

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACION DE POSGRADO

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**EL PROBLEMA DE LAS PLANTAS FUERA DE TIPO EN LA PRODUCCION DE
SEMILLA DE SORGO *Sorghum bicolor* (L.) Moench.**

Juan Francisco Casas Salas

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL**

Guadalajara, Jalisco. Noviembre de 1994

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Comité Particular indicado, ha sido revisada y aprobada por el mismo como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

COMITE PARTICULAR.

Director: M.C. Salvador A. Hurtado De La Peña.

Asesor: DR. Hugo Moreno García.

Asesor: DR. J. Jesús Sánchez González.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para la realización de los estudios de maestría.

A la Escuela de graduados y al Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara, por el financiamiento otorgado para llevar a cabo el proyecto de investigación, del cual se derivó el presente trabajo.

Al M.C. Salvador Hurtado De La Peña, al DR Hugo Moreno García y al DR J. Jesús Sánchez González, por su dirección, asesoría, consejos y constante apoyo para realizar este trabajo de tesis.

A los profesores de la maestría, por sus enseñanzas y experiencias aportadas durante mis estudios.

A todos mis compañeros de maestría, por su amistad y tiempo compartidos.

Al DR Alberto Betancourt Vallejo, por el apoyo otorgado con instalaciones, materiales y su equipo de recursos humanos para realizar el presente estudio.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi abuelo Juan (Finado).

A mis Padres: Candelario (Finado) y Ma. Luisa.

A mis hermanos: Candelario
Fco. Javier
Oscar Noé (Finado)
Ernesto
Ma. del Carmen
Ma. Luisa
Luis Daniel
Verónica Margarita

A mis esposa Silvia

A mis hijos: Oscar Noé
Juan Luis
Israel

*Cada cosa tiene su tiempo
y hay un tiempo para cada propósito.
Eclesiastés 3:1*

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	i
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Genética de la semilla de sorgo	4
2.2. Clases de semilla	5
2.3. Producción de semilla híbrida	8
2.4. Campos de producción	12
2.5. Aislamientos	13
2.6. Desmezcles	15
2.7. Fuentes de contaminación	17
2.8. Plantas fuera de tipo	19
2.9. Control de calidad	21
2.9.1. Calidad genética	22
2.10. Pruebas de campo	26
3. MATERIALES Y METODOS	28
3.1. Material genético	28
3.2. Prueba de hipótesis	29
3.3. Diseño experimental	30
3.4. Modelo estadístico	31

3.5. Carácteres medidos	32
3.6. Análisis estadísticos	32
3.7. Localización del experimento	33
3.8. Manejo del cultivo	33
4. RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1. Análisis de varianza	36
4.2. Rendimiento	37
4.3. Días a floración	39
4.4. Altura de planta	42
4.5. Longitud de panoja	44
4.6. Excursión de panoja	46
4.7. Peso de 100 semillas	48
4.8. Características cualitativas	48
4.9. Efecto de contaminantes en la producción de grano	50
4.10. Efecto de contaminantes en la producción de semilla	52
5. CONCLUSIONES	53
6. BIBLIOGRAFIA	55
7. APENDICE	58

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 1.	ESTRUCTURA DEL ANALISIS DE VARIANZA.	33
CUADRO 2.	CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA DIVERSAS CARACTERISTICAS DE SORGO. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	37
CUADRO 3.	RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	59
CUADRO 4.	DIAS A FLORACION DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	60
CUADRO 5.	ALTURA DE PLANTAS DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	61
CUADRO 6.	LONGITUD DE PANOJA DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	62
CUADRO 7.	EXCERSION DE PANOJA DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	63
CUADRO 8.	PESO DE 100 SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	64
CUADRO 9.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	65
CUADRO 10.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DIAS A FLORACION. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	66
CUADRO 11.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	67

CUADRO 12.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE PANOJA. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	68
CUADRO 13.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE EXCERSION DE PANOJA. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	69
CUADRO 14.	ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE PESO DE 100 SEMILLAS. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	70
CUADRO 15.	CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS CON LA LINEA HEMBRA ATx623. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	71
CUADRO 16.	CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS CON LA LINEA HEMBRA ATx378. EL MONTEON, NAYARIT. 1991.	72
FIGURA 1.	GRAFICA DE LA PRECIPITACION MEDIA.	35
FIGURA 2.	GRAFICA DE TEMPERATURA MEDIA.	35
FIGURA 3.	GRAFICA DE RENDIMIENTO.	38
FIGURA 4.	GRAFICA DE DIAS A FLORACION.	41
FIGURA 5.	GRAFICA DE ALTURA DE PLANTA.	43
FIGURA 6.	GRAFICA DE LONGITUD DE PANOJA.	45
FIGURA 7.	GRAFICA DE EXCERSION DE PANOJA.	47
FIGURA 8.	GRAFICA DE PESO DE 100 SEMILLAS.	49

RESUMEN

Es necesario identificar y clasificar los contaminantes que se presentan en los campos de multiplicación de semilla, además de conocer como afectan la pureza genética. Por lo que se estudió el rendimiento y características agronómicas de plantas fuera de tipo que se presentan en la producción de semilla de sorgo, donde se observó la tendencia en las líneas ATx623 y ATx378 utilizadas en el estudio, hacia un menor rendimiento en la presencia de contaminantes, siendo más acentuado en las cruzas con zacate Johnson.

El rango presentado en días a floración por los contaminantes significa un alto riesgo de cruzas indeseables ya que hay polen extraño antes y después de la fecha de floración de los progenitores ATx623 y RTx430. En cambio para ATx378 la mayoría de los contaminantes fueron más precoces, lo que representa un menor riesgo de cruzas raras, aunque los contaminantes más peligrosos por su coincidencia en fecha, son el sorgo escobero y el sorgo forrajero (sorgo x Sudán).

Algunos contaminantes no ocasionan cambios morfológicos apreciables en el híbrido obtenido sin embargo, causan disminuciones en el rendimiento desde un 9 hasta un 33 %. Esto no es detectable en las pruebas de pureza en el laboratorio, ya que la semilla híbrida proveniente de plantas fuera de tipo es idéntica a la del híbrido deseable.

Los resultados de este trabajo indican la necesidad de un estricto control de calidad en campo en la multiplicación de semilla certificada, para evitar contaminaciones que van a afectar la producción de un híbrido.

1.INTRODUCCION.

El presente estudio tiene como finalidad contribuir al conocimiento de la problemática que existe en la producción de semilla híbrida de sorgo, donde se utilizan hembras androesteriles (líneas A), las cuales son susceptibles de polinizarse por plantas fuera de tipo, que pueden afectar la calidad genética de la semilla. Estos efectos pueden ser, cambios morfológicos y disminución en rendimiento de grano en los híbridos formados con los contaminantes.

En la actualidad, los campos de producción de sorgo presentan plantas fuera de tipo en diferentes niveles de contaminación, lo que demuestra que no existe un control adecuado de ellas, dificultando el conservar genéticamente pura las diferentes clases de semilla que se multiplican, contribuyendo de esta manera a que esas plantas, se encuentren en todas las zonas donde se produce el sorgo.

En 1994 han sido sembradas 728,959 hectáreas en el ciclo otoño-invierno y 56,088 en primavera-verano con sorgo híbrido, las cuales se cubren con 15,701 toneladas de semilla certificada (a razón de 20 Kgs/ha) aproximadamente. Este volumen significa una gran inversión de dinero, infraestructura, tiempo y recursos humanos para su producción, la cual puede resultar afectada si hay presencia de plantas fuera de tipo, teniendo por consecuencia cierto potencial en demandas para una empresa semillera, por no tener la pureza genética deseable en la semilla que consume el productor de grano ó en su defecto dar de baja los lotes de multiplicación que no hayan alcanzado los requerimientos establecidos, con lo que se encarece el costo de producción de semilla.

Para mantener la calidad genética, es necesario identificar aquellos factores que contribuyen a la contaminación, así como estudiar de que manera se pueden disminuir los daños ocasionados por la presencia de esas plantas fuera de tipo.

En el presente trabajo se evaluaron los efectos sobre diferentes caracteres agronómicos y morfológicos en híbridos formados por la cruce de los diferentes contaminantes con las líneas A de sorgo ATx623 y ATx378, que son progenitores de muchos de los híbridos comerciales que existen en el mercado.

El estudio pudiera tener la limitante de haber considerado en la evaluación sólo dos hembras, aún cuando sean las más utilizadas para la formación de los híbridos de sorgo que existen en el mercado debiendo considerar tal vez, un mayor número de líneas A en la evaluación.

Pero aún así el trabajo presenta aspectos interesantes, ya que los resultados nos demuestran la necesidad de un estricto control de calidad en los campos de producción de las diferentes categorías de semilla certificada que se multiplican.

Por otro lado, la información generada en el estudio puede servir de apoyo en el proceso de la producción, contribuyendo de esta manera a la obtención de una mejor calidad genética de la semilla de sorgo.

Tomando en cuenta la problemática que existe para la conservación de la calidad genética dentro de las diferentes clases de semilla de sorgo y de las fuertes erogaciones económicas que se hacen en las operaciones de desmezcle en los programas de producción, es necesario identificar y clasificar los diferentes contaminantes que se presentan en los campos de multiplicación,

además de conocer como afectan la pureza varietal y el rendimiento, en el presente estudio se han fijado los siguientes objetivos:

1. Obtener información sobre el rendimiento y las características agronómicas más importantes de las plantas fuera de tipo que se presentan en la producción de semilla de sorgo.
2. Determinar la forma en que las características agronómicas de las plantas fuera de tipo afectan la calidad de los híbridos y su contribución a problemas posteriores de contaminación en los campos de producción de semilla híbrida.

La hipótesis que se planteó para el desarrollo de este trabajo fue la siguiente:

" Líneas A de sorgo que son polinizadas aleatoriamente por las plantas contaminantes afectan el rendimiento y la calidad genética de la semilla híbrida ".

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Genética de la semilla de sorgo.

García y Guiragossian (1985) asentaron que la semilla híbrida se produce cruzando la línea A por la línea R (línea restauradora). Las plantas que se cultivan de las semillas producidas mediante esta cruce son fértiles; es decir, la línea R es restauradora sobre la línea A. La línea R no es similar fenotípicamente a la línea A; y se selecciona de tal manera que produzca un híbrido de alto rendimiento. Este mecanismo obliga a desarrollar metodologías cuidadosas del mantenimiento de la pureza varietal en el proceso de producción de semilla genética y básica.

Miller (1985) señaló que la androesterilidad citoplásmica fue encontrada en sorgo cuando el citoplasma milo fue usado con factores nucleares de kafir en un proceso de mejoramiento por retrocruza. Esta es por lo tanto el resultado de la incompatibilidad entre el citoplasma de la hembra y los factores nucleares aportados por el progenitor macho.

La androesterilidad genético citoplásmica es extremadamente importante para la hibridación en sorgo, ya que las plantas androestériles no producen polen viable, por lo que estas pueden ser fertilizadas solamente por el de otras plantas que lo estén produciendo en forma normal. La diferencia más importante entre los dos tipos de androesterilidad es su forma de herencia. La androesterilidad genética es heredada normalmente y la influencia del macho es vista en la progenie. Sin embargo, en la citoplásmica, la herencia es maternal. Toda la progenie de una hembra con androesterilidad citoplásmica polinizada por su contraparte normal será estéril como el progenitor hembra.

Quinby (1958) y House (1982) consiguieron que por su forma de heredarse la

androesterilidad citoplásmica permite ser mantenida fácilmente sembrando líneas A (androesterilidad citoplásmica) y B (mantenedor de la androesterilidad) juntas en un campo de cruzamiento de progenitores. Cuando la línea A se cruza con la línea B, las semillas formadas producen plantas línea A; es decir, la línea B no es restauradora sobre la línea A: las líneas A y B son isogénicas (iguales fenotípicamente),

2.2. Clases de semilla.

Chopra (1982) consignó que las categorías de semillas para siembra son:

Originales: Producto directo de la investigación.

Básicas: Las derivadas de los materiales originales.

Registradas: Producidas a partir de las semillas y materiales básicos o en algunos casos, provenientes de la semilla registrada.

Certificadas: Las que proceden de las semillas registradas o en algunos casos las provenientes de semillas certificadas (hija de certificada).

Como la semilla del mejorador es la primera etapa de multiplicación después de que una nueva variedad o híbrido superior ha sido liberado oficialmente. La responsabilidad para el incremento de esta clase de semilla es usualmente del mejorador que la formó. En el caso de un híbrido, la línea androesteril (línea A), el mantenedor (línea B) y la línea restauradora (línea R) comprenden el material original.

La semilla de las líneas mantenedora y restauradora son multiplicadas en parcelas pequeñas, ya sea bajo aislamiento completo o por polinización controlada. La línea androesteril es incrementada sembrando en un lote aislado las líneas A y B en surcos alternados (con una

relación de 4:2 ó 6:2, A y B respectivamente). Cada planta es examinada en las etapas vegetativa, floración y maduración de la semilla, para certificar el tipo e identificar posibles enfermedades. El mejorador y su grupo aseguran que la semilla encuentre el nivel más alto de pureza genética, ya que una planta fuera de tipo originará cientos de ella en las siguientes etapas de multiplicación. El máximo cuidado es tomado para evitar los cambios por mezclas mecánicas durante la cosecha, trilla, limpieza, clasificación, envasamiento y etiquetamiento de esta clase de semilla.

El nivel general y requerimientos específicos de la semilla del mejorador no son estipulados frecuentemente por la mayoría de las agencias oficiales de certificación en el mundo, posiblemente porque la autoridad competente para etiquetar la semilla original es el mejorador mismo. Sin embargo ésta debe ser probada antes de ser liberada como fuente para la multiplicación de semilla básica.

Como una cuestión de política y conveniencia, se deberían de multiplicar cantidades adecuadas de semilla original, al menos por 3 o 4 años. La producción extra puede ser retenida como una base de amortiguamiento para cualquier imprevisto en la demanda o requerimientos para los incrementos proyectados.

Esto evitará también errores que tiendan a aparecer con el manejo frecuente de la semilla. Así mismo las variaciones que se puedan desarrollar de segregaciones posteriores, mutaciones, deriva genética, cruzamientos, o selección sesgada del mejorador, también serán minimizadas.

