

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



Evaluación de 58 Genotipos de Sorgo Escobero  
(*Sorghum vulgare*, var. *technicum*) en la localidad de  
Zaragoza, Coahuila.

Por:

**OBDULIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ**

**T E S I S**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Abril de 2006.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Evaluación de 58 Genotipos de Sorgo Escobero  
(*Sorghum vulgare*, var. *technicum*) en Zaragoza, Coahuila.**

**Por:**

**OBDULIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ.**

**Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito Parcial para Obtener el Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**APROBADA**

---

**MC. Armando Rodríguez García.**  
Presidente

---

**ING. Manuel Panuco Valerio.**  
Sinodal

---

**ING. Alfredo Fernández Gaytan**  
Sinodal

---

**Coordinador de la División de Agronomía  
Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2006.**

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

A dios agradezco por haberme permitido  
realizar mis sueños porque sé que existes  
y siempre estás junto a mí porque cuanto soy,  
cuanto puedo y cuanto recibo  
es regalo tuyo.

### **A MIS PADRES**

*Juan González Conrado.*

*Domitila Hernández Hernández.*

Gracias papa, gracias mama, por su apoyo que me brindaron y por haber confiado en mi, en seguir adelante, doy gracias también por tener la suerte de poder decirles que son las personas mas maravillosas que existen para mi, gracias por sus abrazos, ánimos y palabras de consuelo. Los quiero mucho.

### **A MIS HERMANOS (AS)**

Rosa Maria

Josefina

Sebastián

Carlos

Rubisel

Gregorio

Juan

Con cariño para cada uno de ustedes que de alguna forma u otra contribuyeron en la formación de mi carrera, gracias por todos los momentos felices que hemos pasado juntos.

## A MIS CUÑADOS (AS)

Tere, Aurora, Soledad

Y

Manuel

Gracias por sus consejos de seguir adelante, y sobre todo por darme la oportunidad de compartir con ustedes los momentos felices y gracias por preocuparse por mí y saber comprenderme cuando necesito de ustedes

## A MIS SOBRINOS (AS)

German, Griselda, Rubisel, Esmeralda, Ana Laura, Adriana  
Mayte Naydelin, José Manuel.

Gracias por darme esas alegrías y esas sonrisas que dicen más que mil palabras y que me inducen a seguir adelante.

## A mis amigos (as)

Bianca Lucero, Dolores, Arturo, Vicente, Isidro, Mario Elizarrarás y Quiroz Chico.

A mis compañeros de la generación C por todos los momentos de alegrías que pasamos y por su amistad que me brindaron.

## AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER. Por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de entrar en el bello y maravillo mundo de saber y brindarme sus servicios durante mi formación.

Al MC: Armando Rodríguez García. Por darme la oportunidad de realizar este trabajo, y lo más importante por la confianza y el apoyo que me brindo durante el trabajo realizado gracias por la paciencia que me tuvo y esa amabilidad de enseñarme hacer las cosas por esto y más mil gracias.

Al Ing. Manuel Panuco Valerio por su valiosa colaboración en este, trabajo por su apoyo brindado mediante su experiencia.

Al Ing. Alfredo Fernández Gaytan por su gran participación durante la revisión y por el apoyo brindado.

A mis maestros que hicieron posible mi formación por los conocimientos adquiridos y los ánimos de seguir adelante y nunca vencerse en el camino de la vida.

A la Laboratorista (Fisiotecnica) Maria de Lourdes le doy gracias por que sin conocerme me abrió las puertas de su casa y una amistad sincera que me brindo durante toda mi carrera por esto y mas gracias.

A mi Hermana Mary gracias por el ayo económico que me brindaste durante mi profesión sin pedirme nada a cambio, te agradezco por ser la persona que eres y por apoyarme en todo lo que he querido hacer, gracias te quiero mucho.

A mi Novio Luis Ángel López Martínez por el apoyo que siempre me brindaste durante mi profesión y de igual manera en este trabajo, gracias por tus consejos y experiencias, por acompañarme en todas las situaciones en las que soy débil y tú me das la fortaleza por todos esos momentos Gracias.

## INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Importancia del cultivo a nivel mundial .....	5
Importancia del cultivo a nivel nacional .....	6
Origen del sorgo .....	7
Origen del sorgo escobero .....	9
Clasificación botánica .....	10
Morfología y descripción botánica .....	11
Raíz .....	11
Tallo .....	11
Hojas .....	12
Inflorescencia .....	12
Crecimiento y desarrollo de la planta .....	13
Crecimiento general del cultivo .....	15
Mejoramiento genético .....	17
Estudios genéticos .....	18
Métodos de mejoramiento del sorgo escobero .....	20
Cultivo de sorgo escobero .....	22
Métodos de siembra .....	22
Fecha de siembra .....	23
Densidad de siembra .....	24
Prácticas culturales .....	25
Riego .....	25
Fertilización .....	26
Control de malezas .....	26
Plagas y enfermedades .....	27
Plagas .....	27
Enfermedades .....	29
Cosecha .....	31
Rendimiento .....	33
Principales estados productores en México .....	35
Zonas de producción de sorgo escobero en Coahuila .....	36
Procesamiento de la fibra .....	37
Secado de la fibra .....	37
Trilla o desgrane de la panoja .....	38

Enfardado de las espigas .....	39
Corte del pedúnculo .....	40
Utilización de fibra .....	41
Aplicación de colorantes .....	43
Forja .....	44
Clasificación de las fibras .....	44
Clasificación de las fibras según el tipo y utilización .....	45
Industrialización y aprovechamiento del sorgo escobero .....	46
Usos del sorgo escobero .....	47
Escobas de uso domestico .....	48
Escobas industriales .....	48
Escobillas .....	49
Escobas de juguete y para chimenea .....	49
Cepillos .....	50
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	51
Descripción del área de estudio .....	51
Material genético .....	52
Diseño experimental .....	52
Preparación del terreno .....	52
Barbecho .....	53
Rastra .....	53
Nivelación .....	53
Surcado .....	53
Siembra .....	54
Fertilización .....	54
Labores culturales .....	54
Cosecha .....	54
Medición de variables .....	55
<b>RESULTADOS</b> .....	56
<b>CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	74

## INDICE DE CUADROS

Pág.

<b>Cuadro 1.</b>	Estados Productores de Sorgo Escobero en México.....	35
<b>Cuadro 2.</b>	Municipios Productores de Sorgo Escobero en el Estado de Coahuila.....	36
<b>Cuadro 3.</b>	Producción de Sorgo Escobero en la Comarca Lagunera para el año 2003.....	37
<b>Cuadro 4.</b>	Análisis de Varianza de la Variable del Peso Verde del Sorgo Escobero .....	56
<b>Cuadro 5.</b>	Medias Obtenidas en la Variable, Peso Verde en Sorgo Escobero.....	57
<b>Cuadro 6.</b>	Análisis de Varianza de la Variable Peso Seco de Sorgo Escobero .....	58
<b>Cuadro 7.</b>	Medias Obtenidas en la Variable Peso Seco en Sorgo Escobero .....	59
<b>Cuadro 8.</b>	Análisis de Varianza de la Variable Tamaño de Espiga del Sorgo Escobero .....	60
<b>Cuadro 9.</b>	Medias Obtenidas en la Variable Tamaño de Espiga de Sorgo Escobero.....	61
<b>Cuadro 10.</b>	Análisis de Varianza de la Variable Tamaño de Fibra de Sorgo Escobero.....	62
<b>Cuadro 11.</b>	Medias Obtenidas en la Variable Tamaño de Fibra de Sorgo Escobero.....	63
<b>Cuadro 12.</b>	Análisis de Varianza de la Variable Tamaño de Excursión de Sorgo Escobero.....	64
<b>Cuadro 13.</b>	Medias Obtenidas en la Variable Tamaño de Excursión de Sorgo Escobero .....	65
<b>Cuadro 14.</b>	Tamaños de Espiga en Sorgo Escobero.....	67
<b>Cuadro 15.</b>	Tamaño de Fibra en Sorgo Escobero.....	69
<b>Cuadro 16.</b>	Tamaño de Excursión en Sorgo Escobero.....	71



## INTRODUCCIÓN

El sorgo en México empezó a adquirir importancia aproximadamente en el año de 1958, en la zona norte de Tamaulipas, específicamente Río Bravo al iniciarse el desplazamiento del cultivo algodonero en aquella región.

Este es uno de los cultivos que día con día va adquiriendo cada vez mas importancia. Los sorgos en sus diferentes tipos; para grano, forraje y escoba ofrecen esa alternativa de producción para las zonas áridas o semiáridas del norte del país, ya que este cultivo presenta, las virtudes como son, mayor precocidad y resistencia a la sequía, debido a que la planta tiene la capacidad de suspender su crecimiento cuando falta el agua, renovando nuevamente su ciclo de crecimiento con la primera lluvia, mientras que el maíz, en estas condiciones, se muere.

En relación con la importancia socioeconómica el sorgo escobero no es considerado como un cultivo básico dentro de la economía mundial, sin embargo posee potencial económico ya que se puede cultivar en áreas donde otros cultivos no prosperan. A pesar de lo anterior existe poca información acerca de este cultivo, lo cual indica que se han realizado pocos trabajos de investigación y brinda la oportunidad de realizarlos, tendientes a conocer más sobre el cultivo y tratar de formar materiales mejorados genéticamente que puedan ser utilizados en dichas zonas. Como el sureste de Coahuila que presentan las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo del sorgo escobero.

En México las principales zonas productoras del país se ubican al norte y estas son: Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, Sinaloa. En el centro destacan Guanajuato y Michoacán, (Ratikanta 1986).

Aun cuando muchos agricultores de diversos países del mundo siembran sorgo escobero, se ha realizado poca investigación encaminada a tratar de mejorarlo genéticamente. Como consecuencia, existe un campo abierto a la investigación en todos los aspectos relacionados a este cultivo que podrían beneficiar la producción y a los agricultores. En el estado de Coahuila empezó a tener mayor importancia comercial el cultivo de sorgo escobero. Según datos de SAGARPA la superficie cosechada en el año 2003 ascendió a 6,723 hectáreas, con un rendimiento promedio, en riego de 3.647 ton/ha. Y en temporal 1.66 ton/ha. Y una producción total de 21,529.89 toneladas, destacando por su producción la Región Lagunera. (Acerca, 1997).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Formar genotipos mejorados de sorgo escobero.

### **Objetivo Específico:**

Determinar y seleccionar cuales son los mejores genotipos en relación a características de calidad de la espiga, para ser utilizadas como capa o centro.

## **HIPOTESIS**

### **Hipótesis General**

Es posible la formación de genotipos mejorados de sorgo escobero.

### **Hipótesis Específicas:**

En los genotipos de sorgo escobero a evaluar existen materiales que pueden ser seleccionados de acuerdo al tamaño de su espiga y fibra.

## REVISION DE LITERATURA

En 1969, Villarreal realizo un estudio sobre el comportamiento de 27 variedades de sorgo escobero en el noreste de México, de diferente origen y las clasifico en 3 categorías en lo que respecta a la altura del ultimo nudo, considero enanas a las que median de 70-130cm, medias a las de 145-185cm y las de 2.0 m en adelante son consideradas variedades altas a estas les ofrece ventaja por la mayor intercesión de radiación y también para la creación de un microclima más apropiado, conservando mas la humedad que las variedades enanas.

Según (Robles, 1976). Las plantas altas, aun con menos área foliar, aparentemente son mas eficientes en la utilización de esta energía siendo factible que esto determine una mayor longitud de fibra. La longitud corta de los entrenudos en las plantas enanas ocasiona competencia y esto origina el deterioro en la producción de los sorgos enanos.

Garza, (1977). Menciona de forma general que la fertilización incrementa la producción de fibra, la altura de la planta, la longitud de la fibra y el rendimiento final en seco de fibra y grano. Los días a la germinación, espigado y corte del cultivo no son afectados por la fertilización. De los nutrientes aplicados, el nitrógeno tiene un efecto mas marcado sobre el rendimiento de la espiga.

