

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Caracterización de los Híbridos de Sorgo ATX625 x Pan 37 y ATX625 x  
Forrajero Café (*Sorghum bicolor* L.), con Propósito de Registro.

Por:

**SANDRO GONZÁLEZ LÓPEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para

obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre, 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización de los Híbridos de Sorgo ATX625 x Pan 37 y ATX625 x  
Forrajero Café (*Sorghum bicolor* L.), con Propósito de Registro.

Por:

**SANDRO GONZÁLEZ LÓPEZ**

Presentada como requisito parcial para

obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada:

MC. Luis Ángel Muñoz Romero

Asesor Principal

Dr. Armando Rodríguez García

Coasesor

Ing. Alfredo Fernández Gaytán

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre, 2012.

## **DEDICATORIAS**

### ***A dios:***

*Por iluminarme el camino durante la trayectoria de mi carrera, haberme regalado lo más valioso que es mi vida y por darme todas las fuerzas necesarias para alcanzar uno de los sueños más importantes de mi vida que es el haber terminado mis estudios.*

### ***A mis padres:***

*Roselio González Solórzano y Josefina López Vázquez por su gran esfuerzo y sacrificio dedicado a la formación de mi persona como un hombre de bien, les dedico este trabajo con mucho respeto y cariño a quienes les debo todo lo que soy, por haberme traído al mundo y además por el apoyo tanto moral como económico, porque sabían que nunca los defraudaría.*

### ***A mis hermanas:***

*Virginia, Martha, Ana Isabel y Marlene González López, que me apoyaron con sus consejos para alcanzar el éxito y además por contar con ellas cuando más los necesitaba.*

### ***A mis compañeros y amigos en general:***

*Como un recuerdo que jamás olvidare a quienes les deseo éxito en toda su vida y que cumplan todas sus metas que se proponen.*

*Con admiración, respeto y cariño, Sandro González López*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Agradezco a todas las personas que me ayudaron en la realización de este trabajo de investigación, por dar respuesta a todas mis preguntas y dudas que se me generaron al momento de realizar dicho trabajo.*

*A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme recibido en todas sus instalaciones y por proporcionarme todos los medios necesarios para formarme como un profesionista.*

*Al departamento de Fitomejoramiento, para mí fue un orgullo pertenecer a este departamento de mucho prestigio, aprendí lo importante que es convivir con otras personas, como investigadores y trabajadores.*

*Al MC. Luis Ángel Muñoz Romero, por toda su atención y asesoría depositada en mí para la realización de este trabajo, permitiéndome formar parte de su proyecto de investigación. Y además por apoyarme en la revisión y sugerencias para lograr los objetivos planteados de mi trabajo.*

*Con mucho respeto y admiración al Dr. Armando Rodríguez García, por haberme apoyado para realizar este trabajo, gracias a su confianza que deposito en mí, por sus grandes contribuciones y por su orientación en el desarrollo de mi trabajo de investigación.*

*Al Ing. Alfredo Fernández Gaytán, por su gran apoyo y por brindarme sus conocimientos y aportaciones para realizar este trabajo de mucha importancia para mí.*

*A todo el personal del INTIFAP, Campo Experimental, Río Bravo Tamaulipas, por la confianza que me brindaron todos los investigadores y por haberme abierto las puertas del Instituto durante mi estancia de mis Prácticas Profesionales.*

*Al MC. Eloy Vargas Valero, por toda su valiosa asesoría, confianza, sugerencias y por compartirme sus conocimientos que me sirvieron de gran ayuda para realizar este trabajo, pero sobre todo por su amistad ya que aprendí algo nuevo de él que me sirvió de gran ayuda.*

*Al Dr. Noé Montes García del INTAF, por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo en su programa de sorgo, por sus sugerencias de cómo mejorar este trabajo, apoyo incondicional otorgado durante mi estancia y además por sus sabios consejos que me brindo.*

*A la familia Vargas Mariscal, por todo el apoyo que me brindaron durante mi estancia de Prácticas Profesionales, por recibirme y aceptarme en el seno de su familia.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                               | PÁGINA |
|-----------------------------------------------|--------|
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....              | i      |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....                | iii    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                     | 1      |
| Objetivo general.....                         | 3      |
| Objetivos específicos.....                    | 3      |
| Hipótesis.....                                | 3      |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....           | 4      |
| Origen histórico del sorgo.....               | 4      |
| Superficie y rendimiento.....                 | 6      |
| El sorgo en México.....                       | 7      |
| Destinos y usos de producción.....            | 8      |
| Producción del sorgo forrajero en México..... | 12     |
| Fertilización.....                            | 13     |
| <b>MATERIALES Y METODOS</b> .....             | 14     |
| Localización del área de estudio.....         | 14     |
| Campo.....                                    | 14     |
| Clima.....                                    | 14     |
| Precipitación pluvial.....                    | 15     |

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tipo de suelo.....                                                   | 15        |
| Laboratorio.....                                                     | 15        |
| Material genético.....                                               | 16        |
| Desarrollo experimental.....                                         | 17        |
| Caracteres medidos.....                                              | 18        |
| Caracteres cuantitativos en planta.....                              | 18        |
| Caracteres cuantitativos en cosecha.....                             | 20        |
| Caracteres cualitativos en planta.....                               | 20        |
| Caracteres cualitativos en cosecha.....                              | 22        |
| Evaluación de características en estado de plántula.....             | 22        |
| Diseño experimental.....                                             | 23        |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                   | <b>24</b> |
| Caracterización de los descriptores cuantitativos.....               | 24        |
| Caracterización de los descriptores cualitativos.....                | 33        |
| Evaluación de los caracteres cualitativos en estado de plántula..... | 58        |
| Evaluación de las variables cualitativas en cinco genotipos.....     | 61        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                             | <b>64</b> |
| <b>LITERATURA CITADA.....</b>                                        | <b>65</b> |
| <b>APÉNDICE.....</b>                                                 | <b>70</b> |

## INDICE DE CUADROS

| CUADRO | DESCRIPCIÓN                                                                                                     | PÁGINA |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.0.   | Materiales utilizados.....                                                                                      | 17     |
| 2.1.   | Croquis del terreno.....                                                                                        | 17     |
| 2.2.   | Cuadrados medios del análisis de varianza para los<br>caracteres cuantitativos evaluados en planta.....         | 29     |
| 2.3.   | Cuadrados medios del análisis de varianza del carácter evaluado<br>en cosecha para el peso de mil semillas..... | 30     |
| 2.4.   | Comparación de medias para los caracteres cuantitativos en cinco<br>genotipos de sorgo.....                     | 31     |
| 2.5.   | Valores medios y desviación estándar de 10 caracteres<br>cuantitativos en cinco genotipos de sorgo.....         | 32     |
| 2.6.   | Descriptores cualitativos en planta del híbrido experimental<br>ATX625 x Pan 37.....                            | 38     |
| 2.7.   | Descriptores cualitativos en panoja del híbrido experimental<br>ATX625 x Pan 37.....                            | 40     |
| 2.8.   | Descriptores cualitativos en semilla del híbrido experimental<br>ATX625 x Pan 37.....                           | 41     |



|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9.  | Descriptores cualitativos en planta del híbrido experimental          |    |
|       | ATX625 x Forrajero Café.....                                          | 42 |
| 2.10. | Descriptores cualitativos en panoja del híbrido experimental          |    |
|       | ATX625 x Forrajero Café.....                                          | 44 |
| 2.11. | Descriptores cualitativos en semilla del híbrido experimental         |    |
|       | ATX625 x Forrajero Café.....                                          | 45 |
| 2.12. | Descriptores cualitativos en planta de la línea androestéril          |    |
|       | ATX625.....                                                           | 46 |
| 2.13. | Descriptores cualitativos en panoja de la línea androestéril          |    |
|       | ATX625.....                                                           | 48 |
| 2.14. | Descriptores cualitativos en semilla de la línea androestéril         |    |
|       | ATX625.....                                                           | 49 |
| 2.15. | Descriptores cualitativos en planta del progenitor Pan 37.....        | 50 |
| 2.16. | Descriptores cualitativos en panoja del progenitor Pan 37.....        | 52 |
| 2.17. | Descriptores cualitativos en semilla del progenitor Pan 37.....       | 53 |
| 2.18. | Descriptores cualitativos en planta del progenitor Forrajero Café...  | 54 |
| 2.19. | Descriptores cualitativos en panoja del progenitor Forrajero Café...  | 56 |
| 2.20. | Descriptores cualitativos en semilla del progenitor Forrajero Café... | 57 |

|       |                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.21. | Caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido |    |
|       | experimental ATX625 x Pan 37.....                         | 59 |
| 2.22. | Caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido |    |
|       | experimental ATX625 x Forrajeo Café.....                  | 60 |
| 2.23. | Variables cualitativas en cinco genotipos de sorgo.....   | 62 |

## INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), ocupa el tercer lugar en importancia en superficie sembrada después del maíz (*Zea mays* L.), y de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), respecto al sorgo forrajero, la superficie sembrada es de 215,617.75 hectáreas en los ciclos agrícolas de primavera-verano (PV) y de otoño-invierno (OI). En el ciclo PV se siembran 190,227.41 hectáreas con rendimiento de 22.30 ton/has y en el ciclo OI se siembran 25,390.34 con rendimiento de 19.29 ton/has de forraje verde. (SAGARPA, 2010).

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

El sorgo es la principal fuente de alimento para millones de personas en los trópicos semi-áridos. En las áreas tropicales, el grano de sorgo es importante como alimento humano y por su utilidad forrajera. El tallo y el follaje son usados como forraje henoificado y pastura, los tallos también son usados como combustible y material para construcción. En áreas templadas su principal uso es como forraje (House 1980).

La producción de sorgo en nuestro país compite por el uso del suelo básicamente con el maíz, y los productores valoran las ventajas y desventajas que técnicamente ofrecen ambos granos, las virtudes que ofrece el sorgo son

mayor precocidad y resistencia a la sequía por su capacidad de suspender el crecimiento cuando falta agua, y renovarlo sin deterioro alguno con la primera lluvia, mientras que el maíz en estas condiciones se muere.

El agricultor tradicional ha aceptado por mucho tiempo bajos rendimientos pero estables, ya que sus variedades se han adaptado a los distintos ambientes. Sin embargo, existe la necesidad de introducir variedades e híbridos con un rendimiento más alto en áreas donde las condiciones de humedad, temperatura, nutrientes y otros factores del suelo varían notablemente. El uso de híbridos ha contribuido sustancialmente al incremento en la producción de sorgo y a la estabilidad de la producción en muchas partes del mundo.

El objetivo principal del fitomejorador es obtener una semilla sana con alta capacidad de rendimiento. Las semillas deben proceder de un buen origen, con una buena constitución genética, y estar libres de enfermedades y daños de insectos. Además es muy importante llevar a cabo el mejoramiento genético, ya que de la superficie que se siembra en el país, el 90% se cubre con semilla híbrida producida por compañías trasnacionales y de esta, el 80% es importada de los Estados Unidos de América principalmente, a través de varias compañías semilleras quienes la comercializan entre los agricultores, lo cual causa una fuerte fuga de divisas del país (Galván, 2004).

**PALABRAS CLAVE:** Caracterización, registro, híbridos, sorgo.

## **Objetivo General**

Obtener la caracterización de los híbridos experimentales de sorgo ATX625 x Pan37 y ATX625 x Forrajero Café con propósitos de registro.

## **Objetivos específicos**

Realizar la caracterización del híbrido de sorgo forrajero ATX625 x Forrajero Café.

Realizar la caracterización del híbrido de sorgo ATX625 x Pan 37.

## **Hipótesis**

1.- Los híbridos experimentales y sus líneas progenitoras presentaran características diferentes a los materiales usados como testigos.

2.- El híbrido de sorgo ATX625 x Pan 37 competirá favorablemente.

3.- Debido al efecto heterótico de los híbridos, estos superaran a sus progenitores en algunas de sus características.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen histórico del sorgo

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) es un cereal originario de la India y la zona central de África, es un alimento básico de la dieta de millones de personas. Sin embargo, los países desarrollados no incluyen el sorgo en su alimentación sino que lo emplean como forraje y para alimento del ganado. El sorgo se conoce con varios nombres: mijo grande y maíz de guinea en África occidental, Kafir en África (FAO, 1995).

El sorgo a nivel mundial se ubica en el tercer lugar en granos utilizados para la alimentación del ser humano (Kramer 1969), y para alimento de los animales.

Los sorgos tipos salvajes fueron encontrados en África Central y del Este, pero no se pudo utilizar en la agricultura moderna debido a que no se puede incorporar características deseables dentro de estas líneas genéticas actuales.

El sorgo como cultivo doméstico llegó al continente Europeo pero nunca se extendió pero sigue sin conocerse cuando fue que se introdujo por primera vez en América.

Los primeros sorgos, no eran aptos en la agricultura como cultivo granífero, debido a que las plantas eran muy altas, difíciles de cosechar, susceptibles al acame y además maduraban muy tardíamente, debido a

diversos factores ambientales como; fuertes lluvias, el viento y sequia ([http://www.agrobit.com/Documentos/A\\_1\\_5\\_Sorgo%5C616\\_ag\\_000009sg%5B1%5D.htm](http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_5_Sorgo%5C616_ag_000009sg%5B1%5D.htm)). Los tipos Kafir y Milo fueron sembrados en las grandes planicies debido a que eran muy tolerantes a la sequia en comparación con el maíz. A partir de materiales originales se empezó a obtener materiales más precoces de una altura de planta más baja de los antes utilizados.

El desarrollo de nuevas variedades resistentes a plagas y enfermedades, estableció la importancia de este cultivo, a través de materiales precoces gracias al mejoramiento de prácticas de producción.

Pero los límites de la ciencia experimental aun no habían llegado, fue entonces, gracias a las investigaciones realizadas por Quinby y Stephens de Texas, cuando los híbridos se hicieron realidad en 1950, actualmente alcanzan rendimientos de 13.440 Kg/ha en sorgo granífero.

