento encontró diferencias significativas, obteniendo

las mayores excersiones a densidades más altas y las menores en densidades menores.

Galván (2004) de su evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano, reporta en la fuente de variación rendimiento diferencias altamente significativas, esto indica los diferentes potenciales de rendimiento de los híbridos evaluados, que van de 2.271 - 10.883 t h<sup>-1</sup> con un rango de 8.612.

Hernández (2004) al evaluar Per se 41 Genotipos de Sorgo para Grano encontró alturas de planta de 80-145 cm, esta variación da la oportunidad de dirigir la selección hacia materiales de porte que se desee, considerando la altura de planta como una característica de importancia para la cosecha mecánica, donde los materiales no deben ser muy altos ni muy bajos. La excersión que se presento fue desde 0-14 cm.

Williams y colaboradores (2004) reportan que RB-Patrón, nuevo hibrido de sorgo para grano en evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en el noreste de México, mostró un comportamiento superior a los híbridos comerciales incluidos como testigos. En ensayos de rendimiento realizados durante cinco años (1998 a 2002) durante el ciclo otoño-invierno bajo temporal, demostró rendir en promedio 2,530 kg ha<sup>-1</sup> superando en 10.4% al promedio de ocho testigos comerciales. Durante el ciclo P-V de temporal, en promedio de dos años (1999 y 2002), rindió 3,485 kg ha<sup>-1</sup>, 9.65% más que el promedio de los mismos testigos comerciales.

Muñoz y Fernández (2003) del estudio de híbridos experimentales de sorgo para grano en dos ambientes encontraron que los híbridos más tardíos son los que presentan mayor rendimiento en términos generales, debido a las condiciones ambientales los híbridos probados en Cd. Victoria, Tamps. Presentaron menores días a floración que los de Roque, Gto., debido a las diferencias de temperatura. La altura de la planta de 1.45 m promedio es



aceptable comparada con la de los testigos comerciales de 1.40 m., destaca en cuanto a rendimiento el híbrido 625A x 21-1 ocupando el tercer lugar en Roque,Gto. y cuarto lugar en Cd. Victoria,Tamps. El comportamiento de los grupos de híbridos en Roque Gto., reportan rendimientos promedios de 7.98 t ha<sup>-1</sup> siendo los híbridos experimentales más sobresalientes 625 x 124-2 y el 625 x IA28, con 10.883, 10.533 t ha<sup>-1</sup> respectivamente y el testigo Kilate en cuarto lugar con 10.188 t ha<sup>-1</sup>, con floraciones de 89 días para los 2 híbridos, altura de planta de 1.45 y 1.76 m , y excersión de 15.33 y 19.66 cm respectivamente, para el testigo una floración de 90 días, altura de planta 1.50 m y excersión 17.33 cm, .

Castillo (2002) probando siete genotipos de sorgo para grano reportan que la floración de la variedad WM-27 resulto ser la más precoz con 70 días, con un rendimiento de 5605.23 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que la variedad WM-3045 resulto ser la más tardía con 91 días pero con un rendimiento 7005.2 kg ha<sup>-1</sup>. Concluyendo que los materiales más precoces por lo general rinden menos que los más tardíos.

Coyote (2000) en su estudio Comparativo de híbridos experimentales de Sorgo para Grano en tres ambientes, el análisis de varianza reporta diferencias significativas para tratamientos por localidad en rendimiento de grano y excersión, lo cual indica la interacción entre los genotipos evaluados y en los ambientes de prueba. Con alturas de planta de 101-133 cm, excersiones de 5 - 14 cm. y tamaño de panojas de 22-29cm.

### **III.MATERIALES Y METODOS**

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

El estudio de presente trabajo se llevó a cabo en el campo de un productor cooperante, en la localidad de la Estancia, municipio de San Juan del Rio, Estado de Querétaro, durante el año de 2011, teniendo las coordenadas de : 20° 36 ´ latitud norte, 100° 24' longitud oeste con una altura de 1,820 msnm, presentando las siguientes características; el clima es templado semi-seco, caracterizado por un verano cálido, la temperatura media anual es de 18° C, los meses más calurosos son mayo y junio; alcanzando temperaturas máximas de 36° C, la precipitación pluvial anual promedio es de 555 mm y Los vientos predominantes son del Noroeste, Sur y Suroeste.

### 3.2 Material Genético

El material genético base para el presente estudio lo constituyen 59 híbridos, generados en el programa de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, incluyendo para su comparación tres testigos.

Tratamientos	Genealogía	Tratamientos	Genealogía
1	ATX623 x RTX2901	31	ATX629 x RT434
2	ATX623 x RTX2906	32	ATX629 x RTX2892
3	ATX623 x RTX430	33	ATX629 x RTX2893
4	ATX623 x RTX434	34	ATX629 x RTX2904
5	ATX623 x RTX2892	35	ATX629 x RTX2905
6	ATX623 x RTX2893	36	ATX629 x RTX2907
7	ATX623 x RTX2904	37	ATX629 x RTX2898
8	ATX623 x RTX2905	38	RTX629
9	ATX623 x RTX2907	39	RTX2892
10	ATX623 x RTX2898	40	TESTIGO8428
11	RTX2901	41	ATX630 x RTX2901
12	RTX623	42	ATX630 x RTX2908
13	RTX2906	43	ATX630 x RTX 434
14	testigo 8282	44	ATX630 x RTX2892
15	ATX626 x RTX2901	45	ATX630 x RTX2893
16	ATX626 x RTX2906	46	ATX630 x RTX2904
17	ATX626 x RTX2908	47	ATX630 x RTX2905
18	ATX626 x RTX434	48	ATX630 x RTX2907
19	ATX626 x RTX2892	49	ATX630 x RTX2898
20	ATX626 x RTX2893	50	RTX630
21	ATX626 x RTX2904	51	TESTIGO 8313
22	ATX626 x RTX2905	52	RTX2893
23	ATX626 x RTX2907	53	RTX2904
24	ATX626 x RTX 2898	54	RTX2905
25	RTX626	55	RTX2907
26	RTX430	56	RTX 2898
27	RTX2908	57	RTX 629
28	TESTIGO 8310	58	ATX630 x RTX430
29	ATX629 x RTX2906	59	ATX629 x RTX430
30	ATX629 x RTX2908		

### **3. 3 Establecimiento y manejo del experimento**

#### **Preparación del Terreno**

##### **Barbecho**

Con esta actividad se rompe, remueve y fragmenta una capa superficial del suelo de 25 a 30 cm, produciendo una cierta intemperización durante aproximadamente 30 días, tiempo en que las larvas y huevecillos de las plagas quedan expuestos al sol y por lo tanto mueren.