Acerca, (1997). Menciona que el Sorgo Escobero es aquella variedad que tiene una mayor precocidad y resistencia, cuya espiga es utilizada en la

elaboración de las escobas. La identidad que destaca a nivel nacional en la producción de esta variedad es Coahuila con cerca del 60 % del total durante el año agrícola de 1995, seguido por Michoacán y Durango.

### **Importancia del cultivo a nivel mundial.**

La producción mundial de sorgo si bien no tiene la importancia que tienen otros granos como el trigo, la soya o el maíz, si es un producto empleado en varios procesos industriales, siendo su principal uso en el sector ganadero, ya que de el se puede obtener alimentos balanceados o destinarse directamente al consumo del ganado.

En periodos en los que la producción de otros granos forrajeros presenta dificultades, el sorgo representa una importante alternativa para sustituirlos, pero pese a que su uso es básicamente forrajero, su producción en algunos países también es destinada para alimento humano, sobre todo en países de Asia y África. No se conoce con exactitud el verdadero origen del sorgo, algunos lo ubican en África, pero finalmente llego a Estados Unidos a inicios del siglo XVII, procedente de África.

Dentro del cultivo mundial de granos existen algunos productos que tienen una gran importancia en la dieta del ser humano, como el trigo o el arroz; existen otros destinados a varios usos, dependiendo de las costumbres de cada país; así, se tiene el caso del maíz por ejemplo en nuestro país, el cual se cultiva tanto como para consumo humano como para uso forrajero. Sin embargo, hay granos que en

la mayoría de los países se utilizan para la elaboración de alimentos forrajeros básicamente, sin que ello signifique que no se les de otro uso; como ya se pudo observar, el sorgo puede ser empleado tanto en alimento humano, forrajero y en procesos industriales, también es importante señalar que el uso de este grano a nivel mundial es el forrajero, y en menor medida para consumo humano, (Acerca, Claridades Agropecuarias, Junio, 1997).

### **Importancia del cultivo a nivel Nacional**

El sorgo es uno de los principales granos básicos del país, su importancia radica en que nutre de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales lo cual, a su vez, permite que en el mercado alimenticio se disponga de proteínas de origen animal. Su crecimiento se ubica en la década de los sesenta cuando se produce un cambio en el patrón de cultivos no solo en México, sino también de América Latina; llegando a formar parte de la cadena de producción. A pesar de que nuestro país cuenta con dos importantes zonas productoras de sorgo (Tamaulipas y el Bajío) y en ambos ciclos del año agrícola, se tienen problemas de infraestructuras así como de comercialización provocan que sigamos importando en algunos años elevados volúmenes de sorgo proveniente de otros países. Si bien esto es necesario para complementar la demanda, hoy es conveniente meditar sobre los pros y contra que tendrá procurar alcanzar la autosuficiencia o seguir dependiendo del exterior, (Acerca, 1997)

## **Origen del Sorgo**

El sorgo es una planta cuyo origen, según los expertos, se encuentra en África; sin embargo, diferentes culturas antiguas del Asia como India, Asiría y China lo han cultivado desde épocas milenarias. La llegada al continente americano fue probablemente durante el siglo XVII, aunque realmente el proceso de producción comercial se dio durante el siglo posterior, en los Estados Unidos.

En lo que se refiere a México, no tenemos la fecha precisa de llegada de este cultivo a nuestro país; lo que es un hecho, es que su crecimiento y explotación comercial se inició en la década de los 70 y fue durante la segunda mitad de ésta en la que se inicia un desarrollo importante. Ello fue el reflejo no sólo de las tendencias mundiales que se dieron en el sector, sino que para el caso específico de América Latina, respondió a la profunda reestructuración que se da en el campo, caracterizada por el cambio en el padrón de cultivos. De esta forma los granos que tradicionalmente eran explotados pierden terreno, privilegiándose los plantíos forrajeros, pero con el objetivo de abastecer los complejos agroindustriales vinculados con la producción de carnes y derivados, (Acerca, 1997).

En nuestro país se cultivan tres variedades de sorgo, y su clasificación esta orientada principalmente por el uso que se les da.

**Sorgo Escobero:** Se diferencia de los otros sorgos, por poseer una panoja de fibras largas y flexibles que son utilizadas en la fabricación de escobas y cepillos.

**Sorgo Forrajero:** Son aquellas variedades sacarinas, las cuales están consideradas como uno de los forrajes más nutritivos con tallo jugoso y dulce siendo útil en la alimentación del ganado, sobre todo cuando están verdes.

**Sorgo Grano:** son aquellas variedades no sacarinas y de las cuales se busca explotar principalmente el grano, el cual se ha constituido como la principal materia prima en la industria de alimentos balanceados.

Entre las variedades de sorgo se distinguen sorgos tardíos, medios, precoces y muy precoces, (Acerca, Claridades Agropecuarias, Junio, 1997).



**Sorgo Escobero (*sorghum vulgare var. technicum*).**

No se sabe con exactitud el centro de origen del sorgo escobero, sin embargo; diversos estudios señalan a la región norte-central del continente africano como dicho centro de origen. Extendiéndose a través de la India y China continuando posteriormente hacia Europa y América, (Darlington, 1956).

Diversos estudios indican que la región Norte Central del Continente Africano es probable dicho centro, continuando su distribución a través de India y China, difundiéndose posteriormente hacia Europa y América. A partir del ecuador y comprendida dentro de los 20 a 40 grados de latitud norte y sur se encuentran los grandes desiertos y las zonas semiáridas distribuidas en los cinco continentes, formando el límite natural de distribución de la especie. Estas regiones presentan condiciones ecológicas características, siendo posible suponer que mediante la selección natural se formó una especie con la particular habilidad de resistir y sobrevivir en condiciones de baja humedad y alta temperatura, (Robles, 1981).

Las narraciones en las que se le atribuye a Benjamín Franklin (Villarreal 1969.), la introducción del sorgo escobero a Estados Unidos en el año de 1725, procedente de Inglaterra, siendo el quién al parecer, primeramente lo sembró en E.U. aunque la primera producción la sembró Samuel Hopkins en Hadly Massachusetts en el año 1778.

La producción es comercializada para la fabricación de escobas, ya sea en las respectivas áreas de cultivo o abasteciendo ciudades del país donde el mismo no se ha difundido. El resto de la producción se comercializa en el mercado exterior. Los países que tradicionalmente han sido abastecidos por el país son los siguientes: Brasil, Cuba, EE.UU. de América, Venezuela, Alemania, Italia, Canadá, Francia, etc.

En México el primer cultivo comercial de sorgo escobero, para su propia fábrica, fue sembrado por don Eugenio Serrano, en el estado de Nuevo León, en el año de 1886. De donde se extendió a las zonas semidesérticas localizadas hacia el norte de Nuevo León , Coahuila, Tamaulipas, Sonora y Sinaloa; donde se obtiene una producción que satisface el consumo nacional, quedando un excedente que es exportado hacia Estados Unidos, Canadá y Guatemala.

### **Clasificación Botánica del Sorgo Escobero**

Reino	Vegetal
División	Antophyta
Clase	Monocotyledoneae
Orden	Glumiflorae
Familia	Gramínea
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Genero	Sorghum
Especie	<u>sorghum vulgare</u> , var. <i>Technicum</i>

## **Morfología y descripción botánica.**

La planta de sorgo escobero es similar a la del maíz. Sin embargo difiere de esta en la forma de la panoja nudosa y con largas ramificaciones fibrosas en un tallo que puede tener 0.90 m a 4.50 m de altura.

El valor de la planta reside en su panoja, parecida a un cepillo. La medula de la planta es seca; los entrenudos generalmente son más largos que las vainas en las formas de mayor altura. Su raíz es fibrosa, hojas alternas y lanceoladas; sus flores son hermafroditas y están dispuestas en una panoja terminal; las espiguillas son de una sola flor hermafrodita; las semillas son semigruesas, ovaladas, comprimidas y están situadas en los extremos de pequeñas ramificaciones, prestándose en distintos colores rojizo y amarillo. El tallo se encuentra dividido en nudos que varían de siete a nueve, (Garza, 1977).

**Raíz.-** El sistema radicular del sorgo es profuso y tiene muchas raíces adventicias. (Garza, 1977).

**Tallo.-** Delgado sin desarrollo de meristemas secundarios (cambium), erecto, con relativa resistencia, esta formado por nudos y entrenudos cilíndricos y macizos en número variable de ocho a once; los entrenudos generalmente son más largos que las vainas en las formas de mayor altura. El último entrenudo constituye el pedúnculo de la inflorescencia. Su altura varia de .90m a 4.5m, la medula de la planta es seca. Tiene la capacidad de desarrollar yemas florales a partir de los

nudos, que al desarrollarse forman una inflorescencia similar a la panícula central, pero de menor longitud y menor calidad, (Villarreal, 1969).

**Hojas.-** Tienen un nacimiento a partir del tallo, bordes lisos, ápices agudos, base con vaina que cubre parte del tallo. Con una nervadura principal, central y paralela a ésta se colocan las secundarias que son más delgadas, se separan del tallo cuando alcanza el nudo inmediato superior y en algunas ocasiones antes. (Villarreal, 1969).

**Inflorescencias.-** Esta se desarrolla en la parte final del tallo, constituyendo una panoja con numerosas fibras que poseen a los órganos sexuales, los que posteriormente dan origen a la semilla. Los pedicelos erectos varían entre 22 a 50 cm. de largo y las panojas son umbelíferas y varían de 25 a 60 cm.

La inflorescencia del sorgo escobero es generalmente una panícula laxa y en ocasiones semidensa. (Villarreal, 1969).

Los raquis primarios tienen su nacimiento a partir del pedúnculo, alcanzando longitudes que varían desde los 50 hasta 100 cm.; las fibras de las panojas se ramifican hacia la punta y las flores y las semillas están situadas en los extremos de pequeñas ramificaciones. La inserción de los raquis secundarios varía de acuerdo a cada variedad siendo más aceptadas las inflorescencias con los dos tercios inferiores limpios de semillas. También, la eficiencia de la escoba aumenta cuando los raquis secundarios y terciarios se encuentran al extremo de la inflorescencia.

Los órganos de reproducción son típicos de la tribu Andropogoneae y constan de espiguillas apareadas, una sésil hermafrodita y la otra pedicelada masculina, estériles o atrofiadas. La lema fértil puede ser aristada o mútica y sus cubiertas florales son generalmente hialinas. (Garza, 1977).

Las semillas son semigruesas, ovaladas, comprimidas y están situadas en los extremos de pequeñas ramificaciones, prestándose en distintos colores rojizo, amarillo, (Weibel, 1975).

### **Crecimiento y desarrollo de la planta**

Las diferentes fases fenológicas del cultivo varían en función de las variedades, pues las hay muy precoces desde 70 días hasta aquellas que tienen más de 100 días a la cosecha. Villarreal (1969) clasificó las variedades en precoces, aquellas que están listas para cosecharse en menos de 80 días; intermedias, las que rinden entre los 81 y 90 días y tardías, las que se cosechan a más de 91 días. La precocidad de las variedades puede ser una característica deseable siempre y cuando la panícula cumpla los requisitos impuestos por las empresas manufactureras de escobas. En un estudio realizado por este autor, las variedades más precoces tuvieron la desventaja de producir panícula de poco peso y baja calidad. (Salazar, 1979).

Pither *et al.* (1955) Menciona que aunque las plantas queden latentes durante los periodos de sequía, debe de haber humedad a tiempo para producir espigas y granos antes de las heladas; además, señala que el mejor rendimiento de sorgo se obtiene cuando el periodo de desarrollo coincide con una temperatura calida, y que para una mejor germinación y crecimiento inicial de las plantas se requiere que el suelo este caliente.

