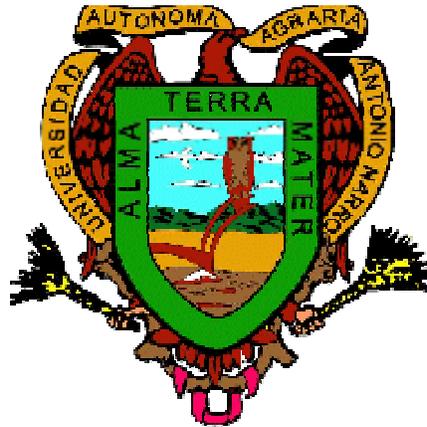


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA



**EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench) PARA GRANO EN LA REGIÓN DE
RÍO BRAVO, TAMAULIPAS**

POR:

FELIPE CASTILLO MUÑOZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA PODER OBTENER EL
TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.

NOVIEMBRE DEL 2002

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA

**EVALUACIÓN DE SIETE GENOTIPOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor L. Moench*) PARA GRANO EN LA REGIÓN DE RÍO BRAVO,
TAMAULIPAS**

Por:

FELIPE CASTILLO MUÑOZ

Tesis

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

A P R O B A D A

El presidente del jurado

M.C. Antonio Valdez Oyervides

Sinodal

Sinodal

M.C. Leopoldo Arce González

M.C. Federico Facio Parra

División de Agronomía

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México, noviembre del 2002

Dedicatoria

A mis Padres:

Felipe Castillo Barrón y Carmen Muñoz Espinoza (+).

Por inculcarme el deseo de superación y el siempre seguir adelante hasta concluir mis metas.

A mis hermanos:

Ramón, Dominga, Regulo, Justo, Maria Antonia,

Armando, José Guadalupe y Gloria Carolina.

Por haberme apoyado moralmente durante el tiempo que estuve estudiando y hasta el último momento de mi carrera.

A mis Tíos:

Francisco Castillo Barrón y Raquel Alférez Escobar.

Por sus valiosos consejos y porque depositaron en mi la confianza para la realización de mis estudios profesionales.

A mi esposa:

Silvia Rodríguez Cortés.

Por su comprensión, amor y apoyo incondicional durante el desarrollo de esta investigación.

A mis hijos:

Felipe de Jesús, Roberto Axel (+), David Alejandro y Karen Denisse.

Porque siempre están conmigo, porque sus caritas felices y sonrientes me dan motivación para seguir adelante y aquel que ya no está conmigo yo sé que desde el cielo siempre me estará apoyando.

A mis suegros:

Roberto Rodríguez Pachuca y Juana Cortés Reyes.

Por su comprensión y apoyo durante mi estancia en Saltillo para la realización de esta investigación.

A mis cuñados:

**José Roberto, Alicia, María del Rosario, María del Socorro,
Adela, Juan Enrique y Francisco Javier.**

Porque siempre estuvieron dando apoyo y animándome para que concluyera mi investigación.

Agradecimientos

A Dios nuestro señor:

Por todos los momentos de mi vida, aunque a Dios no se encuentran palabras para agradecer todo lo que me ha dado, simplemente puedo decir gracias Dios mío, en ti siempre puse toda la confianza y la seguiré poniendo sin pedirte nada a cambio con tu buena voluntad para mi, me basta y estoy satisfecho.

A Empresas Longoria, S.A. de C.V.

Por haberme facilitado los materiales y haberme otorgado todas las facilidades durante el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros:

Ing. Sergio Gutiérrez Alvizu, Gerente de ventas de Empresas Longoria, S.A. de C.V. e **Ing. Alejandro Nuncio Rodríguez**, Responsable del Departamento de Producción y Desarrollo de Empresas Longoria S.A. de C.V. Por sus valiosos apoyos incondicionales, durante el desarrollo de esta investigación.

Al M.C. Antonio Valdez Oyervides

Por su confianza, apoyo y amistad en la realización y culminación de este trabajo de investigación.

Al Ing. Héctor Williams Alanis.

Investigador del campo Agrícola experimental de Río Bravo, Tamaulipas. Por su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

Al M.C. Leopoldo Arce González y al M.C. Federico Facio Parra.

Por su participación en la revisión de esta tesis de investigación.

Al Ing. Mirna Hernández Pérez.

Por su participación y valiosa asesoría en el desarrollo de esta investigación.

A mi ALMA TERRA MATER.

Porque siempre ira en mi corazón y en cada momento de mi vida la recordaré con cariño, porque de ella siempre tendré bonitos recuerdos. Gracias ALMA TERRA MATER.

Índice de Contenido

Dedicatoria	lii
Agradecimientos	V
Índice de Cuadros	Xi
Indice de Gráficas	Xi
Introducción	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
Metas	3
Revisión de Literatura	4
Clasificación Taxonómica	4
Fase vegetativa	5
Descripción Botánica	8
a) Ciclo Vegetativo.	8
b) Clasificación Sexual	8
c) Sistema Radicular	9
d) Tallos	9
e) Hojas.	10
F) Flores	10
g) Grano	12

Fase de maduración	14
Variación biológica	15
Proceso de la mitosis	21
Interfase	22
Profase	22
Metafase	23
Anafase	23
Telofase	23
Producción de semilla de sorgo	24
Estructura de la Flor	24
Polinización y Fecundación	26
Estructura de la Semilla y Germinación	27
Mejoramiento y Producción de Semilla Híbrida	30
Investigación y Desarrollo de Materiales	32
Aspectos Generales para la producción de Semilla híbrida de Sorgo	33
Características del lote	33
Aislamiento y contaminantes de la semilla	34
Materiales Y Métodos	36
Materiales Utilizados	36
WM-27	36
WMGS-76-Y	37
WM-46	37
WM-69	37

WM-3198	37
WM-3198	37
WMGS-66-Y	38
Parámetros evaluados.	38
a) Fecha de siembra.	38
b) Emergencia.	38
c) Altura de la planta.	39
d) Tamaño de la espiga.	39
e) Rendimiento por parcela.	39
f) Rendimiento por hectárea.	39
Diseño experimental.	40
Tamaño del lote experimental	40
Superficie por parcela.	41
Superficie por parcela útil.	41
Siembra	41
Fecha de Siembra	41
Cultivo	41
Fertilización.	42
Riegos.	42
Malezas presentadas.	42
Plagas.	42
Enfermedades	43
Cosecha.	43

Análisis Estadístico	43
Resultados y Discusión	44
Altura de la planta	44
Floración	44
Panojas por parcela	45
Rendimiento por parcela y por hectárea	45
Conclusiones	49
Literatura Citada	51

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Diseño de campo, con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.	40
Cuadro 2	Resultados de una evaluación de cultivares de en la región de Río Bravo Tamps. 2002	45
Cuadro 3	Análisis de Varianza de la evaluación de cultivares de sorgo para grano en la región de Río Bravo Tamps. 2002	45
Cuadro 4	Rendimiento por parcela y nivel de significancia de la evaluación de cultivares de sorgo para grano en la región de Río Bravo Tamps. 2002	46

Índice de Gráficas

Grafica 1	Rendimiento por parcela de siete variedades de sorgo para grano en la región de Río Bravo, Tamaulipas, 2002	47
Grafica 2	Rendimiento por hectarea de siete variedades de sorgo para grano en la región de Río Bravo, Tamaulipas, 2002	47

INTRODUCCION

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

Los cinco principales productores de sorgo del mundo son: los Estados Unidos de América, China, India, Nigeria y México países que en conjunto aportan más del 70 por ciento de la producción mundial. Ya que nuestro país aporta alrededor del 11 por ciento de las cosechas mundiales de este grano.

Su participación en la agricultura nacional 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 de maíz y del frijol.

La introducción del cultivo del sorgo en México ocurrió aproximadamente en el año de 1958 en la región del norte de Tamaulipas. Al iniciarse el desplazamiento del cultivo del algodón (Robles, 1974). A principios de 1960, ocurrió una expansión acelerada del sorgo en superficie y producción; en ese año se sembraron en el país 111,432 ha con una producción de 209,256 ton (SARH,1983), mientras que en 1998 la superficie fue de 2,199,000 ha con una producción de 6,475,000 ton (SAGAR,1999).

