

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



“DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO
DE SORGO (Sorghum, bicolor L. Moench) DE LA FACULTAD DE
AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

SALVADOR GONZALEZ LUNA

GUADALAJARA, JALISCO 1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Diciembre 11, 1985.

C. PROFESORES

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL TELAS, DIRECTOR.
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, ASESOR
ING. M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA."

presentado por el PASANTE SALVADOR GONZALEZ LUNA
han sido ustedes designados ~~Directores y Asesores~~ responsablemente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRATAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Diciembre 11, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

SALVADOR GONZALEZ LUNA titulada,

"DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS,

ASESOR.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

ASESOR.

ING. M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A G R A D E C I M I E N T O S

AL ING. MC. ELIAS SANDOVAL ISLAS :

Con respeto y admiracion, por sus valiosos consejos, por su amistad y por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de mi carrera.

AL ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA :

Por su desinteresada cooperacion y facilidades otorgadas para la realizacion de este trabajo.

AL ING. MC. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO :

Por sus valiosos consejos, por su amistad y por toda la ayuda prestada para la elaboracion de este trabajo.

A MIS COMPANEROS DEL GRUPO DE INVESTIGACION DEL *---
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA :

Gracias por todo su apoyo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES :

Gilberto Gonzalez y Salvadora Luna, con respeto admiracion y cariño, por su dedicacion y entrega, siempre en beneficio de sus hijos, GRACIAS.

A MIS HERMANOS :

Ma. del Carmen, Guadalupe, Jesus, Angel y - - Josefina, con cariño y afecto, gracias por todo el apoyo que siempre me han brindado.

A TODOS MIS SOBRINOS :

Con mucho cariño.

A SANDRA :

Con todo mi cariño, gracias por tu apoyo y comprension.

A mis amigos y compañeros del grupo de investigacion del Departamento de Fitotecnia.

C O N T E N I D O .

LISTA DE CUADROS	vi
RESUMEN	i
I INTRODUCCION	1
II REVISION LITERARIA	4
Origen y distribucion	4
Diversidad genetica	5
Desarrollo del cultivo en Mexico	8
Mejoramiento genetico del sorgo	14
- Introduccion de germoplasma	16
- Seleccion	17
- Hibridacion	19
- Poblaciones recombinantes de sorgo	21
- Variedades hibridas	22
Adaptacion y adaptabilidad	25
III MATERIALES Y METODOS	28
Material genetico	28
Metodos	31
-Criterios de seleccion	31
-Metodologia y desarrollo del proyecto	35
-Analisis estadistico	40
IV RESULTADOS	42
V DISCUSION	46

VI	CONCLUSIONES	59
VII	RECOMENDACIONES	52
	BIBLIOGRAFIA	54
	APENDICE	58

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Pag.

Cuadro

- | | |
|---|----|
| 1.- Principales características de las localidades en las que han sido sometidos a estudio los materiales generados por este programa. | 59 |
| 2.- Relación de tratamientos y \bar{X} de rendimiento de la evaluación de materiales de sorgo para consumo humano (verano 83). | 60 |
| 3.- Análisis de varianza, evaluación de materiales de sorgo para consumo humano (verano 83). | 61 |
| 4.- Prueba de medias para rendimiento en Ton/Ha (utilizando el método de Duncan al 0.05 de probabilidad, de materiales de sorgo para consumo humano). | 62 |
| 5.- Relación de tratamientos y \bar{X} de rendimiento de la evaluación de materiales de sorgo para consumo humano (verano 84). | 63 |
| 6.- Análisis de varianza, evaluación de materiales de sorgo para consumo humano. | 64 |
| 7.- Prueba de medias para rendimiento en Ton/Ha (utilizando el método de Duncan al 0.05 de probabilidad) de materiales de sorgo para consumo humano. | 65 |
| 8.- Genealogía y algunas características agronómicas de 18 líneas F_4 derivadas de F_2 y dos tes- | 66 |

- tigos comerciales (verano 1984).
- 9.- Prueba de medias para la característica de - 68
rendimiento por el método Duncan al 0.05% de
probabilidad.
 - 10.- Características agronomicas de 10 líneas de 69
sorgo para condiciones de temporal.
 - 11.- Prueba de medias (Duncan al 0.05% de probabi- 70
lidad) de 40 líneas evaluadas bajo el diseño
de bloques al azar.
 - 12.- Relacion de tratamientos y media de rendimien 72
to en forraje verde de la evaluación de 24 --
líneas de sorgo forrajero. En el ciclo vera-
no 84.
 - 13.- Analisis de varianza para rendimiento de fo- 73
rraje verde en la evaluación de 24 líneas de
sorgo forrajero.
 - 14.- Comparacion de medias obtenidas por cada tra- 75
tamiento en forraje verde, mediante la prueba
de Duncan al 0.05%.
 - 15.- Características agronomicas de 25 líneas de 76
sorgo forrajero (verano 84).
 - 16.- Características bromatologicas de 25 líneas - 78
de sorgo forrajero (verano 84).

RESUMEN

La investigación sobre el cultivo del sorgo se inició en México en 1944, por la exinta Oficina de Estudios Especiales (OEE), delimitando áreas de adaptación y experimentando con las variedades comerciales disponibles, para posteriormente derivar y seleccionar líneas a partir de las variedades sobresalientes.

Sin embargo la rápida expansión del cultivo del sorgo en México y la relativa lentitud con que se ha desarrollado la investigación nacional en esta especie, debido principalmente a la falta de infraestructura, trae como consecuencia la importación de tecnología por lo que en la actualidad se depende fuertemente de las compañías extranjeras para la obtención de semilla certificada. Esto se observa al hacer un análisis de la producción de semilla de sorgo, ya que el 100% corresponde a híbridos, de estos el 95% son importados y solo el 5% es cubierto por la productora nacional de semillas.

Jalisco está considerado como una zona sorguera muy importante que presenta las condiciones climáticas necesarias para una explotación eficiente del mismo.

Por lo que en 1981 se inició el programa de mejoramiento genético de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, con algunos estudios sobre la problemática de este cultivo, y continuando en 1983 al ser aceptado el proyecto "Generación, Selección y Evaluación de materiales genéticos de -

sorgo (Sorghum bicolor L. Moench).

El presente trabajo tiene como objetivos, describir el desarrollo del proyecto "Generación, selección y evaluación de materiales genéticos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) y proponer una serie de alternativas tendientes a mejorar la eficiencia del mismo.

La base germoplásmica fue conformada a partir de materiales genéticos obtenidos por medio del intercambio llevado a cabo con diversas instituciones de orden nacional e internacional, tales como el Instituto Internacional de Investigación de cultivos para los trópicos semiáridos de la Universidad de Texas A&M (Estación experimental), Universidad de Nebraska, Universidad autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma de Chapingo y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Con el propósito de aprovechar al máximo las cualidades de los materiales adquiridos, se establecieron 4 criterios de selección, creando posteriormente un sub-proyecto para cada uno de los criterios establecidos descritos a continuación:

Sub-proyecto 1.1. Generación de materiales de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) de grano blanco para consumo humano.

Sub-proyecto 1.2.- Formación de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) con alto potencial de rendimiento.

Sub-proyecto 1.3.- Desarrollo de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) para condiciones de temporal.

Sub-proyecto 1.4.- Producción de variedades de sorgo --
(*Sorghum bicolor* L. Moench) forrajero.

La metodología de mejoramiento mayormente usada fué el método genealógico con una modificación, es decir, el método de evaluación en generaciones tempranas.

Para la evaluación de los materiales se utilizó generalmente, el diseño de bloques al azar.

Durante el desarrollo del programa se logró vincular la enseñanza con la investigación.

Se observó que una de las líneas mas promisorias generadas por este proyecto es la línea UDG-4 (sub-proyecto 1.1) con una media de rendimiento de 4.770 Ton/Ha y con las buenas características agronómicas y molineras.

En cuanto a la formación de híbridos (Sub-proyecto 1.2) se identificaron 3 líneas que presentan una alta capacidad combinatoria, una de ellas de grano blanco, con la genealogía siguiente: (2KX17-1) (SC108x3xSC3541)-3-1-1-1- M-M

De las líneas restauradoras seleccionadas de materiales segregantes destacan las líneas (RTX430xSCO 326-6)1.2-1-1-M y (RTX430xSCO 326-6)2-1-2-M que presentan un excelente vigor híbrido al combinarse con la línea androestéril (ATx-623)

Para las regiones temporaleras del estado, con escasa precipitación, se cuenta con dos líneas, (SCO 326-6x76CS 490)2-2-M y AN- P2 BR) SI-M que presentan características agronómicas que las han hecho superiores al resto de los materiales estudiados (Sub-proyecto 1.3)

En el sub-proyecto 1.4 las líneas (150-1-M-M), (352-1-M-M) y (206-1-1-1), mostraron un buen rendimiento, pero - presenta aun una heterocigosis marcada, para las características: rendimiento de forraje verde, altura de planta, número de hojas y grosor del tallo.

El desarrollo del proyecto se encuentra en una etapa inicial, sin embargo hasta esta etapa se puede considerar un éxito, conforme se integran y concretan los resultados obtenidos, pero es necesario continuar por este camino has ta lograr la consecución de los objetivos deseados, por lo que se sugiere:

Motivar al alumnado para que se incorpore a las actividades que este proyecto realiza.

La utilización de métodos de mejoramiento tales como la hibridación, con el fin de generar nuevos materiales segre gantes.

Generar líneas androestériles con características adecuadas para las condiciones que prevalecen en nuestro me-dio.

La formación de poblaciones panmícticas.

Utilizar el método mutacional.

Lograr el apoyo institucional para que los materiales - generados sean aprovechados.

Crear la infraestructura adecuada para el manejo del - programa a corto, mediano y a largo plazo.