El sorgo escobero no es tan exigente en humedad como lo es con la temperatura donde el clima es extremadamente seco y frió, se obtiene un producto en cabezuela y corto, bajando la fibra en calidad. Durante la época de cosecha, las lluvias causan una decoloración en la fibra que determina una disminución en grado y precio (Ratikanta 1986)

La mejor fibra se produce en lugares donde el verano es caliente, los suelos son fértiles, con buena provisión de humedad y la estación de cosecha es relativamente seca. En América, las grandes áreas de tierras oscuras y los suelos calcáreos del interior de la planicie del Río Bravo, son buenos y adaptables para la producción del sorgo de escoba. Las tierras claras en esta área no son del todo productivas, mientras que las negras y arcillosas del Golfo de México tienden a producir fibra gruesa que es muy solicitada para las industrias escoberas (Ratikanta 1986).

La densidad de siembras es importante pues afecta directamente el desarrollo y crecimiento de la planta. Cuando la distancia entre plantas se reduce, la panícula tiende a sobresalir mediante un crecimiento en longitud dando por resultado una diferencia en el nivel de nacimiento de los raquis primarios, restando calidad en la variedad (Dupuy, 1958). También se ha observado que los periodos de stress de humedad pueden afectar el desarrollo y la calidad de la panoja. Se ha obtenido panoja de mejor calidad y resistencia cuando se somete al cultivo a sequía edáfica en sus fases iniciales (Rojas, 1959).

El máximo desarrollo en las plantas se presenta cuando el grano se encuentra en estado lechoso, fase en la cual la inflorescencia detiene su desarrollo para lograr la maduración del grano (Kraepel y Quinby, 1948).

### **Crecimiento general del cultivo**

El ciclo de crecimiento del sorgo escobero puede dividirse en tres fases o etapas principales de desarrollo: la fase vegetativa o etapa de crecimiento 1 ( $EC_1$ ), que va desde la emergencia de la plántula a la iniciación de la panícula del tallo principal; la fase del desarrollo de la panícula o etapa de crecimiento 2 ( $EC_2$ ), que comprende desde la iniciación del desarrollo de la panícula hasta la floración del tallo principal; y la fase del llenado del grano o etapa de crecimiento 3 ( $EC_3$ ), lo que va desde el llenado del grano (o madurez fisiológica) en el tallo principal.

**Fase vegetativa.** Esta fase se inicia con la emergencia de las plántulas y continua hasta el periodo de inicio de la panícula del tallo principal; durante esta la plántula produce su sistema radicular primario, constituido por la raíces seminales en primera instancia y produciendo en seguida sus raíces adventicias. Todas las hojas de la planta son originados en este periodo y hasta el final de esta etapa, de siete a ocho hojas están totalmente expandidas, habiéndose perdido dos o tres de la parte baja del tallo debido al marchitamiento causado por la madurez. La elongación de los entrenudos de la parte media hacia abajo es poca, sin embargo, de la parte media del tallo hacia arriba (más específicamente del cuarto al sexto entrenudo) esta es más evidente. El crecimiento de las plantas se concentra en las estructuras vegetativas (hojas, raíz y tallo); la acumulación del peso seco se reparte principalmente en las hojas y raíces, y en menor cantidad en el tallo.

**Desarrollo de la panícula.** Esta fase comprende desde la iniciación de la panoja hasta que la planta alcanza el 50% de la floración en el tallo principal. Durante esta etapa, las hojas remanentes se expanden completamente, aparece la hoja bandera, empieza a senescer mas hojas de la parte baja del tallo (de cuatro a cinco hojas mas se marchitan). Hay mayor elongación de los entrenudos, ocurriendo primero en los de la parte inferior del tallo y después en los de la parte superior, aumentando por consiguiente el tamaño de la planta, la yema apical se diferencia sufriendo una serie de cambios morfológicos y funcionales, dentro de los cuales se pueden contar la formación de ramas primarias y secundarias de la inflorescencia, florecillas y sus partes vegetativas (gluma, lema y palea), anteras y



estigma. Esta diferenciación se identifica al observar un ensanchamiento en la base del ápice vegetativo, lo cual lleva a la formación de una estructura de cúpula y a partir de la cual se originan las primeras ramificaciones. Empiezan a aparecer hijuelos en el penúltimo y último nudo inicialmente, y en el nudo basal posteriormente, estos no alcanzan gran desarrollo; en ninguno de los casos llegaron a formar paniculas, ni lograron sobresalir de las vainas de las hojas que los contenían. El peso seco se reparte en las hojas, tallo, raíz y panicula, esta última lograra un peso seco considerable con respecto al resto de la planta. En sorgo escobero tiene una duración de 28 días y 27 en el sorgo de grano.

### **Mejoramiento genético**

Los sorgos para escoba, para grano, dulces y el pasto Sudán; todos ellos anuales, tienen un número cromosómico de  $2n = 20$  y han sido agrupados comúnmente en una sola especie, **Sorghum vulgare**, por los genetistas americanos (Harper y Quinby, 1947 y Quinby y Martin, 1954).

El pasto Jonson, que es perenne, se clasifica como **S. halapense**. La identificación de un número cromosómico de  $2n = 10$  en una especie gramínea anual de África **Sorghum versicolor** (Karper y Chisholm, 1936) sugiere la posibilidad de que tanto **S. vulgare** como **S. halepense** puedan ser poliploides; la

probabilidad del origen poliploide de dichas especies se ha confirmado por medio de investigaciones citológicas (Endrizzi y Morgan, 1955 y Hadley, 1953)

### **Estudios genéticos**

Se han efectuado estudios sobre la herencia del sorgo de grano (Martin, 1936; Quinby y Martin, 1954); sin embargo, en el cultivo de sorgo escobero éstos han sido mucho más escasos, aunque según Weibel (1975) reapiplan la mayoría de los principios genéticos desarrollados por otros sorgos. Sieglinger (1932) ha informado sobre la heredabilidad de la altura en un cruzamiento entre las variedades Japonesas enana y Acme.

Se han establecido siete grupos de ligamientos en el sorgo (Quinby y Martin, 1954). En cuatro de estos grupos se han identificado tres o más genes y en los otros tres grupos de ligamientos, se han identificado dos genes.

Genes determinantes de la altura. Se supone que las variedades enanas de sorgo escobero se han originado como mutantes recesivos de las variedades antiguas altas. En estudios recientes se han identificado cuatro genes recesivos para tamaño corto (Quinby y Martin, 1954). Estos cuatro genes se han designado como dw1, dw2, dw3, dw4.

La clasificación genética por altura de algunas variedades son como sigue: sin genes recesivos no hay ninguna variedad identificada; recesiva para un gen está el sorgo escobero estándar o común (Dw1, Dw2, Dw3, Dw4); recesiva para dos genes está como ejemplo la variedad Acme y Dwarf Scarborough (Dw1, dw2, dw3, Dw4) y japonés enano (dw1, Dw2, dw3, Dw4); recesivas para tres y cuatro genes no se tienen reportadas variedades comerciales.

El efecto de los genes recesivos para enanismo es reducir la longitud de los entrenudos. La época de floración y el tamaño de la hoja no sufren modificación. El carácter altura es parcialmente dominante. Un gene, que se supone sea el Dw3, es inestable y puede revertir a mayor altura, presentándose una planta mutante en 1 de cada 200 plantas (Karper, 1946). La variación de altura en variedades individuales con el mismo número de genes recesivos indica la presencia de un complejo genético modificador (Poehlman, 1959).

Genes que influyen en la precosidad. Las variedades de sorgo varían considerablemente en el tiempo que requieren para el desarrollo de la planta y su maduración. Esta variación tiene importancia en relación con la adaptación de las variedades a una determinada zona. La duración del período vegetativo y el tamaño final de la planta, estarán determinados por el tiempo que transcurra antes que se inicie la yema floral (Quinby y Karper, 1954 y Quinby y Martin, 1954).

Las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo grueso y un gran número de entrenudos y hojas, siendo la floración y maduración tardías. Las variedades en que el brote floral se inicia con rapidez, tendrán menor número de entrenudos y hojas y serán precoces en floración y maduración. En el sorgo se han identificado tres genes que tiene influencia sobre la época de la maduración. Se les designa como Ma, Ma2 y Ma3. El carácter tardío es dominante sobre el de precocidad; pero los genes Ma2 y Ma3 no se manifiestan por sí mismo si no está presente el dominante Ma; Ma3 no se manifiesta si no está presente Ma2. Como resultado de esto, sólo se pueden distinguir cuatro fenotipos de los ocho genes homocigóticos. Por otra parte, el gene Ma está ligado con el gene Dw2, que tiene influencia sobre el tamaño de los entrenudos. Además de requerir mayor número de días para llegar a la floración, los fenotipos de maduración tardía tienen mayor número de hojas, mayor altura, hojas más largas, mayores diámetros de tallos y plantas más grandes que los fenotipos más precoces, cuando se les cultiva bajo condiciones normales de 14 horas de duración del día. Este mayor tamaño se debe a un mayor período de crecimiento. Bajo condiciones de 10 horas de duración, se pueden hacer distinciones entre cuatro tipos (Poehlman, 1959).

### **Métodos de mejoramiento del sorgo escobero**

Villarreal (1971), probó la efectividad de la selección masal en el sorgo escobero estableciendo los caracteres fenotípicos de la planta en conjunto, y la

otra considerando solamente los caracteres de la panícula. Inició el proceso selectivo en la generación filial F4 de la variedad Renner's No.1 en Apodaca, N. L., México. Los resultados que reporta señalan la superioridad del método de selección considerando los caracteres fenotípicos de la planta en conjunto, ya que en base a sus observaciones existen caracteres correlaciones.

El autor menciona que la superioridad del método de selección de campo + bodega sobre el de bodega, se aprecia mejor al señalar las ventajas para cada carácter en particular, que enseguida se menciona:

- a).** se redujo la altura a la hoja bandera, concentrando el 75% de la población en las clases preferentes de fibra;
- b)** al reducir la altura, se incrementó la longitud de la panícula ( $r = 0.50$ );
- c)** al aumentar la longitud de fibra limpia se redujo la longitud del pedúnculo ( $r = 0.44$ ); y
- d)** aumentó la calidad general de la producción por tener un incremento en la proporción de panículas con excursión terminal, evitando la formación del "cuello de ganso".

Hadley (1960), propuso un método para producir un híbrido sin semillas mediante la introducción de un gene deciduo. Esto sería muy favorable en este cultivo pues eliminaría el trabajo de quitar la semilla al fabricar las escobas.

Los programas de mejoramiento de los Estados Unidos, están dedicados principalmente al desarrollo de variedades resistentes a las enfermedades. La podredumbre del tallo por antracnosis (*Colletotrichum graminicolum*), el virus del mosaico del maíz y el mildéu veloso (*Sclerospora sorghi*) constituyen una amenaza tanto para el sorgo de escoba, como para los otros sorgos. La tendencia actual es también la de crear variedades enanas más adecuadas que las actuales para la recolección con cosechadoras mecánicas.

### **Cultivo del sorgo escobero.**

La buena preparación del terreno es un factor importante para obtener buenos rendimientos. Para ello es necesario barbechar por lo menos a 20 cm. De profundidad, con el objetivo de incorporar los residuos orgánicos de cosechas anteriores. Esta practica también permite destruir algunas plagas del suelo y aflojar la capa arable, lo que facilitara el crecimiento de la semilla, el desarrollo de la raíz y la penetración del agua, posteriormente se requiere rastrear para desmoronar los terrones y nivelar el terreno, con lo cual se facilitara la aplicación de los riegos y se evitaran encharcamientos, (CIAN,1979).

### **Métodos de siembra**

Se siembra manualmente o con maquinaria depositando la semilla a chorrillo y a una profundidad de 4 a 5 cm, se recomienda que la separación entre

plantas sea de 10 a 25 cm, en algunos casos, se acostumbra hacer la siembra a surco abierto y cuando se hace debe utilizarse posteriormente una rastra liviana de ramas a favor del surco, (SARH, 1977).