##### **Rastreo**

Se hace para reducir a los terrones grandes a pequeños, siendo conveniente esperar diez días después del último barbecho para realizar esta práctica

##### **Siembra**

Una vez que se preparó el terreno, se le dio un riego de aniego pesado y cuando dio punto la tierra se surcó, posteriormente se sembró de forma manual (a chorrillo), depositando la semilla de cada tratamiento en el centro del surco.

##### **Fertilización**

Se utilizó la fórmula de fertilización de 200- 100- 00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fosforo al momento de la siembra, la otra mitad del nitrógeno en el primer cultivo

##### **Labores Culturales**

Se realizaron las siguientes labores culturales deshierbes, estos se realizaron en forma manual y mecánica con la finalidad de eliminación de malas hiervas;

control de plagas, utilizándose mochilas manuales para la aplicación de insecticidas con su dosis recomendada, se aplicaron cuatro riegos de auxilio durante el desarrollo del cultivo.

### **3.4 Variables a evaluar**

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

#### **Días a floración.**

Para este carácter se consideró los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas en cada parcela tenían la mitad superior de la panoja en antesis. Y se expresó en días

#### **Altura de planta.**

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

#### **Excursión.**

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

#### **Tamaño de panoja.**

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

## **Rendimiento.**

Se tomaron todas las panojas de tres metros de la parcela útil, se desgranaron y se procedió a pesarlas, posteriormente se multiplico por un factor de conversión para determinar su peso expresado en toneladas por hectárea.

$$F_c = \frac{10000m^2}{(L_s)(D_s)}$$

Dónde:

F<sub>c</sub> =Factor de conversión

10000 m<sup>2</sup> = Área total de una hectárea

L<sub>s</sub> = Longitud del surco

D<sub>s</sub> = Distancia entre surcos

## **3.5 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado para la evaluación, fue el de bloques al azar con 3 repeticiones, La parcela experimental fue de un surco de cinco mts. De largo y 0.85 m. entre surcos, sembrando a chorrillo ocho gr. para cada parcela.

### **Análisis de varianza**

#### **Modelo estadístico.**

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

Y<sub>ij</sub> = Valor observado del i-ésimo tratamiento en la J-ésima repetición.

μ = Media general

t<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo tratamiento

β<sub>j</sub> = Efecto del j-ésimo bloque

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

### Cuadro 1.2. Análisis de varianza de bloques al azar

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS
Repeticiones	r-1	
Tratamientos	t-1	M <sub>2</sub>
Error	(r-1)(t-1)	M <sub>1</sub>
Total	(rt-1)	

#### El coeficiente de variación

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

Dónde:

C.V = Coeficiente de variación.

CMEE = 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 observar el agrupamiento de los genotipos y ordenarlos facilitando el análisis y la comparación de los mismos, la fórmula utilizada fue la siguiente:

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

Dónde:

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

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

r = repeticiones

t α= Valor obtenido de las tablas de t

#### IV. Resultados y Discusión

Los resultados de esta investigación, son el producto de un grupo de híbridos formados con líneas experimentales del programa de mejoramiento de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y tres testigos, los cuales fueron probadas para determinar su potencial de rendimiento y otros caracteres agronómicos deseables, estos 59 híbridos fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, su análisis de varianza se presenta en la Tabla 2. En el análisis de varianza se puede observar que para la fuente de variación tratamientos existe una alta significancia ( $P \leq 0.01$ ), lo cual indica que las medias de comportamiento de los materiales bajo prueba son diferentes, el coeficiente de variación fue de 18.68 % lo que le da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Tabla 2. Análisis de varianza para rendimiento de grano. La estancia, Querétaro 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	0.88	0.44	1.26	0.28
TRATAMIENTOS	58	207.05	3.56	10.18	0.00**
ERROR	116	40.640	0.35		
TOTAL	176	248.58			

C.V. = 18.68%

En la Tabla 3 se muestran las diferentes medias de tratamientos y agrupaciones de acuerdo al comportamiento que tuvieron los híbridos mediante la prueba de DMS, indicando que aquellas medias de tratamientos que tengan letras iguales son estadísticamente similares, estos 20 grupos no es más que la



respuesta del comportamiento de los híbridos y esta variabilidad coincide con lo presentado en el análisis de varianza. En el primer grupo se encuentra el testigo 8428 con 6.67t ha<sup>-1</sup>el cual fue el que más rindió, y en el segundo grupo el híbrido experimental ATX626 x RTX2898 con rendimiento de 5.00t ha<sup>-1</sup>superando a los otros dos testigos y no mostrando diferencias significativas con otros ocho híbridos experimentales, lo que indica que dentro de los genotipos experimentales evaluados existe material prometedor. Presentando un límite superior de 6.67 y el inferior de 0.66t ha<sup>-1</sup>con un rango 6.01t ha<sup>-1</sup> lo que ratifica la variabilidad existente entre los materiales evaluados.

En la tabla 4 se muestran los 10 mejores híbridos productores de grano los cuales se observa que compiten con los testigos, resultados reportados por Cadena (2000) con materiales formados con germoplasma de la UAAAN, al evaluar la aptitud combinatoria de líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y sus cruzas posibles para la selección de híbridos. Observó que para la variable rendimiento, tres híbridos experimentales: A2 X IA28, AN35 X IA28 y AN34 X IA28 alcanzaron rendimientos experimentales de 6.741t ha<sup>-1</sup>, 6.493t ha<sup>-1</sup> y 6.180t ha<sup>-1</sup>respectivamente, compitiendo con los mejores testigos comerciales DEKALB D-65 y MASTER 911, lo que indica que el programa de sorgo cuenta con germoplasma que podría ser utilizado para la explotación de materiales comerciales

Tabla 3. Prueba de rango múltiple (DMS) para la variable rendimiento de grano

Tratamientos	Genealogía	Toneladas x ha <sup>-1</sup>	
40	TESTIGO 8428	6.67	A
24	ATX626 x RTX2898	5.00	B
51	TESTIGO 8313	4.91	BC
49	ATX630 x RTX2898	4.68	BCD
46	ATX630 x RTX2904	4.53	BCDE
42	ATX630 x RTX2908	4.47	BCDEF
35	ATX629 x RTX2905	4.38	BCDEFG