El sorgo se cultiva como cereal para consumo humano; siendo un alimento básico, animal; en la producción de forrajes y para la elaboración de bebidas alcohólicas. (<http://www.monografias.com/trabajos10/geogeur/geogeur.>)

En los últimos años, la demanda por este alimento básico ha ido en aumento dado el crecimiento de la población. Aunque el sorgo es reconocido por su versatilidad de uso, rusticidad, estabilidad de rendimiento y adaptabilidad sobre un amplio rango de regiones y climas; las condiciones edafoclimáticas adversas que prevalecen en las áreas de cultivo del sorgo en el mundo limitan la producción de este (Swindale, 1980).

El cultivo es frecuentemente establecido en suelos pobres por pequeños agricultores que tienen pocos recursos para controlar la humedad, disponer de fertilizantes, insecticidas y otros insumos que incrementan el rendimiento. Por lo

tanto, existe la necesidad de desarrollar variedades para mejorar la adaptación del cultivo en condiciones climáticas adversas de los trópicos semi-áridos del mundo.

### **Superficies y rendimientos**

La expansión del cultivo del sorgo a partir de la década de los sesenta y hasta los años ochenta, se sustentó en la ampliación de la superficie sembrada, propiciada por una demanda creciente del grano para consumo animal, resultado del dinamismo de la actividad ganadera y la modificación de las técnicas pecuarias.

En este contexto, el ganado vacuno criado originalmente en forma extensiva en pastizales, así como los cerdos y los pollos, antes sostenidos con esquilmos, progresivamente fueron incorporándose en mayor medida a esquemas nutricionales basados en la fabricación de alimentos balanceados, y debido a esto la demanda del sorgo se incrementó notablemente.

Actualmente, este grano constituye entre el 60% y el 80% de la materia prima requerida para impulsar las actividades avícolas y porcícolas, lo que ha significado mejoras en las técnicas de producción, que dieron como resultado una creciente superficie cosechada.

Otro factor que explica el crecimiento de la superficie cosechada ha sido el uso de semillas híbridas, adaptables a las condiciones ambientales adversas y que por sus rendimientos más altos reemplazaron a otros cultivos. De esta forma, por ser un grano más resistente a sequías, plagas y enfermedades. (<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.asp>).



## **El sorgo en México**

El sorgo es uno de los principales granos de nuestro país, debido a que nutre de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados, utilizados para alimentación de animales debido a su alto nivel de proteínas.

Además es usado en muchas otras cosas como; en la producción de ensilados y harina de sorgo para la fabricación de galletas, (Financiera rural, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial monografías del sorgo, Enero 2009), alimentación humana, sustituyendo al maíz (tortillas), como nuevas alternativas, biocombustible (etanol), pudiendo llegar a ser uno de los dos grandes cultivos tropicales, factor que aumentará la capacidad del mercado mundial, en el que la demanda excede ampliamente a la oferta debido a que producen energía limpia y eficiente .

También se puede utilizar para fabricación de azúcar refinada (Rajvanshi et al., 1993), alcohol (House et al., 2000), gasolina, techos, bardas, papel y goma de mascar; no obstante el cultivo de sorgo ha sido usado alrededor de 150 años para la producción de miel concentrada con un sabor distintivo (Schaffert, 1992).

En nuestro país el consumo nacional de granos está integrado por una gran diversidad de granos como sorgo, cebada, trigo y maíz, en donde se hace mención que el sorgo se ha convertido en el grano forrajero por excelencia debido a que las formulaciones de alimentos balanceados están basadas en maíz.

En México el grano de sorgo no se introduce de manera directa en la alimentación, pero si en forma indirecta a través de alimentos de alto valor nutritivo, como son la carne de pollo, la carne de cerdo y el huevo principalmente.

Cabe mencionar la importancia de este cultivo en nuestro país como parte integrante de un sistema de producción que radica principalmente en:

- 1.-Utilización de granos y forrajes para alimento animal.
- 2.-Como parte esencial de un sistema de rotaciones para mantener la productividad y estabilidad estructural del suelo.
- 3.-Disminución de riesgos por rusticidad.

Respecto a la demanda del sorgo el 92% está destinado al consumo animal, es decir en el sector pecuario, 7% se constituye por mermas y únicamente el 1% es utilizado como semilla para siembra (El perfil del sorgo, gobierno del estado de Campeche promotora de servicios comerciales de Campeche, 18 páginas).

### **Destinos y usos de producción**

En México, donde las reservas de petróleo se están escaseando cada vez más, es necesario buscar nuevas alternativas para producir biocombustibles y de esta manera obtener energía más económica y sustentable.

El sorgo dulce debido a su tasa de crecimiento (120-180 días) y a su alto valor de producción de energía y adaptabilidad, resulta ser una excelente fuente de etanol (Smith et al., 1987; Smith y Buxton, 1993); es un cultivo que presenta una alta producción de grano debido a que se pueden utilizar restos de este

cultivo como las hojas y bagazo los cuales son residuos de post-extracción de los azúcares que también se puede utilizar para el proceso de fabricación de etanol (Woods, 2000).

Aunado a esto, produce altas cantidades de biomasa total, dependiendo de la región o del lugar donde se encuentre, no obstante, en estudios realizados en California, USA, la producción de biomasa a llegado hasta las 118 ton/ha, con una producción de tallo de 98 ton/ha, suficiente para producir de 3,750 a 4,800 litros de etanol (Hills, et al., 1990).

El sorgo dulce fue introducido a los Estados Unidos de América antes de siglo XVII y creció extensivamente, cuando la variedad forrajera, llamada "caña de azúcar china" fue introducida en Francia, y desde entonces se han introducido otras variedades de otros países.

El sorgo dulce ha recibido un importante impulso como una fuente renovadora de energía como consecuencia a los elevados precios del petróleo.

El sorgo dulce al igual que la caña de azúcar, el diámetro de tallo y el área foliar de las hojas superiores de las variedades se han mejorado con la finalidad de tener una mayor superficie fotosintética y de almacén de sacarosa (Bull, 1967).

Cabe mencionar algunas ventajas comparativas del sorgo dulce con otros cultivos que son usados como biocombustibles debido a su rápido crecimiento, alta eficiencia en el uso del agua, bajos requerimientos de fertilizantes y a su amplia adaptación (Prasad et al., 2007), como son;

- Ciclo vegetativo de alrededor de 4 meses y requerimiento de agua de 4000 m<sup>3</sup> por ciclo de cultivo, mientras que la caña de azúcar tiene un ciclo vegetativo de 12 a 16 meses y requerimiento de agua de 36000 m<sup>3</sup> por ciclo.
- Costo de producción del sorgo dulce es tres veces menor que el de la caña de azúcar.
- Se propaga por semilla.
- El sistema de producción del cultivo es totalmente mecanizable.
- La calidad de quemado del etanol es superior al de la gasolina, ya que contiene menos azufre.
- El octanaje es alto (superior a los 100 octanos).

La reducción de recursos energéticos en los últimos años, ha provocado que los precios de los combustibles se hayan elevado drásticamente, trayendo como consecuencias una crisis energética.

Además de diversos cambios climáticos debido al uso de recursos contaminantes, es por eso que se busca iniciar programas que no contaminen tanto al medio ambiente y reduzcan los gases como el efecto de invernadero que desestabilizan el clima.

La crisis del petróleo en 1973 y 1976, ha renovado el interés en la producción comercial de sorgo dulce para la biológica transformación en alcohol etílico para su uso como combustibles.

Según Goldemberg y Macedo (1994), en algunos países como Brasil, el 50% de la gasolina que se requiere para los automóviles, están siendo desplazadas por el etanol producido de la caña de azúcar. Otros países como Estado Unidos de América están produciendo biocombustibles a partir de grano

de sorgo y de maíz pero esto nos está ocasionando un déficit mundial de alimentos (Weizz y Marshall, 1979; Hall, 1983).

Se ha comprobado que la biomasa no proviene de otras fuentes de celulosa que no son granos, el balance y el rendimiento energético final son mayores por lo que los gases de efecto de invernadero se reducen. Además el etanol tiene una ventaja positiva en el gas invernadero (GHG) la reducción de emisiones. Sobre uno por base de galón, el etanol de grano reduce emisiones GHG en el 18% al 29%, mientras el etanol celulósico tiene una ventaja aún mayor con una reducción del 85% de emisiones GHG. (Argonne National Laboratory Ethanol Study: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. U.S. Department of Energy – Page 1Key points)

Uno de los cultivos que presenta ventajas de los otros es el sorgo dulce *Sorghum bicolor* (L.) Moench, debido a que en el parénquima del tallo se encuentran altos niveles de azúcar (Harlan y de Wet, 1972; Vietor y Miller, 1990), que pueden ser similares o ser más altos a los que se encuentran en la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), debido a que la caña de azúcar requiere de 12 a 24 meses para poder madurar, mientras que a diferencia del sorgo requiere de 92 a 150 días (Hills et al., 1990).

Estos azúcares pueden ser convertidos en etanol como una excelente fuente de energía de primera generación, etanol celulósico para producción de energía propia (Lemus y Parrish, 2009), el agregar 10% de etanol a la gasolina reduce hasta en un 30% las emisiones de monóxido de carbono y entre 6-10% las de dióxido de carbono (Smith y Buxton, 1993).

Cabe mencionar que hoy en día el 93% del etanol es producido por la fermentación de algún tipo de biomasa y un 7% por métodos sintéticos (Rhodes y Fletcher, 1996, mencionados por Lozano et al., 2007).

## **Producción del sorgo forrajero en México**

México produjo 4, 620,516.50 toneladas en los ciclos agrícolas de primavera-verano y otoño-invierno en el 2010, Coahuila ocupó el primer lugar con 1, 127,666.53 toneladas, Durango, el segundo lugar con 770,124.80 toneladas, el tercer lugar lo ocupó Michoacán con 407,258.73 toneladas y el cuarto lugar lo ocupó Chihuahua con 388,787.31 toneladas.

En cuanto a superficie cosechada los principales productores fueron Chihuahua con 36,989.37 hectáreas, Coahuila ocupó el segundo lugar con 35,507.50 hectáreas, Durango con 24,789.38 hectáreas en el tercer lugar y en el cuarto lugar Sinaloa con 21,043.01 hectáreas de la superficie cosechada de sorgo del país.

En el país se sembró 215, 617.75 hectáreas, aunque solamente se cosecharon 210, 571.15 hectáreas. Esto significa que durante el 2010 se perdieron 5, 046.60 hectáreas. Esta situación refleja un alto índice de siniestralidad ocasionado principalmente por escasez de lluvias, presencia de fenómenos meteorológicos, labores culturales inadecuadas, entre otros.

El Estado con mayores rendimientos por unidad de superficie es Baja California Sur, en el 2010 tuvo un rendimiento de 71.00 toneladas/ has, el segundo lugar en rendimiento lo ocupó Baja California con 47.03 toneladas/has, Morelos con 41.60 ocupó el tercer lugar y el cuarto lugar México con un rendimiento de 38.02 toneladas/has.

## **Fertilización**

Las tierras agrícolas marginales limitadas por la sequia, pueden ser utilizadas para forrajes anuales de corte, la baja productividad se ve afectado por la baja fertilidad del suelo, el uso de fertilizantes químicos no es muy usado debido a que representa un incremento en los costos y riesgos en los resultados esperados, debido a la humedad deficiente.

Algunas instituciones han desarrollado técnicas de biofertilización basadas en microorganismos que se encuentran en el suelo, las cuales favorecen la nutrición nitrogenada y fosfatada, además de producir sustancias promotoras del crecimiento vegetal.

Los resultados esperados son: Incremento del rendimiento, se incrementa el contenido de nitrógeno en la planta, el volumen de suelo explorado por el sistema radical, lo cual es importante en las condiciones de deficiencia de humedad y también se aumenta la calidad del forraje. (Ficha tecnológica por sistema producto, forrajes y pastizales. 1. Biofertilización de sorgo forrajero. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias Campo experimental San Luis Potosí. P. 2).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del Área de Estudio**

#### **Campo**

Para la evaluación de la caracterización en el desarrollo del cultivo, el presente trabajo se realizó en el bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, que se localiza en el Sureste del Estado, cuyas coordenadas son 25° 31'al norte, al sur 24° 32' de latitud norte, al este 100° 43' y al oeste 101° 37' de longitud oeste; a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con los municipios de Ramos Arizpe, Arteaga y General Cepeda; al sur con los Estados de Nuevo León y Zacatecas, al oeste con el Estado de Zacatecas y los municipios de Parras y General Cepeda; al este con el municipio de Arteaga y el Estado de Nuevo León.

#### **Clima**

El clima es templado semiseco con pocas lluvias en verano e invierno; con una temperatura promedio de 17°C. Los inviernos son frescos siendo comunes las temperaturas inferiores a los 0°C y con probabilidad de nieve, los veranos son cálidos con temperaturas que pueden superar los 38°C, algunos días presentándose tormentas y lluvias principalmente en las tardes. (INEGI, 2011).



## **Precipitación Pluvial**

La precipitación es de 300 a 350 mm con un periodo de lluvia mayor entre los meses de junio y octubre, mientras en el sur del municipio se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; al centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300 a 400 milímetros; con lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de precipitaciones escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. (INEGI, 2011).

## **Tipo de Suelo**

El suelo es de color claro, pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

## **Laboratorio**

La evaluación de los descriptores después de cosecha se llevó a cabo en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila.

Metodología para obtener el contenido de taninos (TAN), para sorgo:

## **Procedimiento**

1.-Prepare una solución al 1:5 (peso: volumen) de hidróxido de potasio (KOH) y blanqueador del hogar (5.25%). Esto se prepara con 1.0 g de hidróxido de potasio y 5.0 ml. de blanqueador. Cien (100) ml de esta solución es una cantidad aceptable de preparar.