En siembras mecánicas se utilizan la maquinaria disponible para un cultivo en hileras. En zonas de mucha humedad se usan sembradoras de algodón o de maíz (sembradoras de superficie o lister), sustituyendo simultáneamente la placa sembradora por la específica del sorgo. Es común la utilización de maquinas para hileras múltiples en siembra extensivas, (Weibel, 1975).

### **Fecha de siembra**

La fecha de siembra es un factor muy importante en el desarrollo y rendimiento del cultivo de sorgo escobero. En el noroeste de México, se inicia en abril y termina los últimos días de junio. El ciclo vegetativo de la planta es de 90 a 100 días, dependiendo de la variedad, por esta razón se recomienda como fechas óptimas de siembra entre el 15 de abril y el 15 de mayo; de esta manera la cosecha se efectúa antes de la época de lluvias. Se puede sembrar desde enero hasta agosto, pero es conveniente hacer las siembras en los meses de primavera con semillas de variedad tipo enano y en el verano (junio, julio y agosto) con variedades de tipo común, debido a que unas y otras al cosecharse pueden encontrar el tiempo más favorable.

Por otra parte, el retraso de la siembra prolonga los trabajos requeridos para la cosecha, la carga sobre los estantes de secado, el enfardado y la tarea de sembrar un cultivo diferente. Las siembras adelantadas requieren mayor número de cultivos y riegos y tardan más días en producir, de manera que se cosecha en la misma época que las siembras de marzo. Debido a la falta de calor necesario en el suelo durante los meses de enero y febrero se produce una espiga de menor calidad; estas siembras se hacen algunas veces para aprovechar la humedad existente durante el invierno, (Weibel, 1975).

### **Densidad de siembra**

La densidad de siembra es de suma importancia para obtener fibra de buena calidad. Una siembra con exceso de semilla produce fibra corta; mientras que otra de poca densidad produce también fibra mala, muy larga, gruesa, tosca y torcida o nudosa. La siembra debe ser uniforme y con semilla buena y limpia para que la cosecha sea uniforme (Martin y Washburn, 1951). En zonas húmedas de buena producción, una producción de aproximadamente 90 a 140 mil plantas/ha generalmente producen un buen rendimiento de fibra de alta calidad. Esta densidad se logra cuando las plantas están separadas entre 7 y 10 cm; por ejemplo, aproximadamente de 9 a 14 plantas/m lineal en hileras de 1.0 m de separación. Con 2 ó 3 kg/ha de semilla de buena calidad se podrá lograr esta población de plantas (Weibel, 1975).



En regiones de humedad limitada es necesario sembrar a una menor densidad. En estos casos, de 37,000 a 62,000 plantas/ha son suficientes esto implica que las plantas están separadas de 15 a 22 cm en hileras de 1.0 m de separación (cuatro a siete plantas/m), y solo se requerirá de 1 a 1 1/2 kg/ha de buena semilla plantas (Weibel, 1975).

### **Prácticas culturales**

Después de la siembra, una vez que la planta ha alcanzado una altura de 10 cm, se da el primer cultivo consistente en una removida ligera de la tierra.

En siembra bajo riego se acostumbra proporcionar el primer riego a los 45 días de sembrado. Cuando la humedad lo permite, se efectúa la segunda escarda con el objeto de evitar el acame y eliminar las malezas. En tierras de buena a mediana fertilidad, este riego es suficiente para producir buena cosecha, pues el exceso de agua en la planta tiende a producir fibra de mala calidad.

### **Riego**

El sorgo escobero es un cultivo rústico que aguanta condiciones de sequía prolongada, siendo la época crítica para la aplicación del riego de auxilio al momento de soltar la espiga (SARH, 1977). En regiones donde hay disponibilidad

de riego y el cultivo lo necesita, éste es proporcionado sólo en una o dos ocasiones; es decir, que no se puede considerar como un cultivo totalmente irrigado.

### **Fertilización**

En forma general, la fertilización incrementa la producción de fibra, la altura de la planta, la longitud de la fibra y el rendimiento final en seco de fibra y grano. Los días a la germinación, espigado y corte del cultivo no son afectados por la fertilización. De los nutrientes aplicados, el nitrógeno tiene un efecto mas marcado N sobre el rendimiento de la espiga, (Garza, 1977).

Según experiencias locales, se recomienda una aplicación de 80-40-00 al momento de la siembra (SARH, 1975).

### **Control de malezas**

Los herbicidas que se utilizan son los mismos que para los otros tipos de sorgos, y comprenden la Propazina, Norea, Propaclor para aplicaciones de pre-emergencia y Atrazina, 2-4-D ó Diuron para post-emergencia. El uso de herbicidas en regiones semiáridas puede no ser económicamente conveniente (Weibel, 1975).

## **Plagas y enfermedades**

### **Plagas**

El sorgo escobero tiene un escaso número de enemigos, pero su efecto puede ser determinante en la pérdida del cultivo y en la baja calidad de la producción cuando no se aplican medidas adecuadas de control. En todas las zonas donde se producen sorgos de escoba, el cultivo continuo de éste aumenta la aparición de enfermedades, y tal vez de insectos (Weibel, 1975).

Los insectos que atacan al sorgo de escoba son casi los mismos que atacan a los otros tipos de sorgos; sin embargo, los insectos no constituyen una amenaza grave para el cultivo. Algunos como los áfidos de la hoja, en años en que abundan y se ubican en las fibras inmaduras, producen una decoloración que disminuye la calidad y precio de la cosecha.

El control con insecticidas se ha practicado pocas veces por su incoasteabilidad económica; sin embargo, cuando el cultivo es con el objetivo de producir semilla, es importante controlar las plagas que lo atacan. Los insecticidas químicos, para combatirlos, deben manejarse con las mismas recomendaciones que para los demás sorgos.

A continuación se hace una descripción breve del daño que causan algunas plagas:

### **Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Esta plaga ataca al cultivo cuando se encuentra en el segundo tercio de su ciclo, implantándose en el cogollo, llegando a causar un retardo en el crecimiento.

El daño es debido a una serie de perforaciones simétricas una vez que se desarrolla la hoja atacada.

### **Gusano barrenador (*Zea diatraea saccharalis*)**

Este gusano perfora el tallo y se moviliza a la médula, donde completa su desarrollo como larva. Algunas panículas presentan síntomas de pudrición en los raquis primarios cuando las larvas perforan los nacimientos de los mismos. Se considera el barrenador como el transmisor del muermo rojo o virosis; lo rojizo de las panículas es síntoma del muermo rojo.

### **Pulgón de la hoja (*Rhopalosiphum maidis*)**

Estos insectos se ubican en las hojas jóvenes del cogollo de la planta, principalmente durante las fases iniciales del cultivo.

## **Enfermedades**

En forma general, se puede decir que las enfermedades comunes al sorgo de grano atacan también al sorgo escobero; sin embargo, sólo unas pocas de las mencionadas resultan graves. Las más importantes son las antracnosis, el muermo rojo y el mildew o escoba de bruja. Las royas, tizones, royas bacterianas de la hoja y la podredumbre del tallo; provocan daños menos perjudiciales. Algunas enfermedades se presentan cuando ocurren altas precipitaciones y temperaturas medias.

### **Helminthosporium spp**

Este hongo causa manchas parduscas con bordes rojizos en el follaje y en las envainaduras.

### **Puccinia sorghi**

Roya de color rojizo que ataca principalmente al follaje.

### **Mildew o escoba de bruja (*Sclerophthora macrospora*)**

Esta enfermedad ataca desde el estado de plántula produciendo deformaciones de la planta y la eliminación total de la inflorescencia. Cuando la

enfermedad se presenta en fases avanzadas del desarrollo, la panícula no produce órganos reproductivos y la planta permanece en estado vegetativo, produciendo sólo hojas y alcanzando mayor altura que las normales. Los síntomas se presentan en un listado foliar en bandas alternas verdes y amarillas, causando posteriormente un desgarramiento típico que le da el nombre a la enfermedad. Ciertas variedades de sorgo son resistentes a esta enfermedad y se podría transmitir esa resistencia a las mejores variedades (Weibel, 1975).

### **Virosis o muermo rojo**

Esta virosis es presumiblemente transmitida por el gusano barrenador; ataca principalmente al pedúnculo de la inflorescencia y a los raquis primarios. La proliferación de esta enfermedad ocurre cuando se acumula agua en la envainadura de la última hoja.

### **Antracnosis (*Colletotrichum graminicolum*)**

Esta enfermedad a menudo origina grandes pérdidas; afecta a las plantas especialmente durante las épocas frías, ya sea a la semilla o bien a los residuos de plantas adultas. Puede dañar o matar a las plántulas en cualquier etapa, hasta el momento de ser cosechada. Los primeros síntomas consisten en la aparición de manchas oscuras en las hojas. Aparentemente el agente penetra en el tallo por la

vaina foliar o directamente por las raíces. El deterioro comienza en la médula de los entrenudos y se propaga a los adyacentes; al final, las plantas mueren y caen.

### **Mosaico del maíz**

Esta enfermedad es causada por un virus; los síntomas varían desde un ligero moteado de las hojas nuevas a una clorosis grave, decoloración y enanismo de la planta. La decoloración depende del color característico que tenga la variedad, oscila del castaño al rojo o el negro violáceo. Algunos sorgos comunes son resistentes, por lo que un programa de mejoramiento para transferir esta resistencia a los sorgos escoberos sería factible (Weibel, 1975).

### **Cosecha**

La cosecha del sorgo escobero es una de las operaciones que debe realizarse en el momento preciso, ya que de esto depende el beneficio que el productor tenga el momento de vender su producto, y por otra parte, las ventajas que logra el manufacturero de escobas. Si durante la cosecha algún manejo del producto no se realiza bien, se ocasiona una reducción del valor de la calidad de la fibra y en consecuencia del precio que el productor obtenga en su venta. Por lo tanto, el valor de la fibra depende principalmente de su estado en el momento de ser comercializada. El momento oportuno para dar principio a la recolección es cuando un 70 a 80 % de las plantas han llegado a un punto en que la semilla

alcance su estado lechoso. Esto se hace evidente por el desprendimiento de las anteras que, por lo general, son de color amarillo. En esta fase del cultivo también la fibra presenta un color verde pálido en toda su extensión, y es también cuando la panoja llega a su máximo desarrollo; en este período la fibra tiene la mayor consistencia y flexibilidad, cualidades indispensables en una buena cosecha.

La cosecha temprana o tardía de la fibra trae consigo castigos en el precio de venta del producto. Si se cosecha temprano, cuando los extremos más bajos de la fibra están todavía amarillos, las fibras serán débiles y no tendrán elasticidad necesaria y requerida para fabricar una buena escoba. En la cosecha tardía, la fibra comienza a estar demasiado dura, frágil, quebradiza y pierde el color deseado.

El peso de la fibra, aunado a las características deseadas por los fabricantes de escobas, es lo que al final de cuentas le da el valor a la cosecha del productor. El color verde uniforme, el máximo desarrollo de la fibra, la consistencia y flexibilidad, así como el peso óptimo pueden satisfacer como lo ha demostrado Sieglinger (1928).

La forma de realizar la cosecha varía dependiendo de la variedad que se haya cultivado. En el caso de las variedades comunes, se realiza mediante el corte, y en el caso de las variedades enanas se acostumbra el tirón.

Cuando la cosecha del sorgo escobero se realiza a mano, se necesita de 10 a 14 días de trabajo manual para cosechar, secar, trillar o desemillar y enfardar una tonelada de fibra que contiene entre 40,000 y 70,000 panojas. La operación



es lenta, ya que cada inflorescencia debe de ser cortada o arrancada a mano; estas fibras se mueven en manojos o brazadas, tratando en lo posible de evitar que se enreden.