Crear la infraestructura apropiada para convertirse en un centro productor y distribuidor de semillas mejoradas.

I N T R O D U C C I O N

Año tras año crece el valor del sorgo como fuente de alimentos para el hombre y los animales, y como materia prima para uso industrial.

Por lo tanto suscita un interés cada vez mayor en un mundo que debe enfrentar el aumento constante de la población y la existencia limitada de recursos para la producción de alimentos.

Se considera a Africa y Asia como los lugares de origen del sorgo.

En México su cultivo es de reciente introducción y por lo mismo, la variabilidad genética disponible es producto de los programas de mejoramiento y de parte de la colección mundial.

La investigación sobre este cultivo se inició en México en 1984 por la exinta Oficina de Estudios Especiales, delimitando áreas de adaptación y experimentando con las variedades comerciales disponibles, para posteriormente derivar y seleccionar líneas a partir de las variedades sobresalientes. En 1956 se iniciaron los trabajos tendientes a la formación de híbridos mediante el uso de la androesterilidad génica-citoplásmica, que finalmente en 1972 y en 1975 llegaron a cristalizar en la formación de 6 a 29 híbridos respectivamente, (estos 35 híbridos cubren en adaptación las diferentes áreas sorgueras del país).

Sin embargo, la rápida expansión del cultivo del sorgo en México y la relativa lentitud con que se ha desarrollado la investigación nacional en esta especie, por falta --

de infraestructura, trae como consecuencia la importación de tecnología; por lo que en la actualidad depende fuertemente de las compañías extranjeras para la obtención de se milla certificada, ya que al hacer un análisis de la producción de semilla del sorgo se tiene que el 100% corresponde a híbridos, de estos el 95% son importados o producidos por compañías extranjeras, y solo el 5% restante es cu bierto por la productora nacional de semillas.

Jalisco está considerado como una zona sorguera muy importante ya que presenta las condiciones climáticas necesarias para una explotación eficiente de este cultivo.

Actualmente la política gubernamental se ha encaminado a ofrecer el apoyo a aquellas instituciones involucradas - en la educación agrícola, que presenten condiciones para - generar investigación.

Por lo que en años recientes se ha desarrollado en la - Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara - un plan de investigación como consecuencia de la madurez - alcanzada después de 21 años de haber sido creada. Para el desarrollo de este plan de investigación se ha creado la - coordinación de investigación, misma que recibe el apoyo - de la coordinación de investigación del Departamento de In vestigación Científica y Superación Académica de la Univer sidad, conforme se presentan resultados de aquella investi gación financiada tendiente a generar la tecnología que va ya encaminada a resolver la problemática estatal y nacional.

Entre otras, el proyecto denominado originalmente "Gene ración, selección y evaluación de materiales genéticos de

sorgo (Sorghum bicolor L. Moench)" forma parte de proyectos anteriormente señalados.

Objetivos:

-Describir el desarrollo de el proyecto "Generacion, seleccion y evaluacion de materiales geneticos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench)".

- Proponer una serie de alternativas tendientes a mejorar la eficiencia de el mismo.

Capítulo II

REVISION DE LITERATURA

Origen y distribución.

El oeste de Africa ha sido sugerido como origen del sorgo.

Pero las escasas evidencias disponibles favorecen la opinión de que este cultivo se desarrolló en el centro de origen, para plantas cultivadas de Abyssinia Vavilov ---- (1935) citado por (Dogget 1968).

Sin embargo existen indicios de que es originario del Africa Oriental (probablemente Etiopía o Sudán) y que tal vez apareció en tiempos prehistóricos entre 5,000 y 7,000 años atrás o quizás mas. (Wall y Ross 1975).

Es difícil determinar donde y cuando ocurrió la domesticación del sorgo (de Wet et al 1970). Murdock (1959), ha sugerido que el sorgo pudo haber sido domesticado por la gente de el Mande, alrededor de las aguas del Río Niger. Dogget (1965) citado por House (1982), indica que la evidencia arqueológica sugiere que la práctica de la domesticación del cereal se introdujo de Egipto a Etiopía alrededor del año del año 3,000 A.C.

El testimonio histórico mas antiguo de que se dispone es el que aparece en una escultura del Palacio de Senacuerib, en Nínive Asiria probablemente del año 700 A.C. Hacia el comienzo de la era cristiana se le conocía en India y Europa, y Plineo lo menciona en el siglo I (Wall y Ross - 1975).

La distribución sugiere que el Sorghum bicolor L. Moench

se introdujo a China probablemente desde la India, alrededor del tercer siglo D.C. La presencia de los tipos duros en Corea y las provincias chinas cercanas, sugiere que pudieron haber sido introducidos en esas regiones a través de las antiguas rutas de seda del Asia Menor (House 1982).

En cuanto a América el conocimiento del sorgo es relativamente nuevo. Se introdujo por primera vez a los Estados Unidos de Norteamérica en 1857. Por lo que respecta a Centro y Sudamérica su cultivo adquiere razgos de importancia a partir de los años 50 de este siglo (House 1982).

Diversidad genética.

La trascendente importancia de la variabilidad genética para el mejoramiento de los cultivos, conduce al Fitomejorador hacia una búsqueda continua de técnicas para generar la mantenerla y aprovecharla.

En sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), la disponibilidad de variación genética para el mejoramiento del cultivo es alta en las regiones del noreste de Africa y centro de la India. En América, la variación sería restringida a no ser por diversos mecanismos y técnicas que usa el mejorador para disponer de ella.

Entre los mecanismos utilizados se encuentra la introducción de cultivares criollos de Africa y Asia. No obstante que muchos cultivares presentan algunas desventajas, - tal como la fotosensibilidad que produce portes altos y ciclos vegetativos muy prolongados, el fitomejorador aplica técnicas que le permiten manejar dichos caracteres indesea

bles, convirtiéndolos, en materiales adaptados a las condiciones de América como lo consigna Martínez et al (1983).

House (1982) coincide con lo anterior ya que menciona - que un aspecto importante del mejoramiento del sorgo es tener una gama de tipos varietales, de tal manera que el investigador tenga una mejor oportunidad de selección.

La variación genética en los programas de mejoramiento en sorgo puede aplicarse de varias formas.

- 1.- El uso de la colección mundial.
- 2.- Solicitando semillas de otros programas de mejoramiento.
- 3.- Mediante procedimientos de mejoramiento, tales como la formación de compuestos que retienen un alto nivel de variabilidad.

La diversidad genética promueve la adaptabilidad ante - las fluctuaciones de ambiente, es por esto que al iniciar un programa de mejoramiento debe coleccionarse una gran - cantidad de líneas de diferente origen, ya que los recursos de germoplasma proveen las bases esenciales de los - programas de mejoramiento.

Allard (1961) presenta evidencias del papel que juega - la diversidad genética como un estabilizador del rendimiento; para ello estudió tres tipos de poblaciones de haba; - la primera consistió solo de líneas puras, la segunda estuvo compuesta de mezclas de las líneas anteriores y la tercera consistió de poblaciones derivadas por propagación masiva sucesiva desde la generación F_2 hasta F_7 de híbridos - entre líneas puras. Los ensayos repetidos en varios ambientos

tes y años indicaron que el orden de productividad fué: po
blaciones masivas de Híbridos, mezclas y líneas puras.

Rassmusson (1968) estudió la relación que hay entre el grado de diversidad genética y la estabilidad en variedades de cebaca, aunque sus resultados no fueron muy concluyentes, aquellos que poseían mayor diversidad genética mos traron mayor estabilidad.

Desarrollo del cultivo en México.

Generalmente se cree que el cultivo del sorgo se inició en México en 1944 con la introducción de variedades, realizada por la exinta oficina de estudios especiales, delimitando áreas de adaptación y experimentando con las variedades comerciales disponibles (Carballo 1978).

Sin embargo, existe información que prueba que el sorgo, llamado en ese tiempo Milo Maiz, Maiz Kafir, Milo Sorgho; se encontró en México a partir de los últimos años del siglo pasado, y desde entonces las instituciones oficiales y algunos agricultores trabajaron en este cultivo con el objeto de extenderlo en diversas partes del país (Romero - - 1984).

La Secretaría de Fomento Agropecuario en (1892) publicó un artículo proporcionando detalles del cultivo del "Sorgho", sus principales usos, sus características de resistencia a condiciones de escasa humedad y sus cualidades - en otras partes del mundo.

Según García en (1897) se presentaron amplios datos sobre métodos de siembra, frutos, cosecha y manejo de maiz - Kafir blanco en base a siembras que se realizaron durante varios años en un rancho localizado en León Guanajuato, según informe, se obtuvo 1200 Kg de grano en 1.5 Ha, recomendando que el cultivo se sembrara en zonas de escasa humedad.

En 1898, la revista El Progreso de México publicó las ventajas obtenidas por el maiz Kafir en estados de Norte -

América; meses después, esta revista publicó que el ministerio de fomento distribuyó a los agricultores mexicanos - semilla de maíz Kafir e informó que se obtuvieron muy buenos resultados, haciéndose mención de las ventajas del - - maíz normal en condiciones de escasa precipitación pluvial.

En un trabajo donde se evaluaron los tres tipos de sorgo realizado por Calvino en (1911), el trigo egipcio, el - maíz Kafir blanco y el milo maíz enano; tuvieron un desarrollo normal satisfactorio hasta que una helada les anuló completamente su producción.

Escobar (1914), refiriéndose a los cultivos de secano - señala la ventaja del sorgo sobre el maíz común y prevé - la potencialidad del sorgo en la alimentación humana en Mé - xico.