2.- Poner las semillas (cuatro repeticiones de 50 semillas) en envases de vidrio y cubrir las semillas en estudio con la solución de KOH-blanqueador. Esta solución deberá estar a temperatura del laboratorio para la prueba.

3.- Remojar las semillas con testa oscura por 10 minutos y semillas con testa clara por 5 minutos en la solución. Agitar suavemente la mezcla periódicamente.

4.- Ponga la semilla en un cedazo y lávela suavemente con agua de la llave.

5.- Ponga la semilla lavada sobre una toalla de papel y déjela secar al aire. Evite el frotar manualmente la semilla seca para no remover los pigmentos.

6.- Después de que esta seca la semilla, registre los resultados (número de semillas pigmentadas y no pigmentadas).

### **Material Genético**

En este trabajo se utilizaron cinco materiales, el híbrido de sorgo ATX625 x Pan37 (grano blanco amarillento) y el híbrido de sorgo forrajero ATX625 x Forrajero Café (grano café rojizo) que estuvieron sujetos a evaluación con propósitos de registro, además fueron obtenidos por el programa de mejoramiento genético de sorgo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Se utilizaron 3 progenitores, la línea androestéril ATX625, 2 líneas restauradoras, Pan 37 y Forrajero Café, los cuales fueron los utilizados como referencia y sirvieron para comparar los híbridos por describir.

## Desarrollo experimental

La siembra se realizó de manera manual a chorrillo en una unidad experimental de 3 surcos de 5 metros de largo para cada tratamiento, con 4 repeticiones en una sola fecha de siembra a una distancia entre surcos de 85 cm.

### Cuadro 2.0. Materiales utilizados

**Localidad:** Buenavista; Saltillo Coahuila      **Fecha de siembra:** 18/04/2011.

| ENTRADAS | GENEALOGÍA              | REPETICIONES |    |     |    |
|----------|-------------------------|--------------|----|-----|----|
|          |                         | I            | II | III | IV |
| 1        | ATX625                  | 1            | 9  | 15  | 19 |
| 2        | Pan 37                  | 2            | 7  | 12  | 18 |
| 3        | Forrajero café          | 3            | 6  | 13  | 17 |
| 4        | ATX625 x Pan 37         | 4            | 10 | 14  | 16 |
| 5        | ATX625 x Forrajero café | 5            | 8  | 11  | 20 |

### Cuadro 2.1. Croquis del terreno

|       |                |        |
|-------|----------------|--------|
| Trigo | N              |        |
|       |                | REP:4  |
|       |                | REP: 3 |
|       |                | REP: 2 |
|       |                | REP: 1 |
|       | S              |        |
|       | Tanque de agua |        |

Durante el desarrollo del cultivo se mantuvo libre de malezas, el área se fertilizó con la fórmula 180-80-00, utilizando como fuente de nitrógeno UREA y MAP (Fosfato Monoamónico) y como fuente de fósforo se utilizó Superfosfato de Calcio, se aplicó DECIS para el control de gusano cogollero.

La caracterización se realizó a través de la guía técnica para la descripción varietal que recomienda en México el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2002). Los descriptores cuantitativos y cualitativos, fueron evaluados en 10 plantas por repetición en cada tratamiento y en las diferentes etapas fenológicas.

### **Caracteres Medidos**

Fueron de acuerdo a la guía del SNICS para el cultivo del sorgo en donde cada descriptor de la guía técnica se determinó por la letra “D” seguida del número del descriptor y para su identificación se le dio una abreviación.

#### **Caracteres Cuantitativos en Planta**

La estimación de las variables evaluadas se realizó en cada una de las 200 plantas seleccionadas en todos los tratamientos, éstas se seleccionaron al azar cerciorándose tuvieran competencia completa con el objeto de observar el mejor desarrollo de los caracteres.

D5. Planta, época de floración en 50% de antesis (DANT). Este descriptor se tomó cuando el 50% de las panojas estaban en estado floral en cada tratamiento, siendo la unidad de medida en días.

D6. Planta, altura de planta (APEP), se tomó del ras del suelo hasta la lígula de la hoja bandera en etapa de floración cuando el 50% de las panojas estaban emergidos, en centímetros (cm).

D21. Altura total en madurez (ATM), se tomó del ras del suelo hasta la punta de la panoja cuando la planta estaba en madurez fisiológica, en centímetros (cm).

D22. Tallo, diámetro de tallo (DIAMT), se tomó en el primer tercio de la altura de la planta, en madurez cuando la panoja estaba emergida y se midió con un vernier, en milímetros (mm).

D23. Hoja, longitud de la tercera hoja de la parte superior antepenúltima en madurez (LTHOJA), se tomó de la vaina de la hoja hasta la punta en emergencia de panoja, en centímetros (cm).

D24. Hoja, ancho de la tercera hoja de la parte superior antepenúltima en madurez (ATHOJA), se tomó de la parte media de la hoja en emergencia de panoja, en centímetros (cm).

D25. Panícula, longitud de la panoja sin considerar el pedúnculo en madurez (LPANOJA), se tomó de la parte donde inicia el pedúnculo hasta la punta de la panoja en centímetros (cm).

D29. Excursión, longitud visible del pedúnculo en madurez (EXCERS), se tomó donde inicia la panoja hasta la lígula de la hoja bandera, en centímetros (cm).

### **Caracteres Cuantitativos en Cosecha**

D33. Peso de mil semillas en g (PMS).

D38. Grano, contenido de taninos (TAN).

### **Caracteres Cualitativos en Planta**

Para los siguientes descriptores se tomó en cuenta la tabla de colores y los diagramas que indica la guía técnica (SNICS 2002).

D7. Hoja, color verde de la lámina de la hoja bandera en emergencia de la panícula.

D8.- Hoja bandera, extensión de la decoloración en la nervadura central en emergencia de la panícula.

D9. Hoja bandera, intensidad del color verde en la nervadura central comparada con la hoja (si no está decolorada), en emergencia de panícula.

D10. Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central en emergencia de panícula.

D11. Gluma, color en floración.

D12. Gluma, coloración de la antocianina en floración.

D13.- Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia en floración.

D14.- Lema, formación de aristas en floración.

D15.- Estigma, coloración de antocianina en floración.

D16. Estigma, coloración amarilla en floración.

D17. Estigma, longitud en floración.

D18. Flor con pedicelo, longitud de la flor en floración.

D19. Panícula, densidad al finalizar la floración.

D20. Estambre seco, color después de terminar la floración.

D26. Panícula, longitud de ramificaciones en el tercio medio.

D27. Panícula, densidad en madurez.

D28. Panícula, forma en madurez.

D30. Gluma, color en madurez.

D31. Gluma, longitud en madurez.

### **Caracteres Cualitativos en Cosecha**

Los siguientes descriptores se tomaron de acuerdo con los diagramas que establece la guía técnica, se realizó a través de un estereoscopio para tener mejor campo de visión, y para observar la textura hubo necesidad de cortar longitudinalmente el grano.

D32. Cariópside, color después del trillado.

D34. Grano, forma vista dorsal.

D35. Grano, forma vista de perfil.

D36. Grano, tamaño de la marca del germen.

D37. Grano, superficie cubierta por la gluma.

D39. Grano, textura del endospermo en sección longitudinal.

D40. Grano, color del albumen cristalino.

### **Evaluación de Características en Estado de Plántula**

D1. Plántula, coloración de antocianinas del coleóptilo.

D2. Plántula, coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja.

D3. Plántula, coloración de antocianinas en la vaina de la primera hoja.

D4.- Hoja, coloración de la antocianina de la hoja etapa 5ª hoja.



## Diseño Experimental

El trabajo experimental se estableció bajo un diseño de bloques al azar el cual presenta el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

$i = 1, \dots, t$  (genotipos)

$j = 1, \dots, r$  (repeticiones)

$Y_{ij}$  = Valor observado de  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición

$E_{ij}$  = Error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición

Para el análisis estadístico de las variables cuantitativas se utilizó el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Agronomía, versión 2.5 1994, se realizó una comparación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Las estadísticas descriptivas como la desviación estándar y el promedio fueron obtenidos a través del programa de Excel, se realizaron únicamente en los descriptores cuantitativos, y para realizar el análisis de las características cualitativas se obtuvo a través de los porcentajes de cada nivel de caracterización de acuerdo a las plantas que se seleccionaron al azar.

## **Resultados y discusión**

### **Caracterización de los Descriptores Cuantitativos**

En el cuadro 2.2. Se presenta los cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres cuantitativos evaluados en planta del cultivo del sorgo, en donde las fuentes de variación tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas al (0.05%) y (0.01%) en todas las variables agronómicas, mientras tanto, en las fuentes de variación bloques, se observa que no tuvieron diferencias significativas a excepción de la altura total en madures (ATM) que obtuvo diferencias significativas al (0.05%) y No Significativos a un nivel del (0.01%) al igual para la variable agronómica longitud de la tercera hoja (LTHOJA) que fue significativo al nivel del (0.05%) y No Significativo al (0.01%), observándose algo similar en la fuente de variación. Los coeficientes de variación oscilaron entre 2.01% para la variable DANT y 66.33%, este ultimo correspondió a la variable EXCERS.

En el cuadro 2.3. Se observan los resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza del carácter evaluado en cosecha para el peso de mil semillas (PMS), en donde existen diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos, mientras tanto para la fuente de variación bloques no se obtuvieron diferencias significativas, nos indica que los bloques son homogéneos. El coeficiente de variación nos indica que es altamente confiable porque el error fue muy bajo al 5.79%.

Se realizó el análisis de varianza para los cuadrados medios del contenido taninos (TAN), encontrando que todos los tratamientos son

estadísticamente iguales, no existen diferencias significativas entre ellos, no se puede hacer una comparación de medias porque no existe el error.

En el cuadro 2.4. Se observan los resultados de la comparación de medias para los caracteres cuantitativos en cinco tratamientos, en donde todos los genotipos para la variable agronómica días a antesis (DANT) son diferentes estadísticamente, cabe mencionar que el progenitor Forrajero Café (3) fue el que presentó el mayor número de días a floración y es el más tardío, por otro lado la línea androestéril ATX625 (1) fue el que presentó un menor días a floración y es el más precoz con un rango de 27 días y una media de 103.65 días. Para los descriptores altura de planta (APEP) y altura total en madures (ATM) estadísticamente todos los tratamientos fueron diferentes entre sí, pero en estas dos variables el progenitor Forrajero Café obtuvo la mayor altura y la línea androestéril fue el de menor altura con un rango de 168.125 cm y una media de 165.2 cm, en la variable (APEP) nos indica que todos los materiales oscilaron en este dato y así poder hacer una estimación del parámetro de distribución para esta característica agronómica.

Mientras que el diámetro de tallo (DIAMT) en todos los materiales son estadísticamente diferentes, presentando un mayor grosor el híbrido experimental ATX625 x Pan 37 (4) y el progenitor Forrajero Café fue el que presentó un menor diámetro con una media de 2.073 mm y un rango de 0.6 mm. Respecto a la longitud de la tercera hoja, los híbridos experimentales ATX625 x Pan 37 (4) y ATX625 x Forrajero Café (5) y sus progenitores ATX625 (1) y Pan 37(2) estadísticamente son iguales y no presentaron diferencias entre estos a acepción del progenitor Forrajero Café (3) que estadísticamente fue diferente a todos los tratamientos en estudio y fue el que presentó la menor longitud de hoja con una media de 55.230 cm y un rango de 16.87 cm. Por otro lado en la variable ancho de la tercera hoja (ATHOJA) el híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café (5) y el progenitor Pan 37 (2) estadísticamente son

iguales, el progenitor Forrajero Café (3) obtuvo el menor ancho de tercera hoja y el híbrido ATX625 x Pan 37 (4) el mayor ancho de la hoja y fueron diferentes a todos los tratamientos, se observa que todos los materiales oscilaron en la media de 7.663 cm y un rango de 1.92 cm.

Para la variable agronómica longitud de panoja (LPANOJA) se observa que la línea androestéril ATX625 (1) fue el que presentó una mayor longitud con 31.335 cm y el progenitor Pan 37 (2) fue el de menor longitud de panoja con 15.157 cm en un rango de 16.178 cm entre los tratamientos. Cabe mencionar que el híbrido experimental ATX625 x Pan 37 (4) y la línea restauradora Forrajero Café, estadísticamente son iguales aunque numéricamente difieren en 0.258 cm con una media de 24.302 cm.

Respecto a la variable excursión (EXCERS) se observó que el híbrido experimental ATX625 x Pan 37 (4) fue el que presentó mayor excursión con 11.532 cm, en donde estadísticamente es diferente al resto de todos los materiales en estudio y la línea androestéril (1) fue el que presentó una menor excursión con 5.375 cm con una media de 7.363 cm. Pero el híbrido en estudio ATX625 x Forrajero Café (5) y la línea restauradora Pan 37 (2) estadísticamente son iguales con un rango de 6.157 cm entre todos los tratamientos.

En el descriptor cuantitativo, peso de mil semillas (PMS), se observa que la línea androestéril ATX625 (1) obtuvo el mayor peso de semillas y comparándolo con el progenitor Pan 37 (2) estadísticamente son iguales, los híbridos experimentales ATX625 x Pan 37 (4) y ATX625 x Forrajero Café (5) estadísticamente son iguales, y el progenitor Forrajero Café (3) es diferente a todos los genotipos en estudio y además presentó el menor peso de mil semillas.