En el corte de la panoja en variedades comunes se efectúa en el último entrenudo procurando dejar de 15 a 20 cm de pedúnculo para efectuar el desemillado o trillado, el manejo y el enfardado. En las variedades enanas, dada su pequeña altura (0.9 a 1.8 m), y debido también a que la vaina de la hoja superior encierra en parte a la panoja, es más conveniente arrancar o tirar de la panoja y no cortarla. El tirón se hace con ambas manos, con una de ellas se toma la última hoja o “bandera” del tallo y con la otra la inflorescencia; con un movimiento brusco de los brazos hacia fuera y abajo se separa la panoja de la planta. Realizada la cosecha, se continúa con la clasificación de la fibra y su empaque a los centros procesadores de escobas.

## **Rendimiento**

Los reportes analizados sobre el rendimiento (kg/ha) del cultivo se pueden dar a conocer en forma de espiga verde con semilla, espiga seca con semilla y espiga seca sin semilla. Para el Estado de Nuevo León, México, los rendimientos de espiga limpia y seca fluctúan entre 200 y 500 kg/ha. Mientras que para la Comarca Lagunera los rendimientos de ton/ha están alrededor de las 3 Ton/ha aproximadamente.

Si se ponen a secar 100 Kg de panoja verde con semilla, a los 3 días se tendrán aproximadamente 30 Kg de espiga seca con grano, de la cual se obtienen 24 kg de fibra y 6 Kg de semilla.

Villareal (1969) realizó un estudio sobre el comportamiento de 27 variedades de sorgo escobero en el noroeste de México; posterior a la cosecha se seleccionó la calidad de la fibra de acuerdo a las especificaciones de la región en cuatro tipos:

**Categoría 1:** que comprendía los tipos capa verde y blanca.

**Categoría 2:** para los tapados borrego y fibra manchada y doblada que se

Utilizan como relleno en la fabricación de la escoba.

**Categoría 3:** formado por centros delgados y gruesos.

**Categoría 4:** desperdicios.

El rendimiento promedio en kg/ha de fibra limpia y seca considerando todas las variedades fue como sigue: 290 (20 %), 212 (15 %), 114 (9.3 %) y 273 (19 %) kg/ha de fibra respectivamente para las categorías mencionadas. La semilla representó un 30 % del peso de las espigas, perdiéndose un 7.9 % de espigas en el proceso de desgrane.

De la misma forma, el autor estimó para todas las variedades los porcentajes de espiga con defectos. En forma global hubo 10 % de espigas dobladas, 16 % espigas “borrego” y 7 % de espigas tiernas.

### Principales estados productores en México

En México las principales zonas productoras de sorgo escobero se ubican al norte, en los Estados de Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas y Sinaloa, en el centro destacan Guanajuato y Michoacán, tal como se puede observar en el (Cuadro 1) en el cual se presenta, la producción nacional de sorgo escobero obtenida durante los años 2000-2002.

**Cuadro 1.** Principales Estados Productores de Sorgo Escobero en México.

ESTADOS	AÑOS	SUPERFICIE	SUPERFICIE	RENDIMIENTO
		SEMBRADA	COSECHADA	TON/HA
Tamaulipas	2000	733	505	3.266
	2001	727	448	1.719
	2002	586	253	2.076
Sinaloa	2000	4033	4029	1.824
	2001	3405	3396	1.435
	2002	2217	2213	2.189
Michoacán	2000	906	906	4.985
	2001	1033	1033	5.731

FUENTE: Centro de Información y Estadístico Agroalimentaria.

## Zonas de Producción de Sorgo Escobero en el Estado de Coahuila

El cultivo del sorgo escobero necesita condiciones climáticas relativamente secas y cálidas. En Coahuila existen zonas que presentan las condiciones antes mencionadas lo que permite una explotación eficiente de este cultivo (Cuadro 2), estas zonas son; Torreón con un 68.2 % de la superficie sembrada del cultivo, seguido de Frontera con un 20.2 %, Saltillo con un 9.8 %, y Acuña con 1.2 %.

**Cuadro 2.** Municipios Productores de Sorgo Escobero en el Estado de Coahuila.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>SUP. SEMB.</b>	<b>SUP. COS.</b>	<b>%</b>
	2002 - 2003	2002 – 2003	
Torreón	916	3253	68.2
Frontera	881	2250	20.2
Saltillo	831	1192	9.8
Acuña	109	145	1.2

**FUENTE:** Anuario Estadístico de Coahuila 2003

**Cuadro 3.** Producción de Sorgo Escobero en la Comarca Lagunera para el año 2003.

MUNICIPIOS	SUPERFICIE X GRAVEDAD (HAS)	PRODUCCIÓN X TONELADA	SUPERFICIE X BOMBEO (HAS)	PRODUCCIÓN (TON)
San Pedro	1,000	5,402	NO Hubo	
Madero	178	770	60	680
Matamoros	753	3,283	102	685
Torreón	42	161	162	702
Biseca	1,308	2,812	146	490
Total	3,281	12,428	470	2,137

FUENTE: SAGARPA

### **Procesamiento de la fibra**

#### **Secado de la fibra**

Una vez cortada la fibra, ésta se tiende al sol por dos o tres días, tratando de rotar su posición para lograr un secado uniforme. La fibra se extiende en capas de 3 a 5 cm de espesor para exponerla ya seca, se facilita su manejo y almacenamiento para después efectuar el trillado y por último el enfardado.

En algunas áreas el curado o secado de las fibras se hacen en estantes dentro de cobertizos, después de haberlas trillado. Weibel (1975) recomienda que la fibra retenga su color verde brillante durante el curado, es necesario que ésta seque rápidamente y que después esté protegida la luz intensa.

En el secado en cobertizos, la fibra se coloca suelta en los estantes en capas de 5 a 10 cm según el contenido de humedad. Los cobertizos deberán

estar abiertos por los cuatro lados para permitir abundante ventilación entre las capas. Con este método, el curado requiere de 10 a 14 días en los que la fibra verde pierde aproximadamente la mitad de su peso.

Otra forma de curar la fibra consiste en hacer hacinas o “monos” de 0.9 a 1.5 de alto y 1.2 m de ancho en la parte inferior, siendo más angostos hacia arriba. La lluvia y la humedad pueden ocasionar que las fibras sean dañadas bajo este sistema; sin embargo, esta operación economiza mano de obra y gastos extras. También al estar expuestos a los rayos solares por varios días ocasiona que las fibras se blanqueen. El procesamiento es el siguiente: las fibras se secan parcialmente en el campo donde se han dejado en pequeños montones entre los tallos durante varios días después de la cosecha; se blanquean algo, pero para entonces habrán secado lo bastante como para curarse sin riesgos en las hacinas. Las hacinas se hacen sobre tablas o sobre el piso directamente colocando las fibras con los pedicelos hacia adentro. Con frecuencia las hacinas se cubren con otro material, aunque se puede utilizar la misma fibra.

## **Trilla o desgrane de la panoja**

La separación de los granos de la panoja del sorgo escobero se denomina trilla o desgrane. Esta operación se realiza cuando la panoja está seca o antes de secarse. El desgrane de la panoja antes de secarse tiene sus ventajas pues determina al final de cuentas, que la fibra sea de mejor calidad ya que las ramificaciones finas se quiebran menos. Esto implica, por lo tanto, que después de la trilla deben de secarse las panojas. En el noroeste de México, la fibra es trillada y enfardada hasta después del secado.

Weibel (1975) describe una trilladora de dos cilindros que gira en direcciones opuestas uno sobre otro; éstos sacan los granos de la panoja, primero en el extremo y después en toda ella a medida que pasa entre los cilindros.

El proceso de trillado es importante, pues mientras la fibra vaya más libre de semillas, obtiene mejores precios. La semilla que queda en la espiga después de desemillarse no tiene valor alguno y tendrá que eliminarse antes de hacer la escoba. El dejar la semilla en la espiga, con el objetivo de lograr mejor peso, es contraproducente al producto, ya que reducirá su precio de venta.

## **Enfardado de las espigas**

La espiga bien empacada recibe mejor precio que aquella que se puede romper y cuyas pacas se deshacen con el manejo. El secado apropiado antes de enfardado es muy importante, por un lado para poder realizar la operación misma

y que se requiere que tenga un cierto grado de humedad, y por otro, para almacenar las pacas sin riesgos de daños por humedad.

La operación consiste en prensar las fibras para obtener un fardado compacto.

### **Corte del pedúnculo**

Para panículas clasificadas como centro, la longitud varía según el número de hilos que lleve la escoba, para lo cual se han establecido las siguientes medidas:

3,4,5 hilos	19 pulgadas
6 hilos	21 pulgadas

Para las panículas clasificadas como capas hay categorías según el tamaño:

1	mayores	25	pulgadas
2		23 – 25	pulgadas
3		21 – 23	pulgadas
4		19 – 21	pulgadas
5		17 – 19	pulgadas
6	menores	- 17	pulgadas

### **Utilización de la fibra**



Se hacen varios tipos de escobas de las diferentes calidades de fibra. Las mejores con conocidas como “escobas domésticas” y son hechas de fibra buena y fina teniendo alta calidad, de ramas redondas o espigas de semilla. Las escobas de alfombra o de piso se hacen de fibra tosca.

Las “escobas de establos” se hacen de fibras largas y toscas, las que algunas veces son también aplanadas o torcidas. La fibra tosca se vende más barata que las espigas finas en la hechura de escobas de “alfombra o piso”. Las “escobetillas” son hechas de espigas cortas y finas del sorgo de escobetilla.

Una vez que la fibra llega a la fábrica es clasificada, en forma general la espiga de tamaño alcanza los mejores precios. La espiga menor de 45 cm generalmente se usa para centros de escobas o cepillos; mientras que aquella que excede a los 65 cm deberá usarse para la fabricación de escobas muy grades o ser recortadas, perdiéndose el exceso.

Las fibras no deberán ser demasiado gruesas, pues éstas son las que se usan en escobas corrientes que alcanzan precios bajos. Las fibras finas no deben medir más de 1.6 mm de diámetro. Las escobas hechas con fibra gruesa no barren tan eficientemente como aquellas hechas con fibra delgada. Las ramificaciones delgadas cerca de la punta de la espiga aumentan la eficiencia de una escoba.

Las mejores fibras son casi cilíndricas, rectas y flexibles. Todas las fibras deberán estar unidas al tallo principal, aproximadamente a la misma altura y circundándolo o formando un nudo o corona bien definida.

Los defectos más comunes que ocurren en las fibras consisten en la presencia de espiguillas con gancho, nudosas, aborregadas, aplanadas y talludas. Otros defectos son la presencia de fibras blanqueadas, enrojecidas, manchadas, enmohecidas, quemadas, onduladas, crespas, unidas y fibras no maduras. La fibra con varios de estos defectos se cosecha algunas veces y en otras ocasiones se deja en el campo. De preferencia se empaca aparte para su venta. La fibra de buena calidad tiene una coloración verde claro y no está decolorada. Las fibras que tienen algún desperfecto como coloración roja, pinta o blanqueada son el resultado de un secado incorrecto, estas fibras se desperdician y castigan en el precio. En las variedades enanas comúnmente hay fibras enrojecidas; este enrojecimiento es debido a un material colorante en el sorgo formado cuando los tallos o panojas son atacadas por insectos, daños mecánicos, excesiva humedad o sobre maduración.

Las fibras del sorgo se pintan comúnmente para uniformizar su color. Sin embargo, la pintura no elimina el color rojo. Así las fibras rojas sólo se usan en escobas baratas. Para tener una idea de la importancia que representa el color, basta decir que las espigas enrojecidas se venden a un 50 % del precio alcanzado por las espigas verdes que se cosechan a su debido tiempo.

Los fabricantes de escobas tienen establecidas algunas clasificaciones para la fibra en relación con el color, textura, tipo (centro y capa) y longitudes para los que van en la capa. Se han establecido cinco dimensiones convencionales casi estandarizadas por los fabricantes de escobas de Nuevo León, éstas son numeradas del 1 al 5 con las siguientes características. Para número 5: de 40 a 45

cm; número 4 (chico) de 45 a 48 cm; número 3: 55 a 60 cm; número 2: de 60 a 68 cm y número 1 de 68 cm en adelante.