31	ATX629 x RTX434	4.33	BCDEFG
58	ATX630 x RTX430	4.20	BCDEFGH
30	ATX629 x RTX2908	4.11	BCDEFGHI
28	TESTIGO 8310	3.89	BCDEFGHIJ
48	ATX630 x RTX2907	3.90	CDEFGHIJK
7	ATX623 x RTX2904	3.87	CDEFGHIJKL
16	ATX626 x RTX2906	3.86	CDEFGHIJKL
10	ATX623 x RTX2898	3.86	CDEFGHIJKL
27	RTX 2908	3.85	CDEFGHIJKL
14	TESTIGO 8282	3.80	CDEFGHIJKLM
34	ATX629 x RTX2904	3.68	DEFGHIJKLMN
52	RTX 2893	3.63	DEFGHIJKLMN
18	ATX626 x RTX434	3.61	DEFGHIJKLMN
59	ATX629 x RTX430	3.47	EFGHIJKLMNO
33	ATX629 x RTX2893	3.46	EFGHIJKLMNO
44	ATX630 x RTX2892	3.45	EFGHIJKLMNO
20	ATX626 x RTX2893	3.45	EFGHIJKLMNO
22	ATX626 x RTX2905	3.43	EFGHIJKLMNO
47	ATX630 x RTX2905	3.41	EFGHIJKLMNO
55	RTX 2907	3.40	EFGHIJKLMNO
21	ATX626 x RTX2904	3.40	EFGHIJKLMNO
57	ATX 629	3.37	EFGHIJKLMNO
19	ATX626 x RTX2892	3.30	FGHIJKLMNOP
43	ATX630 x RTX434	3.29	FGHIJKLMNOP
29	ATX629 x RTX2906	3.26	GHIJKLMNOP
9	ATX623 x RTX2907	3.11	HIJKLMNOPQ
17	ATX626 x RTX2908	3.07	HIJKLMNOPQ
15	ATX626 x RTX2901	3.06	HIJKLMNOPQ
26	RTX 430	3.96	IJKLMNOPQ
41	ATX630 x RTX2901	2.84	JKLMNOPQ
23	ATX626 X RTX2907	2.76	KLMNOPQR
39	RTX 2892	2.75	KLMNOPQR
32	ATX629 x RTX2892	2.74	KLMNOPQR
6	ATX623 x RTX2893	2.70	KLMNOPQR
36	ATX629 x RTX2907	2.68	LMNOPQR
54	RTX 2905	2.63	MNOPQRS
53	RTX 2904	2.57	NOPQRS
8	ATX 623 x RTX2905	2.55	NOPQRS

45	ATX630 x RTX2893	2.50	NOPQRS
5	ATX623 x RTX2892	2.37	OPQRST
50	RTX 630	2.36	OPQRST
1	ATX623 x RTX 2901	2.12	PQRST
38	RTX 629	2.06	QRST
2	ATX623 x RXT2906	2.04	QRST
37	ATX629 x RTX 2898	1.93	QRST
25	ATX626 x RTX 2898	1.95	QRST
56	RTX 2898	1.64	RSTU
11	RTX 2901	1.52	STU
12	RTX 623	1.28	TU
13	RTX 2906	1.23	TU
3	ATX623 x RTX430	0.81	U
4	ATX623 x RTX434	0.66	U

Medias de híbridos experimentales = 3.18

Media de testigos=4.8175

DMS = 0.958 t ha<sup>-1</sup>

Nivel de significancia = 0.05

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tabla 4. Comportamiento de los mejores 10 híbridos experimentales de sorgo para grano en relación con dos testigos.

Tratamientos	Genealogía	Toneladas x ha <sup>-1</sup>
40	TESTIGO 8428	6.67
24	ATX626 x RTX2898	5.00
51	TESTIGO 8313	5.00
49	ATX630 x RTX2898	4.68
46	ATX630 x RTX2904	4.53
42	ATX630 x RTX2908	4.47
35	ATX629 x RTX2905	4.38
31	ATX629 x RTX434	4.33
58	ATX623 x RTX430	4.20
30	ATX629 x RTX2908	4.12
14	TESTIGO 8282	2.91
Promedio	TESTIGOS	4.86

La tabla 5 muestra diferencias altamente significativas para la fuente de variación tamaño de panoja, lo que indica que para esta variable existen diferentes tamaños de panojas. El coeficiente de variación fue de 7.14% el cual de da confiabilidad a los resultados obtenidos.

La tabla 6 muestra los valores medios para la variable longitud de panoja donde reporta 12 grupos diferentes, encontrando en el primer grupo nueve genotipos, siendo los híbridos experimentales ATX630 x RTX2898, ATX629 x RTX2898 y ATX630 x RTX2904 con tamaños de panojas de 29.00, 27.33 y 27.00 cm. respectivamente siendo los más rendidores en t ha<sup>-1</sup> lo que los sitúa como materiales prometedores y el testigo 8428 en el segundo grupo con una longitud de 26.00 cm. sin embargo es probable que el peso y tamaño grano fue mayor de este último por lo que rendimiento t ha<sup>-1</sup> fue mayor, en este grupo se

encuentran en el segundo y séptimo lugar los testigos 8313 y 8282 con buenos tamaños de 28.33 y 26.66 cm. presentando un límite superior de 29.00 y el inferior de 70.66 cm. con un rango de 1.33 cm. el cual es pequeño sin embargo el análisis de varianza reporta diferencias altamente significativas. Se puede observar que el progenitor macho RTX 2898 en combinación con las dos primeras hembras presenta los mayores tamaños de panoja, si consideramos que esta característica es una importante componente de rendimiento, esta es una línea que puede ser seleccionada para incluirla como progenitor en otras combinaciones híbridas experimentales. Resultados similares fueron encontrados por Rodríguez (2012).

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable longitud de panoja. La Estancia, Querétaro. 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	3.75	1.87	0.65	0.52
TRATAMIENTOS	58	832.18	14.34	4.96	0.00**
ERROR	116	334.89	2.88		
TOTAL	176	1170.84			

C.V. = 7.14%

Tabla 6. Medias experimentales de 59 híbridos de sorgo de grano para tamaño de panoja utilizando la prueba de DMS.

Tratamientos	Genealogía	Media en cm	
49	ATX630 x RTX2898	29.00	A
51	TESTIGO 8313	28.33	AB
37	ATX629 x RTX2898	27.33	ABC