En el cuadro 2.5. Se observan los valores medios y desviación estándar de 10 caracteres cuantitativos en cinco genotipos de sorgo, en donde la variable días a antesis, el híbrido ATX625 x Pan 37 (4) tiene un valor de 102 días, con una desviación estándar  $\pm 1.414$  días, mientras que el híbrido ATX625 x Forrajero Café (5) tiene un valor de 108.25 días con una desviación estándar de  $\pm 2.872$  días con una diferencia de medias de 6.25 días entre dichos tratamientos, para altura de planta en emergencia de la panícula se obtuvo un valor de 175.25 cm con una desviación estándar de  $\pm 34.525$  cm en el genotipo ATX625 x Pan 37 (4), mientras que el ATX625 x Forrajero Café (5) se obtuvo un valor de 207.57 cm con una desviación estándar de  $\pm 52.381$  cm con 32.32 cm de diferencia entre los híbridos, en altura total en madurez se obtuvo una media de 203.27 cm con una desviación estándar de  $\pm 35.455$  cm en el híbrido experimental ATX625 x Pan 37 (4), mientras que el híbrido ATX625 x Forrajero Café (5) se obtuvo una media de 248.57 cm con  $\pm 57.098$  cm de desviación estándar, en donde se observa que el híbrido experimental del Forrajero Café fue el que presentó mayor altura con 45.3 cm más que el híbrido del progenitor Pan 37, un diámetro de tallo de 2.33 mm y una desviación estándar de  $\pm 0.430$  mm, a diferencia del híbrido ATX625 x Forrajero Café (5) con 2.03 mm y  $\pm 0.430$  mm de desviación estándar con 0.3 mm de diferencia entre dichos genotipos, una longitud de la tercera hoja de la parte superior fue de 58.40 cm y  $\pm 12.044$  cm de desviación estándar del ATX625 x Pan 37 (4), mientras que en el híbrido ATX625 x Forrajero Café (5) fue 60.47 cm con una desviación estándar de  $\pm 12.024$  cm con 2.07 cm de diferencia del híbrido del Forrajero Café, un ancho de la tercera hoja de 8.37 cm con  $\pm 1.569$  cm de desviación estándar del híbrido experimental ATX625 x Pan 37 (4), mientras que el ATX625 x Forrajero Café (5) obtuvo 7.73 cm con una desviación estándar de  $\pm 1.168$  cm con 0.64 cm de diferencia entre dichos híbridos, una longitud de panoja de 23.83 cm con una desviación estándar de  $\pm 3.979$  cm del ATX625 x Pan 37 (4), mientras que en ATX625 x Forrajero Café (5) obtuvo 27.58 cm y  $\pm 4.115$  cm de desviación estándar, una excursión de 11.53 cm con una

desviación estándar de  $\pm 7.804$  cm del ATX625 x Pan 37 (4) y el ATX625 x Forrajero Café (5) fue de 6.38 cm con  $\pm 3.914$  cm de desviación estándar, un contenido de taninos de 7% y una desviación estándar de  $\pm 0.0\%$  del ATX625 x Pan 37 (4) y del ATX625 x Forrajero Café (5), un peso de mil semillas de 3.56 g con  $\pm 0.322$  g del ATX625 x Pan 37 (4), el ATX625 x Forrajero Café (5) fue de 3.68 g con una desviación estándar de  $\pm 0.233$  g. La desviación estándar nos sirve para medir cuanto se separan nuestros datos o para ver que tan alejados estamos de la media.

Cuadro 2.2. Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres cuantitativos evaluados en planta.

| F.V                 | GL | DANT          | APEP           | ATM            | DIAMT          | LTHOJA         | ATHOJA         | LPANOJA        | EXCERS         |
|---------------------|----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>TRATAMIENTOS</b> | 4  | 417.32**      | 171790.500**   | 228743.000**   | 2.698**        | 1771.140**     | 21.185**       | 1445.572**     | 250.174**      |
| <b>BLOQUES</b>      | 3  | 7.645 NS      | 989.282 NS     | 1747.948*      | 0.180 NS       | 175.935*       | 1.908 NS       | 7.620 NS       | 25.953 NS      |
| <b>ERROR</b>        | 12 | 4.359         | 1005.868       | 1209.544       | 0.173          | 124.758        | 1.902          | 13.966         | 23.852         |
| <b>TOTAL</b>        | 19 |               |                |                |                |                |                |                |                |
| <b>C.V %</b>        |    | <b>2.01 %</b> | <b>19.97 %</b> | <b>16.91 %</b> | <b>20.07 %</b> | <b>20.28 %</b> | <b>18.00 %</b> | <b>15.38 %</b> | <b>66.33 %</b> |

**NS,\*\***; No Significativo y altamente significativo al nivel de 0.05 y 0.01% respectivamente

**DANT:** Días Antésis, **APEP:** Altura de Planta en Emergencia de Panícula, **ATM:** Altura Total en Madurez, **DIAMT:** Diámetro del Tallo, **LTHOJA:** Longitud de Hoja, **ATHOJA:** Ancho de Hoja, **LPANOJA:** Longitud de Panoja, **EXCERS:** Excursión de panoja.

Cuadro 2.3. Cuadrados medios del análisis de varianza del carácter evaluado en cosecha para el peso de mil semillas.

| <b>F.V</b>          | <b>GL</b> | <b>PESO DE MIL SEMILLAS</b> |
|---------------------|-----------|-----------------------------|
| <b>TRATAMIENTOS</b> | 4         | 6.028259**                  |
| <b>BLOQUES</b>      | 23        | 0.043075 <b>NS</b>          |
| <b>ERROR</b>        | 92        | 0.044663                    |
| <b>TOTAL</b>        | 119       |                             |
| <b>C.V %</b>        |           | <b>5.79 %</b>               |

**NS,\*\***; No Significativo y altamente significativo al nivel de 0.05 y 0.01%



Cuadro 2.4. Comparación de medias para los caracteres cuantitativos en cinco genotipos de sorgo.

| TRAT.        | DANT             | APEP             | ATM              | DIAMT                   | LTHOJA                   | ATHOJA                   | LPANOJA                  | EXCERS                   | PMS                     |
|--------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>3</b>     | 118.250 <b>A</b> | 237.025 <b>A</b> | 302.600 <b>A</b> | <b>4</b> 2.332 <b>A</b> | <b>5</b> 60.472 <b>A</b> | <b>4</b> 8.372 <b>A</b>  | <b>1</b> 31.335 <b>A</b> | <b>4</b> 11.532 <b>A</b> | <b>1</b> 4.131 <b>A</b> |
| <b>5</b>     | 108.250 <b>B</b> | 207.575 <b>B</b> | 248.575 <b>B</b> | <b>1</b> 2.330 <b>B</b> | <b>4</b> 58.407 <b>A</b> | <b>1</b> 8.040 <b>AB</b> | <b>5</b> 27.582 <b>B</b> | <b>3</b> 7.762 <b>B</b>  | <b>2</b> 4.024 <b>A</b> |
| <b>4</b>     | 102.000 <b>C</b> | 175.550 <b>C</b> | 203.275 <b>C</b> | <b>5</b> 2.035 <b>C</b> | <b>1</b> 57.287 <b>A</b> | <b>5</b> 7.737 <b>B</b>  | <b>4</b> 23.837 <b>C</b> | <b>5</b> 6.387 <b>BC</b> | <b>5</b> 3.600 <b>B</b> |
| <b>2</b>     | 98.500 <b>D</b>  | 136.150 <b>D</b> | 170.175 <b>D</b> | <b>2</b> 1.935 <b>D</b> | <b>2</b> 55.665 <b>A</b> | <b>2</b> 7.712 <b>B</b>  | <b>3</b> 23.597 <b>C</b> | <b>2</b> 5.760 <b>BC</b> | <b>4</b> 3.562 <b>B</b> |
| <b>1</b>     | 91.250 <b>E</b>  | 68.900 <b>E</b>  | 103.825 <b>E</b> | <b>3</b> 1.732 <b>E</b> | <b>3</b> 43.602 <b>B</b> | <b>3</b> 6.452 <b>C</b>  | <b>2</b> 15.157 <b>D</b> | <b>1</b> 5.375 <b>C</b>  | <b>3</b> 2.860 <b>C</b> |
| <b>RANGO</b> | 27.000           | 168.125          | 198.775          | 0.6                     | 16.87                    | 1.92                     | 16.178                   | 6.157                    | 1.271                   |
| <b>MEDIA</b> | 103.65           | 165.2            | 205.69           | 2.073                   | 55.230                   | 7.663                    | 24.302                   | 7.363                    | 3.651                   |

Medias seguidas por la misma literal no son significativamente diferentes, DMS (0.05 %)

**1:** ATX625, **2:** Pan 37, **3:** Forrajero Café, **4:** ATX625 x Pan 37, **5:** ATX625 x Forrajero Café

Cuadro 2.5. Valores medios y desviación estándar de 10 caracteres cuantitativos en cinco genotipos de sorgo.

| Descriptor                                            | G1     |       | G2     |        | G3     |        | G4     |        | G5     |        |
|-------------------------------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                       | Media  | S     | Media  | S      | Media  | S      | Media  | S      | Media  | S      |
| Número de días a antesis (días)                       | 91.25  | 2.362 | 98.5   | 1      | 118.25 | 2.872  | 102    | 1.414  | 108.25 | 2.872  |
| Altura de planta en la emergencia de la panícula (cm) | 68.9   | 9.440 | 136.95 | 15.733 | 237.02 | 31.157 | 175.25 | 34.525 | 207.57 | 52.381 |
| Altura total en madurez(cm)                           | 103.82 | 15.26 | 170.17 | 19.572 | 302.6  | 38.113 | 203.27 | 35.455 | 248.57 | 57.098 |
| Diámetro del tallo (mm)                               | 2.33   | 0.422 | 1.93   | 0.382  | 1.73   | 0.421  | 2.33   | 0.430  | 2.03   | 0.430  |
| Longitud de la tercera hoja de la parte superior (cm) | 57.28  | 11.79 | 55.66  | 11.506 | 44.32  | 8.650  | 58.40  | 12.044 | 60.47  | 12.024 |
| Ancho de la tercera hoja de la parte superior (cm)    | 8.04   | 1.412 | 7.71   | 1.694  | 6.45   | 0.906  | 8.37   | 1.569  | 7.73   | 1.16   |
| Longitud de la panoja (cm)                            | 31.33  | 3.87  | 15.15  | 1.981  | 23.59  | 3.431  | 23.83  | 3.979  | 27.58  | 4.11   |
| Excursión de la panoja (cm)                           | 5.37   | 2.65  | 5.76   | 3.240  | 7.76   | 5.253  | 11.53  | 7.804  | 6.38   | 3.91   |
| Contenido de taninos (%)                              | 5      | 0     | 1      | 0      | 9      | 0      | 7      | 0      | 7      | 0      |
| Peso de 1000 semillas (g)                             | 4.131  | 0.212 | 4.024  | 0.110  | 2.86   | 0.077  | 3.56   | 0.322  | 3.68   | 0.23   |

**S:** Desviación estándar, **G1:** ATX625, **G2:** Pan 37, **G3:** Forrajero Café, **G4:** ATX625 x Pan 37, **G5:** ATX625 x Forrajero Café

## Caracterización de los Descriptores Cualitativos

Las frecuencias relativas de los descriptores cualitativos de los cinco genotipos estudiados se presentan en los cuadros 2.6. al 2.23. La evaluación se llevó a cabo de manera visual de acuerdo a la Guía Técnica para la Descripción Varietal en Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) que recomienda en México el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 2002.

En el cuadro 2.6. Se muestran los descriptores cualitativos en planta del cultivo de sorgo del híbrido experimental ATX625 x Pan 37 en donde se observan las variables, intensidad del color verde en la nervadura central (D9), gluma, color en floración (D11), estigma, coloración amarilla (D16) y estambre seco, color después de terminar la floración (D20), no mostraron variabilidad, porque el 100% de las plantas muestreadas fueron de un solo nivel de caracterización, respecto al resto de los descriptores restantes como son; color verde de la lamina foliar (D7), extensión de la decoloración en la nervadura central (D8), hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central (D10), gluma, coloración de la antocianina en floración (D12), gluma, coloración de antocianinas en pubescencia (D13), lema formación de arista (D14), estigma, coloración de antocianina (D15), estigma, longitud (D17), flor con pedicelo, longitud de la flor (D18) y panícula, densidad al finalizar la floración (D19), tuvieron dos niveles de caracterización debido a que estas características proceden del interior.

Para los descriptores cualitativos en panoja (Cuadro 2.7.) del híbrido experimental ATX625 x Pan 37 se observó que para los descriptores, panícula, forma en madurez (D28), gluma, color en madurez (D30), gluma, longitud (D31), no mostraron variabilidad porque fueron de un solo nivel de caracterización, mientras que los descriptores, panícula, longitud de ramificaciones (D26),

panícula, densidad en madurez (D27), mostraron variabilidad en el nivel de caracterización, ya que tuvieron dos y tres niveles de caracterización.

Para los descriptores cualitativos en semilla (Cuadro 2.8.) se observó que en los descriptores, cariósipide, color después del trillado (D32), grano, superficie cubierta por la gluma (D37) y grano, color del albumen cristalino (D40), no presentaron cambios al nivel de caracterización porque del 100% de las plantas evaluadas todas mostraron el mismo nivel de caracterización, mientras que en los descriptores, vista dorsal del grano (D34), vista de perfil del grano (D35), grano, tamaño de la marca del germen (D36), textura predominante del endospermo (D39), mostraron variabilidad en dos niveles de caracterización.

En cuanto a los descriptores cualitativos observados en planta del híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café (Cuadro 2.9.) se observa que en los descriptores, intensidad del color verde en la nervadura central (D9), hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central (D10), gluma, color en floración (D11), estigma, coloración amarilla (D16) y estambre seco, color después de terminar la floración (D20), no presentaron cambios en el nivel de caracterización porque el 100% de las plantas evaluadas mostraron el mismo nivel, por otra parte en el resto de los descriptores como, color verde de la lamina foliar (D7), extensión de la decoloración en la nervadura central (D8), gluma, coloración de la antocianina en floración (D12), gluma, coloración de antocianinas en pubescencia (D13), lema, formación de arista (D14), estigma, coloración de antocianina (D15), estigma, longitud (D17), flor con pedicelo, longitud de la flor (D18) y panícula, densidad al finalizar la floración (D19), presentaron variabilidad en los dos niveles de caracterización.