Con estos tipos de fibra, el fabricante manufactura los tres tipos de escobas conocidas: 1) Tipo corriente o comercial, 2) medio o fino y 3) fino, en todos sus tamaños y pesos (Leal, 1956).

### **Aplicación de colorantes**

Una vez que las fibras son clasificadas, éstas se atan en manojos y se tiñen en piletas con anilina para que su color sea uniforme para aumentar el atractivo comercial de la fibra, especialmente aquella que presenta manchas y decoloraciones. Después de teñidas, las fibras húmedas sufren un proceso durante una noche en una cámara cerrada a la que se aplican emanaciones producidas por la combustión de azufre. Este producto da mayor uniformidad al color y destruye las manchas rojas y otras coloraciones oscuras, especialmente en las fibras verdes. Estos tratamientos facilitan el manejo de la fibra aumentando su flexibilidad al aumentar el contenido de humedad.

### **Forja**

Este término se refiere al proceso de elaboración de las escobas. Este proceso comprende integración de diferentes partes de una escoba como son:

Alma: que proporciona resistencia a la escoba y está formada por centros gruesos y delgados.

Cuerpo: aquí se emplean los tapados borrego, doblado y manchado como relleno, no se requiere fibra de alta calidad.

Hombro: se utilizan fibras de capa con longitud mayor de 21 pulgadas; éstas se colocan en sentido opuesto de los centros y tapados, dando un doblez que le obliga a tomar la dirección contraria formando así la curva del hombro.

Cubierta: proporciona la presentación final de la escoba para lo cual usan las capas verde y blanca.

### **Clasificación de las fibras**

En la clasificación de la fibra se distinguen dos categorías de acuerdo a su uso que son las del centro y las que forman la capa (Martín y Washbourn, 1951).

Fibras del centro. Las fibras de centro son cortas y gruesas. Estas fibras se usan en el interior de las escobas como relleno y también para dar forma a los hombros de la mismas. También son usadas como centro todas aquellas fibras que presentan mal aspecto al estar manchadas por la humedad o por otra causa.

Fibras de la capa. Las fibras que se utilizan como capa son aquellas cuyo largo varía entre los 45 y los 65 cm de longitud, su coloración es generalmente de un color verde claro y su grosor no debe sobrepasar los 1.5 mm; por lo general

poseen en la punta varias ramificaciones delgadas que le dan una mayor eficiencia en las labores del barrido. Deben de poseer buena flexibilidad y se usan en la parte exterior de las escobas cubriendo el centro (Farm Home Manuals, 1976).

### **Clasificación de las fibras según el tipo y utilización.**

Capa verde. Fibra de color verde chícharo uniforme, libre de defectos, es utilizada para dar presentación a la escoba de mercado nacional.

Capa blanca. Fibras de color variable, pero libre de manchas y defectos, es utilizada para dar presentación a la escoba de mercado nacional.

Tapado doblado. Fibra que pierde la línea recta por exceso de peso de la panícula o por exceso de longitud. Se emplea para formar el cuerpo de la escoba como relleno.

Tapado borrego. Deformación característica en el nacimiento de los raquis primarios, debiéndose eliminar la parte afectada. Se usa como relleno en el cuerpo de la escoba.

Tapado manchado. Fibras con coloraciones rojizas producidas por una enfermedad llamada virosis o muermo rojo y con manchas causadas por la acumulación de agua en la envainadura de la última hoja, produciendo manchas pardas o grisáceas que obligan a dar un baño de anilina para uniformizar el color,

con la finalidad de aumentar su atractivo comercial. Se utiliza también como relleno en el cuerpo.

Centros. Se reconocen centros gruesos y delgados, son panículas menores de 45 cm de longitud con raquis desiguales y en ocasiones gruesos y ásperos. Se usan en la fabricación del alma de la escoba, por la resistencia que proporcionan.

Peluquería. Fibra de corta longitud que no puede ser aprovechada en las escobas domésticas, siendo útil en la fabricación de escobetilla de peluquería.

### **Industrialización y aprovechamiento del sorgo escobero**

La marcada escasez de trabajos de investigación efectuados en este cultivo, tiene por consecuencia la falta de literatura que trate del aprovechamiento e industrialización del sorgo escobero, por lo que fue necesario hacer un estudio de las etapas que sigue el material dentro de una fábrica.

El aprovechamiento del sorgo escobero como materia prima tiene dos modalidades:

Para obtención de pasta de celulosa, y

Para la fabricación de escobas de uso doméstico e industrial.

Fulling, menciona que en 1870 se incluía este cultivo dentro de una lista de más de 110 fuentes diversas para la producción de pasta de celulosa que eran

destinadas a la manufactura de papel. En Francia se han realizado estudios tendientes a corroborar esta opinión logrando producir 4 toneladas de pasta con la materia verde total producida en una hectárea.

### **Usos del sorgo escobero**

La panoja del sorgo de escoba tiene ramificaciones extremadamente largas en comparación con las de otros sorgos. Estas largas fibras (cepillo) constituyen las partes útiles para la fabricación de escobas. Las fibras miden entre menos de 30 cm y más de 60 cm de longitud.

En una determinada panoja, las fibras son casi todas de igual longitud, pero varían considerablemente entre las distintas variedades y según las condiciones ambientales de producción. Las fibras se utilizan para fabricar escobas de uso doméstico e industrial, escobillas, etcétera.

### **Escobas de uso doméstico**

Antiguamente las escobas de uso doméstico se podían dividir por lo menos en tres categorías: de sala, alfombras y comunes, la escoba de sala era la mejor, fabricada con la fibra de mayor calidad y confeccionada con esmero. Las escobas para alfombra se fabricaban con fibras de menor calidad ligeramente descolorida.

Las comunes eran de calidad aun mas baja; generalmente de fibra curada al sol, descolorida y en ocasiones con ligeros daños. Por lo general, se teñían para obtener un color verde uniforme. En la actualidad la mayoría de escobas de uso domestico que se fabrican corresponden a las categorías de alfombra y común, hay mínima producción de las escobas tipo sala. Las escobas de sorgo se adaptan mejor que los sustitutos de fibra o las aspiradoras para el uso en el hogar y en sus alrededores, su longitud varían entre 35 y 45 cm de largo y su peso entre 0.45 y 1.20 kg cada una. Algunos fabricantes tiñen toda la fibra, produciendo escobas de diferentes colores, y otros emplean gran cantidad de sustitutos, especialmente para las escobas de menor costo.

### **Escobas industriales**

Estas son pesadas y se fabrican con fibras más gruesas que las de uso doméstico, se utilizan en depósitos, tiendas, fábricas, acerías, fundiciones, hilanderías y graneros, donde se emplean no sólo para barrer, sino con otros fines especiales. Su peso varía entre 1.1 y 1.7 kg cada una, y su longitud entre 40 y 45 cm, o más. Algunas escobas industriales tienen una banda de alambre grueso que reemplaza a los hilos para mantener unida la fibra.



## **Escobillas**

Son escobas de mango corto usadas para limpiar armarios, coches y lugares demasiado pequeños para una escoba normal. Actualmente casi se ha abandonado el uso de la escobillas para la limpieza de ropas. La fibra utilizada generalmente es más corta y más fina que la de las escobas de uso doméstico. Ciertas variedades se adaptan mejor para este uso, pero con frecuencia se emplean las fibras cortas, separadas de las que se utilizan para las escobas. Las escobillas varían mucho en calidad y en tamaño.

## **Escobas de juguete y para chimeneas**

Los fabricantes de escobas incrementando la producción destinada a juguetes, por lo menos en algunos talleres. El mercado es algo estacional; se fortalece en tiempo de Navidad, y en otras fiestas, aunque el uso de escobas pequeñas para tareas generales del hogar y chimeneas ha estabilizado, hasta cierto punto, su demanda.

Las escobas de juguete y para chimenea se fabrican en forma simple, a menudo con las fibras de más baja calidad, y con un capuchón de metal o de plástico y cola, en vez de torneirlas y coserlas.

## **Cepillos**

Utilizados en la limpieza de utensilios del hogar, tales como metales, molcajetes, estufas y otros. Son fabricados con la fibra de recorte de las escobas o con fibra de baja calidad en pequeños talleres familiares. Se encuentran algunos de ellos principalmente en la ciudad de Torreón, Coahuila (Wall y Ross, 1975).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de Zaragoza Coahuila, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) el cual se encuentra ubicado a la altura del Km. 13 sobre la carretera Zaragoza ciudad Acuña Coahuila. Con una localización geográfica de 28° 33' latitud norte y 100° 55' de longitud oeste del meridiano de greenwich, con una altura de 360 msnm, una temperatura media anual de 21.4° C y una precipitación promedio anual de 374 mm. De acuerdo García (1973), el clima es de tipo BSOhK" (e), que equivale a clima seco, semicalido, extremoso, con invierno fresco, lluvias escasas todo el año y precipitación invernal superior al 10 por ciento. El más lluvioso es el mes de septiembre y el mes más seco es del marzo. Puede haber rocío durante todo el año pero se acentúa en verano, otoño e invierno.

El cielo se mantienen 50 por ciento despejado y el resto entre medio nublado y nublado cerrado. Los nublados cerrados se acentúan en invierno y los medios nublados en primavera, julio y agosto, los mas soleados son en mayo, junio y julio, se presentan los días mas largos alcanzando el fotoperiodo en julio hasta 13 horas y 48 minutos, y en diciembre de 10 horas y 12 minutos la duración promedio del día.

A finales de otoño y principios de la primavera se presentan las heladas siendo mas intensas en diciembre, enero y febrero pero son más numerosos en

enero y ocasionalmente se presentan heladas en abril, sin embargo presenta un periodo libre de heladas de 5 meses (mayo a septiembre).

El suelo es de origen calcáreo, clasificado como xerasol calcico, medianamente alcalino, con un pH de 7.5 a 8.5 y presenta un horizonte superficial de acumulación de carbonatos de calcio originado por la escasez de lluvia e infiltración incompleta (Camarena, 2002).

### **Material Genético**

En el presente trabajo se evaluaron durante el ciclo P-V 2005, 58 genotipos de sorgo escobero origen Zaragoza 2002 los cuales pertenecen al programa de sorgo escobero de la UAAAN, dichos materiales tienen su origen en selecciones y Autofecundaciones realizadas en años anteriores en diferentes localidades por personal de dicho programa.

### **Diseño Experimental**

El presente trabajo se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar, con 3 repeticiones, lo cual genera 174 entradas, que se establecieron en surcos de 4 m. de largo, con una distancia entre surcos de 0.80 m. Y una distancia entre planta de 10 cm.

### **Preparación del Terreno**

El objetivo principal es el proporcionar a la semilla un buen ambiente al momento de depositar la semilla sobre el suelo, ya que de una buena preparación

del suelo depende en gran medida el éxito de la germinación primero que nada, posteriormente el desarrollo.

**Barbecho:** Esta es una importante labor con la cual se logra incorporar a la tierra todos los residuos orgánicos procedentes de la cosecha anterior, con ello se consigue la descomposición total de esos residuos y dejar expuesta la capa inferior del suelo a la acción de los agentes climáticos, con la consiguiente eliminación de un sin número de insectos, hierbas nocivas y microorganismos patógenos.

**Rastreo:** Esta práctica nos dará el tamaño de los agregados del suelo, que necesitamos para levantar una buena cosecha. La profundidad del rastreo, al igual que la del barbecho, mientras mas profunda sea, los beneficios serán mayores; se desmenuza fácilmente el terreno, evitando la presencia de terrones grandes, que impiden un buen establecimiento y siembra mas uniforme.

**Nivelación:** Constituye una de las prácticas muy importantes. Con la nivelación se consigue el final acondicionamiento del terreno, lo que permite establecer una cama ideal para la semilla, así como también aprovechar al máximo las operaciones de riego y drenaje.