46	ATX630 x RTX2904	27.00	ABC
32	ATX629 x RTX2892	27.00	ABCD
5	ATX623 x RTX2892	26.66	ABCD
14	TESTIGO 8282	26.66	ABCD
16	ATX626 x RTX2906	26.66	ABCDE
19	ATX626 x RTX2892	26.66	ABCDE
40	TESTIGO 8428	26.00	BCDE
10	ATX623 x RTX2898	25.66	BCDE
17	ATX626 x RTX2908	25.66	BCDE
44	ATX630 x RTX2892	25.66	BCDE
45	ATX630 x RTX2893	25.66	BCDEF
31	ATX629 x RTX434	25.33	BCDEFG
52	RTX 2893	25.33	BCDEFG
28	TESTIGO 8310	25.00	BCDEFG
48	ATX630 x RTX2907	25.00	BCDEFG
53	RTX 2904	25.00	CDEFG
55	RTX 2907	25.00	CDEFG
23	ATX626 x RTX2907	25.00	CDEFG
18	ATX626 x RTX434	24.66	CDEFG
30	ATX629 x RTX2908	24.66	CDEFG
59	ATX629 x RTX430	24.66	CDEFG
12	RTX 623	24.33	CDEFGH
29	ATX629 x RTX2906	24.33	CDEFGH
22	ATX626 x RTX2905	24.00	CDEFGHI
34	ATX629 x RTX2904	24.00	CDEFGHI
35	ATX629 x RTX2905	24.00	CDEFGHI
43	ATX630 x RTX434	24.00	CDEFGHI
33	Atx629 x RTX2893	23.66	CDEFGHI
24	ATX626 x RTX2898	23.66	CDEFGHI
36	ATX629 x RTX2907	23.66	CDEFGHI
41	ATX630 x RTX2901	23.66	CDEFGHI
2	ATX623 x RXT2906	23.33	CDEFGHI

13	RTX 2906	23.33	DEFGHI
38	RTX 629	23.33	DEFGHI
56	RTX 2898	23.33	DEFGHI
1	ATX623 x RT2901	23.00	EFGHIJ
7	ATX623 x RTX2904	23.00	EFGHIJ
9	ATX623 x RTX2907	23.00	EFGHIJ
20	ATX626 x RTX2893	23.00	EFGHIJ
47	ATX630 x RTX2905	23.00	EFGHIJ
27	RTX 2908	23.00	EFGHIJ
42	ATX630 x RTX2908	22.66	EFGHIJ
50	RTX 630	22.00	FGHIJK
6	ATX623 x RTX2893	22.00	FGHIJK
21	ATX626 x RTX2904	21.66	FGHIJK
54	RTX 2905	21.66	GHIJK
58	ATX 629	21.66	GHIJK
8	ATX623 x RTX2905	21.00	GHIJK
11	RTX 2901	21.00	HIJK
15	ATX626 x RTX2901	21.00	HIJK
3	ATX623 x RTX 430	20.66	HIJK
57	ATX 629	20.66	IJKL
4	ATX623 x RTX434	20.33	IJKL
39	RTX 2892	19.66	JKL
25	ATX626 x RTX2898	19.00	KL
26	RTX 430	17.66	L

Media de híbridos experimentales=23.65

Media de testigos = 26.4975

DMS= 2.74 cm

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

En la Tabla 7 se presentan los mejores híbridos experimentales para tamaño de panoja, destaca el tratamiento 49 con valor de 29.00 cm; le siguen en importancia los tratamientos 37, 46 con 27.33 y el resto con 26.66 cm. todos arriba de la media de testigos de 26.4975.

Tabla 7 comportamiento de los 10 mejores híbridos para tamaño de panoja en relación con el testigo experimental.

Tratamientos	GENEALOGIA	Medias en cm
42	ATX630 x RTX2908	22.66
30	ATX629 x RTX2908	24.66
14	TESTIGO 8282	26.66
24	ATX626 x RTX2898	23.66
51	TESTIGO 8313	28.33
31	ATX629 x RTX434	25.33
46	ATX630 x RTX2904	27.00
58	ATX630 x RTX430	21.66
49	ATX630 x RTX2898	29 .00
35	ATX629 x RTX2905	24 .00
40	TESTIGO 8428	26.00
Promedio	TESTIGO	29.99

La tabla 8 muestra el análisis de varianza, en el cual se observa en la fuente de variación tratamientos, que en la variable días a floración se encontraron diferencias altamente significativas, indicando que existe una gran diferencia en su comportamiento entre los genotipos evaluados, su coeficiente de variación fue de 4.82 lo que le da confiabilidad a los resultados obtenidos.



Tabla 8. Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo para días a floración evaluados en La Estancia, Querétaro.2011

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	16.7500	8.37	0.44	0.64
TRATAMIENTOS	58	3762.00	64.86	3.46	0.00**
ERROR	116	2170.37	18.71		
TOTAL	176	5949.12			

C.V. = 4.84%

La tabla 9 muestra las medias para días a floración reportando 9 grupos, encontrando los híbridos experimentales más rendidores para grano ATX626 x RTX2898, ATX630 x RTX 2898, ATX630 x RTX2904 con 87, 91, 89 días a floración respectivamente, considerándose como híbridos intermedios, los híbridos testigos más rendidores para grano 8428, 8313 y 8310 presentan floraciones de 98, 88 y 87 días respectivamente lo cual se puede observar que son floraciones muy semejantes entre los dos grupos de materiales, lo que demuestra que la UAAAN posee germoplasma valioso para la formación de combinaciones deseables. El rango para esta característica fue de 20 días con un límite superior de 103 y el inferior de 83 días. El macho progenitor de los dos primeros híbridos experimentales es el progenitor macho RTX 2898, que muestra el valor máximo de días a floración, razón por la cual los híbridos formados con esta línea en combinación con las hembras, confiere a sus híbridos la condición de la floración. por términos generales, en este estudio los materiales más rendidores fueron los que presentaron mayores días a floración, podemos observar también que los híbridos con menor rendimiento fueron los tratamientos 3 y 4 que se encuentran dentro del grupo de los más precoces, lo que indica que puede existir una correlación positiva entre estas dos variables.

Tabla 9. Medias experimentales de 59 híbridos de sorgo de grano para días a floración utilizando la prueba de DMS.

<b>Medias</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Medias en días</b>	
56	RTX 2898	103.33	A
54	RTX 2905	102.66	A
13	RTX 2906	99.33	AB
5	ATX623 x RTX 2892	98.00	ABC
40	TESTIGO 8428	98.00	ABC
39	RTX 2892	97.66	ABCD
11	RTX 2901	97.33	ABCDE
47	ATX630 x RTX2905	96.66	ABCDEF
26	RTX 430	94.66	BCDEFG
35	ATX629 x RTX2905	94.00	BCDEFGH
53	RTX 2904	92.33	BCDEFGHI
49	ATX630 x RTX2898	91.33	BCDEFGHI
52	RTX 2893	91.00	BCDEFGHI
58	ATX630 x RTX430	90.66	BCDEFGHI
1	ATX623 x RTX2901	90.00	CDEFGHI
36	ATX629 x Rtx2905	90.00	CDEFGHI
55	RTX 2907	90.00	CDEFGHI
41	ATX630 x RTX2901	89.66	CDEFGHI
43	ATX630 x RTX434	89.33	CDEFGHI
45	ATX630 x RTX2893	89.33	DEFGHI
46	ATX630 x RTX2904	89.00	DEFGHI
9	ATX623 x RTX2907	89.00	DEFGHI
10	ATX623 x RTX2898	89.00	DEFGHI
38	RTX 629	89.00	DEFGHI
16	ATX626 x RTX2906	89.00	DEFGHI
29	ATX629 x RTX2906	89.00	DEFGHI