En el Cuadro 2.10. Se observan los descriptores cualitativos en panoja del híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café en donde la panícula, forma en madurez (D28), gluma, color en madurez (D30), gluma, longitud (D31), no presentaron cambios en el nivel de caracterización porque el 100% de las plantas evaluadas mostraron el mismo nivel de caracterización, mientras tanto en los descriptores, panícula, longitud de ramificaciones (D26), panícula, densidad en madurez (D27) mostraron variabilidad en tres niveles de caracterización.

El cuadro 2.11. Muestra los descriptores cualitativos en semilla del híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café, en donde los descriptores, cariósido, color después del trillado (D32), grano, superficie cubierta por la gluma (D37) y grano, color del albumen cristalino (D40), no presentaron cambios en el nivel de caracterización, pero el resto de los descriptores si mostraron variabilidad en dos niveles de caracterización como son, vista dorsal del grano (D34), vista de perfil del grano (D35), Grano, tamaño de la marca del germen (D36) y en la variable textura predominante del endospermo (D39).

Respecto a los descriptores cualitativos en planta de la línea androestéril ATX625 (Cuadro 2.12.) se observó que, intensidad del color verde en la nervadura central (D9), gluma, color en floración (D11), gluma, coloración de la antocianina en floración (D12), lema, formación de arista (D14), estigma coloración amarilla (D16), no presentan variabilidad en el nivel de caracterización, por lo tanto en el resto de los descriptores, color verde de la lamina foliar (D7), extensión de la decoloración en la nervadura central (D8), hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central (D10), gluma, coloración de antocianinas en pubescencia (D13), estigma, coloración de antocianina (D15), estigma, longitud (D17), flor con pedicelo, longitud de la flor (D18), panícula, densidad al finalizar la floración (D19) y estambre seco, color después de terminar la floración (D20), si presentan variabilidad hasta en tres

niveles de caracterización, no obstante la (D20) no presenta ningún nivel de caracterización debido a que no produce polen por lo tanto no tiene estambre.

Por otra parte en el (Cuadro 2.13.) se muestran los descriptores cualitativos en panoja, panícula, forma en madurez (D28), gluma, color en madurez (D30) y gluma, longitud (D31) no mostraron variabilidad debido a que el 100% de las plantas muestreadas tuvieron el mismo nivel de caracterización, mientras que en el resto de los descriptores si presentaron diferencias en los niveles de caracterización, hasta en tres niveles como, panícula, longitud de ramificaciones (D26) y panícula, densidad en madurez (D27).

Mientras tanto en el (Cuadro 2.14.) se observan los descriptores cualitativos en semilla en donde, cariósipide, color después del trillado (D32), grano, superficie cubierta por la gluma (D37), grano, color del albumen cristalino (D40), no presentan variabilidad debido a que todas tienen el mismo nivel y porcentaje de caracterización, cabe mencionar que en el resto de los descriptores se presentan dos niveles de caracterización, vista dorsal del grano (D34), vista de perfil del grano (D35), grano, tamaño de la marca del germen (D36) y la textura predominante del endospermo (D39)

En el cuadro 2.15. Se observan los descriptores cualitativos en planta del progenitor Pan 37 en donde, D10, D11, D12, D16 y D20 no se presentó variabilidad debido a que el 100% de las plantas muestreadas tuvieron el mismo nivel de caracterización, por otra parte en los descriptores, D7, D8, D9, D13, D14, D15, D17, D18 y D19 si se presentó variabilidad en dos niveles de caracterización.

El cuadro 2.16. Muestra los descriptores cualitativos en panoja del progenitor Pan 37 en donde, D28, D30 y D31 no presentan variabilidad en el nivel de caracterización debido a que todas las plantas muestreadas tuvieron el 100%, no obstante, el resto de los descriptores, D26 y D27 si se presentó variabilidad en tres niveles de caracterización.

Respecto a los descriptores cualitativos en semilla (Cuadro 2.17.) se observa que, D32, D37 y D40, no presentan variabilidad en el nivel de caracterización debido a que tuvieron el 100% de dicho nivel, por otra parte, D34, D35, D36 y D39 si presentan diferentes niveles de caracterización que van desde el 5% hasta el 95% en porcentaje de dicho nivel.

En el cuadro 2.18. Se muestran los descriptores cualitativos en planta del progenitor Forrajero Café en donde se observan los caracteres que van desde el 100% en un solo nivel de caracterización como, D11, D12, D16 y D20, por lo tanto no presentan variabilidad a diferencia de, D7, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D17, D18 y D19 que van del 5% hasta 95% con dos niveles de caracterización y presentan variabilidad.

En el cuadro 2.19. Se muestran los descriptores cualitativos en panoja en donde tres de estos tienen el 100% en un solo nivel de caracterización por lo que no presentan variabilidad respecto a este nivel (D28, D30 y D31), cabe mencionar, (D26) va desde el 25% hasta 42.5% con tres niveles de caracterización, mientras tanto (D27) va desde 12.5% hasta el 87.5% con dos niveles de caracterización por lo que presentan variabilidad.

En cuanto a los descriptores cualitativos en semilla (Cuadro 2.20.) se observan los descriptores, D32, D36, D37 y D40 sobresalen y no presentan variabilidad debido a que el 100% de las plantas evaluadas mostraron el mismo nivel de caracterización, sin embargo, los descriptores, D34, D35 y D39 si

presentan variabilidad en dos niveles de caracterización que van desde el 2.5% hasta el 97.5%.

Cuadro 2.6. Descriptores cualitativos en planta del cultivo de sorgo del híbrido experimental ATX625 x Pan 37.

| Descriptor                                                    | Nivel               | Escala | %    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D7.Color verde de la lamina foliar                            | muy pálido          | 1      | 82.5 |
|                                                               | pálido              | 3      | 17.5 |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central       | ausente o muy débil | 1      | 45   |
|                                                               | débil               | 3      | 55   |
| D9. Intensidad del color verde en la nervadura central        | más pálida          | 1      | 100  |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | medio               | 5      | 15   |
|                                                               | fuerte              | 7      | 85   |
| D11.Gluma, color en floración                                 | verde amarillento   | 4      | 100  |
| D12.Gluma, coloración de la antocianina en floración          | ausente o muy débil | 1      | 95   |
|                                                               | débil               | 3      | 5    |
| D13.Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia          | ausente o muy débil | 1      | 95   |
|                                                               | débil               | 3      | 5    |



Cuadro 2.6.....Continuación.

| <b>Descriptor</b>                                         | <b>Nivel</b>        | <b>Escala</b> | <b>%</b> |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------|----------|
| D14.Lema, formación de arista                             | ausente o muy débil | 1             | 95       |
|                                                           | débil               | 3             | 5        |
| D15.Estigma, coloración de antocianina                    | ausente o muy débil | 1             | 85       |
|                                                           | débil               | 3             | 15       |
| D16.Estigma, coloración amarilla                          | media               | 5             | 100      |
| D17.Estigma, longitud                                     | muy corto           | 1             | 90       |
|                                                           | corto               | 3             | 10       |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                | corta               | 3             | 15       |
|                                                           | medio               | 5             | 85       |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración          | media               | 5             | 10       |
|                                                           | densa               | 7             | 90       |
| D20.Estambre seco, color después de terminar la floración | café rojizo         | 6             | 100      |

Cuadro 2.7. Descriptores cualitativos en panoja del híbrido experimental  
ATX625 x Pan 37.

| Descriptor                               | Nivel           | Escala | %    |
|------------------------------------------|-----------------|--------|------|
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta           | 3      | 35   |
|                                          | media           | 5      | 45   |
|                                          | grande          | 7      | 20   |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | escasa          | 3      | 17.5 |
|                                          | media           | 5      | 82.5 |
| D28.Panícula, forma en madurez           | simétrica       | 3      | 100  |
| D30.Gluma, color en madurez              | amarilla pálido | 2      | 100  |
| D31.Gluma, longitud                      | media           | 5      | 100  |

Cuadro 2.8. Descriptores cualitativos en semilla del híbrido experimental  
ATX625 x Pan 37.

| Descriptor                                  | Nivel                    | Escala | %    |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------|------|
| D32.Cariópside, color después del trillado  | blanco                   | 1      | 100  |
| D34.Vista dorsal del grano                  | elíptica                 | 5      | 97.5 |
|                                             | circular                 | 7      | 2.5  |
| D35.Vista de perfil del grano               | elíptica                 | 5      | 95   |
|                                             | circular                 | 7      | 5    |
| D36.Grano, tamaño de la marca del germen    | mediana                  | 5      | 15   |
|                                             | grande                   | 7      | 85   |
| D37.Grano, superficie cubierta por la gluma | medio                    | 5      | 100  |
| D39.Textura predominante del endospermo     | $\frac{3}{4}$ cristalino | 3      | 85   |
|                                             | medio cristalino         | 5      | 15   |
| D40.Grano, color del albumen cristalino     | amarillo                 | 3      | 100  |

Cuadro 2.9. Descriptores cualitativos en planta del híbrido experimental  
ATX625 x Forrajero Café.

| Descriptor                                                    | Nivel               | Escala | %    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D7.Color verde de la lamina foliar                            | muy pálido          | 1      | 92.5 |
|                                                               | pálido              | 3      | 7.5  |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central       | ausente muy débil   | 1      | 95   |
|                                                               | débil               | 3      | 5    |
| D9. Intensidad del color verde en la nervadura central        | más pálida          | 1      | 100  |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | fuerte              | 7      | 100  |
| D11.Gluma, color en floración                                 | amarillo verdoso    | 3      | 100  |
| D12.Gluma, coloración de la antocianina en floración          | ausente o muy débil | 1      | 10   |
|                                                               | débil               | 3      | 90   |
|                                                               | débil               | 3      | 90   |
| D13.Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia          | ausente o muy débil | 1      | 10   |
|                                                               | débil               | 3      | 90   |
|                                                               | débil               | 3      | 90   |

Cuadro 2.9.....Continuación.

| Descriptor                                                | Nivel               | Escala | %   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|
| D14.Lema, formación de arista                             | ausente o muy débil | 1      | 90  |
|                                                           | débil               | 3      | 10  |
| D15.Estigma, coloración de antocianina                    | ausente o muy débil | 1      | 90  |
|                                                           | débil               | 3      | 10  |
| D16.Estigma, coloración amarilla                          | fuerte              | 7      | 100 |
| D17.Estigma, longitud                                     | muy corto           | 1      | 90  |
|                                                           | corto               | 3      | 10  |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                | media               | 5      | 10  |
|                                                           | grande              | 7      | 90  |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración          | media               | 5      | 5   |
|                                                           | densa               | 7      | 95  |
| D20.Estambre seco, color después de terminar la floración | café rojizo         | 6      | 100 |

Cuadro 2.10. Descriptores cualitativos en panoja del híbrido experimental  
ATX625 x Forrajero Café.

| Descriptor                               | Nivel       | Escala | %    |
|------------------------------------------|-------------|--------|------|
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta       | 3      | 22.5 |
|                                          | media       | 5      | 62.5 |
|                                          | grande      | 7      | 15   |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | media       | 5      | 7.5  |
|                                          | densa       | 7      | 82.5 |
|                                          | muy densa   | 9      | 10   |
| D28.Panícula, forma en madurez           | piramidal   | 5      | 100  |
| D30.Gluma, color en madurez              | café rojizo | 5      | 100  |
| D31.Gluma, longitud                      | media       | 5      | 100  |

Cuadro 2.11. Descriptores cualitativos en semilla del híbrido experimental  
ATX625 x Forrajero Café.

| Descriptor                                  | Nivel                    | Escala | %    |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------|------|
| D32.Cariópside, color después del trillado  | café pálido              | 7      | 100  |
| D34.Vista dorsal del grano                  | elíptica                 | 5      | 7.5  |
|                                             | circular                 | 7      | 92.5 |
| D35.Vista de perfil del grano               | elíptica                 | 5      | 90   |
|                                             | circular                 | 7      | 10   |
| D36.Grano, tamaño de la marca del germen    | mediana                  | 5      | 5    |
|                                             | grande                   | 7      | 95   |
| D37.Grano, superficie cubierta por la gluma | medio                    | 5      | 100  |
| D39.Textura predominante del endospermo     | $\frac{3}{4}$ cristalino | 3      | 95   |
|                                             | medio cristalino         | 5      | 5    |
| D40.Grano, color del albumen cristalino     | amarillo pálido          | 2      | 100  |

Cuadro 2.12. Descriptores cualitativos en planta de la línea androestéril  
ATX625.

| Descriptor                                                    | Nivel               | Escala | %    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D7.Color verde de la lamina foliar                            | muy pálido          | 1      | 27.5 |
|                                                               | pálido              | 3      | 72.5 |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central       | ausente o muy débil | 1      | 80   |
|                                                               | débil               | 3      | 20   |
| D9. Intensidad del color verde en la nervadura central        | más pálida          | 1      | 100  |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | débil               | 3      | 2.5  |
|                                                               | medio               | 5      | 97.5 |
| D11.Gluma, color en floración                                 | verde amarillento   | 4      | 100  |
| D12.Gluma, coloración de la antocianina en floración          | ausente o muy débil | 1      | 100  |
|                                                               | débil               |        |      |
| D13.Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia          | ausente o muy débil | 1      | 90   |
|                                                               | débil               |        |      |
|                                                               | débil               | 3      | 10   |



Cuadro 2.12.....Continuación.