El incremento de la superficie sembrada de sorgo en nuestro país, se debe principalmente a la demanda de este grano por la industria de alimentos balanceados para los animales, así como otros usos, aunados a su extraordinaria adaptación que va desde el nivel del mar hasta una altura de 1,800 msnm.

Los principales Estados productores de sorgo en orden de importancia son: Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa. Ya que estos aportan alrededor del 85 por ciento de la producción nacional.

Es importante mencionar que la región norte de Tamaulipas, es la principal zona de producción de semilla de sorgo en México; según información del SNICS, en esta región se obtienen alrededor de 35,000 toneladas por año, que equivale a más del 95 por ciento de la producción total de semilla de sorgo del país.

Sin embargo esta región no reúne las características ideales para la producción de semilla de sorgo, dada las condiciones de humedad o clima desfavorable para obtención de semilla, plagas y enfermedades, salinidad en suelo y sobre todo que existen muchas compañías productoras de semilla lo cual trae como consecuencia serios problemas con el aislamiento. Por lo que es importante realizar estudios para ser más eficiente la producción de semilla de sorgo, por ello se pretende realizar el siguiente trabajo de investigación, el cual tiene por objetivo la introducción de nuevas variedades las cuales evalúan el problema mencionado anteriormente

Para cubrir la demanda de semillas mejoradas de este cultivo (el 100 por ciento de la semilla son híbridos), existen en México compañías semilleras tanto del sector privado como del sector oficial. En 1977, la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) contribuyó con el 2 por ciento de la semilla de sorgo y el sector privado con el 98 por ciento; en 1982, PRONASE contribuyó con el 4 por ciento y el sector privado con el 96 por ciento.

Objetivo General:

Introducir nuevas variedades de sorgo para grano que posean buenos rendimientos y que toleren las condiciones fitosanitarias que se presentan en la región norte de Tamaulipas.

Hipótesis:

Al menos una variedad de las introducidas obtendrá mejores rendimientos en la producción de grano.

Metas:

Para el ciclo otoño invierno del año 2003, se tendrá información específica sobre las variedades aquí estudiadas y se estará en condiciones de recomendarlas en la región de referencia.

El sorgo pertenece a la familia graminae, tribu andropogoneae. La tribu andropogoneae comprende dos géneros de sorgos: el género sorghum, en el cual se encuentra el sorgo y el género saccharum.

El número de cromosomas básico es 5, 9 Y 10, según las distintas especies. El número básico de cromosomas entre la tribu Maydeae y la tribu Andropogoneae es de 5 y 10, por lo tanto, la poliploidia ocurre frecuentemente entre las dos tribus.

Clasificación taxonómica

Reino.....'Vegetal
División..... Trachaeophyta
Subdivisión..... Pteropsidae
ClaseAngiospennae
Subclase..... Monocotiledoneae
Grupo..... Glumiflora
Orden.....Graminales
Familia..... Graminae
Subfamilia..... Panicoideas
Tribu..... Andropogoneae
Género.....Sorghum
Especie.....Vulgare
Variedad botánicaSudanense
Variedad botánicaTechnicum
Variedad botánica.....Almum

Variedad comercial..... Diversas para grano

Variedad comercial..... Diversas para forraje

Fase vegetativa

Germinación y desarrollo de la Plántula Cuando una semilla se coloca en suelo húmedo, absorbe el agua y se hincha la germinación ocurre rápidamente si el suelo es caliente (20 °C o más), el coleóptilo aparece sobre la superficie después de tres o cuatro días (o más tiempo, hasta 10 días en el caso de suelos fríos de más de 13 a 20 °C). Cuando la semilla se hincha, el tegumento se rompe y emerge un pequeño coleóptilo y una raíz primaria (radícula) el coleóptilo crece y aparecen más raíces primarias

El coleóptilo emerge de la superficie del suelo y la primera hoja brota de la punta. La planta joven comienza acrecer, añadiendo más hojas, y el coleóptilo permanece como un tejido en la base de la planta

El mesocotilo crece durante este período, y se forma un nudo en la base del coleóptilo justo debajo de la línea del suelo. Principian a desarrollarse

raíces secundarias de este nudo cuando la planta tiene 3 a 7 días de emergida. La plántula joven usa durante éste período el alimento almacenado en el endospermo.

Al tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse el mesocotilo principia a morir, y el sistema radicular mayor se desarrolla de las raíces secundarias o adventicias.

Algunos sorgos amacollan profusamente, especialmente el zacate sudán y los sorgos forrajeros.

Los sorgos para grano varían en su capacidad para amacollar, pero comúnmente sólo lo hacen si hay humedad adecuada o una baja población.

En variedades que normalmente amacollan, los retoños o hijos se desarrollan de las yemas adventicias en el nudo de la base, poco después de que se desarrollan las raíces secundarias.

Las panículas del tallo principal florecen más o menos al mismo tiempo que los hijos, o pueden también las panículas de los hijos florecer más tarde.

La planta permanece en una fase vegetativa durante 30 a 40 días, durante la cual se forman todas las hojas. Después de este período el crecimiento ocurre mediante alargamiento de las células.

Durante este desarrollo, la semilla pasa por tres estados:

1) "Lechoso",

2) "Masoso Suave",

3) "Masoso Duro".

Estos términos, aunque se usan comúnmente, no están definidos con precisión. Las semillas principian a cambiar del color verde al color que tendrán en la madurez.

Las semillas contienen alrededor de un 30 por ciento de humedad a la madurez fisiológica; se secan entre un 10 o 15 por ciento durante los siguientes 10 a 25 días. Durante este período pierden hasta el 10% de su peso seco.

La semilla está lista para cosecha cualquier tiempo entre la madurez fisiológica y la semilla seca; sin embargo, una semilla con un porcentaje arriba del 12 por ciento de humedad debe ser secada antes de almacenarse.

Es fácil reconocer el pericarpio, el endosperma y el embrión en una semilla madura seca seccionada. Durante este período las hojas bajas comienzan a secarse y caen de la planta.

Descripción botánica

a) **Ciclo Vegetativo.** El sorgo, es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. En general las variedades de mayor rendimiento son de 120 a 140 días; más tiempo no es conveniente porque estas variedades ocupan demasiado tiempo el terreno de cultivo.

Existen excepciones respecto a esta conclusión, pero son casos muy particulares debidos a factores limitantes de la producción, la que, de cualquier manera es afectada.

b) **Clasificación Sexual.** El sorgo es una planta: sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta.

Sexual. Porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino.

Monoica. Por encontrarse el androceo y el gineceo en una misma planta. Hermafrodita. Por contener el androceo y el gineceo en una misma flor. Incompleta. Por carecer de una de las estructuras del perianto floral. Perfecta. Por encontrarse flores que tienen los dos órganos sexuales en la misma flor.

c) **Sistema Radicular.** Las raíces del sorgo son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequías, aunque otros factores también contribuyeron a tan marcada resistencia de la especie.

La planta crece lentamente hasta que el sistema radicular está bien establecido, de tal manera que para la época de madurez las raíces abastecen una área foliar aproximadamente de la mitad de aquella del maíz.

La planta puede permanecer latente durante largos periodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo mueran, pudiendo además continuar nuevamente el crecimiento una vez que las condiciones vuelvan a ser favorables.

Las características antes mencionadas proporcionan al sorgo mayor resistencia a la sequía en comparación con otras especies cultivadas.

d) Tallos. Estos son cilíndricos, erectos, sólidos y pueden crecer a una altura de 0.60 m. a 3.50 m. estando divididos longitudinalmente en canutos (entrenudos) cuyas uniones las forman los nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada nudo está provisto de una yema lateral.