Posteriormente al año 1914 es muy difícil encontrar publicaciones en secuencias cronológicas completas; sin embargo, en base a los pocos volúmenes que existen diseminados en las bibliotecas y archivos de diversas instituciones, se pudo comprobar que el tema sobre el cultivo del - sorgo decayó marcadamente y probablemente el interés de - los agricultores de este, dejó de incrementarse hasta convertirse en un cultivo poco popular (Romero 1984).

Mangelsdorf (1943) sugirió que el sorgo, por ser uno de los mas importantes cereales del mundo y dadas sus características de resistir el calor y la escasa precipitación - pluvial, podría tener un lugar importante en las partes - sub-húmedas de México. Además recomendaba la iniciación de

experimentos de pruebas de variedades, haciendo uso del potencial del sorgo como forraje y como sustituto de la cebada para la elaboración de cerveza y planteando que uno de los obstáculos que impedían la aceptación del cultivo por los pequeños agricultores, es que este no servía para hacer tortillas.

La OEE en 1944 introdujo 60 variedades provenientes de Estados Unidos, en 1946 después de ser observadas dichas variedades en el jardín de introducción en Chapingo, México, se efectuaron pruebas organizadas en Tepatitlán, Jalisco y Chapingo, México, observándose el efecto de la altitud y de la temperatura sobre el rendimiento.

En Pabellón, Aguascalientes; Tepatitlán, Jalisco y Chapingo, México, en 1946 se establecieron ensayos de rendimiento con las mismas variedades y otras de reciente introducción. En el período de 1948 a 1953, los ensayos de rendimiento de un sinnúmero de variedades introducidas se incrementaron estableciéndose en Vista Hermosa, en León, Abasco, La Cal Grande y Valle de Santiago, Guanajuato. Cabe hacer notar que los trabajos sobre sorgo en Chapingo ya no aparecieron debido a que se detectó el efecto de las bajas temperaturas sobre la formación del grano; por lo tanto a partir de 1951 se dejó de trabajar en Valles Altos y así se continuó hasta 1960 Lazo y OEE (1950 y 1954).

En el período 1953-1957, la investigación en el Bajío se redujo al campo La Cal Grande en Guanajuato y el programa se amplió a localidades como la Comarca Lagunera, Valle del Yaqui, Sonora; Tehuantepec, Oaxaca; Xalostoc, Morelos; y -

la costa de Veracruz; efectuándose trabajos de ensayos de rendimiento y adaptación, y donde se recomendaron las mejores variedades para sus respectivas zonas, Lazo (1958) y OEE (1958).

En México los primeros cinco sorgos híbridos se introdujeron en 1956, provenientes de Estados Unidos, que siendo superiores en rendimiento a las mejores variedades de polinización libre, paulatinamente fueron ganando popularidad entre los agricultores trayendo como consecuencia que la investigación se enfocara a la obtención de híbridos.

A partir de 1957, la OEE en el campo Roque, Guanajuato empezó a formar los híbridos texanos con líneas importadas y ahí mismo se desarrolló un programa para encontrar fuentes de origen de progenitores híbridos.

En 1960-1961 la OEE se fusionó con el Instituto de Investigaciones Agrícolas, para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

El INIA continuó con el mejoramiento del sorgo en el Campo Roque, Guanajuato; e Iguala, Guerrero; para desarrollar materiales aptos a altitudes menores a 1,800 metros sobre el nivel del mar y en Pabellón, Aguascalientes y Chaingo, México para el desarrollo de materiales adaptados a zonas con alturas mayores de 1,800 metros sobre el nivel del mar. INIA (1963 y 1976).

En lo que respecta a las zonas con altitudes menores de 1,800 metros sobre el nivel del mar, se continuó trabajando en la obtención de materiales híbridos, para ello se seleccionó una gran cantidad de progenitores y se practicaron

tantas cruzas como fueron posibles; dichas cruzas (híbridos experimentales) fueron probadas en todos los campos del INIA que estuvieron ubicados en zonas productoras importantes. Tras los ciclos de prueba, en 1972 se liberaron los seis primeros sorgos híbridos comerciales mexicanos, los cuales fueron llamados como Chichimeca, Purépecha, Olmeca, Tepehua, Nahuatl y Otomí. Después de la liberación de los primeros seis híbridos comerciales, se continuó con el mismo esquema y se siguió con la obtención de progenitores y con las cruzas posibles dependiendo de la capacidad de recursos de todos tipos; así para 1975, después de tres años de ensayo a nivel nacional se liberaron 29 híbridos más. Angeles (1975) INIA (1971 y 1976).

A partir de 1975, el programa de mejoramiento genético del sorgo se amplió al campo experimental de Río Bravo, Tamaulipas participando Betancourt y Williams. INIA (1979).

A la fecha el mejoramiento del sorgo para las zonas con altitud menor a 1,800 metros sobre el nivel del mar se ha venido desarrollando en los campos del CIAB y del CIAGON.

Por lo que respecta a las zonas con altitudes mayores de 1,800 metros sobre el nivel del mar, se ha establecido un programa de mejoramiento en el campo experimental Valle de México en Chapingo, México, donde hasta la fecha, sigue vigente y ya ha entregado a Productora Nacional de Semilla (PRONASE) material resistente a las bajas temperaturas y con rendimientos aceptables. INIA (1978) citado por Romero (1984).

El centro de genética del Colegio de Postgraduados, es

otra institución que a partir de 1977 ha consolidado un programa de mejoramiento de sorgo infocado a las dos zonas ecológicas de adaptación de cultivos; Romero (1984).

Carballo (1978) señala que el programa de mayor antigüedad es el del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, pues data de 1944; que a partir de 1971 existen programas de mejoramiento en el Colegio de Postgraduados y en el Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), y más recientemente en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Romero (1984) menciona que el mejoramiento genético del sorgo se empieza a practicar en otras instituciones - principalmente universidades, tales como la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad de Guadalajara, de manera organizada y dirigida a alcanzar objetivos que satisfagan las necesidades de producción, así como la formación académica.

Mejoramiento genético del sorgo.

Los métodos originales para el mejoramiento del sorgo - han sido similares a los que se han utilizado en las especies autógamas (introducción, selección e hibridación). Aún cuando normalmente se presenta en el sorgo algo de polinización cruzada. (Poehlman 1965).

Allard (1967) y Brauer (1969), describen los métodos de mejoramiento genético mas eficaces para especies autógamas y las agrupan en las siguientes categorías; 1) selección individual, 2) selección masal, 3) hibridación; a) método genealógico b) método masivo y c) retrocruzamiento.

Brauer (1969) menciona que una población de plantas autógamas esta compuesta ordinariamente por una mezcla de líneas puras; que la variación que se pueda hallar dentro de una población de plantas autógamas, por lo que se refiere al número de líneas que la forman, depende de la oportunidad que se haya tenido para que se presenten cambios hereditarios dentro de esa población; que la mezcla de semillas provenientes de otras plantas, la hibridación casual y las mutaciones, son los factores que introducen variación entre plantas autógamas.

Al hablar de los métodos de mejoramiento, menciona que cualquiera que sea el sistema que se siga dentro de las plantas autógamas, solo es eficaz si la población original es variable, y suponiendo que esta variación exista, la selección masal aplicada a las plantas autógamas cambia la -

constitución de la población en el sentido de reducir el número de líneas que la forman. Agrega además, que la selección familiar se convierte muy rápidamente en selección de líneas puras, que eventualmente constituyen variedades cultivadas con las características de uniformidad de una línea pura.

Introducción de germoplasma.

Carballo (1978) menciona que en este cultivo los países latinoamericanos han dependido principalmente de material introducido de Estados Unidos, no obstante que tengan sus propios programas de mejoramiento genético.

En México su cultivo es de introducción y por lo mismo, la variabilidad genética disponible es producto de los programas de mejoramiento y de parte de la colección mundial.

Lazo (1958) citado por Romero (1984) menciona que a partir de los últimos años del siglo pasado 1892 hasta 1949, la introducción fue el único método con el que se contó para el mejoramiento varietal de la especie, en 1944 el método fue aplicado consistentemente por la OEE, sometiéndose a observación las introducciones en jardines de introducción juntos con nuevas especies en México durante un período de uno o dos años regularmente.

En la actualidad, como primer paso de algunos sistemas de mejoramiento genético, la introducción es útil, ya que es necesaria abundante variabilidad genética, para encontrar puentes de adaptación a muchas zonas que son problemáticas para establecimiento del cultivo.

Igualmente con el propósito de alcanzar algunos de los objetivos planteados para diversos programas, la introducción forma parte inicial de la mayoría de los sistemas de mejoramiento. INIA (1970).

Tomando en cuenta que en muchas partes del mundo se cultivan todavía variedades antiguas y en otras existen plan-

tas silvestres de la misma especie que otras cultivadas, - el primer caso que puede dar el genotecnista y tener éxito es el de introducir todas las variedades que pueda de la - especie cultivada que desea mejorar o aún de especies silvestres que pudiesen introducirse al cultivo, observar su variación, sus cualidades de adaptación e intentar mejorar las por simple selección de acuerdo a las necesidades de - los agricultores y consumidores (Brauer 1969).

Selección.

Para Allard (1980), existe la evidencia de que es muy - antigua la práctica de seleccionar individuos superiores, como genitores para la siguiente generación. Virgilio por ejemplo, escribió que la semilla seleccionada, mejorada du rante años de trabajo, podría retroceder en sus caracterís ticas si el hombre no seleccionaba las espigas mas grandes y con mayor número de granos. Aunque se sabe que se ha e- efectuado selección durante siglos como resultado de las -- prácticas agrícolas, los primeros datos concretos que se - tienen sobre la efectividad de la selección son de la se- gunda mitad del siglo XVIII, como resultado de los inten- tos metódicos en la mejora de plantas.

Tanto en la evolución como en la mejora de las plantas- las poblaciones van transformándose constantemente. En es- ta transformación continua, la fuerza principal es la de - selección, por lo que algunos individuos con ciertas carac- terísticas son favorecidos en la reproducción.