| Descriptor                                                | Nivel               | Escala | %   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|
| D14.Lema, formación de arista                             | ausente o muy débil | 1      | 100 |
| D15.Estigma, coloración de antocianina                    | ausente o muy débil | 1      | 95  |
|                                                           | débil               | 3      | 5   |
| D16.Estigma, coloración amarilla                          | media               | 5      | 100 |
| D17.Estigma, longitud                                     | muy corto           | 1      | 15  |
|                                                           | corto               | 3      | 85  |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                | corto               | 3      | 10  |
|                                                           | medio               | 5      | 80  |
|                                                           | grande              | 7      | 10  |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración          | media               | 5      | 15  |
|                                                           | densa               | 7      | 85  |
| D20.Estambre seco, color después de terminar la floración | 0                   | 0      | 0   |

Cuadro 2.13. Descriptores cualitativos en panoja de la línea androestéril  
ATX625.

| Descriptor                               | Nivel       | Escala | %    |
|------------------------------------------|-------------|--------|------|
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta       | 3      | 37.5 |
|                                          | media       | 5      | 47.5 |
|                                          | grande      | 7      | 15   |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | escasa      | 3      | 12.5 |
|                                          | media       | 5      | 85   |
|                                          | densa       | 7      | 2.5  |
| D28.Panícula, forma en madurez           | piramidal   | 5      | 100  |
| D30.Gluma, color en madurez              | café rojizo | 5      | 100  |
| D31.Gluma, longitud                      | media       | 5      | 100  |

Cuadro 2.14. Descriptores cualitativos en semilla de la línea androestéril  
ATX625.

| Descriptor                                  | Nivel                    | Escala | %   |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------|-----|
| D32.Cariópside, color después del trillado  | blanco                   | 1      | 100 |
| D34.Vista dorsal del grano                  | elíptica                 | 5      | 5   |
|                                             | circular                 | 7      | 95  |
| D35.Vista de perfil del grano               | elíptica                 | 5      | 95  |
|                                             | circular                 | 7      | 5   |
| D36.Grano, tamaño de la marca del germen    | mediana                  | 5      | 5   |
|                                             | grande                   | 7      | 95  |
| D37.Grano, superficie cubierta por la gluma | media                    | 5      | 100 |
| D39.Textura predominante del endospermo     | $\frac{3}{4}$ cristalino | 3      | 90  |
|                                             | medio cristalino         | 5      | 10  |
| D40.Grano, color del albumen cristalino     | amarillo pálido          | 2      | 100 |

Cuadro 2.15. Descriptores cualitativos en planta del progenitor Pan 37.

| Descriptor                                                    | Nivel               | Escala | %    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D7.Color verde de la lamina foliar                            | muy pálido          | 1      | 90   |
|                                                               | pálido              | 3      | 10   |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central       | ausente o muy débil | 1      | 75   |
|                                                               | débil               | 3      | 25   |
|                                                               | débil               | 3      | 25   |
| D9. Intensidad del color verde en la nervadura central        | más pálida          | 1      | 97.5 |
|                                                               | mismo color         | 2      | 2.5  |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | medio               | 5      | 100  |
| D11.Gluma, color en floración                                 | amarillo verdoso    | 3      | 100  |
| D12.Gluma, coloración de la antocianina en floración          | débil               | 3      | 100  |
| D13.Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia          | ausente o muy débil | 1      | 10   |
|                                                               | débil               |        |      |
|                                                               | débil               | 3      | 90   |

Cuadro 2.15.....Continuación.

| <b>Descriptor</b>                                         | <b>Nivel</b>        | <b>Escala</b> | <b>%</b> |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------|----------|
| D14.Lema, formación de arista                             | ausente o muy débil | 1             | 95       |
|                                                           | débil               | 3             | 5        |
|                                                           |                     |               |          |
| D15.Estigma, coloración de antocianina                    | ausente o muy débil | 1             | 15       |
|                                                           | débil               | 3             | 85       |
|                                                           |                     |               |          |
| D16.Estigma, coloración amarilla                          | media               | 5             | 100      |
| D17.Estigma, longitud                                     | muy corto           | 1             | 15       |
|                                                           | corto               | 3             | 85       |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                | corta               | 3             | 85       |
|                                                           | media               | 5             | 15       |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración          | media               | 5             | 5        |
|                                                           | densa               | 7             | 95       |
| D20.Estambre seco, color después de terminar la floración | café rojizo         | 6             | 100      |

Cuadro 2.16. Descriptores cualitativos en panoja del progenitor Pan 37.

| Descriptor                               | Nivel     | Escala | %    |
|------------------------------------------|-----------|--------|------|
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta     | 3      | 35   |
|                                          | media     | 5      | 32.5 |
|                                          | grande    | 7      | 32.5 |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | escasa    | 3      | 12.5 |
|                                          | media     | 5      | 85   |
|                                          | densa     | 7      | 2.5  |
| D28.Panícula, forma en madurez.          | simétrica | 3      | 100  |
| D30.Gluma, color en madurez              | blanco    | 1      | 100  |
| D31.Gluma, longitud                      | media     | 5      | 100  |

Cuadro 2.17. Descriptores cualitativos en semilla del progenitor Pan 37.

| Descriptor                                  | Nivel                    | Escala | %   |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------|-----|
| D32.Cariópside, color después del trillado  | blanco                   | 1      | 100 |
| D34.Vista dorsal del grano                  | elíptica                 | 5      | 5   |
|                                             | circular                 | 7      | 95  |
| D35.Vista de perfil del grano               | elíptica                 | 5      | 95  |
|                                             | circular                 | 7      | 5   |
| D36.Grano, tamaño de la marca del germen    | mediana                  | 5      | 5   |
|                                             | grande                   | 7      | 95  |
| D37.Grano, superficie cubierta por la gluma | medio                    | 5      | 100 |
| D39.Textura predominante del endospermo     | $\frac{3}{4}$ cristalino | 3      | 95  |
|                                             | medio cristalino         | 5      | 5   |
| D40.Grano, color del albumen cristalino     | amarillo pálido          | 2      | 100 |

Cuadro 2.18. Descriptores cualitativos en planta del progenitor Forrajero Café.

| <b>Descriptor</b>                                             | <b>Nivel</b>        | <b>Escala</b> | <b>%</b> |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|----------|
| D7.Color verde de la lamina foliar                            | muy pálido          | 1             | 77.5     |
|                                                               | pálido              | 3             | 22.5     |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central       | ausente o muy débil | 1             | 92.5     |
|                                                               | débil               | 3             | 7.5      |
|                                                               | más pálida          | 1             | 85       |
| D9. Intensidad del color verde en la nervadura central        | mismo color         | 2             | 15       |
|                                                               | medio               | 5             | 37.5     |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | fuerte              | 7             | 62.5     |
|                                                               | verde claro         | 2             | 100      |
| D11.Gluma, color en floración                                 | ausente o muy débil | 1             | 100      |
|                                                               | débil               | 1             | 85       |
| D12.Gluma, coloración de la antocianina en floración          | ausente o muy débil | 1             | 85       |
|                                                               | débil               | 3             | 15       |
|                                                               | débil               | 3             | 15       |
| D13.Gluma, coloración de antocianinas en pubescencia          | ausente o muy débil | 1             | 85       |
|                                                               | débil               | 3             | 15       |
|                                                               | débil               | 3             | 15       |



Cuadro 2.18.....Continuación.

| Descriptor                                                | Nivel               | Escala | %   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----|
| D14.Lema, formación de arista                             | ausente o muy débil | 1      | 95  |
|                                                           | débil               | 3      | 5   |
| D15.Estigma, coloración de antocianina                    | ausente o muy débil | 1      | 90  |
|                                                           | débil               | 3      | 10  |
| D16.Estigma, coloración amarilla                          | fuerte              | 7      | 100 |
| D17.Estigma, longitud                                     | corto               | 3      | 90  |
|                                                           | medio               | 5      | 10  |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                | media               | 5      | 80  |
|                                                           | grande              | 7      | 20  |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración          | media               | 5      | 5   |
|                                                           | densa               | 7      | 95  |
| D20.Estambre seco, color después de terminar la floración | café rojizo         | 6      | 100 |

Cuadro 2.19. Descriptores cualitativos en panoja del progenitor Forrajero Café.

| Descriptor                               | Nivel       | Escala | %    |
|------------------------------------------|-------------|--------|------|
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta       | 3      | 25   |
|                                          | media       | 5      | 32.5 |
|                                          | grande      | 7      | 42.5 |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | media       | 5      | 87.5 |
|                                          | densa       | 7      | 12.5 |
| D28.Panícula, forma en madurez           | simétrica   | 3      | 100  |
| D30.Gluma, color en madurez              | café oscuro | 6      | 100  |
| D31.Gluma, longitud                      | media       | 5      | 100  |

Cuadro 2.20. Descriptores cualitativos en semilla del progenitor Forrajero Café.

| Descriptor                                  | Nivel                    | Escala | %    |
|---------------------------------------------|--------------------------|--------|------|
| D32.Cariópside, color después del trillado  | café oscuro              | 9      | 100  |
| D34.Vista dorsal del grano                  | elíptica                 | 5      | 2.5  |
|                                             | circular                 | 7      | 97.5 |
| D35.Vista de perfil del grano               | elíptica                 | 5      | 97.5 |
|                                             | circular                 | 7      | 2.5  |
| D36.Grano, tamaño de la marca del germen    | grande                   | 7      | 100  |
| D37.Grano, superficie cubierta por la gluma | medio                    | 5      | 100  |
| D39.Textura predominante del endospermo     | $\frac{3}{4}$ cristalino | 3      | 95   |
|                                             | medio cristalino         | 5      | 5    |
| D40.Grano, color del albumen cristalino     | amarillo                 | 3      | 100  |

### **Evaluación de los Caracteres Cualitativos en Estado De Plántula**

En el cuadro 2.21. Se muestran los cuatro caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido experimental ATX625 x Pan 37 en donde, coloración de antocianinas del coleóptilo (D1), coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja (D2), coloración de antocianina en la vaina de la primera hoja (D3) y coloración de antocianinas de la hoja (etapa 5 hoja) (D4) presentaron variabilidad en dos niveles de caracterización (ausente o muy débil y débil) que van desde el 27.5% hasta el 72.5%.

Por otra parte en el (Cuadro 2.22.). Se observan los cuatro caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café, donde sobresale el descriptor, coloración de antocianinas del coleóptilo (D1), mientras tanto el resto de los descriptores, coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja (D2), coloración de antocianina en la vaina de la primera hoja (D3), coloración de antocianinas de la hoja (etapa 5 hoja) (D4), presentan variabilidad en dos niveles de caracterización (ausente o muy débil y débil) que van desde el 7.5% correspondiente al nivel de caracterización débil hasta 92.5% como ausente o muy débil.

Cuadro 2.21. Caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido experimental ATX625 x Pan 37.

| Descriptor                                                   | Nivel               | Escala | %    |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D1. Coloración de antocianinas del coleóptilo                | ausente o muy débil | 1      | 50   |
|                                                              | débil               | 3      | 50   |
| D2. Coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja  | ausente o muy débil | 1      | 62.5 |
|                                                              | débil               | 3      | 37.5 |
| D3. Coloración de antocianina en la vaina de la primera hoja | ausente o muy débil | 1      | 72.5 |
|                                                              | débil               | 3      | 27.5 |
| D4. Coloración de antocianinas de la hoja (etapa 5 hoja)     | ausente o muy débil | 1      | 67.5 |
|                                                              | débil               | 3      | 32.5 |

Cuadro 2.22. Caracteres cualitativos en estado de plántula del híbrido experimental ATX625 x Forrajeo Café.

| Descriptor                                                  | Nivel               | Escala | %    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|
| D1.Coloración de antocianinas del coleóptilo                | ausente o muy débil | 1      | 100  |
| D2.Coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja  | ausente o muy débil | 1      | 70   |
|                                                             | débil               | 3      | 30   |
| D3.Coloración de antocianina en la vaina de la primera hoja | ausente o muy débil | 1      | 70   |
|                                                             | débil               | 3      | 30   |
| D4. Coloración de antocianinas de la hoja (etapa 5 hoja)    | ausente o muy débil | 1      | 92.5 |
|                                                             | débil               | 3      | 7.5  |

### **Evaluación de las variables cualitativas en cinco genotipos**

En el cuadro 2.23. Se muestran los resultados comparativos de los cinco genotipos, en el cual se observó que el híbrido experimental en estudio ATX625 x Pan 37 en el descriptor (D8), tiene variabilidad en dos niveles de caracterización y no se manifestó, mientras tanto el ATX625 x Forrajero café sobresale del resto de los progenitores, en el descriptor D10 pasa lo mismo que en el descriptor D8, el híbrido experimental ATX625 x Pan 37 obtuvo variabilidad en dos niveles de caracterización, mientras tanto el ATX625 x Forrajero Café sobresale del resto de los genotipos con un solo nivel de caracterización al 100% y no presenta variabilidad, para el descriptor D17, los genotipos cuatro y cinco superan a sus progenitores en dos niveles de caracterización y presentan variabilidad pero compiten favorablemente, en la D18 y D19, estos superan a sus progenitores y compiten favorablemente, por otra parte en la D26 el ATX625 x Forrajero Café sobresale del resto de los genotipos, con mayor porcentaje en tres niveles de caracterización, en la D27 los híbridos en estudio compiten favorablemente pero el ATX625 x Forrajero Café presenta tres niveles de caracterización a diferencia del ATX625 x Pan 37 que presenta dos niveles, en el descriptor D28 sobresalen los cinco genotipos, no mostraron variabilidad debido a que el 100% de las plantas muestreadas fueron de un solo nivel de caracterización, y los descriptores restantes, D36, el progenitor Forrajero Café fue el que no presentó variabilidad, mientras que el resto de los genotipos si presentan diferencias con dos niveles de caracterización y por ultimo en el descriptor D39, todos los genotipos compiten favorablemente en dos niveles de caracterización mientras que el ATX625 x Pan 37 no supera a sus progenitores.