En algunas variedades una, dos o tres de las yemas inferiores se desarrollan para formar macollos; esta clase de amacollamiento no se considera indeseable, sin embargo, el desarrollo de yemas laterales en los nudos superiores tiene como resultado una especie de ramas cuyas espigas maduran mucho más tarde que la principal y por lo tanto es indeseable,

La longitud de los entrenudos o canutos determina la altura de la planta, por lo que algunas variedades doble enanas, enanas y altas, de la misma precocidad y en el mismo estado de madurez, tendrán el mismo número de hojas, nudos y entrenudos, siendo la diferencia en estatura debida a la longitud de los entrenudos en algunas variedades pero diferente en otras.

e) Hojas. Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. Todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las de maíz. Las hojas del sorgo se doblan durante periodos de sequía, característica que al reducir la transpiración, contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía.

F) Flores. La inflorescencia del sorgo se denomina con el nombre de panícula, ésta es compacta o semicompacta en algunas variedades como los milos, hegaris, kafirs, etcétera, y abierta en otras como los Shallus, sorgos escoberos, el pasto Sudán, algunos sorgos forrajeros, etcétera, las florecillas son de dos clases sésiles y pediceladas, las últimas son por lo general estaminadas.

Cada florecilla sésil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla.

El androceo y el gineceo se encuentran cubiertos por las glumas, totalmente en algunas variedades y muy parcialmente en otras, dichas glumas son generalmente de color negro, rojo, café o color paja, las flores de sorgo abren durante las primeras

horas de la mañana y parece ser que alguna reacción que ocurre en la oscuridad es necesaria para la floración.

Una panícula de sorgo puede llegar a tener hasta 6000 flores, cuyas anteras pueden producir hasta 24, 000, 000 de granos de polen y ordinariamente requiere un periodo de 5 a 7 días para su completa floración, aunque en condiciones de temperatura relativamente baja, este periodo puede ser un poco más largo.

El sorgo generalmente se auto fecunda; sin embargo, no existe ningún obstáculo para la fecundación cruzada, pues cuando dos variedades diferentes se encuentran en parcelas contiguas puede estimarse el cruzamiento en un 5% o más según las variedades.

El polen aparece inmediatamente después de la dehiscencia y retiene su viabilidad por menos de una hora. Los estigmas, por el contrario, permanecen receptibles por varios días.

g) Grano. Los granos de sorgo, son aproximadamente 25,000 a 60,000 por kilogramo son pequeños en comparación con aquellos de maíz, los cuales se encuentran en número de 4 000 a 8 000 por Kg. como puede notarse, el número de los primeros es mucho mayor que el de los segundos.

El color de la semilla, ya sea blanco, rojo, amarillo o café proviene de complejos genéticos que envuelven al pericarpio. La mayor parte del cariósido (fruto de las

gramíneas) es endosperma, el cual se compone de almidón casi en su totalidad. Aunque todavía sobresalen las anteras vacías y los estigmas (excepto en tipos de gluma larga).

Las florecillas de los tipos de gluma muy larga no se abren para la fertilización -un fenómeno conocido como cleistogamia.

Schertz y Pring (1981) mencionan que la esterilidad masculina encontrada en el sorgo ha hecho posible el desarrollo de la industria de semillas híbridas. y que una buena planta androestéril no desarrolla anteras, pero en algunos casos aparecen anteras arrugadas de color oscuro, con polen no viable. También se observan panículas parcialmente fértiles, y aunque las anteras frecuentemente tienen polen viable, la cantidad de polen es menor que la de las plantas normales. La viabilidad del polen en plantas parcialmente fértiles es un problema importante de los productores de semilla.

Asimismo Atkins y Kern (1972) al estudiar el efecto de dos tipos de citoplasma (androestéril y normal) en híbridos de sorgo durante dos años consecutivos concluyeron que los dos tipos no difieren en forma significativa y las pequeñas diferencias no son de importancia práctica; mientras que en contenido de proteína y aminoácido se encontró una pequeña diferencia en favor del citoplasma normal.

Por otra parte Ross y Kofoid (1979) al estudiar los citoplasmas KS-34 y KS-39, señalan que no existen diferencias estadísticas entre ambos para las características:

días a floración, altura de planta, rendimiento, panojas por planta, peso de mil semillas y número de semillas por panoja. Además no se detectó ningún efecto adverso del citoplasma en el comportamiento agronómico de las cruzas, por lo que pueden ser utilizados sin problemas en la producción de semilla híbrida.

Williams (1987) reporta al estudiar el sistema de androesterilidad génico-citoplásmico Az en líneas experimentales y comerciales, que es posible formar algunos híbridos con ambas fuentes (A1 y Az) ya que sus progenitores muestran la misma respuesta en los dos sistemas; además de detectar líneas de tipo R en A1 que son B en Az, lo comenta la versatilidad en la formación de híbridos, al poder realizar nuevas combinaciones que no eran posibles cuando solo se contaba con una sola fuente (A1).

Por otra parte Chisi y Miller (1987) reportaron al comparar híbridos con citoplasma A1 y Az que existen diferencias significativas entre los dos grupos de híbridos para rendimiento, días y a floración y altura de la planta. Los híbridos A1 presentaron rendimiento de grano de 5390 a 8115 Kg/Ha, mientras que los híbridos Az de 4990 a 7540 Kg/Ha.

Además reportan que no existen diferencias significativas en cuanto al grado de heterosis entre los dos grupos de híbridos (A1 y Az).

No obstante Rodríguez et al (1991). al estudiar un grupo de híbridos isogénicos para el tipo de citoplasma (A1 y Az) reportan que no existen diferencias significativas entre los grupos de híbridos para altura de la planta, longitud de panoja, excursión, días a

floración y rendimiento de grano, por lo cual concluyen que el citoplasma Az presenta un potencial similar al del tipo A1.

Fase de maduración

Desarrollo de la Semilla El óvulo principia a formarse como una esfera verde claro, casi de color crema; después de 10 días principia a tomar tamaño y se vuelve de un verde más oscuro. Toma alrededor de tres días para que las semillas alcancen el peso seco máximo (madurez fisiológica).

Durante este desarrollo, la semilla pasa por tres estados: 1) "lechoso", 2) "masoso suave", y 3) "masoso duro". Estos términos, aunque se usan comúnmente, no están definidos con precisión. Las semillas principian a cambiar del color verde al color que tendrán en la madurez.

Las semillas contienen alrededor de un 30 por ciento de humedad a la madurez fisiológica; se secan entre un 10 o 15 por ciento durante los siguientes 10 a 25 días. Durante este período pierden hasta el 10 por ciento de su peso seco.

La semilla está lista para cosecha cualquier tiempo entre la madurez fisiológica y la semilla seca; sin embargo, una semilla con un porcentaje arriba del 12 por ciento de humedad debe ser secada antes de almacenarse.

Es fácil reconocer el pericarpio, el endospermo, y el embrión en una semilla madura seca seccionada.

Durante este período las hojas bajas comienzan a secarse y caen de la planta. Existe una marcada diferencia de variedad.

Variación biológica

La variación biológica es la base de la evolución, y el mejorador utiliza esta variación para dirigir y controlar los procesos evolutivos en el desarrollo de nuevas variedades. El mejorador basa sus observaciones y selecciones en la medición del fenotipo.

El fenotipo de un organismo puede definirse como sus propiedades observables; el fenotipo incluye caracteres tales como la altura de la planta, el número de hojas, el color de las flores, la forma de las anteras, la velocidad de crecimiento, etc. Una planta individual deriva su fenotipo de dos factores:

- * El genotipo, que es la constitución genética de la planta y. . .
- * El medio ambiente, el cual modifica la expresión del genotipo.

Casi todos los caracteres que se combinan para formar el fenotipo de una planta, están sujetos a algún grado de variación, aunque sea ligero. Esta variación se conoce como variación fenotípica y resulta de la variación en uno (o en ambos) de los factores que afectan al fenotipo; por ejemplo: genotipo y medio ambiente.