**Surcado:** Se llevo a cabo a una distancia entre surcos de 80cm.

**Siembra:** La siembra se llevo a cabo en el mes de abril de 2005 en suelo seco, se realizo en forma manual a chorrillo tapándose la semilla con el pie, terminada la siembra se procedió a aplicar el riego.

**Fertilización:** Se aplico una dosis de fertilización de 140-60-00 fraccionada o sea se aplicara la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra, y la otra mitad del nitrógeno durante el desarrollo del cultivo.

**Labores Culturales:** Se dieron 3 riegos de auxilio, y se llevo acabo una aplicación de herbicida después de un mes de la siembra, posteriormente se cultivo y se aplico la 2ª fertilización en el mes de junio. También se llevaron a cabo labores de deshierbe manuales cuando las plantas estaban completamente desarrolladas.

**Cosecha:** La cosecha se llevo acabó en forma manual cortando la espiga en el punto del primer entrenudo tomando la hoja bandera y estirando la espiga, esta actividad se empezó a realizar a finales del mes de agosto y principios de septiembre de 2005, cosechando todas las plantas de cada surco.

## Medición de variables

VARIABLES EVALUADAS EN EL PRESENTE TRABAJO;

**Peso Verde de la Espiga;** se determinó en Kg. y se pesó todas las espigas de cada entrada (174).

**Peso Seco de la Espiga;** se determinó en Kg. y se pesó después, de que la espiga de cada entrada se haya secado.

**Tamaño de Espiga;** Se determinó en cm. midiendo toda la espiga, incluyendo el popote y la fibra ya desgranada.

**Tamaño de Fibra;** esta variable se determinó en cm. y se obtuvo la medición de la fibra exclusivamente.

**Tamaño de Excursión;** Se determinó en cm., midiendo exclusivamente el popote de la espiga.

## Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de varianza de las variables. Peso Seco, Tamaño de Espiga, Tamaño de Fibra y Tamaño de Excursión, estimándose el coeficiente de variación para cada análisis; y a través de los valores medios se separan los diferentes grupos que permitieron identificar los mejores genotipos.

## RESULTADOS

### Peso Verde

En el (Cuadro 4), Se observan los resultados del análisis de varianza de la variable peso verde el cual resultado No significativo (NS), con un coeficiente de variación de 19.91%, en relación con esta variable en el (Cuadro 5). Se observaron valores medios de 0.983 kg para el material 35 y de 0.558 Kg. para el material 12. La media observada de esta variable fue de 0.778 kg con un rango de 0.425 kg En relación con esta variable es importante mencionar que es un indicador directo de rendimiento a partir del cual se deduce la ganancia en el peso total del cultivo que es lo que al final de cuentas determina el valor comercial de este.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de la variable peso verde de Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	57	437684.000000	7678.666504	0.9695 <sup>NS</sup>	0.543
BLOQUES	2	41728.000000	20864.000000	2.6343	0.074
ERROR	114	902892.000000	7920.105469		
TOTAL	173	1382304.000000			

C.V. = 19.91%



**Cuadro 5.** Medias obtenidas en la variable Peso Verde en Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

Entradas	Peso verde (Kg)
35	0.983
17	0.966
11	0.933
40	0.916
37	0.891
41	0.866
49	0.866
36	0.858
45	0.858
2	0.850
48	0.850
56	0.850
43	0.841
51	0.841
10	0.833
29	0.833
34	0.833
53	0.833
22	0.825
58	0.825
9	0.816
15	0.816
19	0.816
57	0.816
20	0.800
39	0.791
25	0.783
26	0.783
30	0.783

Entradas	Peso verde (Kg)
54	0.783
46	0.775
14	0.766
42	0.766
55	0.766
16	0.758
3	0.750
24	0.750
33	0.750
52	0.750
27	0.733
31	0.733
38	0.733
13	0.725
21	0.725
44	0.716
50	0.716
23	0.700
7	0.691
28	0.691
5	0.683
18	0.683
4	0.675
6	0.675
32	0.650
47	0.641
8	0.633
1	0.616
12	0.558

Media 0.778 Kg

Rango 0.425

## Peso Seco

En el (Cuadro 6) se observan los resultados del análisis de varianza de la variable peso seco, los resultados no tienen diferencia significativa solo diferencia numérica, con un coeficiente de variación de 21.00%. En relación con esta variable en el (Cuadro 7). Se observaron los valores medios de 0.340 kg para el material 51 y de 0.172 kg para el material 12, la media observada en esta variable fue de 0.230 Kg con un rango de 0.167 Kg. Esta variable nos muestra el rendimiento del cultivo en cuanto a la espiga, seca sin grano.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza de la variable peso seco de Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	57	155838.000000	2734.000000	1.1781 <sup>NS</sup>	0.228
BLOQUES	2	6188.000000	3094.000000	1.3332	0.267
ERROR	114	264569.000000	2320.780762		
TOTAL	173	426595.000000			

C.V. = 21.00%

**Cuadro 7.** .Medias obtenidas en la variable Peso Seco en Sorgo  
 Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

Entradas	Peso Seco (Kg.)
51	0.340
17	0.315
35	0.284
37	0.277
19	0.271
11	0.260
41	0.258
49	0.257
40	0.256
29	0.255
15	0.251
10	0.250
20	0.250
48	0.249
2	0.248
36	0.248
58	0.243
9	0.242
43	0.240
57	0.238
55	0.237
16	0.236
46	0.234
45	0.233
39	0.231
24	0.228
30	0.227
42	0.226
25	0.225

Entradas	Peso Seco (Kg.)
3	0.224
14	0.223
22	0.223
34	0.223
26	0.222
13	0.219
56	0.219
23	0.217
31	0.217
33	0.214
27	0.213
5	0.210
47	0.210
53	0.209
44	0.208
1	0.206
20	0.206
7	0.205
54	0.205
28	0.204
38	0.203
18	0.201
52	0.200
50	0.119
6	0.198
32	0.190
8	0.187
4	0.178
12	0.172

Media 0.230 Kg.

Rango 0.167 Kg.

## Tamaño de Espiga

En el (Cuadro 8) se observan los resultados del análisis de varianza de la variable tamaño de espiga, en el cual no se existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados, presenta un coeficiente de variación de 6.48%. En relación con esta variable, en el (Cuadro 9) se presentan los valores medios donde el material 39 presenta una media de 92.6 y de 77.2 cm para el material 32, la media general observada fue de 86.4 cm con un rango de 18.9 cm. Respecto a esta variable es importante mencionar que en evaluaciones anteriores de diferentes genotipos de sorgo escobero las medias obtenidas han sido de 82.96, 81.41 y de 84.16 cm, por lo anterior la media obtenida mas alta hasta este momento es la que se obtuvo en el presente trabajo, lo que nos indica de acuerdo con los resultados del análisis de varianza los materiales se encuentran mas uniformes respecto a esta variable. De acuerdo con estos resultados podemos decir que los genotipos evaluados presentan espigas de buen tamaño para ser seleccionadas como centros o capas.

### **Cuadro 8.** Análisis de varianza de la variable Tamaño de Espiga de Sorgo

Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	57	2486.750000	43.627193	1.4095 <sup>NS</sup>	0.061
BLOQUES	2	496.000000	248.000000	8.0122	0.001
ERROR	114	3528.625000	30.952850		
TOTAL	173	6511.375000			

C.V. = 6.48%

**Cuadro 9.** Medias obtenidas en la variable Tamaño de Espiga en Sorgo Escobero Zaragoza, Coahuila 2005.

Entradas	Tamaño (cm.)
39	96.2
17	92.2
19	92.2
16	91.1
35	90.9
36	90.9
10	90.5
20	90.5
11	90.0
15	89.6
34	89.6
9	89.2
43	89.0
58	88.9
40	88.6
49	88.5
57	88.4
41	88.1
37	87.9
2	87.5
48	87.5
1	87.0
46	87.0
18	86.8
22	86.7
24	86.1
45	86.1
23	85.6
42	85.6

Entradas	Tamaño (cm.)
51	85.5
47	85.4
14	85.3
3	85.2
21	84.9
55	84.9
30	84.4
44	84.4
52	84.2
31	83.9
25	83.6
33	83.5
8	83.2
6	83.1
12	83.0
7	82.9
29	82.9
5	82.8
26	82.6
38	82.5
28	81.9
13	81.7
54	81.4
50	81.0
27	80.6
52	79.8
56	79.3
4	78.8
32	77.2

Media 86.4 cm.

Rango 18.9 cm.

## Tamaño de Fibra

En el (Cuadro 10). Se presentan los resultados del análisis de varianza de la variable tamaño de fibra la cual resulto no significativa, presentando un coeficiente de variación de 9.51%. En el (Cuadro 11), se observan los valores medios de esta variable donde se aprecia que el material 39 presenta una media de 76.8 y de 58.7 cm para el material 12, la media general observada fue de 67.7 cm, con un rango de 18.1 cm. Al igual que con la variable tamaño de espiga en el presente trabajo se obtuvo hasta el momento el valor medio mas alto de esta variable, presentando un incremento importante respecto a Parras 2004 donde los materiales presentaron una media de 59.54, y en San Pedro 2004 y 2005 se obtuvieron valores medios de 55.1 y 57.51 cm, respectivamente. Lo que nos puede indicar el grado de uniformidad entre los materiales.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la variable tamaño de fibra de Sorgo Escobero Zaragoza, Coahuila 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	57	2460.437500	43.165569	1.0408 <sup>NS</sup>	0.421
BLOQUES	2	178.125000	89.062500	2.1475	0.119
ERROR	114	4727.937500	41.473137		
TOTAL	173	7366.500000			

C.V. = 9.51%

**Cuadro 11.** Medias obtenidas en la variable Tamaño de Fibra en Sorgo Escobero en Zaragoza, Coahuila 2005.

Entradas	Tamaño (cm.)
39	76.8
34	75.2
35	74.1
43	73.9
9	73.3
57	72.7
45	72.5
36	71.4
24	71.1
41	71.0
23	70.9
17	70.7
48	70.5
37	70.3
1	69.7
58	69.7
14	69.6
46	69.5
2	69.2
55	69.2
3	69.1
38	69.1
22	68.8
42	68.7
31	68.5
48	68.5
11	68.4
40	68.1
29	68.0

entradas	Tamaño (cm.)
47	68.0
13	67.7
25	67.2
33	67.1
20	66.6
51	66.6
56	66.6
15	66.5
44	66.5
10	65.8
30	65.8
26	65.5
28	65.4
18	65.2
19	65.2
27	65.0
6	64.9
7	64.9
53	64.6
54	64.3
8	64.3
50	64.1
21	63.6
16	63.3
5	61.5
4	61.4
52	61.1
32	59.1
12	58.7

Media 67.7 cm.

Rango 18.1 cm.

## Tamaño de Excursión

En el (Cuadro 12). Los resultados de análisis de varianza de tamaño de excursión fue la única variable que presento diferencia significativa ya que los genotipos evaluados nos proporcionaron tamaño de excursión pequeña. Con un coeficiente de variación considerable que es de 22.03%. En relación con esta variable en el (Cuadro 13) .Se observaron valores medios de 27.8 cm para el material 16 y 12.7 cm para el material 56 y 38. La media observada en esta variable fue de 18.0 cm, con un rango de 15.1 cm el tamaño de excursión es muy importante por que nos ayuda a seleccionar los mejores genotipos que tengan características de excursión corta para la elaboración de escobas principalmente y nos permite clasificar y saber el numero de hilos que lleva la escoba.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza de la variable Tamaño de Excursión de Sorgo  
Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	57	1924.519531	33.763500	2.1229*	0.001
BLOQUES	2	185.312500	92.656250	5.8259	0.004
ERROR	114	1813.093750	15.904331		
TOTAL	173	3922.925781			

C.V. = 22.03%



**Cuadro 13.** Medias obtenidas en la variable, Tamaño de Excursión en Sorgo Escobero en Zaragoza, Coahuila 2005.

Entradas	Tamaño (cm.)
16	27.8
19	26.9
17	25.5
10	24.6
12	24.3
20	23.8
15	23.0
11	21.7
18	21.5
5	21.3
21	21.2
40	20.3
51	19.8
49	19.6
53	19.5
58	19.1
8	18.9
6	18.6
30	18.5
52	18.5
2	18.2
32	18.1
36	18.1
7	18.0
22	17.9
44	17.9
4	17.5
46	17.5
1	17.3

Media 18.2 cm.