34	ATX629 x RTX2904	89.00	EFGHI
48	ATX630 x RTX2907	89.00	EFGHI
51	TESTIGO 8313	88.66	EFGHI
31	ATX629 x RTX434	88.66	EFGHI
44	ATX630 x RTX2892	88.33	EFGHI
27	RTX 430	88.33	FGHI
59	ATX629 x RTX430	88.33	FGHI
4	ATX623 x RTX434	88.00	FGHI
33	ATX629 x RTX 2893	88.00	FGHI
50	RTX 630	88.00	FGHI
28	TESTIGO 8310	87.33	GHI
2	ATX623 x RTX 2906	87.00	GHI
7	ATX623 x RTX2904	87.00	GHI
22	ATX626 x RTX2905	87.00	GHI
24	ATX626 x RTX2898	87.00	GHI
37	ATX629 x RTX2898	86.66	GHI
18	ATX626 x RTX434	86.66	GHI
14	TESTIGO 8282	86.33	GHI
12	RTX 623	86.33	GHI
30	ATX629 x RTX2908	86.00	GHI
23	ATX626 x RTX2907	85.66	GHI
3	ATX623 x RTX430	85.00	HI
15	ATX626 x RTX2901	85.00	HI
20	ATX626 x RTX2893	85.00	HI
32	ATX629 x RTX2892	85.00	HI
25	RTX 626	84.66	HI
57	ATX 629	84.66	HI
21	ATX626 x RTX2904	84.66	HI
6	ATX623 x RTX2893	84.00	HI
19	ATX626 x RTX2892	84.00	HI

42	ATX630 x RTX2908	84.00	HI
17	ATX626 x RTX2908	83.33	I
8	ATX623 x RTX2905	83.00	I

Media de híbridos experimentales=89.422

Media de testigos= 87.6625

DMS= 6.96 días

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Tabla 10. Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo para días a floración en relación con el testigo experimental.

Tratamientos	GENEALOGIA	Medias en días
42	ATX630 x RTX2908	84.00
30	ATX629 x RTX2908	86.00
14	TESTIGO 8282	86.33
24	ATX626 x RTX2898	87.00
51	TESTIGO 8313	88.66
31	ATX629 x RTX434	88.66
46	ATX630 x RTX2904	89.00
58	ATX630 x RTX430	90.66
49	ATX630 x RTX2898	91.33
35	ATX629 x RTX2905	94.00
40	TESTIGO 8428	98.00
TESTIGOS	Promedio	90.99

La tabla 11 presenta el análisis de varianza para altura de planta en donde se observa en la fuente de variación tratamientos diferencias altamente significativas, indicando una alta variación en la respuesta de los híbridos

evaluados, el coeficiente de variación fue de 4.60% lo que le da confiabilidad al estudio realizado.

La tabla 12 presenta los valores medios para altura de planta, donde se observa que estadísticamente hay 13 grupos diferentes, encontrando que los híbridos experimentales más productores para rendimiento ATX626 x RTX2898, ATX630 x RTX2898 y ATX630 x RTX2903 se encuentran en los grupos 4, 2, y 1 con alturas de 109, 118, y 144 cm. respectivamente, considerándose como alturas aceptables y los híbridos comerciales que fueron los más rendidores para grano 8428, 8313 y 8310 se encuentran en el grupo 2 con alturas de 123, 113 y 115 cm. respectivamente alturas muy recomendadas en la explotación de híbridos, lo cual era de esperarse ya que son materiales comerciales. La altura de planta es una característica importante, ya que los materiales muy altos no son recomendables porque presentan dificultad para la cosecha mecánica.

En el trabajo llevado a cabo por León (2009) ensayando líneas R, observó lecturas similares para altura de planta con valores de 139 cm a 101, mientras que Rodríguez (2012) evaluando 53 híbridos de sorgo para grano a través de tres ambientes reporta altura de planta que oscilaron en un rango de 195 cm a 100.

Tabla 11. Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo para altura de planta evaluados en la Estancia, Querétaro, 2011.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	65.75	32.87	1.170	313
TRATAMIENTOS	58	23272.50	401.25	14.30	0.000**
ERROR	116	3254.75	28.05		
TOTAL	176	26593.00			

C.V. = 4.60%

La tabla 12 muestra las medias para altura de planta encontrando 14 grupos estadísticamente diferentes

Tabla 12. Medias experimentales de 59 híbridos de sorgo para altura de planta utilizando la prueba de DMS.

Tratamientos	Genealogía	Medias en cm	
46	ATX630 x RTX2904	144.66	A
7	ATX623 x RTX2904	131.33	AB
18	ATX626 x RTX434	130.66	AB
44	ATX630 x RTX2892	129.66	ABC
5	ATX623 x RTX2892	129.33	ABC
42	ATX630 x RTX2908	129.00	ABC
48	ATX630 x RTX2907	129.00	ABC
47	ATX630 x RTX2905	128.66	ABC
6	ATX623 x RTX2893	128.00	ABC
50	RTX 630	126.33	BCD
8	ATX623 x RTX2905	125.00	BCDE
20	ATX626 x RTX2893	124.66	BCDEF
9	ATX623 x RTX2907	124.00	BCDEFG
40	TESTIGO 8428	123.66	BCDEFG
21	ATX626 x RTX2904	123.33	BCDEFG
43	ATX630 x RTX434	123.00	BCDEFGH
16	ATX626 x RTX2906	122.66	BCDEFGH
2	ATX623 x RTX2906	122.00	BCDEFGHI
22	ATX626 x RTX2905	122.00	BCDEFGHI
32	ATX629 x RTX2892	120.33	BCDEFGHI
45	ATX630 x RTX2893	120.33	BCDEFGHI
12	RTX 623	120.00	BCDEFGHI
58	ATX630 x RTX430	119.00	BCDEFGHIJ
33	ATX629 x RTX2893	118.66	BCDEFGHIJ