Se llama **variación genética** a la **variación** debida a las **diferencias** en el **genotipo**, y **variación ambiental** a la **variación** debida al **medio ambiente**. El **grado de variación** en un **carácter particular** puede medirse por medio de una **función estadística** denominada **varianza** (el **cuadrado de la desviación estándar**).

La **variación fenotípica** (V_p) es la **suma de la varianza genética** (V_G) y la **varianza ambiental** (V_A). Así: $V_p = V_G + V_E$. Si se **cultivan plantas** que poseen un **genotipo idéntico** en **varios medio ambientes diferentes**, la **variación observada** en el **fenotipo de un carácter particular** se **deberá enteramente a los efectos del medio ambiente**.

En ésta situación: $V_G = 0$ (cero) y $V_p = V_E$. Si por el contrario, se **cultivan plantas con diferentes genotipos** en el **mismo ambiente**, la **variación fenotípica observada** se **deberá enteramente a las diferencias genéticas entre las plantas**. En esta situación $V_E = 0$ (cero) y $V_p = V_G$.

Es **prácticamente imposible por supuesto, cultivar plantas en ambientes idénticos**: la **variación ambiental raramente, si ello fuese posible, puede ser completamente eliminada** el **mejorador plantas, en un intento por desarrollar nuevas variedades, basa sus observaciones y selecciones en mediciones del fenotipo**. La **variación genética es, sin embargo, del más alto valor para el mejorador, ya que es la porción hereditaria de la variación total**.

El fitomejorador busca controlar, o describir adecuadamente la variación ambiental, de tal manera que las selecciones basadas en fenotipos superiores, sean en realidad, genéricamente superiores.

Debido a que la variación hereditaria es de importancia primordial al fitomejorador parte de la discusión que sigue está enfocada sobre éste aspecto de la variación fenotípica. el proceso a través del cual las características de los padres se transmiten a sus descendientes.

Se ha demostrado que la expresión de un carácter en un organismo depende principalmente del genotipo (la constitución genética) de ese organismo, aunque su expresión pueda ser modificada por los efectos del medio ambiente. Sin embargo, si se cruzan padres de genotipo idéntico, el genotipo de los descendientes se compondrá de partes de los genotipos de ambos padres, y el fenotipo resultante de la progenie puede semejarse a un padre, a ambos o a ninguno de ellos.

La ciencia de la genética estudia el grado de similitud o diferencia entre los descendientes y sus padres. Intenta explicar como se transmiten tales diferencias de generación a generación. La información genética o hereditaria de un organismo está contenida en los genes.

Puede pensarse en los genes como factores químicos que controlan los procesos fisiológicos del organismo, y por tanto su desarrollo estructural. Un gene simple puede

controlar un carácter simple o, varios caracteres, o puede actuar en combinación con otros genes.

Los genes se localizan en los cromosomas, los cuales son cuerpos en forma de bastón o de filamento dentro del núcleo de la célula. Cada especie tiene un número característico de cromosomas, y cada gen específico (al que se denomina locus) se encuentra en un cromosoma y en un lugar específico dentro de ese cromosoma.

.Pueden existir varios genes alterantes en un mismo locus un gen que determina la esterilidad masculina genética; también puede encontrarse en el mismo locus otro gen que determina la fertilidad.

A los genes alterantes que están presentes en un mismo locus se les llama alelos. Hay dos grupos idénticos de cromosomas (cada grupo se conoce como un genomio en el núcleo de cada célula): un grupo se deriva del progenitor macho y el otro del progenitor hembra. A un par de cromosomas semejantes se les llama cromosomas homólogos.

Un gen de un locus particular en un cromosoma, derivado de un progenitor macho, tiene su gen correspondiente en el mismo locus del cromosoma homólogo derivado del progenitor hembra.

Si estos dos genes son iguales (por ejemplo, si ambos genes determinan la esterilidad masculina en sorgo), entonces el fenotipo de la planta se determina por su efecto -las

plantas en la progenie serán androestériles y se dice que las plantas son homocigotas para ese carácter.

Si los dos genes son diferentes (distintos alelos), entonces el fenotipo puede ser intermedio entre los dos genes, o un gen puede dominar sobre el otro. Si los dos genes son diferentes, se dice que la planta es heterocigota para ese carácter.

El número básico de cromosomas en una especie dada se conoce como el número haploide y se indica generalmente por la letra n ; en sorgo, $n = 10$. en las plantas diploides cada uno de éstos n cromosomas aparece dos veces: un grupo n derivado del macho y un grupo n de la hembra.

El número normal de cromosomas en una planta es $2n$, y se le conoce como el número diploide. Así, en el núcleo de las células del sorgo hay $2n$ o 20 cromosomas.

Las descripciones que siguen tienen como objeto proporcionar una idea clara de cómo las células se duplican a sí mismas mediante la mitosis y cómo producen células haploides por meiosis.

Estas descripciones presentan una base para la discusión de las formas en las que se heredan ciertos caracteres.

En la formación del polen y del óvulo, ocurre un proceso conocido como división de reducción o meiosis. En la meiosis se producen células que tienen n cromosomas derivados de una célula que tenía $2n$ cromosomas.

Así, durante la mayor parte del ciclo de vida de la planta, cada núcleo de la célula tiene el número diploide de cromosomas ($2n$), excepto el óvulo y el polen, los cuales tienen el número haploide (n).

Cuando ocurre la fertilización, los n cromosomas del polen se combinan con los n cromosomas del óvulo para producir una célula (el cigoto) que tiene nuevamente el número diploide ($2n$).

La división conocida como mitosis ocurre durante la formación de nuevas células a partir del cigoto, y a través del desarrollo de la planta madura.

En la mitosis, los $2n$ cromosomas se duplican a sí mismos idénticamente en la nueva célula. En algunas plantas pueden encontrarse más del número diploide de cromosomas, y a estos se les conoce como poliploides, por ejemplo, $3n$ (triploide), $4n$ (tetraploide), y $6n$ (hexaploide).

El crecimiento de la planta es el resultado de dos procesos:

- **Un aumento en el número de células, y un aumento en el tamaño de las células.**

- **La división activa de las células tiene lugar en el tejido meristemático, que se localiza principalmente en los ápices de los órganos por ejemplo, en las puntas de la raíz.**

Dos procesos interrelacionados están involucrados en la división celular:

- **La división del núcleo, llamada mitosis, para formar dos núcleos, cada uno con el mismo número de cromosomas que el padre, y**
- **Citocinesis, la cual es la división del resto de la célula. el proceso de mitosis ocurre en una secuencia de eventos definida.**

Proceso de la mitosis

La mitosis (del griego "filamento") puede ser definida más claramente como el proceso de división celular, mediante el cual, una célula después de haber duplicado las sustancias que la componen cesa de existir como tal y se divide en dos células completamente nuevas.

En el ciclo completo que comprende la duplicación y división, pueden distinguirse cinco fases:

Interfase:

Este es el primer tiempo de la división celular. El núcleo en estado de reposo comienza a sufrir modificaciones. Hacia el final de la interfase los cromosomas comienzan a duplicarse

Profase:

Al principio de la profase los cromosomas aparecen como estructuras de forma filamentosa, pero cuando progresa la profase se enrollan, se acortan y se vuelven más definidos. hacia final de la profase los cromosomas se ven más gruesos y de forma ovalada o de bastón. a menudo pueden verse divididos a largo, en dos unidades separadas, llamadas cromátidas. en esta fase las cromátidas están unidas en un punto a lo largo de su longitud conocido como centrómero.

Metafase:

Los pares de cromátidas se diseminan por el citoplasma con movimientos más bien desordenados y se disponen en una configuración que semeja la de una estrella, a lo largo del centro del núcleo, llamado el plano ecuatorial. En esta fase la membrana alrededor del núcleo comienza a desaparecer gradualmente.

Se forma una estructura conocida como huso acromático, que se ve como fibras unidas en los centrómeros de cada cromátida, a uno de los dos puntos en los polos de la célula, conocidos como asters. Por otro lado, las dos cromátidas de cada cromosoma están unidas a los asters de polos opuestos de la célula. En esta fase los cromosomas están bien diferenciados

Anafase:

Durante la anafase las cromátidas se separan, primero en los centrómeros, y luego se mueven a los polos respectivos del huso. Ahora cada cromátida puede considerarse como un cromosoma separado.