Poehlman (1965) menciona que muchas de las variedades -

de sorgo se han obtenido por selección de plantas sobresalientes dentro de las variedades viejas. Este tipo de plantas sobresalientes se origina por mutación o por hibridación natural. La aparición ocasional de mutaciones debidas a genes simples, generalmente recesivos, que determinan -- grandes cambios en el aspecto físico de plantas mutantes, ha sido uno de los hechos mas sorprendentes con relación - al sorgo. A través de estas plantas mutantes naturales se han podido obtener nuevas variedades de menor altura, de - mayor precocidad, de semillas blancas, de endosperma CEREO resistentes a enfermedades y con otras características favorables.

Chandhanamutta y Frey (1973) evaluaron la efectividad de la selección masal para peso de panoja compacta en una población heterogénea de avena (*Avena sativa* L.) Usaron la mezcla de una población F_6 formada por semillas de 160 cru- zas. Al iniciar el proceso de selección se contaba con - 6,000 líneas de 30 semillas cada una de las cuales se sembraron en zurco por planta, seleccionando el 10% dentro de cada zurco. Las líneas seleccionadas se mezclaban y trilla- ban. Se realizaron dos ciclos de selección en la misma for- ma y posteriormente se seleccionaron líneas para el origi- nal, primero y segundo ciclos. En la evaluación encontró un incremento de 5.65 por ciclo de selección en relación a la medida de rendimiento de grano de la población original.

Romero (1984) menciona que los métodos de selección e - hibridación, se han usado en la obtención de variedades de polinización libre, en la obtención de poblaciones básicas con variabilidad genética y en la obtención de híbridos.

Las variedades de polinización libre hasta antes de 1956 se obtuvieron por selección pero en realidad este método solo se aplicaba a manera de purificar la variedad y por tanto no se obtuvo ninguna variedad nueva, solo variedades un poco más puras (OEE 1956).

Hibridación.

Allard (1980) considera que el objeto de la hibridación en la mejora de las especies autógamas es combinar en un solo genotipo los genes favorables de dos o más genotipos diferentes.

En la práctica los mejoradores normalmente hacen selección en las producciones segregantes que se producen de una cruce. En este caso, las plantas seleccionadas no son homocigóticas para todos los loci y la selección debe ser efectiva durante varias generaciones hasta que alcanza casi la homocigosidad. (House 1982).

El método más usado para aprovechar el material en segregación de las especies autógamas, ha sido el método genealógico.

En el método genealógico se seleccionan las mejores formas en las sucesivas generaciones en segregación, conservando datos de las relaciones Genitor-descendencia. La selección comienza en la generación F_2 seleccionando los individuos que a juicio del mejorador producirán la mejor descendencia. La mayor parte de los híbridos segregarán para un gran número de genes y todo individuo F_2 diferirá de todos los demás.

En las generaciones F₃ y F₄ muchos loci serán ya homocigóticos y empezarán a aparecer las características familiares. (Allard 1980).

Para House 1982 la selección genealógica o de pedigree es un proceso de panoja por zurco. Se toma una panoja de una planta seleccionada dentro de una parcela, la semilla de esta panoja se siembra en un zurco de vivero el siguiente año, y el proceso se repite hasta que la línea se uniformiza. Cuando la línea está uniforme se cosecha masalmente.

Indica también que las variedades de un proceso genealógico deben de incluirse en ensayos de rendimiento después de alcanzar una uniformidad razonable. El retrasar los ensayos de rendimiento hasta que se ha alcanzado la uniformidad es una pérdida de tiempo, las pruebas pueden por ejemplo; iniciar en la F₄ o F₅.

Briggs y Knowles (1977), mencionan que el método de mejoramiento genealógico o de pedigree permite mas oportunidades para la evaluación de una cruce, si el mejorador conoce su cultivo y es hábil para apreciar los cambios en el comportamiento de una planta individual en campo.

Mencionan también que el método de pedigree presenta las siguientes ventajas: 1) Permite la eliminación de una gran cantidad de materiales no prometedores en generaciones tempranas; 2) Permite la evaluación de las selecciones en base a su comportamiento en varios años; 3) Permite un rápido acceso a la homocigocidad donde la selección de plantas individuales son realizadas en base a la progenie de una planta.

Retrocruzamiento.

Para Brauer (1969) este es un método particularmente bien adaptado para transmitir de una variedad a otra caracteres que dependen de un número bajo de factores hereditarios y que ordinariamente provendrían de un progenitor poco deseable por cuanto a su calidad y productividad, mientras que el otro progenitor que debe ser el recurrente, sería una variedad comercial que ordinariamente tendría todos los caracteres convenientes, excepto los que se intenta transmitir.

Según House (1982) este procedimiento se utiliza para transferir un carácter no deseable de una línea (no recurrente) a otras líneas (recurrentes).

Poblaciones recombinantes de sorgo.

El descubrimiento de la androesterilidad, ha permitido emplear metodologías de mejoramiento en este cultivo consideradas como propias de especies de polinización cruzada; tal es el caso de la selección recurrente en sorgo.

Martínez (1983) señala que para aplicar este método de mejoramiento es ventajoso considerar más de una población, inicialmente, al menos dos compuestos deberán formarse y practicar en ellos la selección recurrente en forma independiente, en un compuesto debe incluirse tipos restauradores y en el otro tipo mantenedores de la androesterilidad.

La primera población planeada bajo apareamiento aleatorio en sorgo, fue hecha por Webster. Posteriormente, o - -

tras poblaciones fueron sintetizadas por Doggett en Africa (Uganda), siendo luego apoyado por Eberhart (USDA-Iowa-Kenia), recientemente, Gardner y Nordquist (Nebraska) desarrollaron poblaciones bajo el auspicio de USDA (Ross, 1971) En la actualidad la metodología ha sido adaptada ampliamente destacando en el programa de sorgo del ICRISAT (Bhola - Nath, 1982). Martínez et al (1983).

Variedades híbridas.

Romero (1984) menciona que la metodología de mejoramiento de sorgo mas común en México a partir de 1956, es la hibridación, ya que en base a esta se han podido reunir fácilmente un mayor número de características deseables en un solo genotipo.

Sin embargo Stephens y Quinby (1973) consideran que el aprovechamiento del vigor híbrido estuvo limitado por mucho tiempo por la dificultad de producirse en forma comercial. El uso de pinzas para emasculas flores una por una y en seguida efectuar la polinización a mano para producir híbridos resultaba antieconómico, pues se obtenían muy pocos granos, inclusive, el método de emasculación masiva mediante el uso de agua caliente, solo permitía obtener semilla insuficiente para hacer estudios genéticos y pequeñas pruebas de campo, pero para producción comercial de híbridos resultaba deficiente.

Quinby (1954) citado por Wall y Ross (1965) mencionando que J.C. Stephens inició las investigaciones sobre sorgos-

híbridos en 1929 cuando descubrió en el pasto del Sudán un carácter sin anteras, así mismo Ayyangan en la India y Stephens y Kuykendal en Texas aislaron otros ejemplares androestériles que prometían buenos resultados.

En 1947 la estación experimental agrícola de Texas aprobó un programa de investigación elaborado por J. C. Stephens y J.R. Quinby, el cual consistía en buscar otros métodos para la producción de semilla híbrida de sorgo, trabajando con la esterilidad masculina de DAY e investigando en la búsqueda de la esterilidad masculina citoplásmica -- (Quinby 1973).

En el verano de 1951, se encontró que la esterilidad masculina de DAY es transmitida por herencia genética y -- que se puede utilizar para la producción de semilla híbrida mediante una cruce triple (Stephens et al 1952). La esterilidad masculina de DAY desarrollada por la estación experimental de Texas estuvo disponible a quien se la solicitara en 1953.

La investigación en busca de la esterilidad masculina - citoplásmica en sorgo tuvo éxito ya que en 1950 Stephens - encontró la primera planta con este tipo de esterilidad en la segunda generación de la población Milo X Kafir. Continuando con la investigación (Stephens and Holland 1954) -- descubrieron que en las cruces donde se utilizaba la variedad Milo como progenitor femenino y la variedad Kafir como macho, en la F_2 aparecía androesterilidad parcial. Por medio de cruces regresivas con Kafir se aumentó la esterilidad y ya en la segunda cruce regresiva se obtuvo mas del

99% de esterilidad masculina. Este fué el resultado de la introducción de cromosomas de Kafir al citoplasma del Milo.

Cuando se usó el tipo Milo como progenitor de productor de polen, se restauró la fertilidad en las plantas con esterilidad masculina.

La estación experimental de Texas distribuyó material con esterilidad masculina citoplásmica a quien se la solicitara en 1954. Varios campos experimentales y varias compañías productoras de semilla comenzaron sus programas de producción de sorgos híbridos a partir de esa distribución

La esterilidad masculina citoplásmica proporciona un medio mas satisfactorio para la producción de híbridos que la esterilidad masculina controlada genéticamente de la variedad DAY. Las fuentes progenitoras son de conservación mas fácil y solamente se necesitan dos lotes aislados para producir al híbrido, en lugar de tres utilizando la esterilidad de Day.

El éxito del uso de los sorgos híbridos, realmente principió con el descubrimiento de este tipo de esterilidad citoplásmica, ya que la producción de semillas híbridas se simplificó notablemente por lo cual se ha formulado el siguiente procedimiento por Pohelman (1965).

1.- Conservación y multiplicación de la línea con esterilidad masculina citoplásmica. La línea "A" con esterilidad masculina se cultiva en un campo aislado y se poliniza con la línea "B", esta línea es idéntica a la "A" excepto

que tiene fertilidad masculina.