49	ATX630 x RTX2898	118.00	BCDEFGHIJ
15	ATX626 x RTX2901	117.66	BCDEFGHIJ
19	ATX626 x RTX2892	117.00	BCDEFGHIJK
23	ATX626 x RTX2907	117.00	BCDEFGHIJK
30	ATX629 x RTX2908	116.66	BCDEFGHIJK
14	TESTIGO 8282	116.00	BCDEFGHIJK
28	TESTIGO 8310	115.00	BCDEFGHIJKL
3	ATX623 x RTX430	114.00	BCDEFGHIJKL
34	ATX629 x RTX2904	114.00	BCDEFGHIJKL
52	RTX 2893	114.00	BCDEFGHIJKL
10	ATX623 x RTX2898	113.66	BCDEFGHIJKL
4	ATX623 x RTX434	113.33	BCDEFGHIJKL
51	TESTIGO 8313	113.33	BCDEFGHIJKL
41	ATX630 x RTX2901	112.33	CDEFGHIJKL
17	ATX626 x RTX2908	112.33	CDEFGHIJKL
31	ATX629 x RTX434	112.00	CDEFGHIJKL
36	ATX629 x RTX2907	112.00	CDEFGHIJKL
24	ATX626 x RTX2898	109.00	DEFGHIJKL
26	RTX 430	109.00	DEFGHIJKL
59	ATX629 x RTX 430	109.00	DEFGHIJKL
1	ATX623 x RTX 2901	108.33	DEFGHIJKL
25	RTX 626	108.00	EFGHIJKL
55	RTX 2907	107.66	EFGHIJKL
38	RTX 629	106.66	FGHIJKL
37	ATX629 x RTX2898	106.00	GHIJKL
35	ATX629 x RTX2905	105.00	HIJKLM
13	RTX 2906	104.33	IJKLM
29	RTX 430	104.00	IJKLMN
39	RTX 2892	102.00	JKLMN
27	RTX 2908	101.33	KLMN
53	RTX 2904	97.33	LMN
57	ATX 629	97.00	LMN

56	RTX 2898	87.66	MN
11	RTX 2901	86.00	N
54	RTX 2905	86.00	N

Media de híbridos experimentales=114.224151

Media de testigos=116.9975

DMS = 8.57 cm

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Tabla 13. Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo experimentales para altura de planta en relación con el testigo.

Tratamientos	Genealogía	Medias en cm
46	ATX630 x RTX2904	144.66
42	ATX630 x RTX2908	129.00
40	TESTIGO 8428	123.66
58	ATX630 x RTX430	119.00
49	ATX630 x RTX2898	118.00
30	ATX629 x RTX2908	116.66
14	TESTIGO 8282	116.00
51	TESTIGO 8313	113.33
31	ATX629 x RTX434	112.00
24	ATX626 x RTX2898	109.00
35	ATX629 x RTX2905	105.00
TESTIGO	Promedio	117.66

En la Tabla 14 podemos ver el análisis de varianza de los diferentes híbridos de sorgo evaluados para la variable excersión de panoja indicando una alta significancia para las medias de los diferentes tratamientos .Dicha significancia



de la prueba de F debido a tratamientos nos indica que al menos dos medias de tratamientos son diferentes, lo anterior puede ser corroborado con las diferentes medias de los híbridos evaluados, tabla 14. los mismos que presentan un límite superior a 14.67 cm. y el inferior de 2.0 cm. con un rango de 12.67 cm.

Tabla 14. Análisis de varianza de 59 híbridos de sorgo experimentales para excursión de panoja, evaluados en La Estancia, Queretaro.2011

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	4.96	2.48	0.49	0.61
TRATAMIENTOS	58	1318.16	22.72	4.52	0.00**
ERROR	116	582.37	5.02		
TOTAL	176	1905.50			

\*\* , Altamente Significativo

C.V. = 30.98%

La tabla 15, presenta los valores medios en donde se observa 13 grupos diferentes encontrando a los híbridos experimentales más rendidores para grano ATX626 x RTX2898, ATX630 x RTX2898 Y ATX630 x RTX2904 en los grupos 2, 1 y 4 con 9, 12 y 8 cm, de excursión respectivamente considerada como buena, y los híbridos testigos más rendidores para grano en los grupos 2, 5 y 1 con 9, 7 y 11 cm. respectivamente, analizando el primer grupo de genotipos con el segundo se concluye que las excursiones son muy parecidas lo que sigue demostrando que en la UAAAN dentro de su germoplasma cuenta con genotipos con una buena variabilidad genética para diferentes características agronómicas, para formar combinaciones que en el futuro le puedan proporcionar híbridos sobresalientes.

Tabla 15. Medias experimentales de 59 híbridos de sorgo para excersión de panoja utilizando la prueba de DMS.

Tratamientos	Genealogía	Medias en cm	
5	ATX623 x RTX2892	14.66	A
14	TESTIGO 8282	14.33	A
7	ATX623 x RTX2904	12.66	AB
42	ATX630 x RTX2908	12.00	ABC
4	ATX623 x RTX434	11.00	ABCD
11	RTX 2901	11.00	ABCDE
19	ATX626 x RTX2892	11.00	ABCDEF
28	TESTIGO 8310	11.00	ABCDEF
44	ATX630 x RTX2892	10.00	ABCDEF
3	ATX623 x RTX430	9.33	BCDEFG
24	ATX626 x RTX2898	9.33	BCDEFGH
40	TESTIGO 8428	9.33	BCDEFGH
10	ATX623 x RTX2898	9.00	BCDEFGHI
18	ATX626 x RTX434	9.00	BCDEFGHI
2	ATX623 x RTX2906	8.66	BCDEFGHIJ
37	ATX629 x RTX2898	8.33	CDEFGHIJK
41	ATX630 x RTX2901	8.33	DEFGHIJK
46	ATX630 x RTX2904	8.00	DEFGHIJK
32	ATX629 x RTX2892	7.66	DEFGHIJK
51	TESTIGO 8313	7.66	EFGHIJK
12	RTX 623	7.33	EFGHIJK
13	RTX 2906	7.33	EFGHIJK
16	ATX626 x RTX2906	7.33	EFGHIJK
57	ATX 629	7.33	FGHIJK
1	ATX623 x RTX2901	7.00	FGHIJK
20	ATX626 x RTX2893	7.00	FGHIJK
21	ATX626 x RTX2904	7.00	FGHIJK
22	ATX626 x RTX2905	7.00	FGHIJK
35	ATX629 x RTX2905	7.00	FGHIJK
36	ATX629 x RTX2907	7.00	FGHIJK
38	RTX 629	7.00	FGHIJK
48	ATX630Rt x 2907	7.00	FGHIJKL
53	RTX 2904	7.00	FGHIJKL
17	ATX626 x RTX2908	6.66	FGHIJKL
30	ATX629 x RTX2908	6.66	FGHIJKL