Telofase:

Los cromosomas han alcanzado los polos y se forma una membrana nuclear alrededor de cada uno de los núcleos hijos en el estado final de la telofase el protoplasma celular se divide (citocinesis) y se forma una pared alrededor de cada una de las células hijas.

Los estados de profase y telofase de la mitosis son procesos relativamente largos, mientras que la metafase y la anafase son comúnmente muy cortos.

El proceso completo de mitosis puede tomar solo unas cuantas horas o hasta 2 o 3 días, dependiendo del organismo o de las condiciones

Producción de semilla de sorgo

La producción de semilla de sorgo involucra una serie de aspectos técnicos muy importantes, por ello es muy importante tener un conocimiento básico sobre la estructura floral, la fecundación, la estructura de la semilla, la germinación y algunos aspectos sobre el desarrollo de materiales, a continuación se señalan algunos aspectos relevantes sobre la formación de híbridos y por último se señalan los aspectos generales para este aspecto;

Estructura de la Flor.

El conocimiento de las características de los órganos florales, es esencial, el sorgo es un cultivo que tiene los dos sexos en la misma planta (monoica) y considerada básicamente como planta autogama y aunque sus estructuras sexuales masculina y femenina se hallan en una misma flor (hermafrodita.) la proporción de polinización cruzada natural puede variar de 2 a 10% con un promedio de 6%.

Las florecillas se asientan en racimos, que a su vez constituyen ramas secundarias procedentes de un eje central raquis formándose así la panícula o panoja generalmente en forma piramidal esta puede variar de abierta a compacta.

Las espiguillas se presentan en pares, una de las cuales carece de base o es sesil, en tanto que la otra tiene un corto pedicelo excepto la espiguilla terminal que nace en rama acompañada por dos espiguillas con pedicelo.

La espiguilla sentada o sesil contiene una flor perfecta. La espiguilla con pedicelo es generalmente estéril. La espiguilla sesil varía en su forma desde lanceolada hasta casi circular y ovalada y con tiene dos pistilos y tres estambres

Cada pistilo está compuesto de un estigma plumoso unido a un estilo corto y vigoroso que se extiende hasta el ovario que contiene los ovulos.

Las anteras están unidas a filamentos largos en forma de hilo las espiguillas sesiles también constan de dos glumas que generalmente son duras y pueden variar de muy vellosas a casi sin vello.

Dos lemas que consisten de un tejido blanco delicado que fácilmente se pierden a primera vista, la lema inferior es más corta, más aovada y puede tener una larga prolongación llamada barba o arista, por último se encuentra también la palea.

Polinización y Fecundación

La espiga del sorgo comienza a florear en la punta, continuando sucesivamente hacia abajo durante un período de 4 a 5 días como no todas las panículas de un campo florecen al mismo tiempo, usualmente hay polen disponible por un período de 10 a 15

días, al tiempo de la floración las glumas se abren liberándose las anteras productoras de polen, mientras que surgen los estigmas.

La floración ocurre normalmente poco antes poco después de la salida del sol, pero puede retrasarse durante mañanas nubladas y humedad, la dehiscencia de las anteras (abertura de los depósitos de polen), ocurre cuando están secas (pero no cuando hay un rocío fuerte o lluvia) y el polen se esparce el aire, una sola panoja puede producir de 24 a 100 millones de granos de polen, el polen de sorgo pierde rápidamente su viabilidad y rara vez se pueden producir semillas con polen que se haya colectado varias horas antes de su utilización.

Los estigmas son receptivos solamente durante uno o dos días antes de que se abra la flor y de ocho a dieciséis días después de la floración, En una misma flor, los estigmas que quedan expuestos antes de que se libere el polen de sus anteras están sujetos a la polinización dejando expuestas las anteras vacías y los estigmas ya fecundados.

El polen vuela hacia los estigmas, donde germina formándose posteriormente el tubo polínico que facilita el acceso de los gametos masculinos al ovario donde se lleva a cabo la fecundación del huevo la esterilidad masculina encontrada en el sorgo, ha facilitado el desarrollo de la industria de semillas híbridas.

Una buena línea androestéril (esterilidad masculina) no desarrollo anteras, pero en algunos casos aparecen anteras arrugadas de color oscuro, con polen no viable.

También se observan panículas parcialmente fértiles y aunque en éstas las anteras frecuentemente tienen polen viable, la cantidad de polen es menor que la de las plantas normales.

La viabilidad del polen en plantas parcialmente fértiles, es. un problema importante de los productores de semilla.

Estructura de la Semilla y Germinación.

Una vez que el polen fecunda al óvulo que se encuentra dentro del ovario este se desarrolla para formar el grano éste se desarrolla, para formar el grano de sorgo, que es un cariopse (fruto de una sola semilla en el cual la pared del ovario se seca y se adhiere una sola semilla) en el cual la pared del ovario se seca y se adhiere fuertemente al óvulo maduro.

Su forma es más o menos esférica y algo achatada en uno de los lados. Su tamaño fluctúa entre muy pequeña (menos de 1 gr por 100 semillas) hasta grande (5 a 6 gr. por 100 semillas).

Está compuesta de tres partes principales: la cubierta exterior (pericarpio), el tejido de almacenamiento (endospermo) y el embrión (germen}. El pericarpio que se origina en la pared del ovario, se puede dividir generalmente en cuatro partes: el epicarpio, el mesocarpio, la capa de células transversales y la capa de células tubulares.

El color del pericarpio puede ser rojo café, blanco, amarillo y crema y su lustre es opaco o aperlado. Inmediatamente debajo de la capa de células transversales y tubulares, algunos granos de sorgo tienen una capa altamente pigmentada llamada testa o subcubierta.

El endospermo, es el lugar propiamente de almacenamiento de nutrientes para la semilla y constituye entre el 84 a 90% del peso total del grano, su color suele ser blanco o amarillo.

El embrión o germen, está compuesto de dos partes principales: el eje embrionario y el escutelo. Las células del germen están modificadas a células de transferencia que funcionan para el transporte de humedad, microorganismos y componentes solubilizadores del endospermo.

Otras dos partes anatómicas, son la región estilar y la región hilar, la región estilar es el punto al cual el estilo estaba sujeto durante la polinización. Este constituye un punto de entrada de humedad y microorganismos hacia el interior. La región hilar es el tejido resultante de la separación de la semilla del funículo y es la capa negra que se forma en el grano, cuando alcanza esta la madurez fisiológica.

Cuando una semilla se coloca en suelo húmedo, absorbe el agua y se hincha iniciando la germinación, que va a depender de la temperatura del suelo, de las condiciones de humedad, de la profundidad de siembra y del vigor de la semilla.

La germinación ocurre rápidamente si el suelo es caliente (20°C ó más), el coleóptilo aparece sobre la superficie después de tres a cuatro días ó más tiempo, hasta 10 días en el caso de suelos fríos (de 13 a 20 °C).

Cuando la semilla se hincha, el tegumento se rompe y emerge un pequeño coleóptilo y una raíz primaria (radícula) El coleóptilo crece y aparecen más raíces primarias, emerge de la superficie del suelo y la primera hoja brota de la punta.

La planta joven comienza a crecer, añadiendo más hojas y el coleóptilo permanece como un tejido en la base de la planta, El mesocotilo crece durante este período y se forma un nudo en la base del coleóptilo justo debajo de la línea del suelo.

De este nudo principian a desarrollarse raíces secundarias cuando la planta tiene de 3 a 7 días de emergida, la plántula joven usa durante este período el alimento almacenado en el endospermo; al tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse, el mesocotilo principia a morir y el sistema radicular mayor se desarrolla de las raíces secundarias o adventicias.

Mejoramiento y Producción de Semilla Híbrida.