2.- Lote de cruzamiento para la producción de semilla de cruza simple. La línea "A" con esterilidad masculina se cultiva en un segundo campo aislado y se poliniza con la línea "R". Esta línea tiene fertilidad masculina y genes restauradores del polen.

3.- Uso de la semilla de cruza simple. La semilla híbrida de cruza simple (AXR) se vende a los agricultores para producción comercial.

Adaptación y adaptabilidad.

El cultivo del sorgo se desarrolla favorablemente en lugares con temperatura media de 20o C, necesitando una media óptima para su crecimiento de 26.7oC y una mínima de 16oC requiere un período libre de heladas de 120 días o mas. Y una precipitación anual media de 430 a 630 mm hasta aquellas con un promedio de 750 mm o mas.

Tanto el crecimiento como la productividad son influenciadas grandemente por la altitud. En México se desarrolla perfectamente desde el nivel del mar hasta los 1,800 metros sobre el nivel del mar. Por la temperatura baja en alturas mayores de 1,900 metros sobre el nivel del mar, tiene un desarrollo lento y un porcentaje de polinización bajo.

Se han obtenido variedades para zonas altas y se han probado en alturas de 2,600 metros sobre el nivel del mar con

rendimientos satisfactorios, pero no rinden lo que producen las variedades para alturas menores de 1,800 metros - sobre el nivel del mar.

La adaptación se considera como la respuesta de un genotipo a un ambiente determinado (respuesta local y vertical), mientras que la adaptabilidad es la respuesta de un genotipo en forma amplia a diferentes ambientes, (respuesta amplia u horizontal Trujillo 1985).

Briggs y Knowles (1977) clasifican la adaptación en específica y general, la específica es cuando una variedad - esta adaptada a un medio ambiente pero no se adapta a ningún otro medio, la general se refiere a la habilidad que - tiene una variedad de funcionar bien en un amplio rango de fluctuaciones en el ambiente, pero que no sea superior en ninguno.

La adaptabilidad es la capacidad de un organismo para - sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes, y recalca que es una habilidad genética de los organismos; lo que determina la estabilización de las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos, indica además que dicho carácter es el el resultado evolutivo, siendo la adaptabilidad por lo tanto, un proceso genético de los genotipos para elevar su potencial de rendimiento y presentar estabilidad en ambientes contrastantes, (Matsuo 1975).

Gomez (1977) hace un análisis sobre la producción de - sorgos híbridos en México y señala que aunque en un principio no se utilizó ningún procedimiento estadístico para de

tectar aquellos sorgos que mostraron estabilidad de comportamiento siempre se pretendió seleccionar un grupo reducido de híbridos con un amplio grado de adaptación por lo que siempre se hizo una selección empírica por estabilidad.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS.

Material genético:

Para iniciar un programa de mejoramiento es de suma importancia contar con una base germoplástica amplia, en este caso ha sido conformada a partir de materiales genéticos a partir del intercambio llevado a cabo con diversas - instituciones de orden nacional e internacional, entre los que se encuentran:

Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos Para Trópicos Semiáridos (ICRISAT).

Universidad de Texas A&M (Estación experimental).

Universidad de Nebraska.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAA).

Universidad Autónoma de Chapingo. (UACH)

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Las características de los materiales con los que inició el programa son:

1.- Materiales provenientes de generaciones F_3 de un grupo de cruza simples y triples avanzadas a F_4 y F_5 en otros casos fueron derivados de pruebas multilocacionales - llevadas a cabo en (ICRISAT) Hyderabad, India.

Las líneas poseen las siguientes características:

Ciclo vegetativo intermedio, plantas color verde claro, gra

no blanco; el grano posee características deseables para consumo humano como: carencia de testa, endospermo intermedio y glumas color claro.

2.- 493 materiales F3 derivados de F2, de diverso origen, con un alto grado de variabilidad genética, los cuales incluían líneas restauradoras.

3.- Colecciones nativas de Etiopía, que presentaban una alta variabilidad y potencial de rendimiento, tanto de grano como de forraje.

4.- Poblaciones panmíticas de sorgo.

5.- Un gran número de líneas S¹ con características deseables para condiciones de temporal.

6.- 28 familias F3 con diversas características.

7.- 12 líneas R y B.

Ambientes (área de estudio)

El programa inició en 1981 con algunos estudios sobre la problemática de este cultivo, en el área de influencia del campo agrícola experimental de Sn. José Casas Caídas.

Después al avanzar el programa se generaron una gran cantidad de líneas (materiales), por lo que se consideró necesario probarlas en ambientes contrastantes para poder conocer el potencial de cada material en diferentes condiciones, tanto óptimas como subóptimas, lo que permitió de alguna forma evaluar la efectividad del método de mejoramiento utilizado así como de los criterios utilizados al realizar la selección, mediante el comportamiento observa-

do. Las características de las localidades (ambientes) se detallan en el cuadro No. I del apéndice.

Métodos.

Criterios de selección.

Este programa va encaminado a satisfacer las necesidades regionales, y a desarrollar la tecnología propia que permita el desarrollo del sector agropecuario y paralelamente disminuir la dependencia externa, en lo que a este cultivo se refiere.

En base a lo anterior se definieron los criterios de selección con el propósito de aprovechar al máximo las cualidades de los materiales con que se contaba. Los criterios de selección varían en función a las necesidades del medio para el cual se pretende producirlos, así como a las características originales de cada uno de los materiales.

-Criterios de selección.

Materiales de sorgo con características propias para consumo humano.

1.- Alto rendimiento.

Grano.	{	Grande color blanco ausencia de taninos y fenoles número de granos por panoja.
--------	---	---

Resistencia a plagas y enfermedades

Resistente al acame.

2.- Selección de materiales para condiciones de temporal - deficiente (450-700)-

- No. de hojas reducido.
- Precocidad.
- Conformación radicular adecuada.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Altura de planta (baja).
- Excursión.
- Rendimiento.
- Calidad del grano.

3.- Selección de materiales para condiciones de temporal -
óptimo (700 a 950 mm).

- Area foliar adecuada.
- Ciclo de madurez intermedio.
- Altura de planta (baja)
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Excursión.
- Tipo de panoja (S.C.)
- Alto rendimiento.
- Calidad del grano.

4.- Selección de materiales de sorgo con características -
forrajeras.

- Mayor número de hojas.
- Porte alto.
- Contenido de ácido cianhídrico
- Calidad bromatológica.

Debe considerarse la oportunidad que se presenta para la formación de híbridos haciendo uso de las numerosas líneas

(R) restauradoras derivadas de dicha selección, así como - de líneas (A) androestériles y sus respectivas líneas (B) mantenedoras.

Para cada uno de estos criterios se creó un sub-proyecto con el propósito de cumplir con los planeamientos que - cada uno de estos establece.

Sub-proyecto 1.1

Generación de materiales de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) de grano blanco para consumo humano.

Sub-proyecto 1.2

Formación de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L. - - Moench) con alto potencial de rendimiento.

Sub-proyecto 1.3

Desarrollo de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) Para condiciones de temporal.

Sub-proyecto 1.4

Producción de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) forrajero.

Los objetivos que se pretenden alcanzar mediante la consecución de los mismos se han dividido en generales y específicos.

Objetivos generales.

- 1.-Vincular la enseñanza con la investigación.
- 2.-Generar la tecnología encaminada a la resolución de

la problemática regional y nacional en lo que al cultivo - se refiere.

Objetivos específicos.

Sub-proyecto 1.1

- 1.- Evaluar la capacidad productiva de 7 líneas de sorgo blanco en comparación con híbridos.
- 2.- Dar a conocer las bondades de estas líneas en la alimentación humana.

Sub-proyecto 1.2

- 1.- Identificar líneas restauradoras de sorgo, que presenten alta capacidad combinatoria.
- 2.- Avanzar generacionalmente dichas líneas hasta lograr alto grado de homocigosis.

Sub-proyecto 1.3

- 1.- Evaluar el comportamiento de líneas de sorgo con ca racterísticas para condiciones óptimas.
- 2.- Evaluar el potencial de líneas de sorgo con caracte rísticas para condiciones subóptimas.

Sub-proyecto 1.4

- 1.- Seleccionar y evaluar la capacidad productiva de li neas de sorgo forrajero bajo condiciones de tempo- ral.

Metodología y desarrollo del proyecto.

En base al material introducido se definió cual era la metodología mas adecuada para su mejoramiento y posterior aprovechamiento.

Los materiales presentaban en general un alto potencial genético y una gran variabilidad, y así como características muy contrastantes por lo que las metodologías utilizadas para el manejo y mejoramiento de tal cantidad de materiales han sido muy variadas.

Entre las metodologías mayormente utilizadas se encuentra la selección genealógica o pedigree, un tanto modificada, es decir, la metodología de evaluación de generaciones tempranas, la cual se ha aplicado a materiales segregantes en generación (F3 y F4) ya que mediante la evaluación de las líneas o segregantes con buen potencial de rendimiento y otras características permite la eliminación de una gran parte de materiales no prometedores y la identificación de los mejores progenies para evaluarlas posteriormente en un mayor número de localidades y/o años, abreviando el número de ciclos utilizados para la liberación de una nueva variedad.

Ha sido de gran importancia para el desarrollo de este programa la asistencia a congresos, ya que ha permitido ampliar los conocimientos sobre mejoramiento genético en este cultivo, y aprovechar además las experiencias de otras instituciones, dedicadas a la investigación, a la vez, dar a conocer lo realizado por el responsable del mismo así -

como sus proyectos a futuro.

Se han realizado evaluaciones con los materiales que presentan un alto grado de homocigosis, agrupándolas de acuerdo al criterio utilizado.

Estas evaluaciones se iniciaron en 1983 con materiales de sorgo de grano blanco para consumo humano, en la localidad de Zapopan.