La semilla básica frecuentemente es formada a partir del material original. Pero no es necesario que toda la producción de básicos sea a partir de la semilla del mejorador. Tan pronto como el fenotipo es mantenido, este puede ser obtenido de la semilla básica existente.

Generalmente uno pudiera regresar a la original después de 3 o 4 incrementos. Esta clase de semilla normalmente se certifica para ser usada en la producción de semilla comercial certificada.

García (1985) señaló que para tener suficiente cantidad de material para la producción comercial, algunas veces puede ser necesario introducir otra clase de semilla entre las etapas de multiplicación básica y comercial de variedades de sorgo, conocida como registrada, la cual es producida en ranchos grandes por productores expertos, contratados y supervisados por técnicos entrenados.

La semilla comercial (certificada) es formada de la semilla básica (básica o registrada). Esta es la que se vende al agricultor para sembrar en cultivo. La finalidad de la certificación es la de garantizar al agricultor que la variedad correspondiente se produjo siguiendo medidas que aseguran su identidad genética y que en el momento de su análisis en el laboratorio, alcanzarán valores altos de germinación, de pureza física y de otras características necesarias para permitir su empleo con seguridad de éxito.

Mediante las inspecciones de campo que realizan los técnicos del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) se eliminan en forma oportuna los campos de los productores de semilla que no cumplan con sus obligaciones y con las normas específicas para la producción de la categoría y cultivo correspondiente.

El traslado de la semilla se controla en forma sistemática mediante permisos de movilización, del campo de producción a la bodega de almacenamiento y plantas de beneficio o cuando los productores solicitan movilizar la semilla de una entidad a otra.

Las inspecciones continúan en el almacén al momento de la recepción, siguiendo los muestreos,

previo al beneficio, envasado y etiquetado para constatar la calidad del material.

En gran parte las actividades del SNICS, se derivan de las normas para certificación de semillas que, entre otras, estipulan las obligaciones de su personal y de los productores, especificándose el número de generaciones que puede ser multiplicada una variedad.

Para llevar a cabo estas actividades, el personal técnico del SNICS requiere de una capacitación conveniente y actualización en tecnología de semillas.

Respecto a los problemas que enfrenta la industria semillera del país, en el área de la producción, destacan los siguientes:

- La falta de tecnología adecuada, originando reducciones considerables de volúmenes y calidad.

- Escasez de recursos humanos capacitados que se traduce en manejo deficiente de los programas.

- Información deficiente sobre los materiales entregados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, lo cual dificulta el manejo de las semillas, tanto en lo referente a definición de las áreas de producción, así como a la conservación de la pureza genética.

2.3. Producción de semilla híbrida.

Airy (1962) asentó que cuando la temperatura y la humedad son favorables, las flores femeninas pueden permanecer fértiles por un largo período de tiempo después de que los surcos machos han soltado su polen, por lo que el riesgo de cruza extrañas es elevado en esas condiciones.

Allison (1985) describió que el principal objetivo de cualquier multiplicación de híbridos de sorgo, es producir semilla de calidad que tenga un alto porcentaje de germinación, excelente vigor en las plántulas y que sean mecánicas y genéticamente puras. De ahí que los diferentes híbridos sean desarrollados en diferentes áreas de producción. Los científicos agrícolas que laboran en las universidades y centros de investigación, trabajan para mantener un aporte continuo de híbridos superiores y variedades mejoradas para reemplazar a las ya existentes. La superioridad puede ser para rendimiento, resistencia a plagas o enfermedades, habilidad para soportar un ambiente de estrés o cualquier carácter de valor económico. En los países avanzados, muchas empresas privadas también han creado facilidades para la investigación y de aquí nace la responsabilidad de crear mejores sorgos híbridos y variedades. Mientras que en la mayoría de los países en desarrollo, la responsabilidad para formar, probar y liberar variedades o híbridos superiores es enteramente de los institutos nacionales de investigación.

En cualquier producción de híbridos es necesaria la existencia de una cantidad abundante de polen deseable al mismo tiempo que la planta hembra esté receptiva, lo cual reducirá grandemente la posibilidad de contaminación externa. Además debe disponer de polen antes y después de que la planta hembra esta receptiva.

La época de floración es la etapa más importante en la producción de híbridos. Es un período crítico en cuanto a las necesidades de agua y nutrientes y junto con la coincidencia en la floración de los progenitores, es determinante de la alta o baja calidad genética.

La siembra oportuna de progenitores con diferentes fechas de floración es a veces difícil. Se espera una baja frecuencia de cruza extrañas cuando ellos coinciden en la floración y una gran parte de las flores femeninas son polinizadas en pocos días. Los híbridos que requieren

diferentes fechas de siembra para sus progenitores necesitan un mayor aislamiento y una cuidadosa atención en la fecha de siembra. Los surcos extras de polen alrededor del campo pueden aumentar la producción de la semilla, principalmente en los extremos y en el lado de los vientos prevalecientes.

Chopra (1982) indicó que en la mayoría de los países desarrollados, las empresas semilleras están en el sector privado. Muchas compañías son aún más multinacionales, compiten con otras para producir y proveer semilla principalmente de híbridos de sorgo y variedades mejoradas. Muchas han creado fuertes programas de investigación para formar materiales de genealogía cerrada. Han entrenado fitomejoradores y han creado infraestructura para producir, procesar y vender sus variedades. El énfasis es sobre la producción de semilla de buena calidad. También han desarrollado y aportado tecnología aplicada al cultivo, la mayoría de esta para explotar el óptimo potencial genético de sus híbridos.

Después de que estos han sido formados, son evaluados en ensayos de campo y a gran escala en lotes semi comerciales antes de ser liberados. Un estudio sistemático sobre la facilidad de producción en campos bajo varias condiciones agroclimáticas debería ser hechos antes de que un híbrido sea liberado para siembra comercial. Esto permite obtener información sobre (a) los días a floración de cada progenitor para asegurar su sincronización en el campo de semillas; (b) la respuesta al fotoperiodo y a la temperatura de los dos progenitores en varios climas, que pueden influir diferencialmente el tiempo de la floración y (c) la longitud del período de receptividad del progenitor hembra.

Por su parte, Sánchez (1985) consignó que aunque las instrucciones de siembra para cada híbrido estén determinadas de acuerdo con el ciclo de sus progenitores en cada región, es

importante verificar que ellas sean las específicas para ese híbrido y para la época del año en que se pretende sembrar. Muchos habrán sentido, particularmente en la producción de híbridos de sorgo, la cruel, desagradable, y cara experiencia de que falle la coincidencia en la floración de los progenitores en un híbrido que han producido muchos años, simplemente porque han movido su fecha de siembra sin modificar sus instrucciones. También es necesario e importante, verificar sus características de calidad genética y fisiológica.

Las diferentes fechas de siembra y localidades, especialmente diferencias en latitud, pueden tener un gran efecto en el tiempo apropiado de floración, particularmente si una de las líneas progenitoras es más sensible a la longitud del día que la otra. Otros factores que influyen fuertemente en la floración, son: la temperatura y la humedad del suelo. En muchos casos, alguna de las líneas progenitoras será más afectada por uno o más de estos factores que la otra. Por ejemplo la mayoría de los derivados de Hegari son grandemente influenciados por todos esos factores y sus días a floración son más difíciles de predecir.

Hay muchos otros factores que pueden causar fallas en la coincidencia de la floración de los progenitores (latencia en alguno de ellos, baja fertilidad, lluvias en el momento de la siembra, etc.), cuando esto sucede y es detectado a tiempo, se pueden usar algunas prácticas especiales para acelerar o retrasar la floración en alguno de ellos, tales como : cortes de área foliar cuando el cultivo tiene 6-8 hojas (el punto de crecimiento está abajo de la superficie del suelo) pueden ocasionar un retraso de 3 a 5 días; aplicación de herbicida (dicamba 4) de 1 a 1.5 litros cuando el cultivo tiene de 6 a 8 hojas retrasa la floración de 5 a 7 días; también se puede atrasar unos días utilizando altas densidades de siembra o riegos más frecuentes en alguno de los progenitores. Para adelantar la floración de 3 a 4 días han dado buenos resultados

(dependiendo de la fertilidad) las aplicaciones de fertilizante foliar con alta concentración de fósforo o de elementos menores, particularmente de Fe y Zn. Aunque estas prácticas pueden salvar una cosecha, cada progenitor puede tener una respuesta diferente a las deficiencias de nutrientes y a los cortes de área foliar, por lo que cada empresa en particular debe probar sus propios materiales.

2.4. Campos de producción.

Airy (1962) estableció que el rendimiento potencial de los campos de semilla, los riesgos climáticos (tales como sequía, altas temperaturas, vientos calientes y granizo), longitud de la estación, madurez de los progenitores del híbrido, fechas de heladas, aislamiento de variedades indeseables, costo de fletes a los mercados planeados y otros factores económicos, influyen en las decisiones respecto a la localización de campos de producción.

Ricelli (1985) mencionó que existe un gran número de sorgos silvestres así como híbridos naturales entre estos y el sorgo cultivado. El crecimiento de estas malezas y su dispersión continúan durante todo el año y se han convertido en un grave obstáculo para la producción de semilla, no solo por la contaminación que causan, sino también por ser hospederas de patógenos e insectos. Teniendo como ejemplo que algunas áreas potenciales han sido descartadas por estar altamente infestadas de pasto johnson.

Sánchez (1985) asentó que antes de la siembra y precontratación, es importante el reconocimiento del área en la que se desea producir, con la idea de localizar los mejores productores. Este primer reconocimiento dará mejores ideas si se hace cuando los cultivos están en pleno desarrollo o muy cerca de la floración ya que mostrarán, a primera vista, el potencial

productivo del suelo, y el tipo y calidad de las labores culturales que efectúa cada agricultor. Es importante conocer la historia y rendimiento de los cultivos anteriores; la fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, equipo con que cuenta el productor y en general conocer toda la tecnología que tiene disponible. Las normas de producción establecen que no se puede multiplicar semilla de sorgo donde el cultivo anterior haya sido sorgo. Por otra parte, se sabe que los materiales genéticos tienen respuesta diferente a las deficiencias de nutrientes mayores o menores y a la humedad. Una deficiencia de cualquiera de estos elementos puede dar lugar a una falla en la coincidencia de floraciones.

2.5. Aislamientos.

Cantrel (1985) registró que para mantener la pureza genética y no se deteriore la variedad, debe evitarse la contaminación de los campos de multiplicación de semilla con aislamientos apropiados. Requiriendo de un aislamiento más estricto para la producción de semilla original y básica que para la clase certificada.

Uno de los requisitos en la multiplicación de híbridos comerciales es contar con el aislamiento adecuado para cada campo de producción, de ahí la importancia de una minuciosa inspección del área, del campo donde se pretende producir y de los terrenos adyacentes a los campos de producción; con el propósito de conocer el cultivo y detectar a tiempo las probables fuentes de polen contaminante.

Chopra (1982) señaló que el aislamiento en términos de producción, se refiere a la separación del cultivo para semilla por una distancia especificada en todas direcciones de todas las fuentes de contaminación potencial durante el período de crecimiento del cultivo,

especialmente en floración. Para tomar los datos pertinentes de investigación, los programas de semilla en la mayoría de los países en desarrollo han adoptado arbitrariamente las distancias de aislamiento que son usadas por los países avanzados. Ellas deberían ser fijadas para cada región, después de un estudio cuidadoso de los factores que contribuyen a la contaminación, como son, velocidad y dirección del viento en la floración, barreras naturales, actividad de los insectos, medida del campo de semilla, capacidad de dispersión del polen en el progenitor macho, etc., por lo que hay una necesidad real de conducir experimentos que den alguna conclusión que sea definitiva para las diferentes clases de semilla y para cada zona climática.

Clark y Rosenow (1968) indicaron que la razón de esto es que plantas androestériles deben ser utilizadas en la producción de semilla híbrida, sembradas en surcos alternados en un bloque de cruzamiento. El polen de las plantas fértiles es acarreado en el aire por grandes distancias y puede polinizar androestériles. El híbrido que resulta de polen extraño es igual a la semilla híbrida deseable y no puede ser detectada en las pruebas de pureza en el laboratorio.

Ricelli (1985) consignó que la mejor manera de evitar la contaminación de polen de sorgos malezas es aislando adecuadamente los campos de producción de semilla y tratando de obtener la mejor coincidencia posible en la floración de las líneas progenitoras. Con la aparición en el mercado de los llamados protectores de semilla se abre la posibilidad de usar herbicidas específicos para el control de los sorgos silvestres y voluntarios.

Los aislamientos pueden ser planeados considerando distancia o fecha de siembra. 300 metros se consideran adecuados para la semilla original y básica y 200 metros para la certificada. Si las condiciones en el terreno lo permiten es preferible utilizar distancias más grandes. También se puede utilizar una combinación de distancia y fecha de siembra en la

planeación de los aislamientos.

La fecha de siembra puede ser insertada entre dos aislamientos hechos por distancia, con un intervalo apropiado de manera que no coincidan sus etapas de floración. La experiencia de campo, la madurez diferencial, la dirección de los vientos dominantes durante la floración y las barreras naturales o artificiales, deben ser consideradas para lograr determinar apropiadamente las distancias más seguras de los aislamientos.

2.6. Desmezcles.

Allison (1985) y Borjas (1985) establecieron que cuando no puede ser obtenido un aislamiento apropiado de campos comerciales adyacentes, para mejorar la pureza genética puede ser necesaria la remoción de plantas indeseables (referido como desmezcle) como pueden ser mutantes, sudán e híbridos forrajeros. Esto es acompañado por 3 desmezcles para sudán e híbridos forrajeros y más de 5 veces para híbridos de grano. Esta operación comienza justo antes de la floración (estado de bota completo) y continúa a través del estado floral. Es necesario desmezclar los surcos para semilla y los polinizadores. El programa es como sigue:

- A. Primero se remueven mutantes, espontáneos y cualquier impureza en las líneas progenitoras.
- B. Segundo, tercero y cuarto (si es necesario), remover líneas B (derramadores de polen) como ellas aparezcan en los surcos para semilla.
- C. Quinto, justo antes de la cosecha y para efectos cosméticos, remover cualquier panoja fuera de tipo en los surcos para semilla.