Como se mencionó en las generalidades sobre mejoramiento de las plantas, la formación de los híbridos da inicio con la selección de las líneas padres que se producen por autofecundación.

La autofecundación es una práctica que tiene la finalidad de ir perdiendo la heterocigocidad de la planta, esta práctica depende del tipo de flor que tenga la planta para mejorarse.

En el caso del sorgo, es una práctica sencilla ya que se aprovecha el tener sus partes florales masculinas y femeninas en la misma flor, basta con tapar la espiga con una bolsa de papel para que quede autofecundada, cabe mencionar que se debe tapar la panoja antes de allí aparezca en antesis la primera espiguilla. Existen dos tipos de cruzamiento en sorgo,

El primero que es el cruzamiento natural en el cual por medio del viento e insectos una planta es polinizada con otra, con el uso de la androesterilidad genético-citoplasmática es posible la obtención de semilla híbrida para siembras comerciales.

El segundo es el cruzamiento artificial y se efectúa emasculando el progenitor femenino y polinizando a mano con el polen colectado en el progenitor masculino.

La emasculación se efectúa a mano, utilizando unas pinzas con punta fina, una aguja de disección, un lápiz con una punta aguada o un instrumento pequeño para eliminar las anteras generalmente la emasculación se efectúa en una o varias ramas de la espiga, dentro de esas ramas se eliminan algunas espiguillas, no excesiva, para evitar problemas en la formación de la semilla por el efecto de la disección.

La parte emasculada se cubre con bolsa de glassine, se colecta polen en bolsa de las plantas macho y se esparce sobre los estigmas de la parte emasculada. La cruce puede realizarse dos ó tres días después de la emasculación.

El descubrimiento de la esterilidad citoplasmática por Stephen y Holland en 1954 en citoplasma de sorgos tipo mlo y genes nucleares de tipo kafir, sirvió para la utilización de este sistema en la formación de híbridos de sorgo a nivel comercial; de esta forma el primer campo comercial para semilla híbrida de sorgo fue sembrado en 1955 y para 1960 casi el 60 de la superficie de sorgo para grano de Estados Unidos, fue sembrado con híbridos.

Este método requiere de la utilización de tres tipos de líneas: línea tipo, "A" donde las plantas son macho-estériles o sea que no producen polen; la línea "B" que es la mantenedora de la esterilidad, ya que al cruzarse con la línea "A" siempre producirá plantas estériles y la línea "R", restauradora de la fertilidad la cual al cruzarse con la línea "A" da el híbrido donde todas las plantas son fértiles.

Investigación y Desarrollo de Materiales

Las semillas mejoradas, son uno de los resultados de la investigación. Los científicos agrícolas coleccionan el germoplasma de los cultivos para obtener tanta variabilidad como sea posible, estas colecciones se evalúan y se hacen cruces entre ellas para obtener nuevos materiales con las características deseables.

Los materiales más prometedores se prueban en las áreas donde podrían utilizarse. Cuando se desarrolla un nuevo material y se comporta suficientemente bien para ser utilizado por los agricultores, se propone para ser liberado,

La pequeña cantidad de semilla del nuevo material (o de las líneas que van en un nuevo híbrido) se conoce como semilla original (o del mejorador). Concurren con el desarrollo de nuevas variedades, la investigación muestra como manejar la variedad para obtener utilidad de su potencial de rendimiento.

Este tipo de investigación, comúnmente incluye el control de insectos ,enfermedades y las necesidades de fertilización y agua

Después del desarrollo de una nueva variedad y antes de que el agricultor pueda utilizarla, se necesita de la producción de la semilla. La pequeña cantidad de semilla original debe multiplicarse para que el agricultor pueda comprarla. La fase inicial de la producción de la semilla original, es conocida como producción de semilla básica, la producción de semilla básica requiere de un grado relativamente alto de conocimientos y experiencia para lograr semilla de calidad.

Esta semilla básica se utiliza para producir la semilla certificada, que posteriormente utilizará el agricultor para su siembra.

Aspectos Generales para la producción de Semilla híbrida de Sorgo

Características del lote.

Debe de contarse con un lote de buena tierra, sin problemas de salinidad, libres de zacate Johnson, cañita y correhuela o en su defecto estas malezas deberán controlarse químicamente.

Las tierras de riego son las más apropiadas para la producción de semilla, debido a que la amplia y oportuna provisión de humedad del suelo asegura un crecimiento ininterrumpido, rendimiento máximo, una mínima producción de polen en el progenitor con esterilidad masculina y los campos pueden madurar más uniformemente.

El lote no debe presentar deficiencias de fierro y/o magnesio, el terreno deberá de localizarse en un lugar de fácil acceso en toda época del año, a fin de facilitar las visitas de inspección, de desmezcle de plantas fuera de tipo y la recolección de cosecha.

Aislamiento y contaminantes de la semilla

Los campos de sorgo para semilla, requieren aislamiento de otros sorgos, el aislamiento debe ser de 300 metros mínimo de otros sorgos comerciales de grano en todas direcciones, 500 metros de sorgos forrajeros, 5,000 metros de sorgos escoberos, 400 metros de zacate johnson y 1,000 metros de zacate sudán.

Cuando se establecen barreras de aislamiento con el cultivo de maíz, debe tenerse mucho cuidado, pues dentro de la misma pueden presentarse contaminantes.

En los campos de producción de semilla de sorgo, debe haber un control muy estricto de malezas, principalmente correhuela, zacate johnson y cañita, la correhuela, además de que es una maleza que compite con el cultivo por nutrientes, agua, luz, etc. es un contaminante físico de la semilla, ya que produce semillas de tamaño y forma muy similares a las de sorgo y es muy difícil separarlas durante el proceso de beneficio.

El zacate johnson, los sorgos forrajeros, escoberos y la cañita, son contaminantes genéticos que producen polen que pueden fecundar las líneas "A" macho-estériles de los lotes de producción de semilla y formar mezclas muy notorias por su aspecto y altura.

Las cruas con zacate johnson son muy características y se han demostrado que pueden derivar plantas tipo johnson e infestar los terrenos de los agricultores.

Respecto al zacate johnson, es una especie bien conocida por los agricultores en tanto que la cañita es una maleza bastante nueva que aparentemente llegó con alguna semilla de sorgo importada de Estados Unidos.

Materiales Y Métodos

El presente trabajo de investigación se llevó cabo en el Rancho “La Victoria”, ubicado en carretera Río Bravo - Valle Hermoso Tamaulipas kilómetro 109 este entre 16 y 17 norte de acuerdo a la cuadrícula del distrito de riego 026 bajo Río San Juan durante el ciclo otoño-invierno 2001-2002.

Este rancho está situado en el norte del Estado de Tamaulipas a los 25° 59' de latitud norte y 98° 17' de longitud oeste, el clima es seco BS(HL) hw'' (e) según clasificación de Koeppen modificado por García en 1973, con una precipitación anual de 517 mm, una temperatura media anual de 23°C y una altura de 30 msnm.

Materiales Utilizados

El material utilizado fueron siete variedades de sorgo de la marca WM los cuales son producidos en Loboock y Dumas, Texas. Los cuales se describen a continuación:

WM-27

Esta planta presenta una altura de un metro, el tipo de panoja es semiabierta, con una excursión de 20 cm., esta característica es muy importante ya que entre mas distancia tenga la hoja bandera de la panoja, la trilla de grano es mas limpia, el color del grano es rojo. Empieza la floración en los primeros 50 días y a los 90 días se puede trillar ya que es aquí donde termina su ciclo por ser precoz.

WMGS-76-Y

Presenta una altura de planta de 1.30 metros, de panoja semiabierta, una exención de 20 cm. los días a floración es a los 65 días, es de grano bronceado, de ciclo tardío y se cosecha a los 135 días, por sus características esta variedad generalmente se debe sembrar en terrenos con sistemas de riego establecidos.

WM-46

Este presenta una altura de planta de un metro, es de panoja semiabierta, con excursión de 16 cm., el grano es de color rojo, empieza a florear a los 55 días y se puede cosechar a los 100 días. Esta variedad también es de ciclo precoz.