34	ATX629 x RTX2904	6.66	FGHIJKL
50	RTX 630	6.66	FGHIJKL
58	ATX630 x RTX430	6.66	GHIJKLM
59	ATX629 x RTX430	6.66	GHIJKLM
27	RTX 2908	6.33	GHIJKLM
8	ATX623 x RTX2905	6.00	GHIJKLM
25	RTX 626	6.00	GHIJKLM
39	RTX 2892	5.66	GHIJKLM
49	ATX630 x RTX2898	5.66	GHIJKLM
52	RTX 2893	5.66	HIJKLM
6	ATX623 x RTX2893	5.00	HIJKLM
15	ATX626 x RTX2901	5.00	HIJKLM
23	ATX626 x RTX2907	5.00	HIJKLM
43	ATX630 x RTX434	4.66	IJKLM
45	ATX630 x RTX2893	4.33	IJKLM
47	ATX630 x RTX2905	4.33	JKLM
55	RTX 2907	4.33	JKLM
56	RTX 2898	4.33	JKLM
9	ATX623 x RTX2907	4.00	KLM
31	ATX629 x RTX434	4.00	KLM
54	RTX 2905	4.00	KLM
26	RTX 430	3.66	KLM
33	ATX629 x RTX2893	2.33	LM
29	ATX629 x RTX2906	2.00	M

Media de híbridos experimentales=6.99

Media de testigos=10.58

DMS =3.60 cm

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Tabla 16. Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo experimentales para excursión de panoja en relación con el testigo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Medias en cm</b>
14	TESTIGO 8282	14.33
42	ATX630 x RTX2908	12.00
40	TESTIGO 8428	9.33
24	ATX626 x RTX2898	9.33
46	ATX630 x RTX2904	8.00
51	TESTIGO 8313	7.66
35	ATX629 x RTX2905	7.00
58	ATX630 x RTX430	6.66
30	ATX629 x RTX2908	6.66
49	ATX630 x RTX2898	5.66
31	ATX629 x RTX434	4.00
TESTIGOS	Promedio	10.44

## **V. CONCLUSIÓN**

Los resultados experimentales obtenidos muestra que los híbridos experimentales ATX626 x RTX2898, ATX630 x RTX2898 y ATX630 x RTX2904 de mayor rendimiento para grano, también fueron sobresalientes en las demás características fenotípicas evaluadas, en comparación con los testigos 8428,8313 y 8310, por lo que se concluye que en el programa de sorgo se cuenta con material experimental sobresaliente, que puede ser utilizado en la producción de híbridos.

## VI Bibliografía

- 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 pg. 19-27.
- Cadena, R.O. 2000. Evaluación de tesis de estimación de la aptitud combinatoria de líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y sus cruzas posibles para la selección de híbridos. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 39
- Castillo, M. F. 2002. Evaluación de siete genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para grano en la región de Río Bravo, Tamaulipas. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Coutiño, E. B. 2008. Evaluación de semillas de sorgo de prosemillas a de c.v en la región central de Chiapas. Inifap informe anual para el ccvp ciclo p-v p.5.
- Coyote, O. E. 2000. Estudio comparativo de híbridos experimentales de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en tres ambientes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. P53-54
- Elizarraraz, A.R. 2003. Evaluación y selección de progenitores de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), de acuerdo a sus valores de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México 30-34

Estebez J. R (2010). Evaluación de rendimiento de biomasa y grano a variedades de sorgos “bmr” (*Sorghumbicolor* L. Moech) en diferentes condiciones ambientales de América Central y Texas 2010.

Flores, H. A. 2001. Introducción a la geotecnia vegetal. Editorial dirección general de difusión cultural y servicio de la UACH.

Galván, B. E .2004. Evaluación de híbridos experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* I. Moench), en la región del bajío. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Hernández, E. L. A. 2010. 202. Nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. Revista mexicana de ciencias agrícolas, vol.1 , NÚM. 5, Octubre-Diciembre, 2010, PP. 733-737. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Redalyc.1

Hernández, S. J .2004 Evaluación per se de 41 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* I. Moench) para grano con potencial para su utilización en el consumo humano. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. P 36-40

InfoAserca ,2004 Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. México

León, V. H. 2009. Evaluación perse en 49 líneas restauradoras (r) en sorgo. MEXICO. Universidad Autónoma de Chapingo

León, V. H (2009), Leopoldo E. Mendoza Onofre, Fernando Castillo González, Tarsicio Cervantes Santana, Ángel Martínez Garza. Evaluación de dos

- generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. ii: aptitud combinatoria, heterosis y Heterobeltiosis. Revista Agrociencia.
- Mesa, V.J.C.2013. Evaluación de 50 Híbridos de Sorgo para Grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), en el Municipio de General Cepeda, Coah. TESIS DE LICENCIATURA .UAAAN.BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA México
- Muñoz, R.L.A Y Fernández, G.A. 2003. Formación y evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
- Nolasco, R.O .2001Evaluación de 14 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con potencial para alimentación humana. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México 50-56
- Ortiz, A.O.2003 . Selección de progenitores de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) en base a su estimación de aptitud combinatoria general (acg) y aptitud combinatoria específica (ACE). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México 60-62
- Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2011. sorgo como un cultivo multifacético para la producción de bioetanol en México: tecnologías, avances y áreas de oportunidad , C. Chuck–Hernández, E. Pérez–Carrillo, E. Heredia–Olea Y S.O. Serna–Saldívar\* REV. MEX. ING. QUÍM VOL.10 NO.3 México DIC. 2011
- SAGARPA. 2010 .comité sistema producto sorgo de Michoacán plan rector, ING. Adalberto Escutia Sánchez Facilitador Estatal
- Domingo, 09 de marzo



SAGARPA. 2010 .comité sistema producto sorgo de Michoacán plan rector, ING. Adalberto Escutia Sánchez Facilitador Estatal Domingo, 09 de marzo

SIAP .2003. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Situación actual y perspectivas de la producción de sorgo en México .1992-2004).

Siap-SAGARPA, Artículo “el sorgo mexicano: entre la autosuficiencia y la dependencia externa”, publicado en la revista claridades agropecuarias, números 46, Junio 1997.consultado . 09/09/2013 ALAS 4:22 PM

Siacom (2012) sistema de información agroalimentaria de consulta (SIACOM)

Torrecillas,G.M . 2007. La hora de los sorgos. Artículo técnico de lechería. Vertermex

Trucillo, T. 2009. Artículos Técnicos . sorgogranífero en zona maicera ¿por qué no?publicado el: 25/11/2009 .Autor/ES: ING. AGR. Vicente Trucillo – Gerente de Investigación – Advanta Semillas SAIC (Colaboraron ING. AGR. Pedro Pardo - Oscar Allovati)

Williams, A. H, Pecina Quintero Víctor; Montes García Noé, Palacios Velarde Oscar, Arcos Cavazos Gerardo, Vidal Martínez Víctor Antonio (2009). Reacción de variedades de sorgo [sorghum bicolor (L.) MOENCH] para grano a macrophominafaseolina (TASSI) GOID. Revista Mexicana de Fitopatología, VOL. 27, NÚM. 2, PP. 148-155. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México. REDALYC.