Comenzando con la más alta calidad en las líneas progenitoras y sembrando sobre campos descontaminados se reducirá grandemente el costo de desmezcle.

Para el control de plantas espontáneas de semilla que se encuentra en el suelo, si se pudiera usar la rotación con cultivos de hoja ancha como algodón ó soya, combinada con herbicidas recomendados para combatir pastos sería una buena práctica de control. La semilla que se encuentra en el suelo puede producir plantas espontáneas por muchos años. Por lo tanto 1 ó 2 años sin sorgo para grano no siempre es suficiente para tener un buen control. El tiempo que las plantas estén apareciendo de semilla en el suelo, es influenciado por condiciones ambientales de año a año y en diferentes localidades geográficas.

El problema espontáneo es más severo en áreas que tienen una estación de crecimiento corta. Un clima frío temprano en el otoño y/o lluvias escasas durante el fin del temporal, no permiten el desarrollo de las plantas espontáneas así que ellas pueden ser sacadas en el otoño y antes de las siembras en verano.

Clark y Rosenow (1968) citaron que las estaciones de crecimiento más largas, combinadas con inviernos definidos con lluvias adecuadas permitirían que muchas de las plantas espontaneas fueran sacadas durante el otoño y tal vez en el verano antes de la siembra. Por lo que para evitar su presencia, una buena práctica sería barbechar y rastrear inmediatamente después de la cosecha.

Comprando semilla buena, continuos trabajos en los campos de sorgo para grano y una medida de control apropiada en la rotación, son las únicas formas de reducir el problema de las plantas fuera de tipo.

Percival (1985) citó que la alta calidad de semilla es el principal objetivo en un programa

de producción y el mayor factor en desarrollar la capacidad local de producción. Esto requiere de encontrar aislamientos apropiados, ejecutando los desmezcles a tiempo, ambos dentro del campo de producción y en campos comerciales cercanos, controlando el potencial de contaminantes como el zacate johnson y utilizando métodos cuidadosos en la cosecha y el proceso de tratamientos químicos.

2.7. Fuentes de contaminación.

Clark y Rosenow (1968) determinaron que hay dos fuentes principales de plantas de sorgo fuera de tipo. 1) plantas espontáneas de semilla presente en el suelo de años anteriores. Las cuales han estado presentes tanto como el sorgo se ha cultivado. 2) la semilla presente en el material de siembra que producirá plantas fuera de tipo. Esta fuente se ha venido incrementando desde el advenimiento del sorgo híbrido en 1957.

Es importante determinar claramente si las plantas fuera de tipo en un campo de producción de sorgo para grano, son origen de semilla sembrada o espontáneas. Para lograr esto, se tiene que observar lo siguiente:

1. Si las plantas fuera de tipo son de semilla sembrada, estas aparecerán en forma individual distribuidas uniformemente en el campo entero. Ellas estarán sobre el surco que producirá la semilla de sorgo para grano.

2. Si las plantas fuera de tipo son espontáneas estarán en manchones de muchas plantas y normalmente se verán concentradas en ciertas áreas del campo en el que los pequeños manchones fueron localizados en años anteriores. Algunas de las plantas espontáneas estarán al lado de los surcos de semilla, pero muchos podrán estar sobre el surco, debido a las prácticas

de cultivo normales.

Como en la actualidad no es posible evitar completamente las plantas fuera de tipo en los híbridos de sorgo para grano, pocas fuentes de semilla para siembra están totalmente libres de esas plantas. Ya que para sembrar se usa semilla híbrida, las plantas fuera de tipo no se distinguen de la del sorgo deseable en los análisis de laboratorio. Se hacen pruebas de campo fuera del ciclo normal de cultivo (grow-outs) en las que estos tipos pueden ser detectados. Además del intento de producir semilla con un número mínimo de plantas fuera de tipo, se debe conservar en mente la consideración de los otros factores de calidad como la pureza, germinación y el comportamiento híbrido.

Las plantas fuera de tipo además de que compiten con el sorgo para grano y otros cultivos, por agua, nutrientes y luz solar, pueden producir semilla que contribuirá a severos problemas en años posteriores. Por lo que las plantas fuera de tipo que contribuyen más a ello, deberán ser controladas lo mismo que otras malezas.

Sánchez (1985) asentó que es importante analizar con anticipación, las lecturas de pureza varietal de las semillas progenitoras, para tener una idea precisa sobre el número y tipo de plantas que hay que depurar.

Por su parte, Vaughan (1985) mencionó que el establecimiento de estándares de calidad física para semilla requiere primero que los diferentes tipos de contaminantes sean identificados y listados en orden de importancia como fuentes potenciales de demandas o problemas. El siguiente paso es considerar cada uno de los componentes indeseables en términos de qué puede ser hecho para prevenir o removerlos del cultivo.

Una vez que estos dos pasos se hayan completado, los estándares pueden ser

desarrollados para los diferentes componentes que aportarán mayor calidad, para una mejor aceptación por el cliente y sean prácticos y obtenibles en términos de una habilidad de la compañía para encontrar estos estándares. La información sobre calidad física puede ser usado por estas empresas semilleras como base para implementar cambios en la producción y clasificación o en los procedimientos de manejo para eliminar fuentes de calidad física indeseables.

2.8. Plantas fuera de tipo.

Clark (1971) señaló que la diversidad de tipos de sorgo desarrollados bajo cultivo más aquellos creciendo como malezas, aportan muchos caracteres indeseables que forman la base de las plantas fuera de tipo, que pueden ser introducidos a través de cruzamientos en los campos de producción de semilla. Todas ellas pueden ser agrupadas dentro de cinco categorías, como son: 1) plantas mutantes, 2) panojas fuera de tipo o de otro color, 3) tipos forrajeros, 4) pastos tipo rizomatosos y 5) los pastos no rizomatosos.

Clark y Rosenow (1968) establecieron que las plantas mutantes que ocurren en todos los híbridos de sorgo para grano, son idénticos a los que en ellos son encontrados excepto que son de 30 a 60 cms. más altos. Aparecen como un resultado de los cambios genéticos espontáneos o mutación en uno o ambos progenitores del híbrido. Estas plantas normalmente aparecen en números pequeños en los campos de sorgo y realmente son de poca consecuencia en la producción y cosecha de grano. En los campos de multiplicación de semilla estas plantas altas mutantes deben ser eliminadas, particularmente en el surco polinizador antes de la floración. Ya que si una de éstas aparece en ese lugar, el polen puede contaminar el área entera alrededor de

ella y originará numerosas plantas mutantes. En el caso de los surcos para semilla, todas las plantas altas mutantes deben ser sacadas antes de la cosecha.

Las plantas con panojas fuera de tipo o de otro color no constituyen normalmente una gran amenaza para el campo de producción de grano a menos que ocurran en números extremadamente grande.

Hay una gran cantidad de objeciones para las plantas de tipo forrajero en el campo de producción de grano. Estas caen bajo la trilladora, causando pérdidas en la cosecha y normalmente son más tardías en madurar que el sorgo para grano en que ellas se encuentran.

El grano que es cosechado de las plantas forrajeras altas será alto en humedad y puede causar grandes pérdidas durante su almacenaje. Por lo que es importante que sean removidas de los campos de multiplicación de semilla para reducir su ocurrencia en el terreno del cultivo de sorgo.

Clark (1971) indicó que los pastos de tipo rizomatoso originados como cruza raras resultan de la contaminación de un campo de producción de semilla por el polen de pasto johnson o sorgo almun. Estos tipos de pasto tienen panojas abiertas y son normalmente estériles, por el número desbalanceado de cromosomas. Además de rizomas de varios grados, pero normalmente no son más grandes y vigorosos que el pasto johnson. Ellos se pueden desarrollar de la poca semilla ocasionalmente producida o de rizomas fuertes que dificultan su control.

Las plantas contaminantes del tipo pasto no rizomatoso, producen bastante semilla que está protegida por glumas grandes, con lo que pueden permanecer dormantes en el suelo por muchos años, siendo muy severos los problemas espontáneos de este tipo. La semilla

normalmente cae antes de la cosecha y aporta una gran cantidad de la misma, mucha de la cual puede producir plantas espontáneas. Estas deberían ser sacadas del campo antes de que produzcan semillas viables, las cuales son potencialmente germinables 10 días después de la floración. Por lo tanto las plantas fuera de tipo deberían ser removidas del campo no más de una semana después de la floración, pudiendo también ser cortadas a nivel del suelo para evitar rebrotes.

2.9. Control de calidad.

La certificación de la semilla ayudará en la aportación al mercado, de una más alta calidad en relación a su constitución genética y condición. La semilla es garantizada para su uso tanto en variedad, germinación y algunas otras características, como un resultado de inspecciones de campo, de semilla y pruebas de germinación.

Vaughan (1985) señaló que el control de calidad del producto es un factor extremadamente importante en el establecimiento y mantenimiento de una operación productiva y provechosa. El ambiente agrícola de hoy, acompañado de un instrumento en los costos de producción para el agricultor, son continuamente el resultado en el incremento de demandas por una mejor calidad de semilla. Para esto, las compañías deben estar preparadas para diseñar programas de control de calidad para aportar lo más uniformemente posible una semilla de la más alta calidad mientras estén obteniendo un provecho razonable. De aquí que para todas las compañías, el control de calidad sea una importante herramienta, por lo que deben, a través de sus programas estar dispuestas a aportar el nivel de calidad de semilla que sus clientes están buscando.

Además, para identificar los objetivos de un programa de control de calidad, se deben dar algunas consideraciones para los diversos factores involucrados en la calidad de semilla. En el caso de sorgo, se toman cuatro áreas generales y un efectivo programa de control debe considerarse dentro de ellas.

1. Calidad física.
2. Calidad fisiológica
3. Calidad genética.
4. Calidad patológica.

2.9.1. Calidad genética.

La calidad genética involucra veracidad en la variedad y consistencia en las características heredadas. Es importante para el consumidor de semilla por el comportamiento que se tenga en el campo de factores tales como buen establecimiento, desarrollo del cultivo, uniformidad, rendimiento y resistencia a las enfermedades. Si un cliente recibe una variedad o híbrido que no se adapta a su área, está contaminado con un alto porcentaje de otras variedades que se desarrollan y maduran diferentemente o es susceptible a las enfermedades comunes en la región, el productor puede experimentar serias reducciones en la productividad del cultivo y una posible pérdida total. De aquí que la calidad genética sea un importante atributo de calidad de semilla.

El mantenimiento de la pureza varietal es un proceso continuo que involucra el siguiente programa.

1. Renovación de la semilla base a nivel de mejorador.
2. Selección cuidadosa y aislamiento de los campos de producción.

3. Supervisión estrecha de las operaciones de siembra y cosecha.
4. Inspección y desmezcle del campo de producción de semilla.
5. Manejo cuidadoso de lotes de semilla para prevenir mezclas mecánicas.
6. Conducción de ensayos de campo o pruebas de laboratorio para confirmar la calidad genética.

En las primeras pruebas de semilla, la conducción de pruebas varietales fue relativamente simple por dos razones básicas. (1) había pocas variedades y (2) había normalmente mayores diferencias entre variedades. Debido a los adelantos en el mejoramiento de plantas, la resultante explosión de variedades y la apariencia de muchas de ellas relacionadas estrechamente, los analistas de semilla se han visto obligados a encontrar nuevos y más sofisticados caminos de distinción entre variedades en el laboratorio de semillas. Sus métodos están cambiando desde la observación visual de semillas y la morfología de la planta hasta las detalladas pruebas fuera de temporada (grow-out), o bien el uso de métodos bioquímicos y citológicos.

La observación visual de la semilla es la clase más simple de las pruebas de variedades y probablemente la más vieja en su uso. Aunque permanece activa, normalmente no es realizable para una identificación positiva y debería ser usada solamente en conjunto con otras pruebas. El tamaño de la semilla es también un índice útil de variedad; sin embargo, es tan variable y tan ambientalmente influenciada que debe ser usada solamente con extrema precaución. Cuando es usada con otras características es una ayuda precisa en la identificación varietal. Muchas de las pruebas más importantes en la identificación varietal han sido ejecutadas sobre la planta hembra. Todas son útiles ya que ellas producen más información que hacer observaciones de la semilla

germinada y no requiere tanto tiempo como las pruebas de campo en el cultivo fuera de temporada.

Paredes (1985) indicó que la producción de semillas certificadas, no solamente garantiza la conservación de las características de una variedad, sino que también es la forma de conservar los recursos genéticos de un país. De aquí que en el desarrollo de cada lote de multiplicación de semilla, existen cuatro requerimientos importantes que se deberían encontrar; pureza, calidad, sanidad y uniformidad.

Peterson (1985) asentó que la pureza varietal es definida como la ausencia de otras semillas contaminantes. Su incremento debería estar libre de semilla de otras variedades de la misma especie, así como de maleza y estar libre de cruza raras. La pureza puede ser obtenida limpiando el equipo antes de la siembra y cosecha, eligiendo tierras apropiadas basadas en su historial de cultivo y aislando la parcela en espacio.

La calidad es asegurada cosechando semilla que esté bien desarrollada y altamente viable. Esto puede lograrse mejor utilizando buenas prácticas agronómicas en un ambiente adecuado. El grano debería ser cosechado después de la madurez fisiológica, pero antes de que haya daño por el ambiente o por aves. El porcentaje de humedad del grano debería ser no más de 15 % a la cosecha. Después de trillado debería ser limpiado para remover las glumas o residuos con un limpiador de semilla o con movimiento de aire natural. Remover las que son pequeñas o rotas y tratar la semilla con un insecticida para protección contra las plagas en el almacén.

Para mantener la pureza varietal, interesa principalmente el componente genético o genotípico, ya que los efectos ambientales no se transmiten por semilla. Por ejemplo una segregación genética será el resultado de un efecto debido a cambios en el genotipo. Es

necesario, por lo tanto, identificar las causas de las variaciones observadas entre plantas, ya que si aquéllas se deben a efectos ambientales no se pueden considerar como plantas fuera de tipo.