Este experimento fue sembrado bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, utilizando una parcela total de 2 surcos de 5m cada uno, una distancia entre surcos de 80 cm, y una densidad de siembra de 14 kg /ha; la dosis de fertilización fue 140-6 0-00, aplicandose herbicida pre-emergente, deshierbe manual, la aplicación de insecticidas se hizo cuando fué necesario.

La relación de tratamientos correspondiente a esta evaluación se observa en el cuadro No. 2 del apéndice.

En este año (1983) se hicieron 704 selecciones individuales y se formaron 18 compuestos masales, (criterio 2 y 3 asi como 24 compuestos masales con características forrajeras (criterio 4). Las selecciones fueron realizadas en materiales segregantes F3, procedentes de la estación experimental de la Universidad de Texas, y de colecciones de sorgo nativas de Etiopía.

En 1984 se realizaron 3 evaluaciones.

1.- Evaluación del comportamiento de líneas de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) para consumo humano.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al a

zar con 3 repeticiones y 25 tratamientos, la parcela experimental constó de 2 surcos con una longitud de 5 m y 80cm entre surcos, la parcela útil fue de 4.8m cuadrados, la relación de tratamientos se observa en el cuadro No. 5 del a péndice.

2.- Evaluación de 18 líneas F_3 derivadas de F_4 y el diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con 3 repeticiones, y 20 tratamientos, la parcela experimental constó de 3 surcos de 5m de longitud, y una distancia entre surcos de 80 cm, la distancia entre plantas fue de 12 centímetros, la dosis de fertilización fue 140-60-00, se tomaron 5 plantas como parcela útil, la relación de tratamientos se observa en el cuadro No. 8 del apéndice.

3.- Evaluación de 40 líneas S_1 de sorgo para condiciones de temporal.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con dos repeticiones y 40 tratamientos, la parcela experimental constó de dos surcos de 8 m de longitud, y una distancia entre surcos de 80 cm, la distancia entre plantas fue de 12 cm, la dosis de fertilización fue la 140-60-00 - se tomaron 10 plantas como parcela útil.

4.- Evaluación de 24 líneas de sorgo con características forrajeras.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al a zar con 3 repeticiones y 25 tratamientos, la parcela experimental constó de 3 surcos de 8 m de longitud, 80 cm de separación, se tomó como parcela útil el surco central, eliminando un metro a cada extremo (efecto de orilla) $4.8m^2$

en total. La relación de tratamientos se observa en el cuadro No. 12 del apéndice.

La aplicación de insecticidas y fungicidas así como las labores culturales se hicieron cuando fue necesario.

La toma de datos (todos los trabajos) se realizó en la época adecuada para cada uno de ellos y tomando en cuenta las siguientes características.

Días de floración, altura de planta, número de hojas, área foliar, excursión, peso de mil semillas, rendimiento.

En este año se continuó con el programa de selección en base a los criterios establecidos para cada material. Logrando en 1984, 543 selecciones individuales, 17 líneas uniformes con características deseables para condiciones óptimas de temporal, así como 17 líneas con características deseables para condiciones de temporal deficiente.

En los materiales de sorgo para consumo humano se continuó realizando, selecciones dentro de las líneas ya formadas, con el propósito de uniformizarlas.

Se sembró una área de 2,000 m² aproximadamente, de la línea UDG-4 con el propósito de incrementarla y así poder contar para 1985 con suficiente semilla para sembrarla en forma comercial en campos de agricultores.

De la evaluación de líneas de sorgo con características forrajeras se seleccionaron 11 líneas de acuerdo a los resultados obtenidos, las cuales se sometieron a evaluaciones en 1985. Los resultados de la evaluación en 1984 se presentan en el cuadro No. 7 del apéndice.

La realización de estos trabajos fue posible gracias a la participación de varios alumnos interesados, los cuales podrán utilizar los resultados de esta evaluación para la elaboración de su trabajo de tesis.

En 1985 se continuó con el proceso de selección en los materiales segregantes, aplicando los criterios de selección establecidos, se evaluaron también aquellos materiales que presentaron un alto grado de homocigosis, en tres localidades (Venustiano Carranza, Mexxicacán, Zapopan). - Se realizaron además, cruzamientos entre líneas restauradoras (R), generadas en ciclos anteriores y líneas androestériles (A) procedentes de la estación experimental de la Universidad de Texas A&M con el propósito de probar su aptitud combinatoria y así identificar a las mejores líneas, potenciales progenitoras de híbridos comerciales.

La línea UDG-4 se sembró en forma comercial en las localidades de Venustiano Carranza y San José Casas Caídas con el fin de incrementarla y darla a conocer a los agricultores, realizándose además, labores de desmezcle para mantenerla genéticamente pura.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza individual para cada experimento, para lo cual se consideró el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mathcal{M} + T_i + B_j + E_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$ - - - - - a tratamientos

$j = 1, 2$ - - - - - n bloques

Donde:

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

\mathcal{M} = Media general de las características

j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error dentro de bloques o entre parcelas.

Los postulados del modelo son los siguientes:

$$T_i \quad NI(0, \frac{\sum T_i^2}{T_i - 1})$$

$$B_j \quad NI(0, \sigma^2 B)$$

$$E_{ij} \quad NI(0, \sigma^2 E)$$

Todas las covarianzas resultantes son igual a cero.

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO DE BLOQUES
AL AZAR.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Parametros estimados
Bloques	N-1	$a\sum(\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 = A$	$\frac{A}{N-1}$	$\sigma^2_E + a\sigma^2_{\text{bloq.}}$
Tratamientos	a-1	$n\sum(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2 = B$	$\frac{B}{a-1}$	$\sigma^2_E + n\sigma^2_{\text{trat.}}$
Error	(a-1)(N-1)	Por dif. = C	$\frac{C}{(a-1)(n-1)}$	σ^2_E
Total	an-1	$(X_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$		

La prueba de hipótesis: Ha si $F = \frac{\sigma^2 + n\sigma^2_{\text{variedad}}}{\sigma^2_E} F_t$

Comparación de medias (prueba de Duncan)

Para lograr la comparación entre las medias de rendimiento se utilizó la prueba de Duncan. Al nivel de probabilidad de 0.05 expresada de la siguiente forma:

$$\text{Duncan } 0.05 = (q \text{ g.l. error }) (S\bar{X})$$

Donde: $(S\bar{X}) =$ Error estandar de la diferencia entre medias de tratamientos.

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{S^2_{EE}}{r}}$$

q_{α} , g.l. del error = son valores que se obtienen de la tabla de probabilidad.

CAPITULO IV
R E S U L T A D O S.

Los resultados o avances logrados a la fecha son los si guientes:

Se han logrado vincular la enseñanzas con la investiga- ción ya que se han aprovechado cada uno de los sub-proyec- tos en la realización de prácticas de la materia genética vegetal aplicada, lo que ha permitido al educando, identi- ficar los fenómenos biológicos tanto teórico como práctico motivándolo además para que realice labores relacionadas - con la investigación agrícola.

Las prácticas realizadas son las siguientes:

1.- Multiplicación de líneas mantenedoras (B) y restau- radoras (R) de la androesterilidad.

2.- Mantenimiento y multiplicación de líneas androesté- riles (A).

3.- Formación de híbridos de sorgo.

4.- Aplicación del procedimiento convencional en la to- ma de notas de los componentes de rendimientos en sorgo - (Sorghum bicolor L. Moench).

5.- Estimación de la varianza biológica total (σ^2_P) de un rasgo genético en una población de sorgo (Sorghum bico- lor L. Moench).

Los resultados o avances logrados a la fecha por cada u no de los sub-proyectos que conforman el programa de mejo- ramiento genético de sorgo son los siguientes:

Sub-proyecto 1.1

Generación de materiales de sorgo (Sorghum bicolor L. - Moench) de grano blanco para consumo humano.

En base a las evaluaciones realizadas en los años 1983 y 1984 se ha observado que una de las líneas más promisorias, es la línea UDG-4 con una media de rendimiento de -- 4.770 Ton/Ha bajo condiciones de temporal, presenta además buenas características agronómicas y molineras, por lo que se ha proporcionado semilla de esta línea a agricultores -- para sembrarla en forma comercial.

Sub-proyecto 1.2

Formación de híbridos de sorgo con alto potencial de -- rendimiento.

Una de las líneas que ha mostrado alta capacidad combinatoria como línea (R) restauradora en los cruzamientos -- preliminares en la búsqueda de buenas combinaciones híbridadas, corresponde al grupo de líneas de grano blanco cuya -- genealogía es (2Kx17-1) (SC108-3xSC3541)-3-1-1-1-M-M.

Se cuenta con un gran número de líneas (R) restauradoras de la fertilidad seleccionadas de materiales segregantes y evaluadas en generaciones tempranas, de las cuales -- ha sido posible identificar las líneas (RTx430xSC0326-6) -- 1-2-1-1-M; (RTx430xSC0326-6) 2-1-2-2-M, que al combinarse con una de las líneas (A) androestériles del programa, muestran excelente vigor híbrido. Las que podrán ser estudiadas y evaluadas en futuros ciclos agrícolas en las princi-

pales regiones sorgueras del estado, en cuanto al comportamiento de el resto de las características agronómicas.

Sub-proyecto 1.3

Desarrollo de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. - Moench) para condiciones de temporal.

Para las regiones temporaleras del estado, son escasa precipitación, se cuenta con materiales de sorgo (lineas con alto grado de hocirosis) que ya han sido sometidos a ensayos de rendimiento bajo condiciones de temporal, en tres localidades del estado durante el ciclo P/V 85. De estas lineas, dos (SC0326-6x76CS490)2-2-M, (AN-P2BR)-S₁-M, presentan características agronómicas que las han hecho superiores al resto de los materiales estudiados en evaluaciones previas, realizadas en el campo agrícola experimental de Las Agujas, sede de la Facultad de Agricultura.