Cuadro 2.23. Variables cualitativas en cinco genotipos de sorgo.

| Descriptor                                                    | G1                           |                | G2                           |          | G3                           |              | G4                           |          | G5                           |          |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------|------------------------------|--------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|
|                                                               | Nivel                        | %              | Nivel                        | %        | Nivel                        | %            | Nivel                        | %        | Nivel                        | %        |
| D8.Extensión de la decoloración en la nervadura central.      | ausente o muy débil<br>débil | 80<br>20       | ausente o muy débil<br>débil | 75<br>25 | ausente o muy débil<br>débil | 92.5<br>7.5  | ausente o muy débil<br>débil | 45<br>55 | ausente o muy débil<br>débil | 95<br>5  |
| D10.Hoja bandera, coloración amarilla de la nervadura central | débil<br>medio               | 2.5<br>97.5    | medio                        | 100      | medio<br>fuerte              | 37.5<br>62.5 | medio<br>fuerte              | 15<br>85 | fuerte                       | 100      |
| D17.Estigma, longitud                                         | muy corto<br>corto           | 15<br>85       | muy corto<br>corto           | 15<br>85 | corto<br>largo               | 90<br>10     | muy corto<br>corto           | 90<br>10 | muy corto<br>corto           | 90<br>10 |
| D18.Flor con pedicelo, longitud de la flor                    | corta<br>media<br>grande     | 10<br>80<br>10 | corta<br>media               | 85<br>15 | media<br>grande              | 80<br>20     | corta<br>media               | 15<br>85 | media<br>grande              | 10<br>90 |
| D19.Panícula, densidad al finalizar la floración              | media<br>densa               | 15<br>85       | media<br>densa               | 5<br>95  | media<br>densa               | 5<br>95      | media<br>densa               | 10<br>90 | media<br>densa               | 5<br>95  |



Cuadro 2.23.....Continuación.

| Descriptor                               | G1                                  |                    | G2                                  |                    | G3                                  |                    | G4                                  |                | G5                                  |                    |
|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------|
|                                          | Nivel                               | %                  | Nivel                               | %                  | Nivel                               | %                  | Nivel                               | %              | Nivel                               | %                  |
| D26.Panícula, longitud de ramificaciones | corta<br>media<br>grande            | 37.5<br>47.5<br>15 | corta<br>media<br>grande            | 35<br>32.5<br>32.5 | corta<br>media<br>grande            | 25<br>32.5<br>42.5 | corta<br>media<br>grande            | 35<br>45<br>20 | corta<br>media<br>grande            | 22.5<br>62.5<br>15 |
| D27.Panícula, densidad en madurez        | escasa<br>media<br>densa            | 12.5<br>85<br>2.5  | escasa<br>media<br>densa            | 12.5<br>85<br>2.5  | media<br>densa                      | 87.5<br>12.5       | escasa<br>media                     | 17.5<br>82.5   | media<br>densa<br>muy densa         | 7.5<br>82.5<br>10  |
| D28.Panícula, forma en madurez           | piramidal                           | 100                | simétrica                           | 100                | simétrica                           | 100                | simétrica                           | 100            | piramidal                           | 100                |
| D36.Grano tamaño de la marca del germen  | mediana<br>grande                   | 5<br>95            | mediana<br>grande                   | 10<br>90           | grande                              | 100                | mediana<br>grande                   | 15<br>85       | mediana<br>grande                   | 5<br>95            |
| D39.Textura predominante del endospermo  | ¾ cristalino<br>medio<br>cristalino | 90<br><br>10       | ¾ cristalino<br>medio<br>cristalino | 95<br><br>5        | ¾ cristalino<br>medio<br>cristalino | 95<br><br>5        | ¾ cristalino<br>medio<br>cristalino | 85<br><br>15   | ¾ cristalino<br>medio<br>cristalino | 95<br><br>5        |

**G1:** ATX625; **G2:** Pan 37; **G3:** Forrajero Café; **G4:** ATX625 x Pan 37; **G5:** ATX625 x Forrajero Café

## CONCLUSIONES

Los resultados estadísticos mostraron diferencias altamente significativas para todas las variables estudiadas, lo que indica que los materiales en estudio son totalmente diferentes en todas sus características.

Los genotipos de sorgo evaluados ATX625, Pan 37, Forrajero Café, ATX625 x Pan 37 y ATX625 x Forrajero Café difieren en varios de los caracteres estudiados.

Los híbridos experimentales superaron a sus progenitores en algunos caracteres cuantitativos y cualitativos debido a los efectos heteróticos.

El descriptor de la panoja no debe ser utilizado como un descriptor confiable para distinguir a la variedad porque los coeficientes de variación son muy altos y por lo tanto no son muy confiables.

El híbrido experimental ATX625 x Pan 37 está sujeto a valoración para su inscripción en catalogo de variedades de plantas pues se dio cumplimiento a lo estipulado por el SNICS (2002) de ser distinta y uniforme.

El híbrido experimental ATX625 x Forrajero Café también está sujeto a valoración para su inscripción porque se dio seguimiento a la guía técnica para la descripción varietal que recomienda en México el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2002) en Sorgo (*Sorghum bicolor* L.).

## LITERATURA CITADA

- Acosta, N. S. y O. Agundis. 1976. Época de emergencia de las principales malas hierbas de la región norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México Vol. III No. 12:437-441.
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra 17:171-191.
- Alarcón A., y R. Ferrera-Cerrato C. 2000. Biofertilizantes: Importancia y utilización en la agricultura. Agr.Tec.Mex. 26(2):191-203.
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2003. Aplicación de fósforo e inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y estado nutricional de Citrus volkameriana Tan & Pasq. Terra 21:91-99.
- Arturo Díaz Franco, Idalia Garza Cano, Víctor Pecina Quintero y Agustín Magallanes. Impacto de la micorriza arbuscular en la productividad del sorgo en Tamaulipas. Folleto para productores. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP.
- Argonne National Laboratory. 2005. Ethanol study: key points. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. US Department of Energy.
- Enrique Rosales-Robles, Ricardo Sánchez-de la Cruz y Jaime R. Salinas-García. Período crítico de competencia del polocote (*Helianthus annuus* L.) en sorgo para grano. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP.

Ficha tecnológica por sistema producto, forrajes y pastizales. 1. Biofertilización de sorgo forrajero. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias Campo experimental San Luis Potosí. Páginas: 2.

Financiera rural, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial monografías del sorgo, Enero 2009.

Folleto científico N° 2, ISBN 978-970-43-0329-7. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental San Luis. Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Noviembre del 2007. P: 1-66.

Folleto Técnico Núm. 43, ISBN: 978-607-425-355-9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo Septiembre de 2010, primera edición Clave CIRNE: INIFAP/CIRNE/A-460.

Galván, B. E. 2004. Evaluación de híbridos experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en la región del Bajío. Tesis de Licenciatura. División de agronomía. Universidad Autónoma Agraria, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

García-Breijo, F.J. y Primo-Yúfera, L. 1986. Alcohol de biomasa. I. Azúcares solubles fermentables en tallos de variedades de maíz y sorgo dulce. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 26(4): 571-580.

Goldemberg, J. and Macedo, I. 1994. The Brazilian alcohol program: An overview. Energy for Sustainable Development. 1:17-22.

- Hall, D.O. 1983. Biomass for energy fuels now and in the future. pp 1-22, In: Biomass utilization. W.A. Côté (ed.). Plenum press, New York, USA.
- Hills, F.J., Lewellen, T. and Skoyen, I.O. 1990. Sweet sorghum cultivars for alcohol production. California Agric. 44: 14-16.
- House, H.R., Gomez, M., Murty, O.S., Sun, Y. and Verma, B.N. 2000. Development of some agricultural industries in several African and Asian countries. pp 131-190. In: Sorghum: Origin, history, technology and production. Smith et al. (ed.). John Wiley & Sons, New York, USA.
- Maunder, B. 2006. Sorghum: The global grain of the future, Montes G., N. y Williams A., Héctor. 2007. Densidad de población para sorgo de grano. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto para productores No. 17. Río Bravo, Tamaulipas, México. 16p.
- Muñoz, G., G. Giraldo y J. Fernández S. 1993. Descriptores varietales; arroz, frijol, maíz y sorgo. Pub. No. 177 CIAT. Cali, Colombia. 168 p. Pg.153, 54.
- Prasad, S., Singh, A., Jain, N., and Joshi, H.C. 2007 Ethanol Production from Sweet Sorghum Syrup for Utilization as Automotive Fuel in India. Energy Fuels 21 (4): 2415–2420.
- Rajvanshi, Jorapur – 1993. Development of leafy biomass gasification systems. Publication No. NARI-GS-1, published by Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI).

Richard R. Hahn. Usos del sorgo granífero en la alimentación humana y otros. Capítulo 16 libro de producción del sorgo y su utilización, 1970. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. INFORMACION TECNICA CULTIVO DE VERANO. CAMPAÑA 2007. Publicación miscelánea N° 108.

Robles S.R. 1990. Producción de granos y forrajes. Quinta Ed. Limusa. México.

Rosales Robles, E. y R. Sánchez de la Cruz. 2004. Manejo integrado de maleza sorgo en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico Núm. 28. Tamaulipas, México. 54 p.

Rosales-Robles, E. 1993. Control químico de la correhuela perenne *Convolvulus arvensis* en terrenos sin cultivo. Agricultura Técnica en México 19:53-62.

Rosales-Robles, E., y R. Sánchez C. 2003. Control de maleza de hoja ancha anual en sorgo para grano con dosis reducidas de herbicidas post-emergentes. Memoria del XVI Congreso Latinoamericano de Malezas. Manzanillo, México. p. 436.

SAGARPA 2010. Sistema Nacional de Consulta.

SAGARPA- SNICS. 2001. Guía Técnica para la Descripción Varietal para Sorgo (*Sorghum bicolor* L.). México 15 p.

Schaffert, R.E. and Gourley, L.M. 1982. Sorghum as an energy source. Pp 605-623. In: the eighties: Proceedings of the International Symposium on Sorghum, 2-7 Nov. 1981, ICRISAT Center, Patancheru, India.

Schaffert. 1992. Sweet sorghum substrate for industrial alcohol. Pages 131-137 in Utilization of sorghum and millets: proceedings of the International workshop on policy, practice, and potential relating to uses of sorghum and millets.

Smith, G.A., and D.R. Buxton. 1993. Temperate zone sweet sorghum ethanol production potential. Bioresour. Technol. 43:71–75.

### **CITAS DE INTERNET**

<http://www.2000agro.com.mx/.../inifap-desarrolla-nueva-variedad-de-sorgo-forrajero/>.

[http://www.agrobit.com/Documentos/A\\_1\\_5\\_Sorgo%5C616\\_ag\\_000009sg%5B1%5D.htm](http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_5_Sorgo%5C616_ag_000009sg%5B1%5D.htm).

<http://www.disfrutalasmaticas.com/datos/desviacion-estandar.html>.

<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s09.htm>.

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

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r77657.PDF>.

<http://www.misrespuestas.com/que-es-la-simbiosis.html>.

<http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml>.

<http://www.mycetus.com/index.php?id=235>.

<http://www.sorghumgrowers.com/Sorghum+101>.

<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/semi-lashibridas/cargill/manualsorgo/manualsorgocargill06.htm>.

# **APÉNDICE**



**Descripción del híbrido de sorgo ATX625 x Pan 37 según la guía técnica para la descripción varietal del SNICS (2002).**

| No. | Característica                                                        | Nivel                                                         | Nota                                                                        | Referencia |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1   | Plántula: coloración de antocianinas del coleóptilo                   | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 ( <b>X</b> )50%<br>3 ( <b>X</b> )50%<br>5 (   )<br>7 (   )<br>9 (   )     |            |
| 2   | Plántula: coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja     | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 ( <b>X</b> )62.5%<br>3 ( <b>X</b> )37.5%<br>5 (   )<br>7 (   )<br>9 (   ) |            |
| 3   | Plántula: coloración de antocianinas en la vaina de la primera hoja   | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 ( <b>X</b> )72.5%<br>3 ( <b>X</b> )27.5%<br>5 (   )<br>7 (   )<br>9 (   ) |            |
| 4   | Hoja: Coloración de antocianinas de la hoja<br>( en etapa de 5ª hoja) | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 ( <                                                                       |            |

|    |                                                                                                                                               |                                                                                             |                                                         |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|
| 7  | Hoja: color verde de la lamina de la hoja bandera (en emergencia de la panícula)                                                              | muy pálida<br>pálida<br>medio<br>oscuro<br>muy oscuro                                       | 1 (X) 82.5%<br>3 (X) 17.5%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )   |  |
| 8  | Hoja bandera: extensión de la decoloración de la nervadura central (en emergencia de la panícula)                                             | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte                                             | 1 (X) 45%<br>3 (X) 55%<br>5 ( )<br>7 ( )                |  |
| 9  | Hoja bandera: intensidad del color verde en la nervadura central comparada con la hoja ( si no está decolorada, en emergencia de la panícula) | mas pálida<br>mismo color<br>más oscura                                                     | 1 (X) 100%<br>2 ( )<br>3 ( )                            |  |
| 10 | Hoja bandera: coloración amarilla de la nervadura central (en emergencia de la panícula)                                                      | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte                               | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X) 15%<br>7 (X) 85%<br>9 ( )       |  |
| 11 | Gluma: color en <u>floración</u>                                                                                                              | verde<br>verde claro<br>amarillo verdoso<br>verde amarillento<br>amarillo<br>amarillo claro | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 ( )<br>4 (X) 100%<br>5 ( )<br>6 ( ) |  |
| 12 | Gl                                                                                                                                            |                                                                                             |                                                         |  |