La pureza varietal no infiere necesariamente homogeneidad total de tipos; supone más bien, la identificación de ámbitos o de variaciones que resulten, consciente o inconscientemente, del trabajo de mejoramiento al momento de liberar la variedad. Así, por ejemplo, pueden ocurrir segregaciones genéticas en caracteres no seleccionados y por lo tanto, pertenecen a la descripción varietal; lo que en realidad se requiere es que estas variaciones se describan en tipos y proporciones relativas. Por ejemplo, el color de las glumas, la pubescencia y la forma de las estructuras florales (características que no han sido seleccionadas conscientemente) pueden encontrarse segregando y por lo tanto, requieren una descripción de sus posibles alternativas, incluyendo una medida de su variación. Aún en caracteres de interés agronómico o comercial, es posible que el fitomejorador haya permitido alguna variación genética, lo cual también deberá identificarse correctamente y cuantificarse en la medida de la frecuencia en que se debe aceptar.

El efecto ambiental representa otra fuente de variación que se debe cuantificar para interpretar correctamente una descripción varietal. Por lo tanto, para cualquier característica existirá siempre una variación ocasionada por efectos genéticos o ambientales ó por ambos, que deberá cuantificarse para ser incluida en la descripción varietal. Como no solo es suficiente medir el promedio de la expresión de un carácter; también es necesario ofrecer un ámbito aceptable para la variación observada.

Los caracteres cualitativos son controlados por pocos genes y son generalmente fijos para que la variedad cambie poco por el efecto ambiental. Una característica de este tipo sería el color de la semilla. Los caracteres cuantitativos son generalmente variables y más afectados por

el ambiente. Una característica de este tipo sería la altura de planta. La pureza varietal no implica absoluta uniformidad entre plantas pero sí, las semillas sembradas tendrán que producir el fenotipo característico.

Potts (1985) señaló que, el estudio de la respuesta de un amplio rango de genotipos de sorgo al efecto de la temperatura y humedad del suelo, indica que hay una variación genética. Sin embargo esta variación genética no ha sido utilizada para mejorar el grado de establecimiento del cultivo a nivel del campo. La pérdida de calidad de la semilla de sorgo durante el período precosecha (deterioro en campo) y aún en postcosecha, es un problema serio para los productores de semilla de sorgo localizados en el trópico húmedo.

2.10. Pruebas de campo.

Allison (1985) indicó que antes de la cosecha, toda la maquinaria, carros de acarreo, gusanos y camiones son limpiados para prevenir contaminaciones mecánicas. Después de que cada material es cosechado, el procedimiento es repetido para asegurar la pureza genética.

Muestras a mano son tomadas para pruebas fuera de temporada y sembradas en algunas localidades tropicales o semitropicales como son Florida, Hawaii, México o Puerto Rico. Estas muestras son tomadas cruzando el campo y tomando ramas de panojas seleccionadas al azar. El objetivo es obtener muestras lo más representativo posible.

Una muestra completa es tomada de cada campo (15 a 25 kgs.) la cual es subdividida en varios lotes de acuerdo a como cada compañía considere necesario para las pruebas apropiadas. Estos son sembrados desde 1/20 hasta 1/4 de hectárea y tienen una población de 6,000 a 60,000 plantas.

En estados unidos de norte América, muchas compañías producen sus propias pruebas de campo o usan el servicio ofrecido por el departamento de agricultura en conjunto con la asociación de productores de semilla. Este servicio es ofrecido sobre una base de regalías y el costo depende del número de muestras y las localidades de prueba. Es muy importante tener sembrado tan pronto como sea posible después de que hayan sido colectadas las muestras. Las fechas aportadas por el departamento de agricultura de Texas son como sigue:

- A. Septiembre 15-20 México.
- B. Octubre 15-20 México.
- C. Noviembre 15-20 México.
- D. Diciembre 10-15 Puerto Rico.

Estos datos pueden variar gradualmente de año a año dependiendo de las condiciones ambientales a la cosecha. Aproximadamente 100 hectáreas son sembradas en México y 35 en Puerto Rico o Hawaii, donde las muestras pueden ser tomadas en 50 o 55 días, cuando estas pueden tomar de 75 a 90 días en la localidad de México.

García y Guiragossian (1985) citaron que la verificación genética es una prueba que debe constituir una práctica rutinaria en programas de producción de semillas genética y básica. Se debe efectuar en parcelas de campo que deben tener una suficiente cantidad de plantas que permitan observar y cuantificar las tolerancias aceptables. Deben hacerse cuatro observaciones como mínimo iniciando en el estado de plántula, floración, maduración y cosecha, marcando las plantas fuera de tipo a medida que se identifican.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Material genético.

Los materiales de sorgo utilizados en el experimento se obtuvieron de las cruzas hechas durante los ciclos de invierno de 1988/89 y 1989/90 de dos hembras androestériles seleccionadas (ATx623 y ATx378) con 11 polinizadores contaminantes, una línea B y una línea R.

La nomenclatura de los materiales evaluados en el experimento es la siguiente:

A. Material utilizado con ATx623.

1. ATx623 x RTx430
2. BTx623
3. RTx430
4. ATx623 x (ATx623 x RTx430)mutante
5. ATx623 x SH-1107
6. ATx623 x SH-1101
7. ATx623 x (Sagrain x CS3541)
8. ATx623 x SH-1116
9. ATx623 x Shatter cane
10. ATx623 x sorgo escobero
11. ATx623 x Sorghum halepense
12. ATx623 x pasto Sudán
13. ATx623 x SF-2101 (sorgo x sorgo)
14. ATx623 x SF-2102 (sorgo x Sudán)

B. Material utilizado con ATx378.

1. ATx378 x RTx430
2. BTx378
3. RTx430
4. ATx378 x (ATx378 x RTx430)mutante
5. ATx378 x SH-1107
6. ATx378 x SH-1101
7. ATx378 x (Sagrain x CS3541)
8. ATx378 x SH-1116
9. ATx378 x Shatter cane
10. ATx378 x sorgo escobero
11. ATx378 x Sorghum halepense
12. ATx378 x pasto Sudán
13. ATx378 x SF-2101 (sorgo x sorgo)
14. ATx378 x SF-2102 (sorgo x Sudán)

3.2. Prueba de hipótesis.

Para probar que las líneas A que son polinizadas por las plantas contaminantes del sorgo, son afectadas para cada uno de los caracteres medidos, haciendo la comparación del tratamiento 1 contra el resto, se establece la hipótesis estadística siguiente:

$$H_o : M_1 = M_2 = \dots = M_{14} = 0$$

H_a : Por lo menos uno es diferente.

En el estudio también se plantea la pregunta de si hay diferencia en los efectos sobre los caracteres medidos al cambiar de hembra, para lo cual se establece la hipótesis estadística:

$$H_o : H_1 = H_2 = 0$$

$$H_a : H_1 \neq H_2 \neq 0$$

Para probar el efecto adicional debido a la influencia de los machos en combinación con las hembras se plantea la hipótesis estadística:

$$H_o : (MH)_{ij} = 0$$

$$H_a : (MH)_{ij} \neq 0$$

La significancia se medirá mediante pruebas de F con un nivel de probabilidad del 0.05, rechazando la H_o si $F_{calc.} \geq F_{tab.}$ (significativa).

3.3. Diseño experimental.

Para el desarrollo del trabajo se estableció un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (2 hembras x 14 machos) y 3 repeticiones. El número de tratamientos resulta de combinar los diferentes niveles de los dos factores, $2 \times 14 = 28$ tratamientos, (Muñoz, 1974).

La parcela experimental fue de 2 surcos de 5 mts. de largo por 0.85 mts. entre ellos dando un área de 8.50 m². La parcela útil de las unidades experimentales fue de un área de 1.70 m².

3.4. Modelo estadístico.

Todo diseño experimental se basa en un modelo lineal que tiene ciertos efectos y un error aleatorio considerado jerárquico dentro de todos los demás efectos del modelo (Méndez, 1981).

El diseño experimental utilizado en el estudio se basó en el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = U + H_i + M_j + (HM)_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

Donde:

i = 1, 2 hembras.

j = 1, 14 machos.

k = 1, 3 bloques.

Y_{ijk} = Magnitud del carácter.

U = Efecto general promedio.

H_i = Efecto de la i -ésima hembra.

M_j = Efecto del j -ésimo macho.

$(HM)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima hembra con el j -ésimo macho.

B_k = Efecto del k -ésimo bloque.

E_{ijk} = Efecto aleatorio.

3.5. Caracteres medidos.

Para evaluar el comportamiento de los tratamientos en el experimento se cuantificaron las siguientes características:

1. Rendimiento. Peso de la semilla cosechada en la parcela útil, corregido al 12 % de humedad y expresado en Kg/ha.
2. Días a floración. Número de días desde la emergencia de las plántulas hasta que un 50 % de las panojas ha comenzado a florear.
3. Altura de planta. Distancia de la planta principal medida en centímetros desde el suelo hasta la punta de la panoja.
4. Longitud de la panoja. Medida en centímetros desde la rama primaria más baja hasta la punta de la panoja.
5. Excursión de panoja. Distancia medida en centímetros desde el cuello de la hoja bandera hasta la base de la panoja.
6. Peso de 100 semillas. Peso estimado de semillas tomadas al azar por parcela y expresada en gramos.

3.6. Análisis estadísticos.

Para cada una de las variables medidas se hizo un análisis de varianza (Cuadro 1) donde se utilizó la distribución F para juzgar la significancia de las diferencias observadas entre ellas, (Steel y Torrie, 1986).

Cuadro 1. Estructura del análisis de varianza.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloques	$r-1$	SC1	CM1	CM1/CM5
Hembras (H)	$h-1$	SC2	CM2	CM2/CM5
Machos (M)	$m-1$	SC3	CM3	CM3/CM5
H x M	$(h-1)(m-1)$	SC4	CM4	CM4/CM5
Error E.	$(hm-1)(r-1)$	SC5	CM5	
Total	$hmr-1$			

3.7. Localización del experimento.

El experimento se llevó a cabo en El Monteón, Nayarit. Cuya ubicación geográfica es el paralelo 20.37' de latitud norte y el meridiano 105.15' de longitud oeste. La altura de este lugar es de 5 metros sobre el nivel del mar.

Se tiene una precipitación media anual (Figura 1) con datos de 42 años, de 1,486 mm. siendo Junio, Julio, Agosto y Septiembre, los meses más lluviosos. La temperatura media anual (Figura 2) es de 26.1 centígrados, mostrándose los valores más altos en los meses que tienen mayor precipitación.

3.8. Manejo de cultivo.

El historial del terreno en los dos últimos ciclos de cultivo indica que primero se tuvo cultivo de maíz y posteriormente de frijol, por lo que las condiciones fueron óptimas para el desarrollo del experimento.

La preparación del terreno incluyó un barbecho y un paso de rastra; surcando para la siembra a una distancia de 0.85 mts.

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de riego, dándose el primero a la siembra y 3 más de auxilio.

La fecha de siembra fue el día 12 de Febrero y se cosechó el día 23 de Mayo de 1991.

La fertilización que se utilizó fue 60-40-00 en la siembra y 60-00-00 aplicada 25 días después de la siembra, utilizando urea como fuente de nitrógeno y super fosfato triple como fuente de fósforo.

La densidad promedio fue de 20 plantas por metro lineal (235,000 plantas por hectárea).

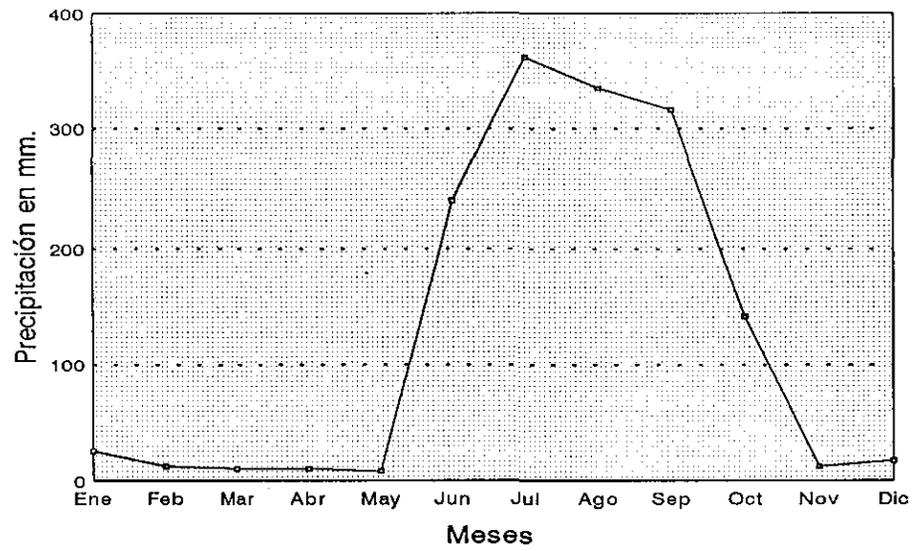


Figura 1. Precipitación media. El Monteón, Nayarit.

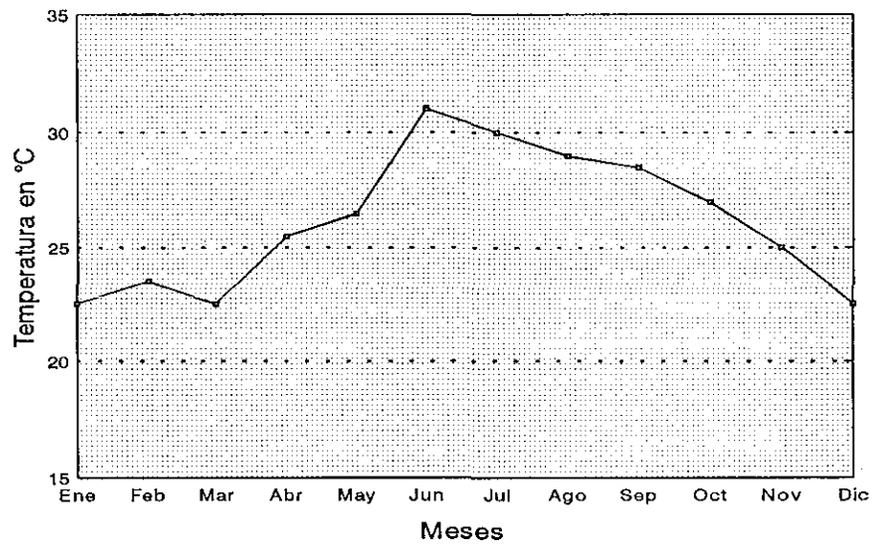


Figura 2. Temperatura media. El Monteón, Nayarit.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Análisis de varianza.