Sub-proyecto 1.4

Producción de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. - Moench) forrajero.

De 24 lineas de sorgo seleccionadas y evaluadas durante el ciclo P/V 84 fueron seleccionadas 11 de estas, para seguir siendo consideradas en evaluaciones posteriores, entre estas destaca la superioridad de las lineas (150-1-M-M) (352-1-M-M) y (206-1-1-1) las cuales muestran una heterocigosis marcada para características tales como rendimiento de forraje verde por hectáreas, altura de planta, número de

hojas, grosor de tallo y otras, sin embargo, esto se considera deseable ya que según lo señala Allard (1964) la variabilidad genética de los materiales les proporciona un mayor grado de aclimatación y estabilidad.

En la actualidad el proyecto "Generación, selección y evaluación de materiales genéticos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) cuenta con material suficiente de cada una de las líneas prometedoras, para ser proporcionado para su validación por parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en diferentes regiones del Estado de Jalisco.

CAPITULO V
D I S C U S I O N.

La utilización de los materiales generados por este programa ha permitido la vinculación de la enseñanza con la investigación, ya que fue posible realizar un considerable número de prácticas, de diferentes materias tales como genética general, genética vegetal aplicada, prácticas agrícolas, cultivos básicos, prácticas de fitotécnica y experimentación agrícola, lo cual ha permitido que el educando tenga una formación profesional mas completa, así como un entrenamiento en el área de investigación logrando con ello un mejor desenvolvimiento profesional en esta área de numerosos investigadores en instituciones de prestigio nacional.

Sub-proyecto 1.1

Se puede observar en base a los resultados, que el criterio de selección se aplicó de una manera adecuada ya que se observa un aumento en rendimiento en el ciclo P/V 84 - con respecto al ciclo P/V 83, lo cual se puede constatar en el cuadro No.2 y 5 del apéndice, las líneas de grano blanco presentan en su mayoría, buenas cualidades molinearas, entre otras las que han mostrado un comportamiento mas estable en cuanto rendimiento y se han mantenido estadísticamente iguales o superiores a los híbridos comerciales, con los que fueron comparados, son: UDG-4, UDG-8, --- UDG-6, UDG-5 y UDG-7, las cuales en la evaluación realizada en el ciclo verano 84, mostraron igualdad estadística

destacando la línea UDG-4 con una media de rendimiento de 4.770 TON/Ha, mostrando además tolerancia a enfermedades foliares, también posee grano grande de color claro, de endospermo intermedio y carece de testa por lo que podrá ser utilizada en la elaboración de tortillas.

Sub-proyecto 1.2

La línea UDG-10 que pertenece al grupo de líneas de grano blanco, cuya genealogía es (2kx17-1) (SC108-3xSC3541) -3-1-1-1-M-M mostró una alta capacidad combinatoria como línea (R) restauradora en pruebas preliminares.

Asimismo las líneas (RTx430xSCO 326-6) 1-2-2-2-M; (RTx 430xSCO326-6) 2-1-2-1-M, mostraron un excelente vigor híbrido, por lo que podrán ser utilizadas como líneas progeneratoras de híbridos con alto potencial de rendimiento, además se observó que presentan características agronómicas deseables, para su utilización como variedades de polinización libre, las cuales como lo menciona Trujillo (1985), presentarán la ventaja de una mayor estabilidad y nivel de rendimiento.

Sub-proyecto 1.3

Las líneas (SCO326-6x7CS490) 2-2-M y (AN-P2BR)-S-M presentaron características agronómicas deseables, estas fueron superiores al resto de los materiales estudiados en cuanto a rendimiento se refiere principalmente, por lo que podrán ser utilizadas como variedades en las regiones temporales del Estado de Jalisco cumpliendo así los objetivos para los que fue introducido este cultivo a México, ya

que debe recordarse que el sorgo se propuso como una alternativa para las zonas marginales y como un cultivo alternativo para aprovechar la humedad residual en zonas de alta precipitación pluvial después de la cosecha de temporal, tratando de aprovechar las características que posee, como su manejo relativamente fácil y sobre todo su tolerancia a las deficiencias de agua comparada con otras especies.

Sub-proyecto 1.4

La línea 150-6 con producción de forraje verde de 52.34 Ton/Ha fue mas productiva que el resto de las líneas evaluadas, siendo estadísticamente igual a esta, la línea 352-1 y el testigo comercial SX-17 con 50.23 y 49.05 Ton/Ha respectivamente como se observa en el cuadro No. 12 (prueba de medias), asimismo las líneas 164-, 208 Tx 170-1, - - 311-1, 312-1 y 166-2 son estadísticamente iguales al testigo utilizado.

Otros materiales interesantes, aunque mostraron menor rendimiento, son las líneas 206-TX, 178-1, 166-4 y 171-2, las que podrán ser tomadas en cuenta en posteriores evaluaciones, después de aplicar en ellas el criterio de selección establecido.

En general los materiales que hasta la fecha han sido generados por este programa presentan características sobresalientes, cumpliendo así, con uno de los principales objetivos, que es el de generar la tecnología encaminada a la resolución de la problemática regional y nacional en lo que al cultivo concierne, ya que estos pueden ser utiliza-

dos en diferentes regiones del Estado de Jalisco, de acuerdo a las condiciones climáticas y sociales de las mismas, por lo que es necesaria la vinculación con organismos oficiales, para llevar a cabo la validación de la tecnología generada.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

- El desarrollo del proyecto se encuentra en una etapa inicial, sin embargo, hasta esta etapa se puede considerar un éxito, conforme se integran y concretan los resultados obtenidos después de dos años de iniciado.

- Con plena satisfacción se pudo constatar que durante el desarrollo de los proyectos de investigación se han hecho partícipe de los mismos a estudiantes de diferentes -- grados de la licenciatura, así mismo, son utilizados los -- diferentes materiales en el desarrollo de prácticas de genética vegetal aplicada, prácticas agrícolas, cultivos básicos, prácticas de fitotecnia y experimentación agrícola, dando a conocer al personal tanto docente como educandos, las metodologías utilizadas y resultados alcanzados.

- La vinculación y difusión que este ha tenido en fechas recientes, ha permitido que se tenga conocimiento por parte de instituciones homólogas respecto a las potencialidades, necesidades y prioridades del mismo, lo que seguramente influirá para lograr sus objetivos, considerando que el apoyo que otras instituciones ofrecen esta función de la -- organización y desarrollo que estos presenten

- Se detectó una marcada tendencia hacia lograr la vinculación, por parte del programa, con organismos oficiales creados expresamente para llevar a cabo la validación de -- la tecnología generada, encontrándose a la fecha, plena --

disposición por parte del organismo rector de las políticas de desarrollo agropecuario para incluir dentro de sus programas oficiales, materiales prometedores generados por este programa.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES.

El desarrollo del proyecto a pesar de encontrarse en una etapa inicial, puede considerarse un éxito, pero es necesario continuar por este camino hasta lograr la consecución de los objetivos planteados. A continuación se exponen una serie de alternativas que podrían ser utilizadas - por este proyecto, para el mejor aprovechamiento de los materiales generados.

- Motivar al alumnado para que se incorpore a las actividades que este proyecto realiza.

- La utilización de otros métodos de mejoramiento, tales como la hibridación, con el fin de generar nuevos materiales segregantes, aumentando así la base germoplásmica de este proyecto, y poder aplicar los criterios de selección con una mayor probabilidad de éxito.

- Generar líneas androestériles (A) con características adecuadas para las condiciones que prevalecen en nuestro medio, lo cual se puede lograr por medio de cruzas regresivas, generando así la tecnología que ayudará a resolver la problemática regional y nacional, en lo que al cultivo concierno, y disminuyendo además la dependencia que existe en este renglón, ya que las líneas androestériles usadas actualmente provienen en su mayoría de instituciones o compañías extranjeras, y han sido generadas para otro tipo de condiciones ambientales. Se lograría además un mejor aprovechamiento de las líneas (R) restauradoras que el proyec-

...to a generado, y que al combinarlas se obtendrían materiales (híbridos) con buen potencial, para las áreas marginales.

- La formación de poblaciones panmícticas, aprovechando las fuentes de esterilidad con que se cuenta, lo que permitiría la aplicación de metodologías tales como la selección recurrente simple y/o recíproca, aprovechando así el potencial genético presente en este tipo de poblaciones.

- Utilizar el método mutacional, para la generación de variedades, ya que estas se lograrían en un menor tiempo. Para esto sería necesario irradiar los materiales de sorgo para inducir las mutaciones, sembrar dichos materiales y seleccionar F₂ los tipos mutantes deseados.

- Lograr el apoyo institucional, para que los materiales generados por este proyecto sean aprovechados en las regiones para las que fueron creados.

- Crear infraestructura adecuada para el manejo del programa a corto, mediano y a largo plazo.

- Crear la infraestructura apropiada para convertirse en un centro productor y distribuidor de semillas mejoradas.

B I B L I O G R A F I A.