Williams A. H, Víctor Pecina Quintero, Francisco Zavala García, Noé Montes García (2004). RB-Patrón, nuevo híbrido de sorgo para grano en el noreste de México. Julio-septiembre, año/vol.27, número 003 Sociedad

Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Pp. 291-293. Revista Fitotecnia Mexicana.

[http://www.agrobit.com.ar/info\\_tecnica/agricultura/sorgo/ag\\_000009sg.htm](http://www.agrobit.com.ar/info_tecnica/agricultura/sorgo/ag_000009sg.htm)

[http://ccg2.siap.gob.mx/qro/mun\\_2013\\_queretaro/](http://ccg2.siap.gob.mx/qro/mun_2013_queretaro/)

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30162/curso\\_de\\_fitomejoramiento/leccin\\_14\\_interaccin\\_genotipo\\_por\\_ambiente.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30162/curso_de_fitomejoramiento/leccin_14_interaccin_genotipo_por_ambiente.html)

<http://www.eumed.net/rev/cccsc/04/cqcg.htm>

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/documents/sorgo.pdf>

[http://www.infap\\_campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=98](http://www.infap_campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=98)

<http://www.monografias.com/trabajos83/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar.shtml>

<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=8425>

<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>

<http://www.yoamoelsorgo.com.ar/pdf/MANEJO-AGRONOMICO.pdf>

## Apéndice

Medias experimentales de 59 híbridos de sorgo de grano para cada variable a evaluar						
Tratamientos	Genealogía	Rendimiento	tamaño de panoja	floración	altura de planta	excursión de panoja
1	ATX623 x RTX2901	2.12	23	90	108.33	7
2	ATX623 x RTX2906	2.04	23.33	87	122	8.66
3	ATX623 x RTX430	0.81	20.67	85	114	9.33
4	ATX623 x RTX434	0.66	20.33	88	113.33	11
5	ATX623 x RTX2892	2.37	26.67	98	129.33	14.66
6	ATX623 x RTX2893	2.7	22	84	128	5
7	ATX623 x RTX2904	3.87	23	87	131.33	12.67
8	ATX623 x RTX2905	2.55	21	83	125	6
9	ATX623 x RTX2907	3.11	23	89	124	4
10	ATX623 x RTX2898	3.86	25.67	89	113.67	9
11	RTX 2901	1.52	21	97.33	86	11
12	RTX 623	1.28	24.33	86.33	120	7.33
13	RTX 2906	1.23	23.33	99.33	104.33	7.33
14	TESTIGO 8282	3.8	26.67	86.33	116	14.33
15	ATX626 x RTX2901	3.06	21	85	117.67	5
16	ATX626 x RTX2906	3.86	26.67	89	122.67	7.33
17	ATX626 x RTX2908	3.07	25.67	83.33	112.33	6.67
18	ATX626 x RTX434	3.61	24.67	86.67	130.67	9
19	ATX626 x RTX2892	3.3	26.67	84	117	11

20	Atx626 x RTX2893	3.45	23	85	124.67	7
21	ATX626 x RTX2904	3.4	21.67	84.67	123.33	7
22	ATX626 x RTX2905	3.43	24	87	122	7
23	ATX626 x RTX2907	2.76	25	85.67	117	5
24	ATX626 x RTX2898	5	23.67	87	109	9.33
25	RTX 626	1.95	19	84.67	108	6
26	RTX 430	3.96	17.67	94.67	109	3.67
27	RTX 2908	3.85	23	88.33	101.33	6.33
28	TESTIGO 8310	3.89	25	87.33	115	11
29	ATX629 x RTX2906	3.26	24.33	89	104	2
30	ATX629 x RTX2908	4.11	24.67	86	116.67	6.67
31	ATX629 x RTX434	4.33	25.67	88.67	112	4
32	ATX629 x RTX2892	2.74	27	85	120.33	7.67
33	ATX629 x RTX2893	3.46	23.67	88	118.67	2.33
34	ATX629 x RTX2904	3.68	24	89	114	6.67
35	ATX629 x RTX 2905	4.38	24	94	105	7
36	ATX629 x RTX2907	2.68	23.67	90	112	7
37	ATX629 x RTX2898	1.93	27.33	86.67	106	8.33
38	RTX 629	2.06	23.33	89	106.67	7
39	RTX 2892	2.75	19.67	97.67	102	5.67
40	TESTIGO 8428	6.67	26	98	123.67	9.33
41	ATX630 x RTX2901	2.84	23.67	89.67	112.33	8.33
42	ATX630 x RTX2908	4.47	22.67	84	129	12

43	ATX630 x RTX434	3.29	24	89.33	123	4.67
44	ARTX630 x RTX2892	3.45	25.67	88.33	129.67	10
45	ATX630 x RTX2893	2.5	25.67	89.33	120.33	4.33
46	ATX630 x RTX2904	4.68	27	89	144.67	8
47	ATX630 x RTX2905	3.41	23	96.67	128.67	4.33
48	ATX630 x RTX2907	3.9	25	89	129	7
49	ATX630 x RTX2898	4.68	29	91.33	118	5.67
50	RTX 630	2.36	22	88	126.33	6.67
51	TESTIGO 8313	4.91	28.33	88.67	113.33	7.67
52	RTX 2893	3.63	25.33	91	114	5.67
53	RTX 2904	2.57	25	92.33	97.33	7
54	RTX 2905	2.63	21.67	102.67	86	4
55	RTX 2907	3.4	25	90	107.67	4.33
56	RTX 2898	1.64	23.33	103.33	87.67	4.33
57	ATX 629	3.37	20.67	84.67	97	7.33
58	ATX630 x RTX430	4.2	21.67	90.67	119	6.67
59	ATX629 x RTX430	3.47	24.67	88.33	109	6.67

Comportamiento de los mejores 10 híbridos de sorgo experimentales para cada variable evaluados en Querétaro.

Tratamientos	Genealogía	Toneladas x ha-1	tamaño de panoja	floración	altura de planta	excersion de panoja
40	TESTIGO 8428	6 .67	22.66	98	123.66	9.33
24	ATX626 x RTX2898	5.0	24.66	87	109	9.33
51	TESTIGO 8313	5.0	26.66	88.66	113.33	7.66
49	ATX630 x RTX2898	4 .68	23.66	91.33	118	5.66
46	ATX630 x RTX2904	4.53	28.33	89	144.66	8
42	ATX630 x RTX2908	4.47	25.33	84	129	12
35	ATX629 x RTX2905	4.38	27	94	105	7
31	ATX629 x RTX434	4.33	21.66	88.66	112	4
58	ATX623 x RTX 430	4.2	29 .00	90.66	119	6.66
30	ATX629 x RTX2908	4.12	24 .00	86	116.66	6.66
14	TESTIGO 8282	2.91	26	86.33	116	14.33