Rango 15.1

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 6.4411

Entradas	Tamaño (cm.)
47	17.3
37	17.2
54	17.1
26	17.0
48	17.0
50	16.9
35	16.8
42	16.8
28	16.5
25	16.4
33	16.4
3	16.1
9	16.1
41	15.8
55	15.7
14	15.6
27	15.6
57	15.6
39	15.4
31	15.3
24	15.1
43	15.0
29	14.9
23	14.8
34	14.4
13	13.9
45	13.9
38	12.7
56	12.7

Al analizar los valores medios obtenidos en las variables tamaño de espiga, tamaño fibra y tamaño de excersion se pudo observar que algunos genotipos tienen espiga grande pero la fibra es chica ya que la excersion es grande y por lo tanto tendremos fibra chica, en algunos genotipos tenemos la excersion pequeña y una fibra adecuada para la elaboración de escobas que es lo que pretendemos en este trabajo seleccionar los mejores genotipos para ser utilizados como capas o centros.

Utilizando los valores medios obtenidos se genero una clasificación arbitraria de tamaño de espiga y tamaño de fibra a través, de la cual se formaron 6 grupos diferentes de tamaño de espiga, y 6 grupos de tamaño fibra.

#### Tamaño de Espiga

Grupo	Medidas
1)	100- 90 cm
2)	90- 85 cm
3)	85- 80 cm
4)	80- 75 cm
5)	75- 70 cm
6)	70- 65 cm

De acuerdo a esta clasificación podemos decir que los grupos 1,2 y 3 son los que tienen espiga grande, y los grupos 4, 5 y 6 son de espiga chica de acuerdo a los grupos obtuvimos los mejores genotipos a seleccionar (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Tamaños de Espiga en Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

100-90 cm.	90-85 cm.	85-80 cm.	80-75 cm.	75-70 cm.	70-65 cm.
39	15	21	52	0	0
17	34	55	56		
19	9	30	4		
16	43	44	32		
35	58	52			
36	40	31			
10	49	25			
20	57	33			
11	41	8			
	37	6			
	2	12			
	48	7			
	1	29			
	46	5			
	18	26			
	22	38			
	24	28			
	45	13			
	23	54			
	42	50			
	51	27			
	47				
	14				
	3				
<b>Total = 9</b>	<b>Total = 24</b>	<b>Total = 21</b>	<b>Total = 4</b>	<b>Total = 0</b>	<b>Total = 0</b>

De acuerdo a los datos del (Cuadro 14), se obtuvo que el 93.1% de los genotipos evaluados presentan espiga grande y solamente el 6.9% presenta espiga chica. El tamaño de espiga grande que se presentó es de 100 a 80cm y para espiga chica es de 80 a 70cm lo cual nos indica que en los genotipos evaluados se diferencian los mejores genotipos de acuerdo a los grupos 2 y 3 que son los que tienen los mayores porcentajes y se encuentran dentro de lo que es espiga grande por lo tanto se podría decir que ya casi no se presenta variabilidad entre los genotipos evaluados.

De igual manera se generaron 6 grupos para el tamaño de fibra quedando de la siguiente manera:

Tamaño de Fibra	
Grupo	Medidas
1)	80 - 65 cm
2)	65- 60 cm
3)	60- 55 cm
4)	55- 50 cm
5)	50- 45 cm
6)	45- 40 cm

De igual forma se seleccionaron los grupos 1, 2 y 3 como tamaño de fibra grande y lo grupos 4, 5 y 6 como tamaño de fibra chica. (Cuadro 15)

**Cuadro 15.** Tamaño de Fibra en Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

<b>80– 65 cm</b>		<b>65 – 60 cm</b>	<b>60 -55 cm</b>	<b>55 – 50 cm</b>	<b>50 – 45 cm</b>	<b>45 – 40 cm</b>
39	42	6	32	0	0	0
34	31	7	12			
35	48	53				
43	11	54				
9	40	8				
57	29	50				
45	47	21				
36	13	16				
24	25	5				
41	33	4				
23	20	52				
17	51					
48	56					
37	15					
1	44					
58	10					
14	30					
46	26					
2	28					
55	18					
3	19					
38	27					
22						
<b>Total = 45</b>		<b>Total = 11</b>	<b>Total = 2</b>	<b>Total = 0</b>	<b>Total = 0</b>	<b>Total = 0</b>

A partir de los datos del (Cuadro 15), y considerando que los grupos 1, 2 y 3 son los de fibra grande se obtuvo que el 100% de los genotipos evaluados, presentan fibra grande. Resultados diferentes a los que se obtuvieron en Parras 2004 ya que en dicho año se seleccionaron 48 materiales para capa y 10 para centro, lo que nos indica que para ese año todavía quedaban algunos materiales con fibra chica.

De igual forma se realizo la clasificación con respecto al tamaño de excersion se formaron 6 grupos y se dan de la siguiente manera:

#### Tamaño de Excursión

Grupo	Medias
1)	40 – 35 cm
2)	35 – 30 cm
3)	30 – 25 cm
4)	25 – 20 cm
5)	20 – 15 cm
6)	15 – 10 cm

De acuerdo a los 6 grupos que se formaron el grupo 1, 2 y 3 son de tamaño de excursión grande y los grupos 4, 5 y 6 para tamaño de excursión chica (cuadro 16).

**Cuadro 16.** Tamaño de Excursión en Sorgo Escobero, Zaragoza, Coahuila 2005.

40 – 35cm	35 – 30cm	30 – 25cm	25 – 20cm	20 – 15cm	15 – 10cm
0	0	16	10	51	48
		19	12	49	50
		17	20	53	35
			15	58	38
			11	8	42
			18	6	28
			5	30	25
			21	52	33
			40	2	3
				32	9
				36	41
				7	55
				22	14
				44	27
				4	57
				46	13
				1	39
				47	31
				37	24
				54	43
				26	
<b>Total = 0</b>	<b>Total = 0</b>	<b>Total = 3</b>	<b>Total = 9</b>	<b>Total = 41</b>	<b>Total = 5</b>

De acuerdo a los datos del (Cuadro 16), se obtuvo que el 5. 2% de los genotipos evaluados presentan excursión grande y el 94. 8% presenta excursión chica. El tamaño de excursión grande que se presento es de 30cm a 25cm y para tamaño de excursión chica es de 25cm a 10cm. Por lo tanto podemos decir que los resultados obtenidos tenemos la excursión adecuada para la elaboración de escobas principalmente.

Integrando la información anterior podemos decir que concuerda con los datos medios obtenidos. Con respecto a la clasificación que realizamos tenemos para el tamaño de espiga un 43.1% que sobrepasan la media general que es de (86.4cm) de esa variable, en cuanto a tamaño de fibra tenemos un 53.4% que sobrepasan la media general de (67.7cm) de esa variable, también seleccionamos el tamaño de excersión y nos dimos cuenta que para esta variable tenemos un 36.2% que sobrepasan la media general que es de (18.2cm) de esa variable.



## CONCLUSIONES

- De acuerdo a los datos se obtuvo que el 93.1% de los genotipos evaluados presentan espiga grande.
- En cuanto a la variable tamaño de fibra se obtuvo que el 100% de los genotipos evaluados presentan fibra grande.
- En la variable tamaño de excersión el 5.2% de los genotipos evaluados presentan excersión grande y el 94.8% presenta excersión chica.
- De acuerdo a las evaluaciones se pudo observar que hubo un Incremento de la media general para tamaño de espiga y tamaño de fibra
- De acuerdo a la clasificación de los 6 grupos evaluados; el tamaño de fibra y tamaño de espiga se ubican en los grupos 1, 2 y 3 considerándose como tamaño grande.
- Los genotipos evaluados presentaron tañamos grandes, presentando las mejores características para capa.

## BIBLIOGRAFIA

- Camarena, B. H. S. 2002. Evaluación de genotipos criollos y mejorados de trigo Harinero (*Triticum aestivum* L.), Tesis Profesional UAAAN; Buenavista Saltillo, Coahuila.
- CIAN, 1979., Sistema de Información Agropecuaria de Consulta.
- Darlington, C. D. 1956. Chromosome botany. G. Allen and Unwin LTD, Londres.
- Dupuy, M. 1958. contribution a l. Etude de possibilites de production de cellulose a partir du sorgho. Univ. De Toulouse, France.
- Endrizzi, J. E. and D. T. Morgan, Jr. 1955. Chromosomal interchanges and Evidence for duplication in haploid *Sorghum vulgare*. Journal of Heredity 46:201-208.
- Farm Home Manuals Agronomics 75 AMOCO Oil Co. 1976. Producción de Cosechas; el mejor tiempo para fertilizar. Agricultura de las América. 25(3):22.
- Garza, G. R. 1977. Efecto de diferentes niveles de fertilización con nitrógeno y Fósforo en el rendimiento de fibra de sorgo de escoba (*Sorghum vulgare* L. var. *Technicum*), bajo condiciones de riego en la región de Nadadores, Coahuila. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Hadley, H. H. 1960. A genetic method for producing seedles hybrid broomcorn. Agronomy Journal 52:610-611.

[http://www.Aserca,Claridades.Agropecuarias,Junio.1997."Sorgo".](http://www.Aserca,Claridades.Agropecuarias,Junio.1997.)

Karper, R. E. 1946. A dominant mutation of frenquet recurrent in Sorghum.

American Naturalist 66:511-529.

Leal, C. J. 1956. Ensayos sobre introducción y adaptación de variedades de sorgo

Para escoba. Tesis Ing. Agrónomo, Instituto Tecnológico y de

Estudios Superiores de Monterrey. México.

Martin, J. H. and Washburn, R. S. 1951. Broom corn Growing and Handling

USDA. Farmer's Bulletin. 1631.

Pither, J. B. Et al., Sorgo para grano. Folleto de Divulgación, Secretaria de

Agricultura y Ganadería No 11, Oficina de Estudios especiales,

México, D.F.

Poehlman, J. M. 1959. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa. México.

Quinby, J. R. and R. E. Karper. 1954. Inheritance of height in sorghum. Agronomy

Journal. 46:916-936.

Ratikanta M. Ph. D.D. 1986. Morfología, Crecimiento y Desarrollo del

Sorgo, Facultad de Agronomía Marín. N.L. México.

Robles. R.S. 1981. Producción de Granos y Forrajes 4ª Edición Editorial

Limusa. Monterrey. N.L. México.

Rojas. G.M. 1959. principios de Fisiología Vegetal. Edit. Universidad Autónoma de

México.

Salazar, R; M. A. 1979. Prueba de fertilización en sorgo escobero (sorghum

Vulgare var. Technicum) bajo condiciones de medio riego en el

Rancho la Mesa, pesquería N.L tesis ing. agrónomo. Facultad de

Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Sieglinger, J. C. 1928 Broom corn experiments at the United States Dryland Field Station. Woodward, Oklahoma, USDA, Technical Bulletin No. 51.
- Sieglinger, J. B. 1932. Inheritance of height in Broom corn Journal of Agricultural Research. 44:13-20.
- Villarreal, G. J. M. 1969. Prueba del rendimiento en variedades introducidas de sorgo escobero (*Sorghum vulgare* var. *Technicum*) en Apodaca, N. L. Tesis Ing. Agrónomo, Monterrey, N. L. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Weibel, D. E. 1975. Los sorgos de escoba In: Wall, J. S. y Ross W. M. Producción y Usos del Sorgo. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- SAGARPA. Información de la Red (SARH). 1977. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Cultivos Anuales y perennes del Estado de Nuevo León. SARH (México). Manual Técnico del Extensionista.