|    |                                                            |                                                               |                                                   |  |
|----|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--|
| 15 | Estigma: coloración de antocianinas<br>(en floración)      | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 (X) 85%<br>3 (X) 15%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 16 | Estigma: coloración amarilla<br>(en floración)             | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X) 100%<br>7 ( )<br>9 ( )    |  |
| 17 | Estigma: longitud<br>(en floración)                        | muy corto<br>corto<br>medio<br>largo<br>muy largo             | 1 (X) 90%<br>3 (X) 10%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 18 | Flor con pedicelo: longitud de la flor<br>(en floración)   | muy corta<br>corta<br>media<br>grande<br>muy grande           | 1 ( )<br>3 (X) 15%<br>5 (X) 85%<br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 19 | Panícula: densidad al finalizar la<br>floración            | muy escasa<br>escasa<br>media<br>densa<br>muy densa           | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X) 10%<br>7 (X) 90%<br>9 ( ) |  |
| 20 | Estambre seco: color<br>(después de terminar la floración) | amarillo claro<br>rosa grisáceo<br>naranja<br>ro              |                                                   |  |

|    |                                                                                                                                       |                                                             |                                               |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|
| 23 | Hoja: longitud de la tercera hoja de la parte superior (antepenúltima) (en madurez)<br><br>Indique valor promedio ( <b>58.40 cm</b> ) | muy corta<br>corta<br>media<br><br>larga<br>muy larga       | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br><br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 24 | Hoja: ancho de la tercera hoja de la parte superior (antepenúltima) (en madurez)<br><br>Indique el valor promedio ( <b>8.37 cm</b> )  | muy angosta<br>angosta<br>media<br><br>amplia<br>muy amplia | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br><br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 25 | Panícula: longitud de la panoja sin considerar pedúnculo (en madurez)<br><br>Indique el valor promedio ( <b>23.8 cm</b> )             | muy corta<br>corta<br>media<br>grande<br>muy grande         | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )     |  |
| 26 | Panícula: longitud de ramificaciones (en el tercio medio)                                                                             | corta<br>media<br>grande                                    | 3 (X) 35%<br>5 (X) 45%<br>7 (X) 20%           |  |
| 27 | Panícula: densidad <u>en madurez</u>                                                                                                  | muy escasa<br>escasa<br>media<br>densa<br>muy densa         | 1 ( )<br>3 (X) 17.5%<br>5 (X) 82.5%<br>       |  |

|    |                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                    |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 30 | Gluma: color <u>en madurez</u>                                                             | blanco<br>amarillo pálido<br>amarillo<br>café pálido<br>café rojizo<br>café obscuro<br>negro                                                   | 1 ( )<br>2 (X) 100%<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 ( )<br>6 ( )<br>7 ( )                   |  |
| 31 | Gluma: longitud<br>(en madurez)                                                            | muy corta<br>corta<br>media<br>larga<br>muy larga                                                                                              | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X) 100%<br>7 ( )<br>9 ( )                                     |  |
| 32 | Cariópside: color después del<br>trillado                                                  | blanco<br>blanco grisáceo<br>blanco amarillento<br>amarillo pajizo<br>naranja<br>rojo anaranjado<br>café pálido<br>café rojizo<br>café obscuro | 1 (X) 100%<br>2 ( )<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 ( )<br>6 ( )<br>7 ( )<br>8 ( )<br>9 ( ) |  |
| 33 | Peso de 1000 semillas<br><br><br><br><br><br><br>Indique valor promedio ( <b>34.90 g</b> ) | muy bajo (<25 g)<br><br>bajo (26-28 g)<br><br>medio (30-32 g)<br><br>alto (35-37 g)<br><br>muy alto (>40 g)                                    | 1 ( )<br><br>3 ( )<br><br>5 ( )<br><br>7 ( )                                       |  |

|    |                                                         |                                                                                                                                 |                                                   |  |
|----|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--|
| 37 | Grano: superficie cubierta por la gluma                 | ausente o muy pequeña<br>Pequeña<br>medio<br>grande<br>muy grande                                                               | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X) 100%<br>7 ( )<br>9 ( )    |  |
| 38 | Grano: contenido de taninos                             | ausente o muy bajo<br>bajo<br>medio<br>alto<br>muy alto                                                                         | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 (X) 100%<br>9 ( )    |  |
| 39 | Grano: textura del endospermo (en sección longitudinal) | completamente cristalino<br>$\frac{3}{4}$ cristalino<br>medio cristalino<br>$\frac{3}{4}$ de harinoso<br>completamente harinoso | 1 ( )<br>3 (X) 85%<br>5 (X) 15%<br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 40 | Grano: color del albumen cristalino                     | blanco<br>amarillo pálido<br>amarillo<br>naranja<br>violeta                                                                     | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 (X) 100%<br>4 ( )<br>5 ( )    |  |

**Descripción del híbrido de sorgo ATX625 x Forrajero Café según la guía técnica para la descripción varietal del SNICS (2002).**

| No. | Característica                                                        | Nivel                                                         | Nota                                                | Referencia |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|
| 1   | Plántula: coloración de antocianinas del coleóptilo                   | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 (X)100%<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )       |            |
| 2   | Plántula: coloración de antocianinas del dorso de la primera hoja     | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 (X)70%<br>3 (X)30%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )     |            |
| 3   | Plántula: coloración de antocianinas en la vaina de la primera hoja   | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 (X)70%<br>3 (X)30%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )     |            |
| 4   | Hoja: Coloración de antocianinas de la hoja<br>( en etapa de 5ª hoja) | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte<br>muy fuerte | 1 (X)92.5%<br>3 (X) 7.5%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( ) | </         |

|    |                                                                                                                                              |                                                                                             |                                                         |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|
| 7  | Hoja: color verde de la lamina de la hoja bandera (en emergencia de la panícula)                                                             | muy pálida<br>pálida<br>medio<br>oscuro<br>muy oscuro                                       | 1 (X) 92.5%<br>3 (X) 7.5%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )    |  |
| 8  | Hoja bandera: extensión de la decoloración de la nervadura central (en emergencia de la panícula)                                            | ausente o muy débil<br>débil<br>media<br>fuerte                                             | 1 (X) 95%<br>3 (X) 5%<br>5 ( )<br>7 ( )                 |  |
| 9  | Hoja bandera: intensidad del color verde en la nervadura central comparada con la hoja (si no está decolorada, en emergencia de la panícula) | más pálida<br>mismo color<br>más oscura                                                     | 1 (X) 100%<br>2 ( )<br>3 ( )                            |  |
| 10 | Hoja bandera: coloración amarilla de la nervadura central (en emergencia de la panícula)                                                     | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte                               | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 (X) 100%<br>9 ( )          |  |
| 11 | Gluma: color en <u>floración</u>                                                                                                             | verde<br>verde claro<br>amarillo verdoso<br>verde amarillento<br>amarillo<br>amarillo claro | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 (X) 100%<br>4 ( )<br>5 ( )<br>6 ( ) |  |



|    |                                                                       |                                                                                      |                                                        |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--|
| 15 | Estigma: coloración de antocianinas<br>(en floración)                 | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte                        | 1 (X)90%<br>3 (X)10%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )        |  |
| 16 | Estigma: coloración amarilla<br>(en floración)                        | ausente o muy débil<br>débil<br>medio<br>fuerte<br>muy fuerte                        | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 (X)100%<br>9 ( )          |  |
| 17 | Estigma: longitud<br>(en floración)                                   | muy corto<br>corto<br>medio<br>largo<br>muy largo                                    | 1 (X)90%<br>3 (X)10%<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )        |  |
| 18 | Flor con pedicelo: longitud de la flor<br>(en floración)              | muy corta<br>corta<br>media<br>grande<br>muy grande                                  | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X)10%<br>7 (X)90%<br>9 ( )        |  |
| 19 | Panícula: densidad al finalizar la<br>floración                       | muy escasa<br>escasa<br>media<br>densa<br>muy densa                                  | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X)5%<br>7 (X)95%<br>9 ( )         |  |
| 20 | Estambre seco: color<br>(después de terminar la floración)            | amarillo claro<br>rosa grisáceo<br>naranja<br>rojo anaranjado<br>rojo<br>café rojizo | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 ( )<br>6 (X)100% |  |
| 21 | Planta: altura total<br>(en madurez)                                  | muy corta<br>corta<br>media<br>alta                                                  | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 ( )                       |  |
|    | Indique valor promedio ( <b>248.57 cm</b> )                           | muy alta                                                                             | 9 ( )                                                  |  |
| 22 | Tallo: diámetro (primer tercio de la<br>altura de planta, en madurez) | pequeño<br>medio                                                                     | 3 ( )<br>5 ( )                                         |  |
|    | Indique el valor promedio ( <b>2.0 mm</b> )                           | grande                                                                               | 7 ( )                                                  |  |

|    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                    |                                                       |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|
| 23 | Hoja: longitud de la tercera hoja de la parte superior (antepenúltima) (en madurez)<br><br>Indique valor promedio ( <b>60.47 cm</b> ) | muy corta<br>corta<br>media<br><br>larga<br>muy larga                                                                              | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br><br>7 ( )<br>9 ( )         |  |
| 24 | Hoja: ancho de la tercera hoja de la parte superior (antepenúltima) (en madurez)<br><br>Indique el valor promedio ( <b>7.73 cm</b> )  | muy angosta<br>angosta<br>media<br><br>amplia<br>muy amplia                                                                        | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br><br>7 ( )<br>9 ( )         |  |
| 25 | Panícula: longitud de la panoja sin considerar pedúnculo (en madurez)<br><br>Indique el valor promedio ( <b>27.5 cm</b> )             | muy corta<br>corta<br>media<br>grande<br>muy grande                                                                                | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )             |  |
| 26 | Panícula: longitud de ramificaciones (en el tercio medio)                                                                             | corta<br>media<br>grande                                                                                                           | 3 (X)22.5%<br>5 (X)62.5%<br>7 (X)15%                  |  |
| 27 | Panícula: densidad <u>en madurez</u>                                                                                                  | muy escasa<br>escasa<br>media<br>densa<br>muy densa                                                                                | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X)7.5%<br>7 (X)82.5%<br>9 (X)10% |  |
| 28 | Panícula: forma (en madurez)                                                                                                          | pirámide invertida<br>panícula más ancha en la parte superior<br>simétrica<br>panícula más ancha en la parte inferior<br>piramidal | 1 ( )<br>2 ( )<br><br>3 ( )<br>4 ( )<br><br>5 (X)100% |  |
| 29 | Excursión: longitud visible del pedúnculo (en madurez)<br><br>Indique valor promedio ( <b>6.38 cm</b> )                               | ausente o muy corta<br>corta<br>media<br>larga<br>muy larga                                                                        | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 ( )<br>9 ( )             |  |

|    |                                                                                                        |                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                                          |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30 | Gluma: color <u>en madurez</u>                                                                         | blanco<br>amarillo pálido<br>amarillo<br>café pálido<br>café rojizo<br>café obscuro<br>negro                                                   | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 (X)100%<br>6 ( )<br>7 ( )                   |                                                                                                                          |
| 31 | Gluma: longitud<br>(en madurez)                                                                        | muy corta<br>corta<br>media<br>larga<br>muy larga                                                                                              | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X)100%<br>7 ( )<br>9 ( )                                     |                                                                                                                          |
| 32 | Cariósipide: color después del<br>trillado                                                             | blanco<br>blanco grisáceo<br>blanco amarillento<br>amarillo pajizo<br>naranja<br>rojo anaranjado<br>café pálido<br>café rojizo<br>café obscuro | 1 ( )<br>2 ( )<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 ( )<br>6 ( )<br>7 (X)100%<br>8 ( )<br>9 ( ) |                                                                                                                          |
| 33 | Peso de 1000 semillas<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Indique valor promedio ( <b>36.76 g</b> ) | muy bajo (<25 g)<br><br>bajo (26-28g)<br><br>medio (30-32 g)<br><br>alto (35-37 g)<br><br>muy alto (>40 g)                                     | 1 ( )<br><br>3 ( )<br><br>5 ( )<br><br>7 (X)<br><br>9 ( )                         | D-69<br>Ópalo,<br>8443,<br>85G47<br>Marfil,<br>Cuarzo,<br>8282<br>Turquesa,<br>Diamante,<br>Ónix,<br>8133, 8418<br>Topaz |
| 34 | Grano: forma (vista dorsal)                                                                            | elíptica estrecha<br>elíptica<br>circular                                                                                                      | 3 ( )<br>5 (X)7.5%<br>7 (X)92.5%                                                  |                                                                                                                          |
| 35 | Grano: forma (vista de perfil)                                                                         | elíptica estrecha<br>elíptica<br>circular                                                                                                      | 3 ( )<br>5 (X)90%<br>7 (X)10%                                                     |                                                                                                                          |

|    |                                                         |                                                                                                         |                                                    |  |
|----|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--|
| 36 | Grano: tamaño de la marca del germen                    | muy pequeño<br>pequeño<br>mediana<br>grande<br>muy grande                                               | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 (X)5%<br>7 (X)95%<br>9 ( )     |  |
| 37 | Grano: superficie cubierta por la gluma                 | ausente o muy pequeña<br>pequeña<br>medio<br>grande<br>muy grande                                       | 1 ( )<br><br>3 ( )<br>5 (X)100%<br>7 ( )<br>9 ( )  |  |
| 38 | Grano: contenido de taninos                             | ausente o muy bajo<br>bajo<br>medio<br>alto<br>muy alto                                                 | 1 ( )<br>3 ( )<br>5 ( )<br>7 (X)<br>9 ( )          |  |
| 39 | Grano: textura del endospermo (en sección longitudinal) | completamente cristalino<br>¾ cristalino<br>medio cristalino<br>¾ de harinoso<br>completamente harinoso | 1 ( )<br><br>3 (X)95%<br>5 (X)5%<br>7 ( )<br>9 ( ) |  |
| 40 | Grano: color del albumen cristalino                     | blanco<br>amarillo pálido<br>amarillo<br>naranja<br>violeta                                             | 1 ( )<br>2 (X)100%<br>3 ( )<br>4 ( )<br>5 ( )      |  |