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para cada uno de los caracteres medidos.

En el caso de las hembras, todas las características estudiadas, excepto la longitud de panoja mostraron diferencias significativas al 5% de probabilidad de error.

La obtención de un valor de F significativo nos conduce al rechazo de la hipótesis nula $H_0 : H_1 = H_2 = 0$. Siendo evidente que la hembra ATx623 responde en forma diferente de ATx378 al combinarse con los polinizadores utilizados en el estudio.

En el caso de la longitud de panoja, la prueba de hipótesis nos indica que esta característica no presenta mayor variación al cambiar de hembra, en la presencia de los diferentes contaminantes.

En lo que se refiere a los polinizadores, todas las variables tuvieron diferencias significativas. Esto nos permite rechazar la hipótesis $H_0 : M_1 = M_2 = \dots = M_{14} = 0$, por lo que al menos uno de los contaminantes fue diferente del híbrido normal.

Para la interacción hembra x macho todas las variables mostraron diferencias significativas, rechazando la hipótesis $H_0 : (MH)_{ij} = 0$, lo cual nos indica que los contaminantes evaluados se comportan de forma diferente al cambiar de hembra.

En el caso de bloques sólo días a floración presentó diferencias significativas.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para diversas características de sorgo. El Monteón, Nayarit. 1991.

Variable	Rendimiento	Peso 100s	Días a flor	Altura	Longitud	Excursión
Hembras	2554752 *	0.79463 *	29.7619 *	525.000 *	29.7619	195.047*
Machos	14221834 *	0.60958 *	67.3443 *	9311.282 *	67.2491*	239.355*
Hem*Macho	3104325 *	0.16047 *	15.4798 *	558.538 *	47.5055*	38.714*
Bloques	135872	0.01395	4.3214 *	186.143	11.2857	17.286
C.V.	19.31 %	9.36 %	1.99 %	6.93 %	11.95 %	19.46 %
Media	4672	2.98	56.29	152.000	24.93	17.64

* = Diferencia significativa al nivel de 0.05 de probabilidad.

4.2. Rendimiento.

En el Cuadro y Figura 3 se muestran los rendimientos obtenidos por los genotipos evaluados, donde se aprecia que para la hembra ATx623, los contaminantes tuvieron rendimientos más bajos que el híbrido normal ATx623 x RTx430, esta disminución fue desde un 5 % (6,941 kgs/ha) en la línea ATx623 hasta 97 % (220 kgs/ha) en la cruce con pasto Johnson.

En la hembra ATx378, los materiales que superaron al híbrido ATx378 x RTx430 fueron ATx378 x (ATx378 x RTx430) mutante, con 13 % más de rendimiento, ATx378 x SH-1107 con

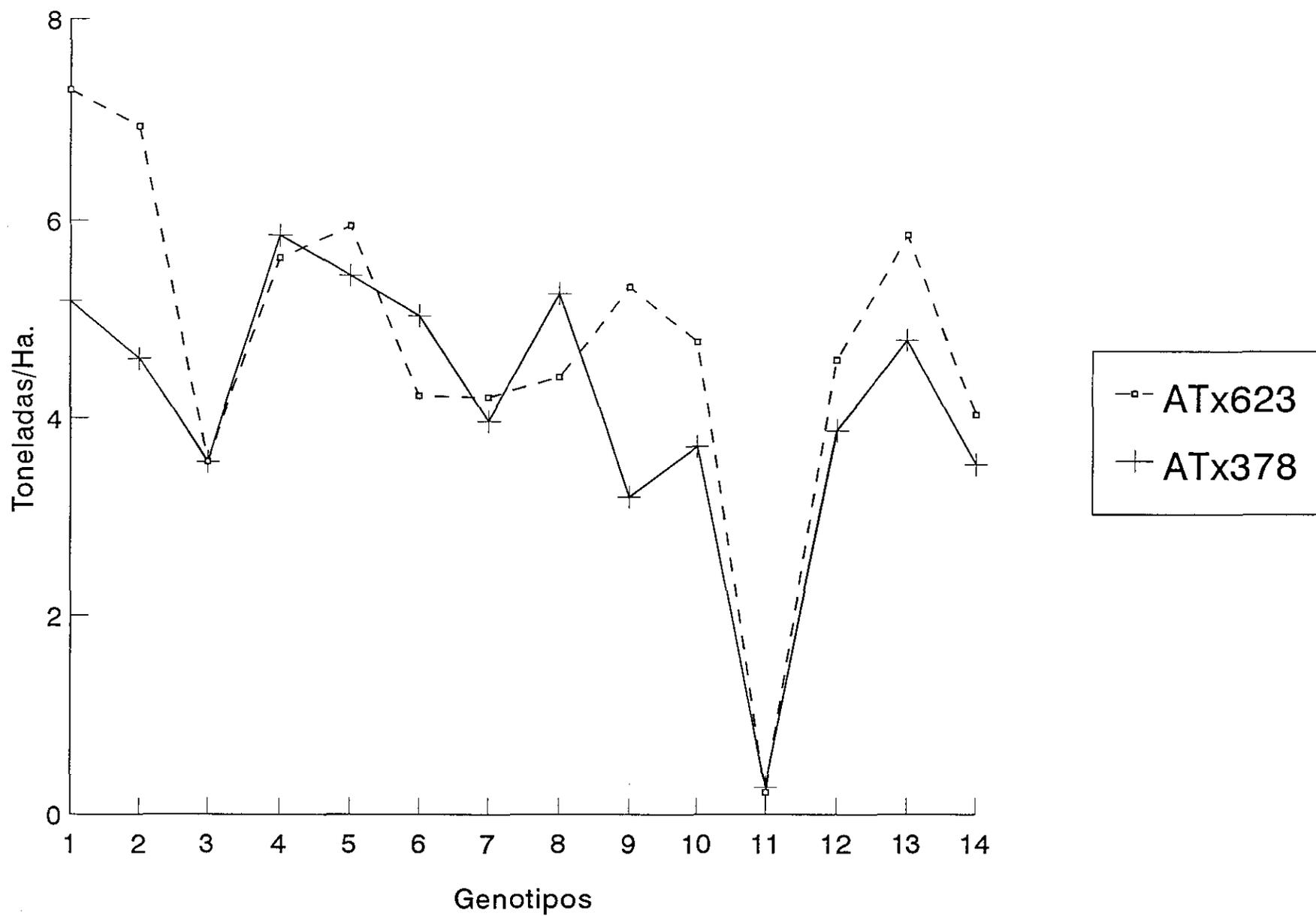


Figura 3. Representación gráfica de los promedios de rendimiento.

5 % y ATx378 x SH-1116 con el 1 %. El resto de los genotipos presentaron rendimientos menores donde se encontró en la cruza ATx378 x pasto Johnson, la misma tendencia de un rendimiento sumamente bajo como en la cruza ATx623 con el mismo contaminante.

Aunque la cruza de ATx378 con las plantas mutantes presentó un rendimiento mayor del 13 % que el híbrido normal, estas plantas son semejantes al híbrido normal por lo que la única diferencia sería el efecto de desuniformidad que le dan a un campo de producción de grano la presencia de este tipo de plantas.

Estos resultados nos demuestran que se tiene la misma tendencia en cualquiera de las hembras ATx623 y ATx378 hacia un menor rendimiento en la presencia de cualquier contaminante, siendo más acentuado en las cruzas con zacate Johnson.

La interacción detectada en el análisis de varianza, es debida a la respuesta diferencial de ATx623 y ATx378 con los contaminantes 4, 6 y 8 producto de cruzas con híbridos de sorgo para grano y el 11 cruza con pasto Johnson.

4.3. Días a floración.

En el Cuadro y Figura 4 se presentan los días a floración que se tuvieron en la evaluación. En lo que se refiere a la hembra ATx623, los genotipos (2) BTx623, (3) RTx430, (6) ATx623 x SH-1101, (7) ATx623 x (Sagrain x CS3541), (8) ATx623 x SH-1116, (9) ATx623 x Shatter cane, (10) ATx623 x sorgo escobero, (12) ATx623 x Sudán y (14) ATx623 x SF-2102 fueron iguales ó más tardíos que el control ATx623 x RTx430. Mientras que el resto de contaminantes fueron más precoces.

Los días a la floración se dieron en un rango de 54 a 65 días, que corresponden a un

período de -2 a +9 en relación al obtenido por el híbrido ATx623 x RTx430, siendo evidente que la madurez en términos de floración no se alcanzó al mismo tiempo. El rango presentado por los contaminantes significa un alto riesgo de cruzas indeseables ya que hay polen extraño antes y después de la fecha de floración de los progenitores ATx623 y RTx430. Las cruzas con sorgo escobero y sorgo forrajero (sorgo x Sudán) con el máximo número de días representan el mayor peligro, ya que no habrán madurado lo suficiente al momento de la cosecha.

Para el caso de la hembra ATx378, los genotipos (3) RTx430, (4) ATx378 x (ATx378 x RTx430) mutante, (10) ATx378 x sorgo escobero y (14) ATx378 x SF-2102 mostraron ser igual o más tardíos que el híbrido ATx378 x RTx430, mientras que el resto de los materiales fueron más precoces. Aquí el rango de floración fue de 51 a 62 días en relación al híbrido ATx378 x RTx430. El tener un período de -10 a +1 días significa que contaminantes como Shatter cane, zacate Johnson y pasto Sudán maduren antes que el híbrido y dispersen su semilla antes de la cosecha.

Por otro lado los progenitores del híbrido ATx378 x RTx430 no tienen problemas de coincidencia para la fecha de siembra y localidad donde se estableció el experimento, lo que representa un menor riesgo de cruzas raras, aunque los contaminantes más peligrosos por su coincidencia en fecha, son el sorgo escobero y el sorgo forrajero (sorgo x Sudán).

La interacción para esta característica se debe a la respuesta diferencial de ATx623 y ATx378 con los contaminantes 5, 6, 8, 10, 11, 13 y 14, indicando que la diferencia en días a floración de las hembras no son paralelos a través de los diferentes machos, habiendo diferencias en un sentido y otro.

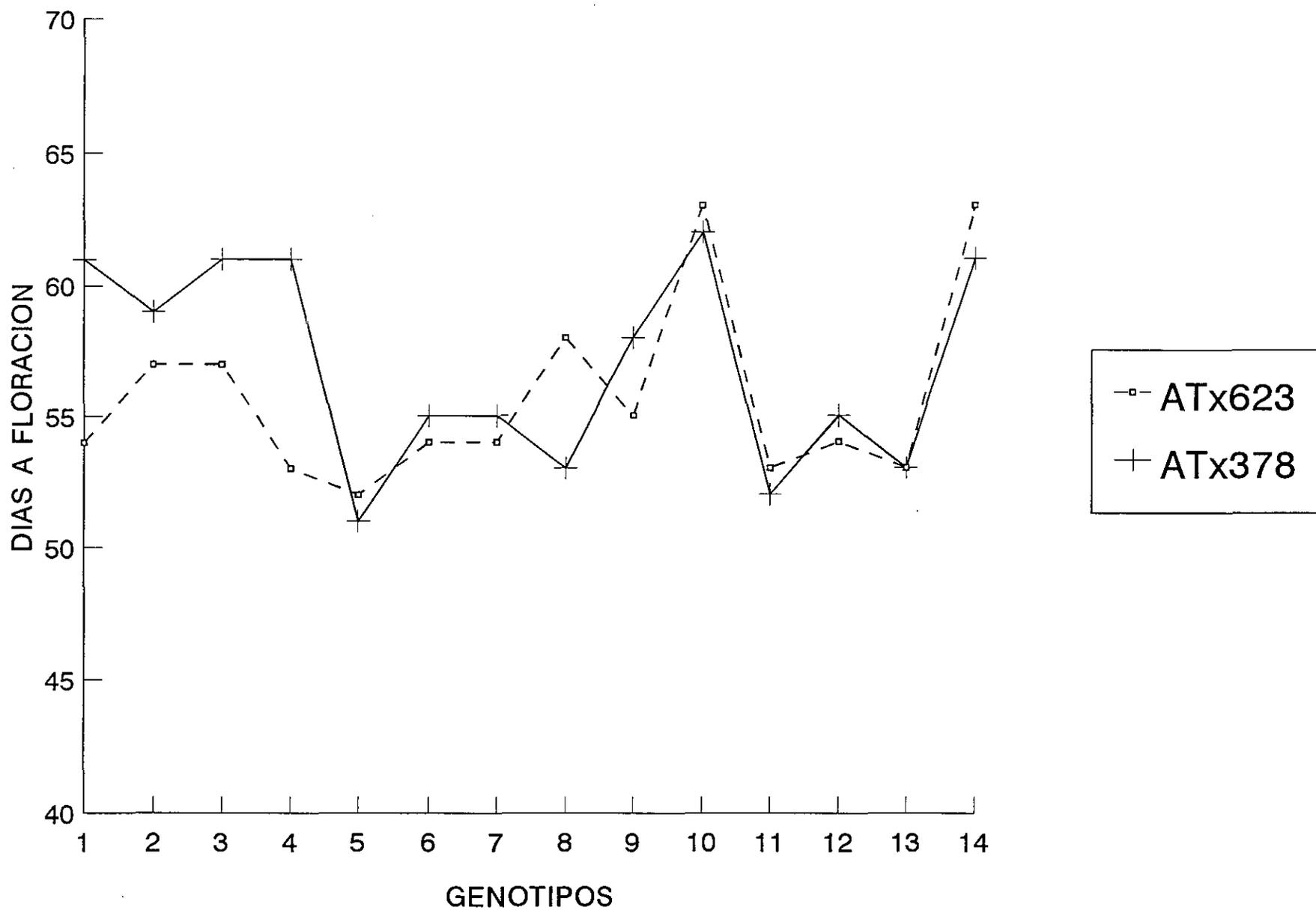


Figura 4. Representación gráfica de días a floración.