WM-69

Esta presenta una altura de planta de un metro, es de panoja semiabierta con una excursión de 20 cm., empezando a florear a los 60 días, el grano de esta variedad es de color rojo y su ciclo es intermedio, esta se cosecha a los 110 días.

WM-3198

Este presenta una altura de planta de 1.15 metros, de panoja semiabierta con una excersión de 10 cm., empieza a florear a los 60 días, el color de grano es naranja, de ciclo Intermedio y se cosecha a los 125 días.

WM-3045

Esta variedad presenta una altura de planta de 1.30 metros, el tipo de panoja es semiabierta con una excersión de 10 cm. y empieza a florear a los 65 días, el grano es de color blanco, el ciclo de esta planta es tardío y cosecha a los 130 días, como esta planta presenta un amplio follaje, puede ser aprovechada por ganaderos ya que puede ser utilizada como forraje.

WMGS-66-Y

Presenta una altura de planta de 1.20 metros, el tipo de panoja es semiabierta, con una excersión de 17 cm., Esta planta empieza a florear a los 60 días presentando un grano bronceado, es de ciclo intermedio y se cosecha a los 125 días.

Parámetros evaluados.

g) Fecha de siembra.

La siembra se realizó el 31 de enero del año 2002, en el lomo del surco manualmente, sembrando a chorrillo, procurando tener una población aproximada de 280,000 plantas por ha.

h) Emergencia.

La emergencia se presentó a los 11 días después de la siembra, presentándose un retraso debido a las bajas temperaturas que se presentaron en los primeros días posteriores a la siembra.

i) Altura de la planta.

La altura de planta se midió con una cinta métrica, tomando como base el bordo y hasta la punta de la espiga, tomando al azar 18 plantas, midiendo desde 0.95 hasta 1.35 metros.

j) Tamaño de la espiga.

El tamaño de la espiga se midió desde donde termina la excursión, hasta la punta de la última espiguilla, esto se hizo cuando estaba en grano lechoso.

k) Rendimiento por parcela.

En el rendimiento por parcela se peso el grano, ya desgranado y sin panoja.

1) Rendimiento por hectárea.

El rendimiento por hectárea se estimo después de obtener el peso del grano por parcela.

Diseño experimental.

Para la evaluación de los parámetros se realizó un análisis de varianza para el cual se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, realizándose posteriormente una comparación de medias para aquellas variables que presentaron diferencias significativas, utilizándose una prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Cuadro 1.- Diseño de campo, con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

--	--	--	--	--	--	--

6	5	7	2	4	3	1
---	---	---	---	---	---	---

7	4	1	3	2	5	6
---	---	---	---	---	---	---

3	6	2	1	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---

Tamaño del lote experimental

La superficie experimental utilizada fue de 4 surcos por 0.86 metros de ancho, por 10 metros de largo, por 28 parcelas, además con 20.64 metros de calles. La superficie total del lote experimental fue de 983.84 m².

Superficie por parcela.

La superficie por parcela fue de 4 surcos de 0.86 metros de ancho por 10 metros de largo. Es igual a 34.4 m².

Superficie por parcela útil.

La superficie de la parcela útil fueron 2 surcos de 0.86 metros de ancho por 10 metros de largo y es igual a 17.20 m².

Siembra

La siembra se realizó a mano con 18 semillas por metro sobre el lomo del bordo a chorrillo, con una distancia entre surcos de 0.86 metros.

Fecha De Siembra

La siembra se llevó a cabo el día 31 de enero del 2002, durante el ciclo otoño-invierno 2001-2002, siendo las mismas fechas de siembra para todas las variedades.

Cultivo

El primer cultivo se dio a los 54 días después de la siembra, con cultivadora de Suipes.

El segundo cultivo se llevo a cabo a los 6 días después del primer cultivo.

Fertilización.

Se aplicaron 100 Kg. de amoniaco anhidro por hectárea, esto junto con el segundo cultivo.

Riegos.

El primer riego de auxilio se aplicó a los 76 días después de la siembra, y el segundo riego de auxilio a los 26 días después del primer riego de auxilio.

Malezas presentadas.

Se presentaron algunas malezas como polacote, quelite y zacate agua, se controlaron en forma manual.

Plagas.

Al principio de la germinación se presentó gallina ciega la cual no presentó un gran problema en el cultivo.

También se presentó pulgón verde el cual se controló con dimetoato a razón de un litro por hectárea.

Enfermedades

No se tuvo problemas con enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo en dos diferentes fechas. Para las variedades WM-27, WM-46 y WM-69 fue el día 3 de junio del 2002 y para los materiales WM-76-Y, WM-3198, WM-3045 y WM-GS-66-Y fue el 12 de junio del 2002. Esta se realizó a mano y se trillo en una máquina chica para experimento en el INIFAP de Río Bravo, Tamaulipas.

Análisis Estadístico

Modelo Lineal.

$$Y_{ij} = \mu + r_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Valor observado.
 μ = Efecto de la media
 r_i = Efecto de la i -ésimo tratamiento.
 B_j = Efecto de j -ésimo bloque
 E_{ij} = Error experimental.

Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados y discusión de los parámetros mas importantes que se evaluaron.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de algunos parámetros agronómicos, que se evaluaron en la investigación mencionada, se puede observar que en lo que corresponde a altura de la planta la variedad WM-3045, obtuvo la mas alta con 1.35 m. y la mas baja fue la variedad WM-27.

Por lo que se refiere a la floración de los siete cultivares parámetro que es de mucha importancia para el caso del sorgo, dado que conocer este parámetro es básico, ya que influye en el rendimiento y sobre todo en la época de cosecha, en este mismo cuadro se

presenta esta información observando que la variedad WM-27 resulto ser la mas precoz con 70 días de siembra a floración, contrastando la variedad mas tardía la cual es WM-3045 con 90 días.

Por lo que se refiere al número de panojas por parcela, información de importancia dado que es un parámetro de alto rendimiento la información arroja el dato de que no hay diferencias significativas, en virtud de que todas ellas fueron iguales.

Por lo que corresponde a las columnas Kg. Promedio por parcela y Kg. Promedio por hectárea, la información se analizara acompañada del cuadro correspondiente (Cuadros 3 y 4 respectivamente).

Cuadro 2. Resultados de una evaluación de cultivares de en la región de Río Bravo Tamps. 2002

Variedad	Altura de la planta (cm.)	Días a Floración	Número de Panojas/Parcela	Kg. Promedio/p parcela	Kg. promedio/Hectárea
1 WM-27	95	70	18	4.85	5605.53
2 WMGS-76-Y	133	85	18	7.32	8481.61
3 WM-46	109	77	18	6.12	7178.98
4 WM-69	106	83	18	4.0	7613.19
5 WM-3198	107	87	18	6.73	7801.35
6 WM-3045	135	91	18	6.05	7005.29
7 WMGS-66-Y	130	87	18	5.45	6310.55
Sumatoria	815	580.0	126.0	40.52	49996.5
Medias	116.4	82.85	18.0	5.78	7142.35

Por lo que corresponde al análisis de varianza practicado de los parámetros a estudiar el cual se presenta en el cuadro numero 3, se observa claramente que no existe diferencia significativa en ninguna de las variedades evaluadas, información que se analizara a nivel de detalle en el cuadro numero 4.