4.4. Altura de planta.

En el Cuadro y Figura 5 se muestran los valores correspondientes a las alturas de planta de los genotipos evaluados. Para la hembra ATx623 los genotipos (4) ATx623 x (ATx623 x RTx430) mutante, (9) ATx623 x Shatter cane, (10) ATx623 x sorgo escobero, (12) ATx623 x pasto sudán, (13) ATx623 x SF-2101 y (14) ATx623 x SF-2102, son los más altos respecto a ATx623 x RTx430, con medidas que van desde 19 hasta 67 cms. más que el híbrido normal.

En el caso de la hembra ATx378, los genotipos (4) ATx623 x (ATx623 x RTx430) mutante, (8) ATx378 x SH-1116] (9) ATx378 x con Shatter cane, (10) ATx378 x sorgo escobero, (12) ATx378 x pasto Sudán, (13) ATx378 x SF-2101 y (14) ATx378 x SF-2102 son los más altos, con un rango de 13 a 42 cms. más que ATx378 x RTx430. Mientras que los genotipos (2) BTx378, (3) RTx430, (5) ATx378 x SH-1107 y (6) ATx378 x SH-1101, son mucho más bajos que el híbrido normal.

Fue evidente que los contaminantes altos dieron origen a plantas altas en el híbrido. Esto se debe a que, el carácter planta alta es parcialmente dominante al de planta baja. Doggett (1970) y Quinby (1974) señalaron que el control de la altura de la planta de sorgo se atribuye a cuatro loci Dw_1 , Dw_2 , Dw_3 y Dw_4 . El efecto de los alelos recesivos en cualquiera de estos cuatro loci en la reducción de altura es de naturaleza braquítica (es decir, se reduce la longitud del internudo, pero no la longitud del pedúnculo, el tamaño de la panoja o el número de hojas y, no se modifica la madurez). Existe inestabilidad en el locus Dw_3 ; un alelo dw_3 muta hacia el alelo dominante en una proporción alta. Por ello los campos de sorgo pueden tener una apariencia desuniforme dada una frecuencia más grande en plantas altas.

La altura de planta mostró interacción entre ATx623 y ATx378 con los contaminantes

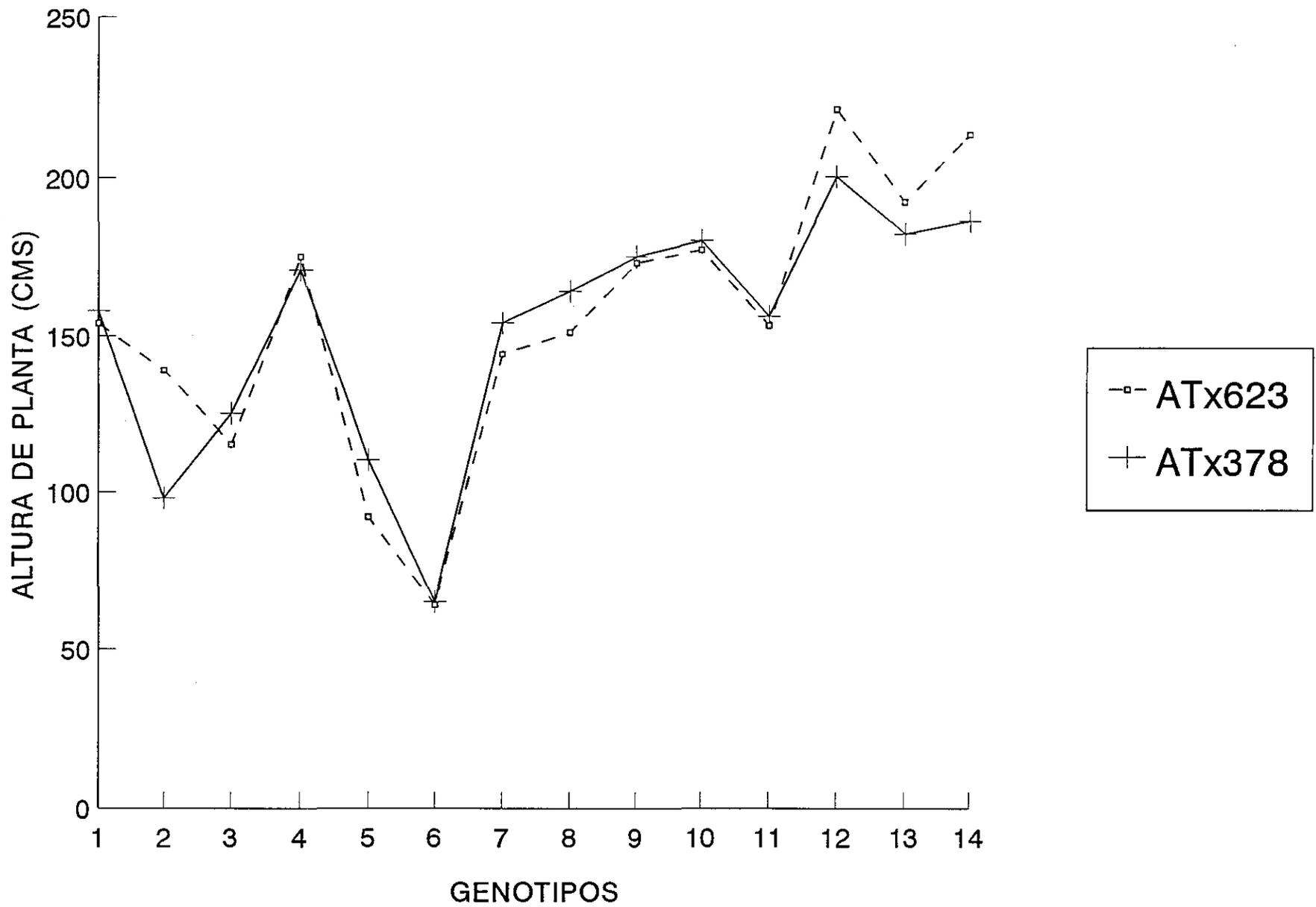


Figura 5. Representación gráfica de altura de planta.

2,4,12,13 y 14, la cual manifiesta según la Figura 5 que ATx623 responde ante los contaminantes de manera diferencial que ATx378.

4.5. Longitud de panoja.

Los valores de longitud de panoja presentados en el Cuadro y Figura 6, muestran en la hembra ATx623 que los genotipos originados por las cruzas con híbridos de sorgo para grano, presentaron longitudes de panoja menores al híbrido ATx623 x RTx430, en cambio los que provienen de cruzamientos con otro tipo de materiales como (10) ATx623 x sorgo escobero, (11) ATx623 x pasto Johnson, (12) ATx623 x Sudán y (14) ATx623 x SF-2102 tuvieron panojas más largas.

Para el caso de la hembra ATx378, se presentó una situación parecida a la anterior, excepto que el progenitor BTx378, tiene una longitud de panoja mayor que el híbrido (8) ATx623 x SH-1116, (10) ATx623 x sorgo escobero, (11) ATx378 x zacate Johnson y (12) ATx378 x Sudán tuvieron panojas mucho más grandes que ATx378 x RTx430.

Estos resultados nos demuestran en la expresión de la longitud de panoja, que los cruzamientos con materiales altos y de panojas largas y abiertas, aportaron individuos con características semejantes, con rangos que van de los 18 a los 31 cms. en ATx623 y de 20 a 35 cms. en ATx378.

Longitud de panoja presentó interacción de ATx623 y ATx378 con los contaminantes 2,3,5,6,8,9 y 12. Esta interacción explica en forma general que ATx623 disminuye su tamaño de panoja con la presencia de estos contaminantes, en tanto que ATx378 mejora el tamaño en presencia de ellos.

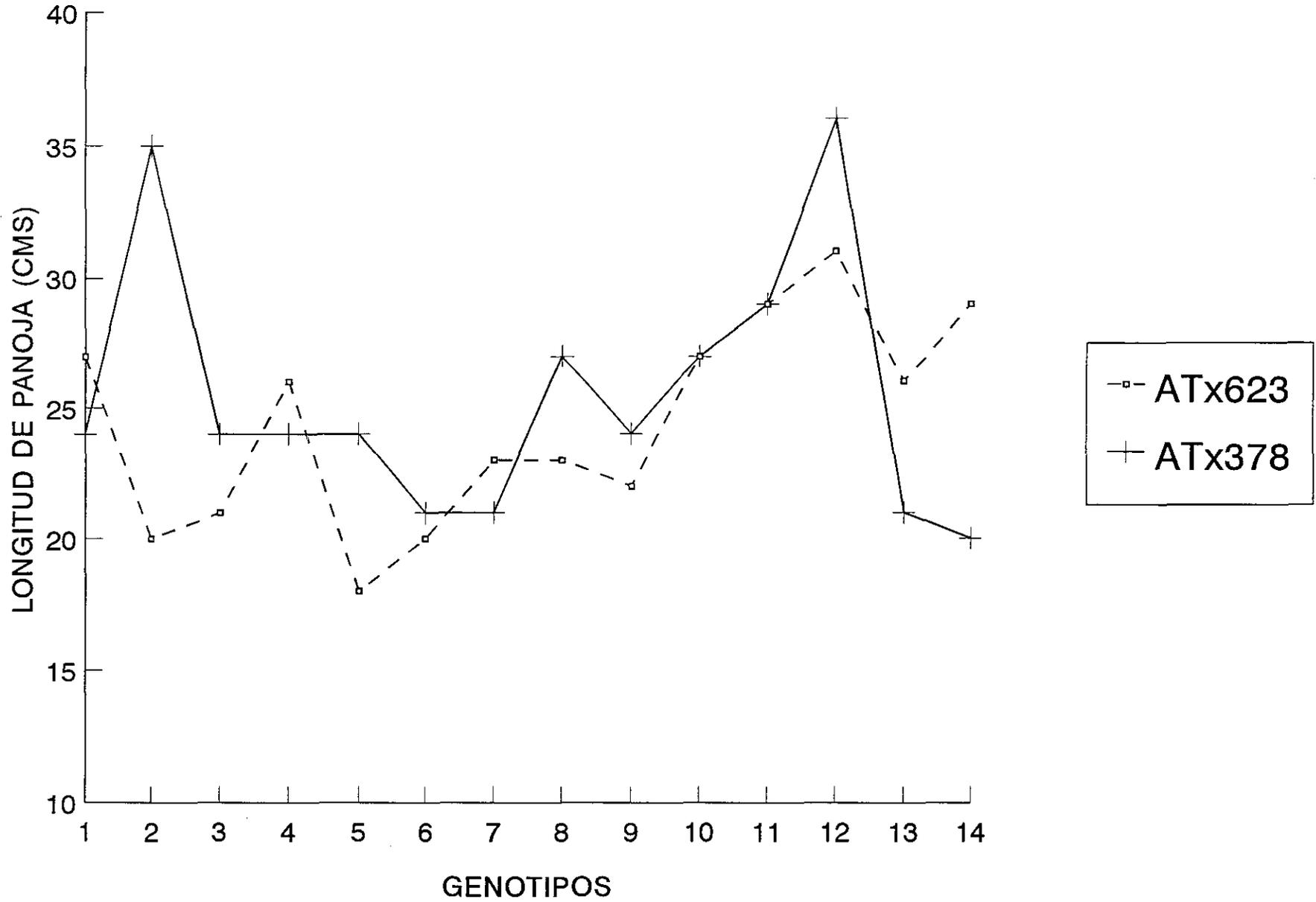


Figura 6. Representación gráfica de longitud de panoja.

4.6. Excursión de panoja.

Los valores correspondientes a la excursión de la panoja se presentan en el Cuadro y Figura 7, donde se observa en la hembra ATx623 que los genotipos (4) ATx623 x (ATx623 x RTx430) mutante, (5) ATx623 x SH-1107, (7) ATx623 x (Sagrain R86 x CS3541), (8) ATx623 x SH-1116, (9) ATx623 x Shatter cane, (12) ATx623 x Sudán y (14) ATx623 x SF-2102, presentaron una excursión de panoja mayor que el control, mientras que los genotipos (2) BTx623, (6) ATx623 x SH-1101, (10) ATx623 x sorgo escobero y (13) ATx623 x SF-2101, mostraron una menor excursión.

En la hembra ATx378, los genotipos que mostraron mayor excursión que ATx378 x RTx430, fueron el (2) BTx378, (3) RTx430, (4) ATx378 x (ATx378 x RTx430) mutante, (5) ATx378 x SH-1107, (7) ATx378 x (Sagrain R86 x CS3541), (8) ATx378 x SH-1116, (9) ATx378 x Shatter cane, y (12) ATx378 x Sudán.

Es evidente que hubo variación de la excursión en los materiales evaluados, con rangos que van desde los 7 a los 27 cms. de los contaminantes en ATx623 y de los 5 a los 25 cms. en ATx378. Esta variación no parece tener influencia en otras características de las plantas, considerándose que al igual que la longitud de panoja, sólo nos servirían éstas para diferenciar en base a cualquiera de ellas, los efectos de desuniformidad que se tiene con la presencia de cualquiera de los contaminantes estudiados.

Esta característica presentó interacción en ATx623 y ATx378 debido a la respuesta diferencial que se manifiesta sólo en la presencia de los progenitores del híbrido normal.

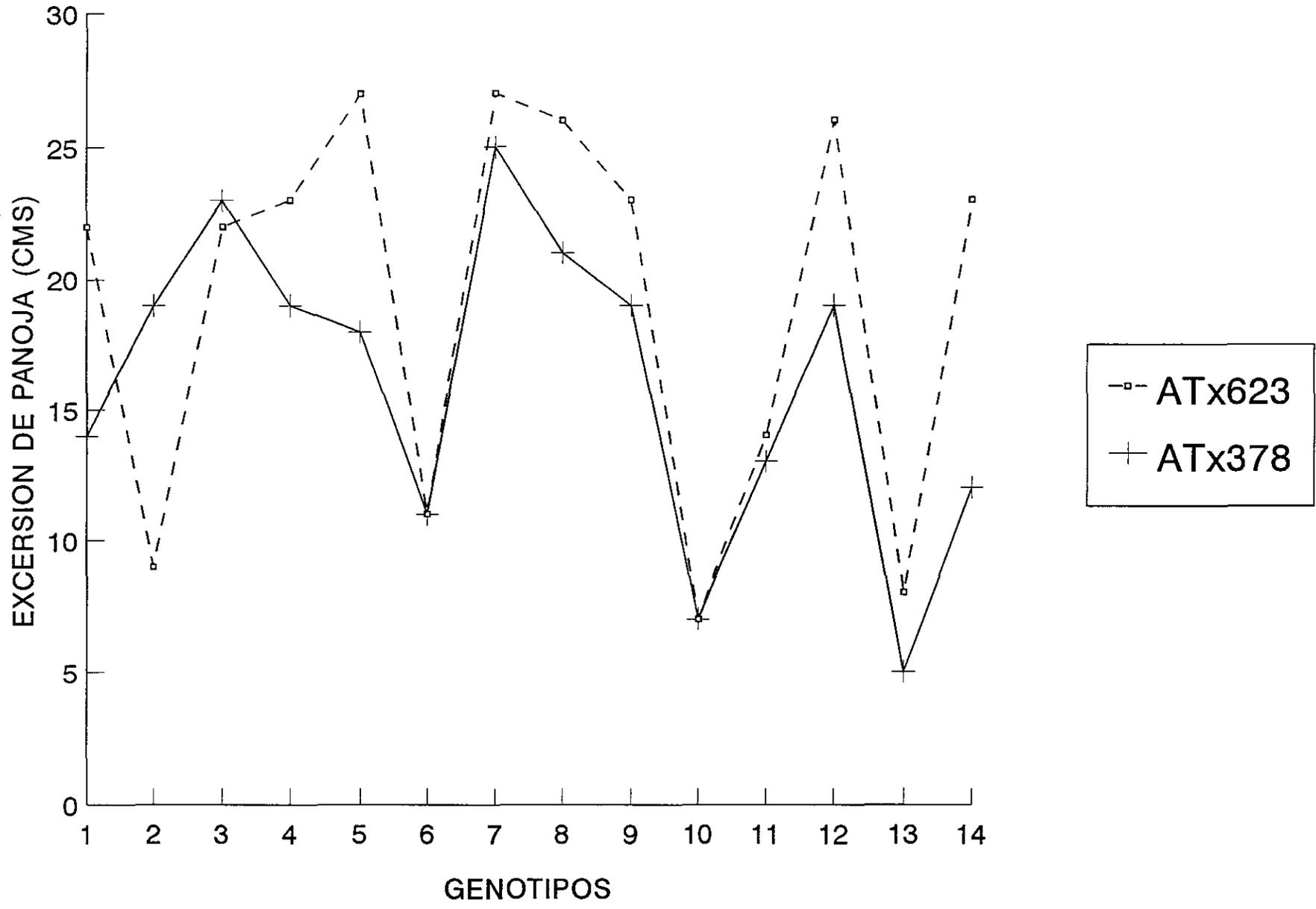


Figura 7. Representación gráfica de excersión de panoja.

4.7. Peso de 100 semillas.

En el Cuadro y Figura 8 se presentan los valores obtenidos para la característica peso de 100 semillas. Donde se observa para la hembra ATx623 que los genotipos (3) RTx430, (4) ATx623 x (ATx623 x RTx430) mutante y (6) ATx623 x SH-1101 son superiores en peso de semilla al genotipo normal ATx623 x RTx430.

Los valores correspondientes a la hembra ATx378 muestran que los genotipos (3) RTx430, (4) ATx378 x (ATx 378 x RTx430) mutante, (6) ATx623 x SH-1101, (7) ATx378 x (Sagrain x CS3541) y (14) ATx378 x SF-2102, tuvieron mayor peso de semilla que el híbrido ATx378 x RTx430.

Los resultados de esta característica nos demuestran que aunque, hubo diferencias en los contaminantes, ésta sirve sólo para explicar su contribución al rendimiento obtenido en los materiales.

La interacción se dio con la presencia de los contaminantes 7 12, 13 y 14, manifestándose que ATx623 responde ante los genotipos anteriores de manera diferente que ATx378.

4.8. Características cualitativas.

En los Cuadros 15 y 16 se presentan las características agronómicas de los genotipos evaluados, donde se observa que existen diferentes tipos de panojas, color del grano, color de la gluma, forma del grano y presencia o ausencia de arista. Aunque estas características no fueron sometidos a un análisis estadístico, sirven al igual que las otras características para diferenciar a los híbridos normales de las plantas fuera de tipo que se presentan en un campo

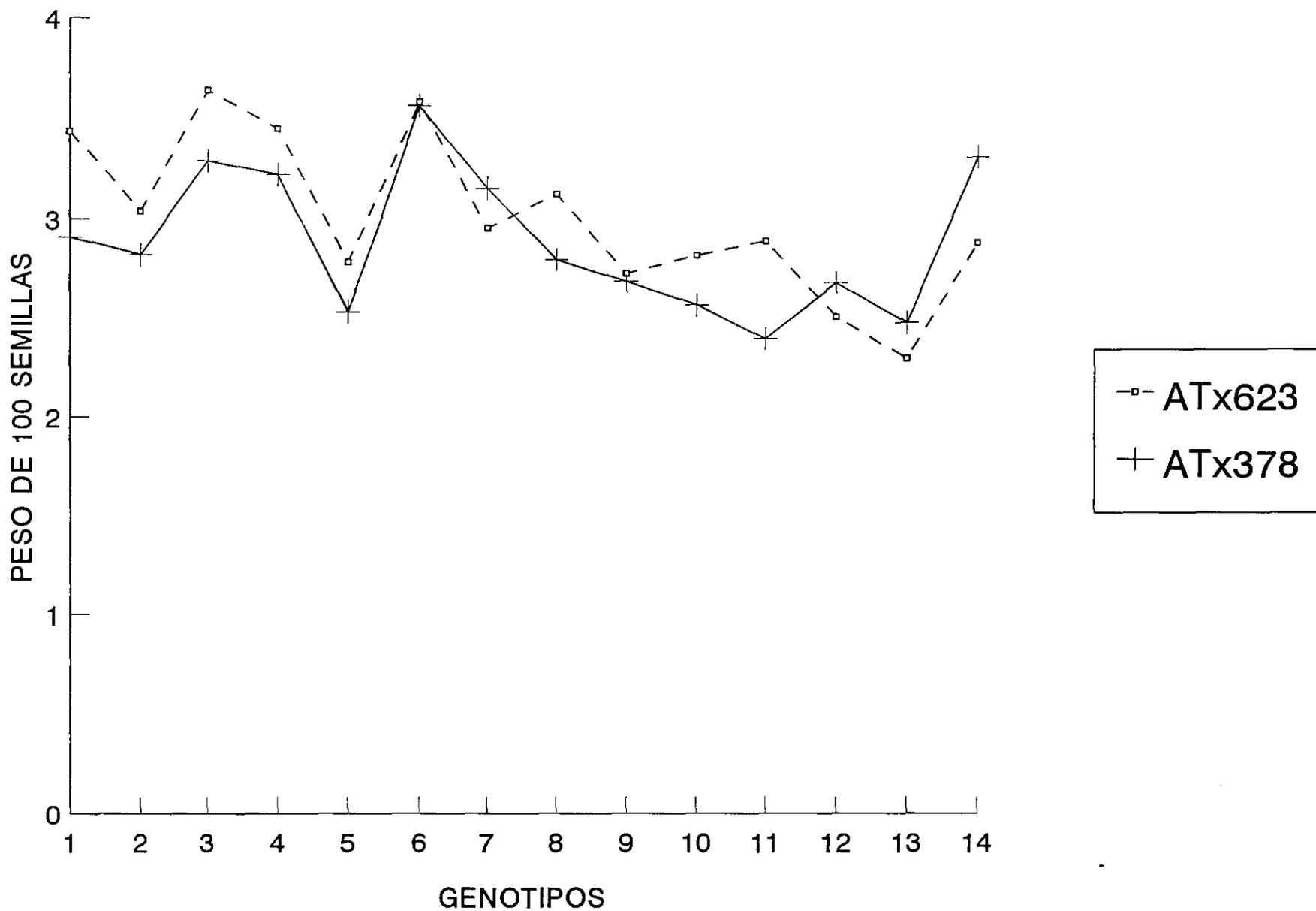


Figura 8. Representación gráfica del peso de 100 semillas.

de producción. La variabilidad encontrada en tipo de panoja, color del grano, color de la gluma, forma del grano y presencia o ausencia de arista, no tienen influencia en el rendimiento, por lo que no constituyen un peligro para la producción, pero si son importantes desde el punto de vista estético y de los problemas posteriores que ocasionarían con su presencia en el cultivo de sorgo.

4.9. Efectos de contaminantes en la producción de grano.

Las plantas fuera de tipo evaluadas en el estudio fueron producto de cruzas dirigidas en un 100 % con diferentes contaminantes, situación que en forma natural no se presenta. La semilla certificada que se vende al productor de sorgo, tendrá cierta contaminación, cuyo nivel dependerá de los cuidados que se hayan tenido en su producción para mantener su pureza genética y de los estándares que marquen las compañías semilleras.

En el estudio se encontró que algunos contaminantes (sorgos comerciales) no ocasionan cambios morfológicos apreciables en el híbrido obtenido, sin embargo, como se puede observar en la Figura 3, causan disminuciones en el rendimiento desde un 9 hasta un 33 %. Esto no sería fácilmente detectable en las pruebas de pureza en el laboratorio, ya que la semilla híbrida proveniente de plantas fuera de tipo es idéntica a la del híbrido deseable. En las pruebas de campo que se realizan fuera del ciclo normal de cultivo, sólo pueden ser detectadas aquellas diferencias muy marcadas, encontrándose casos en los que no se podrían diferenciar cambios en las plantas, debido a que el contaminante puede ser similar al híbrido por producir.

En general se puede decir que la presencia de plantas fuera de tipo en un lote de producción, disminuyen el rendimiento en proporciones que van desde un 8 hasta un 96 % en

promedio, dependiendo del contaminante que se presente, aunque se puede dar el caso de encontrar plantas con un rendimiento mayor, como fue el caso de la cruce de ATx378 x (ATx378 x RTx430) mutante, que es igual en su apariencia al híbrido normal. Se observa también que las plantas derivadas de cruzamientos con Shatter cane, donde se abaten los rendimientos un 32 % en promedio ó las cruza con pasto Sudán y sorgo forrajero (sorgo x Sudán) con disminuciones de un 32 % y 40 %, presentan además la característica de que se desgranar antes de la cosecha.

Las cruza entre sorgo para grano y pasto Johnson, no se obtienen con mucha frecuencia, por la diferencia cromosómica que se tiene entre las dos especies, formando escasa semilla cuando se logran realizar, esto último trae como consecuencia la reducción tan marcada en el rendimiento. Lo cual sirve para entender porque se desechan campos potenciales de producción que estan altamente infestados de pasto Johnson (Ricelli, 1985).

Desde el punto de vista de la producción de grano, la presencia de estos contaminantes tiene influencia en dos aspectos: (1) Las plantas fuera de tipo que son precoces y tienen la característica de desgranarse, podrán dispersar su semilla en el campo de producción, teniendo como consecuencia la reproducción de éstas en el siguiente ciclo de cultivo. (2) Si son tardíos y altos, normalmente no se podrán cosechar, ya que caerán al paso de la trilladora y dispersaran su semilla, pero si se logran cosechar significa tener problemas en el almacén por su alto contenido de humedad.

4.10. Efecto de contaminantes en la producción de semilla.

Considerando las diferentes categorías de semilla de sorgo para siembra, se presentan las situaciones siguientes:

1. En la semilla original o genética (líneas A, B y R) que proviene del fitomejorador, el incremento de la línea A, normalmente se hace por polinización controlada y por autofecundación las líneas B y R, lo cual permite obtener la mayor calidad genética de los progenitores.
2. La semilla básica, registrada y certificada, se producen en lotes aislados, por lo que están expuestos a posibles contaminaciones que afectarán la calidad genética de los progenitores.

Por lo tanto, la época de floración es la etapa más importante en la producción de híbridos. Tomando en cuenta el ciclo vegetativo en términos de floración, que tuvieron las plantas fuera de tipo, significa un alto riesgo la presencia de polen extraño antes, durante y después de la floración de los progenitores de los híbridos utilizados en el estudio.

Considerando una situación en la que no se tuviera un aislamiento apropiado para la producción de semilla. Para mantener la calidad genética, se haría necesario la remoción de plantas fuera de tipo dentro del lote de producción y el control de pastos fuera del campo. Estas acciones significan un incremento en el costo del desmezcado normal y por supuesto el costo de la producción de semilla. Además de esto se correría el riesgo de que el lote fuera eliminado por la institución oficial encargada de las revisiones de los campos de productores, por no cumplir con las normas específicas de producción de la categoría que corresponda.

5. CONCLUSIONES

1. Algunos tipos de contaminantes que provocan descensos significativos en rendimiento no son detectados fácilmente en las pruebas tradicionales de pureza (grow outs), por su similitud en características morfológicas, por lo que serían necesarias pruebas de laboratorio con marcadores genéticos.

2. Tomando como base los efectos que se tienen por contaminación de polen extraño en las características evaluadas, las líneas A de sorgo deben ser multiplicadas en aislamiento completo ya que, por su condición androesteril son altamente susceptibles a la contaminación por polen de plantas fuera de tipo.

3. Un rango amplio de días a floración como el mostrado por los contaminantes en relación al de los progenitores de los híbridos evaluados, representa un alto riesgo de cruza indeseables para las diferentes categorías de semilla que se producen en lotes con aislamiento. La característica de días a floración es por lo tanto, la etapa más importante para la producción de las diferentes categorías de semilla, siendo determinante para la buena o mala calidad genética requerida.

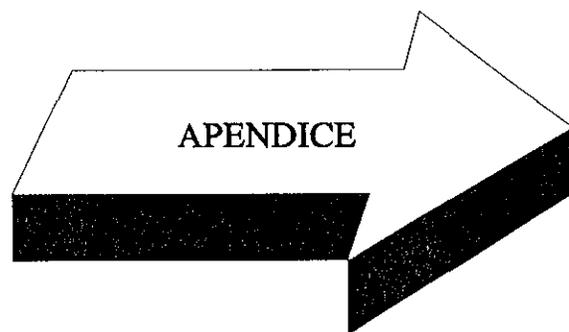
4. Los resultados de este trabajo indican la necesidad de un estricto control de calidad en campo en la multiplicación de semilla certificada, para evitar contaminaciones que van a afectar la producción esperada por un agricultor, ya que los híbridos producto de contaminantes tienden a presentar menores rendimientos que un híbrido normal de sorgo para grano.