Cuadro 3. Análisis de Varianza de la evaluación de cultivares de sorgo para grano en la región de Río Bravo Tamps. 2002

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	16.328247	2.721375	1.0272	0.440
Bloques	3	4.666626	1.555542	0.5872	0.635
Error	18	47.686157	2.649231		
Total	27	68.681030			

C.V.= 26.38 %

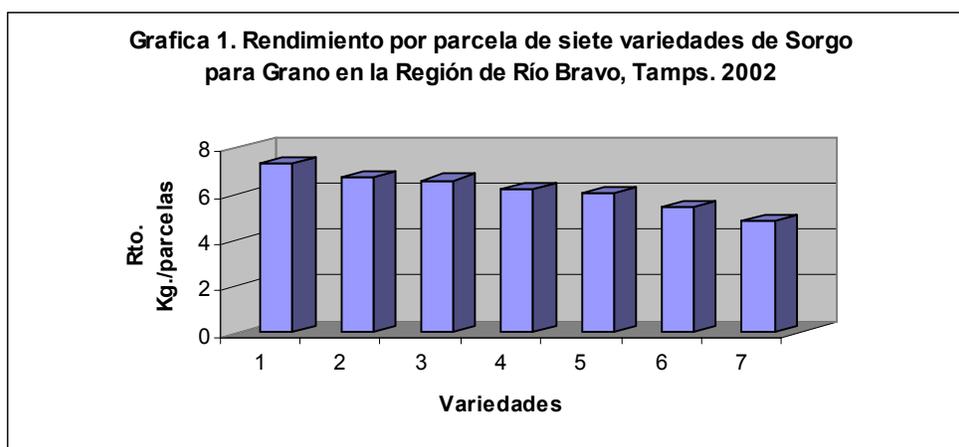
Por lo que corresponde al rendimiento (Cuadro 4) en la prueba de significancia esta arrojó tres grupos. En el grupo numero uno donde está las variedad WMGS- 76-Y mostró alta significancia con 7.32 kilogramos por parcela y 8,481.00 Kg. por hectárea.

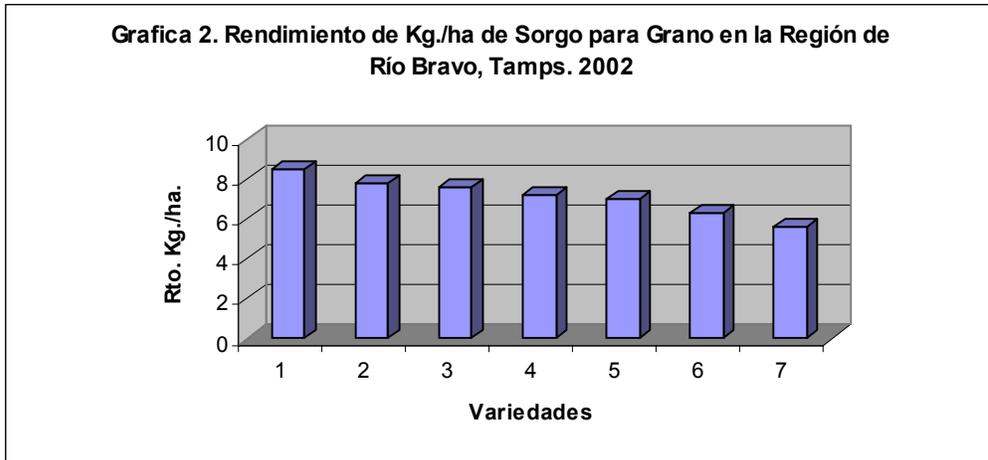
En el grupo dos se presentan las variedades WM-3198, WM69, WM46 WM-3045, WMGS-76-Y y las cuales muestran el segundo nivel de significancia con 6.72, 6.57, 6.20, 6.05 y 5.45 Kg. por parcela respectivamente y por hectárea 7,801.35, 7,613.19, 7,178.98, 7,005.29 y 6,310.55, y por último un tercer grupo con 4.85 y 5,605.53 en Kg. Por parcela y hectárea respectivamente, que resulto ser el mas bajo de los materiales evaluados.

Cuadro 4. Rendimiento por parcela y nivel de significancia de la evaluación de cultivares de sorgo para grano en la región de Río Bravo Tamps. 2002

Nº	Variedad	Kg./parcela	Significancia	Kg. por ha	Significancia
1	WMGS- 76-Y	7.32	A	8,481.00	A
2	WM -3198	6.72	AB	7,801.35	AB
3	WM-69	6.57	AB	7,613.19	AB
4	WM-46	6.20	AB	7,178.98	AB
5	WM-3045	6.05	AB	7,005.29	AB
6	WM-GS-66-Y	5.45	AB	6,310.55	AB
7	WM-27	4.85	B	5,605.53	B
	Total	43.16	C.V.= 26.38 %	49,995.89	C.V.= 26.38 %
	Media	6.16		7,142.27	

Tal y como se explicaba en el cuadro 4, en la grafica numero 1 y 2 se presenta también información en la que se nota que las variedades son muy iguales en cuanto a rendimiento por parcela y por hectárea.





Conclusiones

De acuerdo a la información obtenida y a los análisis estadísticos aplicados, así como las observaciones agronómicas y parámetro evaluados se concluye lo siguiente:

- 1. Las variedades siete variedades de sorgo sembradas no presentaron su máximo potencial en rendimiento, dada las condiciones de sequía presentadas durante su ciclo vegetativo.**

- 2. El análisis estadístico muestra que no existe diferencia significativa entre variedades ni entre repeticiones, sin embargo el coeficiente de variabilidad muestra**

un 26.39% lo cual indica que los datos no son confiables, por lo que sería importante repetir el experimento en otro ciclo agrícola.

3. De acuerdo a los resultados de análisis de varianza, se puede observar que la variedad WM-GS-76 obtuvo los más altos rendimientos, tanto a nivel de parcela experimental como por hectárea, lo cual significa que es un buen prospecto para recomendarla a los productores de la región.

4. Siguiendo con la información del análisis estadístico, este muestra un segundo grupo de significancia, en donde las variedades WM-3198, WM69, WM46 WM-3045, WMGS-76-Y reportan 6.72, 6.57, 6.20, 6.05 y 5.45 Kg. por parcela y por hectárea 7,801.35, 7,613.19, 7,178.98, 7,005.29 y 6,310.55, por lo que también se consideran rendimientos aceptables, por lo que en algún momento dado se pueden recomendar en la región de referencia.

5. Y por último la variedad WM-27 resulto ser la que obtuvo los mas bajos rendimientos la que obtuvo tanto a nivel de parcela como por hectárea con 4.85 y 5,605.53 en Kg. Respectivamente.

6. Por último se reitera que es importante seguir analizando evaluaciones de materiales de esta gramínea a fin de ofrecerle a los productores materiales con altos rendimientos.

Literatura Citada

Andrews, H.C. 1971. Seed quality and crop performance. In: Handbook of seed technology. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. State Mississippi. pp. 367-377. USA.

Atkins, R.E., and J.J. Kern. 1972. Cytoplasmic effects in relation to agronomic performance of grain sorghums, *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Sci.* 12:777-780. USA.

Azizul, J.J.M., J.C. Delouche and C.C. Baskin. 1973. The pattern of glutamic acid decarboxylase degeneration and its relation with rice seed deterioration. *Proc.*

AOSA. 63:155-160. USA. Bewley, J.D., and M. Black. 1985. Seeds. Physiology of development and germination. Plenum Press. New York. USA.

Bragonier, H.W. 19-16. Seed vigor-what is it?, In: Seed vigor and deterioration p. A bicentennial symposium, sponsored by the AOSA in cooperation with society of commercial seed technologist and the ASTA. Pennsylvania. USA.

Copeland. L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Second edition. Nurgess Publishing Company. Minneapolis. M. USA.

Chisi, M., and E. R. Miller. 1987. Comparison of Fi hybrids in. A1 and Az cytoplasm across locations. Sarghum Néwsletter. 30:23-24. USA.

Delouche, J.C. 1964. Seed maturation. In: Seed Technology Laboratory (Bolletín). Mississippi State University, prepared for International Training Course on Seed.

Leland R. House.1982. El Sorgo guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Grupo editorial Gaceta. Pp 79-150. México, D. F.

Patronato para investigación fomento y sanidad vegetal. SARH, 1998. Producción y manejo de semillas. Pp 6-30. Matamoros, Tamps.

Poelhman, J. M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Pp 301-325. México, D. F.

Robles Sánchez, Raúl. 1978. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa. Pp 141-170. México, D. F.

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