5. En este estudio se pudieron evaluar cuantitativamente los efectos de los diferentes tipos de contaminantes sobre diferentes caracteres agronómicos y morfológicos, esta información puede ser de gran apoyo en el proceso de control de calidad en la producción de semilla de sorgo.

6. Se considera necesario hacer estudios sobre los factores que contribuyen a la contaminación, para las diferentes clases de semilla en cada zona climática de producción, así como la determinación del tamaño de muestra representativa, para las pruebas de campo y de laboratorio, para poder cuantificar las tolerancias aceptables.

13. García, C. J. y Guiragossian, V. 1985. Producción de semilla genética y básica de sorgo. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 82-97.
14. Grobman, A. 1985. Areas de producción de sorgo en América central y América del sur. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p.168-207.
15. House, L. R. 1980. A Guide to Sorghum Breeding. Patancheru. Andhra Pradesh, India. ICRISAT. p. 91, 115, 131-140.
16. Méndez Ramírez, I. 1981. Modelos estadísticos lineales. Interpretación y aplicaciones. 2a. edición. México. CONACYT. p. 83-108.
17. Miller, F.R. 1979. The breeding of sorghum. In Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plant. College station TX. U.S.A. Texas A & M university. MP-1451. p. 128-135
18. Muñoz Orozco, A. 1974. Tamaño de la parcela, diseños y uso de los factoriales en la experimentación agrícola. México. Secretaría de agricultura y ganadería. Instituto nacional de investigaciones agrícolas. Centro de investigaciones agrícolas de la mesa central. Folleto misceláneo 25. 38 p.
19. Paredes M. G. 1985. Control de calidad en la producción de semillas en México. In Memorias de la reunión nacional sobre semillas en México. SOMEFI-UACH. p. 101-108.
20. Percival, R. 1985. Método de producción y distribución usados por Funk seeds y CIBA-GEIGY para la semilla de sorgo en América latina. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 234-236.

21. Peterson, C. G. 1985. Development and evaluation of new genetic material. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 65-78.
22. Potts, H. C. 1985. Recent research in seed technology and needs for the future. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 150-162.
23. Quinby, J.R. et al, 1958. Grain sorghum production in Texas. U.S.A. Texas agricultural experiment station. Bulletin 912. 32 p.
24. Quinby, J.R. 1974. Sorghum improvement and the genetics of growth. College station, Texas. U. S. A. Texas A & M University Press. 108 P.
25. Ricelli, M. 1985. Superación de problemas en la producción de sorgo en Venezuela. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 45-55.
26. Sanchez Estrada, A. 1985. Problemas de campo en la producción de semillas certificadas de maíz y sorgo. In Memoria de la reunión nacional sobre producción de semillas en México. SOMEFI-UACH. p. 147-183.
27. Steel, R.G.D. & Torrie, J. H. 1986. BIOESTADISTICA. Principios y procedimientos. 2a. edición. México. Mc Graw-Hill. p. 328-367.
28. Vaughan, E. CH. 1985. Laboratory quality control. In La producción de semilla de sorgo en América Latina. México. CIMMYT. p. 127-149.



CUADRO 3. RENDIMIENTO EN KG/HA DE GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	6,249	7,308	5,190
2	5,773	6,941	4,605
3	3,550	3,551	3,550
4	5,734	5,621	5,847
5	5,691	5,940	5,442
6	4,625	4,216	5,034
7	4,077	4,199	3,956
8	4,830	4,406	5,254
9	4,253	5,322	3,185
10	4,233	4,768	3,697
11	246	220	272
12	4,219	4,581	3,858
13	5,310	5,839	4,782
14	3,764	4,016	3,513
Media	4,468	4,781	4,156

CUADRO 4. DÍAS A FLORACIÓN DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	57.333	53.667	61.000
2	57.667	56.667	58.667
3	59.000	57.333	60.667
4	57.000	53.333	60.667
5	51.500	51.667	51.333
6	54.167	53.667	54.667
7	54.500	54.333	54.667
8	55.500	57.667	53.333
9	56.333	55.000	57.667
10	62.833	63.333	62.333
11	52.167	52.667	51.667
12	54.667	54.333	55.000
13	53.333	53.333	53.333
14	62.000	62.667	61.333
Media	56.286	55.690	56.881

CUADRO 5. ALTURA DE PLANTAS DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	156.00	154.33	157.67
2	118.33	138.67	98.00
3	119.83	115.00	124.67
4	173.17	175.00	171.33
5	101.00	91.67	110.33
6	64.50	64.00	65.00
7	148.83	144.00	153.67
8	157.17	150.67	163.67
9	174.17	173.33	175.00
10	178.33	177.00	179.67
11	154.83	153.33	156.33
12	210.17	220.67	199.67
13	187.00	192.00	182.00
14	199.67	213.33	186.00
Media	153.07	154.50	149.50

CUADRO 6. LONGITUD DE PANOJA DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS
EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	25.500	26.667	24.333
2	27.500	20.000	35.000
3	22.500	20.667	24.333
4	25.333	26.333	24.333
5	21.167	18.333	24.000
6	20.667	20.000	21.333
7	22.167	23.333	21.000
8	24.667	22.667	26.667
9	23.167	22.333	24.000
10	27.000	26.667	27.333
11	28.667	28.667	28.667
12	33.167	30.667	35.667
13	23.167	25.667	20.667
14	24.333	28.667	20.000
Media	24.929	24.333	25.524

CUADRO 7. EXCERSIÓN DE PANOJA DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS
EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	18.000	21.667	14.333
2	13.667	8.667	18.667
3	22.167	21.667	22.667
4	21.167	23.333	19.000
5	22.500	26.667	18.333
6	11.000	11.333	10.667
7	26.333	27.333	25.333
8	23.500	25.667	21.333
9	21.000	23.333	18.667
10	7.000	7.000	7.000
11	13.667	14.333	13.333
12	22.667	26.000	19.333
13	6.333	8.000	4.667
14	17.883	23.333	12.333
Media	17.635	20.833	16.119

CUADRO 8. PESO DE 100 SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS DE SORGO EVALUADOS
EN EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

GENOTIPO	Promedio	ATx623	ATx378
1	3.172	3.437	2.907
2	2.928	3.040	2.817
3	3.465	3.640	3.290
4	3.333	3.447	3.220
5	2.658	2.783	2.533
6	3.570	3.580	3.560
7	3.050	2.950	3.150
8	2.952	3.117	2.787
9	2.698	2.717	2.680
10	2.683	2.807	2.560
11	2.632	2.877	2.387
12	2.587	2.500	2.673
13	2.880	2.293	2.467
14	3.083	2.867	3.300
Media	2.978	3.004	2.881

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE
 RENDIMIENTO. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	43939327.9	813691.3		
Hembra	1	2554752.2	2554752.2	3.14**	0.0780
Macho	13	184883840.2	14221833.8	17.48**	0.0001
Hem*Macho	13	40356224.5	3104324.9	3.81**	0.0001
Bloque	2	271744.8	135872.9	0.16	0.847
Total	83	240660302.6			

$R^2 = 0.817322$ C.V. = 19.583544 % Desv. Standar = 902.29496 Kgs/Ha.

Media = 4662.4285714 Kgs/Ha.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS
A FLORACIÓN. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	68.0238095	1.2597002		
Hembra	1	29.76190	29.76190	23.63**	0.0001
Macho	13	875.47619	67.34432	53.46**	0.0001
Hem*Macho	13	201.23810	15.47985	12.29**	0.0001
Bloque	2	8.64286	4.32143	3.43**	0.0396
Total	83	1183.14286			

$R^2 = 0.942506$ $\dot{C}.V. = 1.9940471 \%$ Desv. Standar = 1.1223637 Días

Media = 56.28571429 Días

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE
 ALTURA DE PLANTA. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	5995.04762	111.01940		
Hembra	1	525.0000	525.0000	4.73**	0.0341
Macho	13	121046.6667	9311.2821	83.87**	0.0001
Hem*Macho	13	7261.0000	558.5385	5.03**	0.0001
Bloque	2	372.2857	186.1429	1.68**	0.1966
Total	83	135200.0000			

$R^2 = 0.955658$

C.V. = 6.9319569

Desv. Standar = 10.536574

Media = 152.00 cms.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE
LONGITUD DE PANOJA. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	479.4285714	8.8783069		
Hembra	1	29.761905	29.761905	3.35**	0.0726
Macho	13	874.238095	67.249084	7.57**	0.0001
Hem*Macho	13	617.571429	47.505495	5.35**	0.0001
Bloque	2	22.571429	11.285714	1.27**	0.2888
Total	83	2023.5714286			

$R^2 = 0.763078$ C.V. = 11.952746 Desv. Standar = 2.9796488

Media = 24.92857143 cms.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE
EXERCION DE LA PANOJA. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	636.7619048	11.7918871		
Hembra	1	195.047619	195.047619	16.54**	0.0002
Macho	13	3111.619048	239.355311	20.30**	0.0001
Hem*Macho	13	503.285714	38.714286	3.28**	0.0010
Bloque	2	34.571429	17.285714	1.47**	0.2399
Total	83	4481.2857143			

$R^2 = 0.857906$ C.V. = 19.463581 Desv. Standar = 3.4339317

Media = 17.64285714 cms.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA PARA LA VARIABLE PESO DE 100 SEMILLAS. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Error	54	4.17751190	0.07736133		
Hembra	1	2.79772500	2.79772500	36.16**	0.0001
Macho	13	20.81768690	1.60136053	20.70**	0.0001
Hem*Macho	13	12.13485833	0.93345064	12.07**	0.0001
Bloque	2	0.03028810	0.01514405	0.20	0.8228
Total	83	39.95807024			

$R^2 = 0.895453$ C.V. = 9.6150789 Desv. Standar = 0.27813905

Media = 2.89273810 grs.

CUADRO 15. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS CON LA LÍNEA HEMBRA ATX623. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

	Rendimiento Kgs./ha.	Días a 50 % Floración	Altura Planta	Longitud Panoja	Excursión Panoja	Peso 100 Semillas	Tipo Panoja	Color Grano	Color Gluma	Forma Grano	Arista
ATx623 x RTx430	7308	54	154	27	22	3.47	1	2	3	1	2
BTx623	6941	57	139	20	9	3.04	1	1	3	1	2
RTx430	3551	57	115	21	22	3.64	1	2	1	1	2
ATx623 x Mutante *	5621	53	175	26	23	3.45	1	2	3	1	2
ATx623 x SH-1107	5940	52	92	18	27	2.78	1	2	1	1	2
ATx623 x SH-1101	4216	54	64	20	11	3.58	1	3	3	1	2
ATx623 x (Sagrain x CS3541)	4199	54	144	23	27	2.95	1	5	3	1	1
ATx623 x SH-1116	4406	58	151	23	26	3.12	1	4	3	1	1
ATx623 x Shatter cane	5322	55	173	22	23	2.72	1	3	3	1	1
ATx623 x Sorgo escobero	4768	63	177	27	7	2.81	4	5	1	2	2
ATx623 x Sorghum halepense	220	53	153	29	14	2.88	4	5	1	2	2
ATx623 x pasto Sudán	4581	54	221	31	26	2.50	4	5	3	2	2
ATx623 x SF-2101	5839	53	192	26	8	3.29	3	3	2	1	1
ATx623 x SF-2102	4016	63	213	29	23	2.87	4	5	2	2	1

* = (ATx623 x RTx430)

Tipo de panoja: 1=Cerrada. 2=Semi-cerrada. 3=Semi-abierta. 4=Abierta.

Color de grano: 1=Blanco. 2=Crema. 3=Naranja. 4=Rojo. 5=Café.

Color de gluma: 1=Crema. 2=Rojiza. 3=Purpura.

Forma de grano: 1=Ovoide. 2=Elíptica.

Arista: 1=Ausencia. 2=Presencia.

CUADRO 16. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS CON LA LÍNEA HEMBRA ATX623. EL MONTEÓN, NAYARIT. 1991.

	Rendimiento Kgs./ha.	Días a 50 % Floración	Altura Planta	Longitud Panoja	Excursión Panoja	Peso 100 Semillas	Tipo Panoja	Color Grano	Color Gluma	Forma Grano	Arista
ATx378 x RTx430	5190	62	158	24	14	2.91	1	3	3	1	2
BTx378	4605	61	98	35	19	2.82	1	3	3	1	2
RTx430	3550	61	125	24	23	3.29	1	2	1	1	2
ATx378 x Mutante *	5847	61	171	24	19	3.22	1	3	3	1	2
ATx378 x SH-1107	5442	61	110	24	18	2.53	1	3	3	1	2
ATx378 x SH-1101	5034	59	65	21	11	3.56	1	3	3	1	2
ATx378 x (Sagrain x CS3541)	3956	58	154	21	25	3.15	1	5	3	1	1
ATx378 x SH-1116	5254	55	164	27	21	2.79	1	5	3	1	1
ATx378 x Shatter cane	3185	55	175	24	19	2.68	1	3	3	1	1
ATx378 x Sorgo escobero	3697	55	180	27	7	2.56	4	5	1	2	2
ATx378 x Sorghum halepense	272	53	156	29	13	2.39	4	5	1	2	2
ATx378 x pasto Sudán	3858	53	200	36	19	2.67	4	5	3	2	1
ATx378 x SF-2101	4782	52	152	21	5	2.47	3	3	2	1	1
ATx378 x SF-2102	3515	51	186	20	12	3.30	4	5	2	2	1

* = (ATx378 x RTx430)

Tipo de panoja: 1=Cerrada. 2=Semi-cerrada. 3=Semi-abierta. 4=Abierta.

Color de grano: 1=Blanco. 2=Crema. 3=Naranja. 4=Rojo. 5=Café.

Color de gluma: 1=Crema. 2=Rojiza. 3=Purpura.

Forma de grano: 1=Ovoide. 2=Elíptica.

Arista: 1=Ausencia. 2=Presencia.