- 1.- Allard R.W 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. *Crop Sci* 1: 127-133.
- 2.- Angeles A.H. 1975. Importancia nacional del mejoramiento de maíz y sorgo e importancia de un grupo de 25 nuevas variedades mejoradas e híbridos de maíz y 29 híbridos de sorgo para grano formados por el INIA y que se entregan en 1975 para su producción comercial. II reunión nacional de investigadores de maíz y sorgo del INIA. Resúmenes de conferencias e informes de programas nacionales y regionales. Ver. México.
- 3.- Brauer H.O. 1969. Fitogenética aplicada. Limusa Wiley S.A. México.
- 4.- Briggs F.N. and Knowlton 1977. Introduction to plant breeding. Reinhold Publishing Corporation. U.S.A.
- 5.- Calvino M. 1911. Plantas forrajeras y alimenticias. *Estación Agrícola Central*, boletín 53:13
- 6.- Carballo A.C. 1978. Sorgo, Recursos genéticos disponibles a México Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Tarcicio Cervantes editor. Chapingo, México.
- 7.- Chandhanamutta, P. y K.J. Frey 1973. Indirect mass selection for grain yield in oat populations *Crop Sci.* 13: 470-473

- 8.- Dogget, H. 1968. Sorghum Longmans Green and Co. Ltd.
- 9.- Escobar, R. 1912. Trabajos llevados a cabo en las granjas de Ranchería, San Martín y la Fragua. Revista Agrícola 9: 867.
- 10.- García, M.J.M. 1897. El maiz Kafir (blanco). El progreso de México, México, D.F. 86: 754-757.
- 11.- House, R.L. 1982. El Sorgo. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- 12.- INIA, 1963. Adelantos de la ciencia agrícola en México, informe de labores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S A G, 1961-1962 México, D.F.
- 1976. INIA XV Años de investigación agrícola, - México, D.F.
- 1978. Informe anual de resultados del programa de sorgo 1978. INIA-CIAMEC. México.
- 1979. Informe anual y parcial de sorgo en Río Bravo, Tamaulipas 1978. INIA- CIAGON. México.
- 13.- Lazo, de la V.J.L. 1958. Desarrollo de las investigaciones efectuadas por la oficina de estudios especiales, S A G sobre el cultivo del sorgo. Primer Simposio de Investigación Agrícola en México, E N A, Chapingo, México. 221-230.
- 14.- Mangelsdorf, P.C. 1947. Letter from P.C. Mangelsdorf to Marte R. Gomez. Reports of the Mexican Agricultural Program, 1941- 1947.

- 15.- Martinez, M.J. Martinez R.M. y Romero H.L. 1983. Notas sobre poblaciones recombinantes de Sorgo - (Sorghum bicolor L. Moench). Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. México.
- 16.- Matsuo, T 1975. Adaptability in plants. JIBP Synthesis 6: 1-5
- 17.- Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa Wiley S.A. México.
- 18.- Quinby, 1963. Manifestations of hybrid vigor in sorghum. Crop. Sci 3: 288-291.
- 19.- Romo, C.E. 1977. Obtención de variedades de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) a partir de compuestos integrados con generaciones avanzadas de híbridos, Tesis maestro en ciencias, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, - Chapingo, México.
- 20.- Rassmusson, D.C. 1968. Yield stability of yield of - barley populations. Crop. Sci. 8: 600-682.
- 21.- Romero, H.L. 1984. Antecedentes del mejoramiento genético del sorgo en México (1892-1980). Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León Centro de Investigaciones Agropecuarias Marín - N.L. México.
- 22.- Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. - Ed. Trillas. México.

- 23.- Trujillo, A.J.J.G. 1985. Comportamiento de poblaciones homogéneas y heterogéneas de sorgo para grano (Sorghum bicolor L. Moench). Tesis maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de genética Chapingo, México.
- 24.- Stephen, J.C. and J.R. Quinby 1933. Bulk emasculation of Sorghum flowers Jour. Amer. Soc. Agrom 25: - 233,234.
- 25.- Wall, J.S. y W.M. Ross, 1975. Producción y usos del sorgo. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- 26.- Zavala, G.F. 1984. Estudios sobre el crecimiento y desarrollo del sorgo en México. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Marín N.L.

Cuadro 1 Principales características de las localidades en las que han sido sometidos a estudio, los materiales generados por este programa.

Localidad	Altitud (msnm)	Temp. \bar{X} °C	PP(mm)	Clima	Mes mas calido	\bar{X} Temp. (Jun a Oct.)C
Mexiticacan	1750	18	685	C(Wo)(WOb(e)g Templado Sub-humedo	Mayo	19.65
Zapopan	1570	21.7	933	A(E)Wo(W)(i)g Semicalido Sub-humedo	Mayo	22.7
La Barca	1510	20.7	752	(A)C(Wo)(W)a(i)g Semicalido Sub-humedo	Mayo	22.06
V. Carranza	1276	21.1	766.9	(A)C(Wo)(W)a(I)g Semicalido Sub-humedo	Mayo	22.5
La Huerta	280	25.2	1117.1	AWI(W)(i) Calido sub-humedo	Junio	26.9

Cuadro 2 Relacion de tratamientos y \bar{X} de rendimiento de la evaluacion de materiales de sorgo para consumo humano. (verano 1983).

Genealogia	No. Entrada	\bar{X} Rend Ton/Ha
BR-48	22	4.951
O.XTRA	19	4.604
Br-64	24	4.416
RUBY	5	4.000
P-8225	18	3.576
L-10 UDG	10	3.500
W-698	17	3.430
BRAVE-E	7	3.354
L-4 UDG	16	3.229
BRAVE-M	4	3.215
H-804	3	3.159
D-55	25	2.722
L-9 UDG	11	2.555
GRANADA	6	2.555
L-7 UDG	13	2.458
L-6 UDG	14	2.430
JADE	9	2.291
H-799	2	2.229
L-8 UDG	12	2.180
D-61	20	2.083
W-866	1	1.930
L-S UDG	15	1.770
ESMERALD	8	1.687

Cuadro 3 Analisis de varianza, evaluacion de materiales de sorgo para consumo humano (verano 83).

FV	GL	SC	CM	FC	ET	
					0.05	0.01
Tratamientos	22	54.1797	2.4627	3.0183 **	1.785	2.28
Bloques	2	11.9723	5.9861	7.3368		
Error E.	44	35.903	0.8159			
Total	68	102.055				

Cuadro 4 Prueba de medias para rendimiento en Ton/Ha -
 (utilizando el metodo de Duncan al 0.05 de probabilidad de materiales de sorgo para consumo humano verano (1983))

Orden	No. Entrada	X Rend.	Ton/Ha
1	22	4.951	a
2	19	4.604	a
3	24	4.416	ab
4	5	4.000	abc
5	18	3.576	abcd
6	10	3.500	abcd
7	17	3.430	abcde
8	7	3.354	abcde
9	16	3.229	abcde
10	4	3.215	abcde
11	3	3.159	bcde
12	25	2.722	bcde
13	11	2.555	cde
14	6	2.555	cde
15	13	2.458	cde
16	14	2.430	cde
17	9	2.291	cde
18	2	2.229	cde
19	12	2.180	de
20	20	2.083	de
21	1	1.930	de
22	15	1.770	de
23	8	1.687	e

Cuadro 5 Relacion de tratamientos y \bar{X} de rendimiento de la evaluacion de materiales de sorgo para consumo humano e hibridos comerciales verano (84)

Genealogia	No. Entrada	\bar{X} Rend. Ton/Ha
L-8 UDG	12	6.479
L-7 UDG	13	6.340
L-4 UDG	16	6.312
L-5 UDG	15	6.270
GRANADA	6	5.413
L-6 UDG	14	5.324
D-55	23	5.208
DK-38	20	4.982
L-10 UDG	10	4.774
L-9UDG	11	4.590
BRAVE-E	7	4.513
BR-48	21	4.364
RUBY	5	4.267
W-698	17	3.864
BR-64	22	3.784
H-804	3	3.482
D-61	19	3.479
BRAVE-M	4	3.263
H-799	2	3.159
O.XTRA	18	2.982
JADE	9	2.760
ESMERAL	8	2.652
W-866	1	2.440

Cuadro 6 Analisis de varianza, evaluacion de
 materiales de sorgo para consumo hu
 mano (verano 84)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Tratamientos	22	104.418	4.7462	2.548	*	1.785 2.888
Bloques	2	1.0414	0.5207	0.796		
Error E.	44	81.933	1.8621			
total	68	187.3924				

Cuadro 7 Prueba de medias para rendimiento en Ton/Ha -
 utilizando el metodo de Duncan al 0.05 de probabilidad de materiales de sorgo para consumo humano

Orden	No. Entrada	Genealogia	\bar{X}	
1	12	L-8 UDG	6.479	a
2	13	L-7 UDG	6.349	a
3	16	L-4 UDG	6.312	a
4	15	L-5 UDG	6.271	a
5	6	GRANADA	5.413	ab
6	14	L-6 UDG	5.324	abc
7	23	D-55	5.209	abc
8	20	DK-38	4.982	abc
9	10	L-10 UDG	4.774	abcd
10	11	L-9 UDG	4.590	abcd
11	7	BRAVE-5	4.514	abcd
12	21	Br-48	4.364	abcd
13	5	RUBY	4.267	abcd
14	17	W-698	3.898	abcd
15	22	Br-64	3.784	abcd
16	3	H-804	3.482	abcd
17	19	D-61	3.479	abcd
18	4	BRAVE-M	3.382	bcd
19	2	H-799	3.159	bcd
20	18	O. XTRA	2.982	bcd
21	9	JADE	2.761	bcd
22	8	ESMERALD	2.652	cd
23	1	H-866	2.441	d

Cuadro 8 Genealogia y algunas características de
18 líneas F₄ derivadas de F₂ y Dos Testigos
comerciales (verano 84)

No. de Línea	Genealogia	\bar{X} Rendimiento Ton/Ha	Días a Floración	Altura de Planta en cm
1 36	(80 B 348-177 CS)2-1-M	2.835	92	102
2 51	(77CS5x77CS1)2-1-M	6.06	89	99.3
3 54	(77CS5x77CS1)2-4-M	7.428	90	127
4 58	(77CS5x77CS)2-8-M	3.8	90	89.6
5 62	(77CS5x77CS)2-12-M	6.688	91	107.3
6 82	(80T5058 x x77Cs2)2-1-M	1.358	87	74
7 120	(80B331-1XRTX430)2-1-M	5.428	92	73
8 136	(80B331-1XRTX430)2-17-M	5.933	92	79.6
9 182	(CSXR10)-3-5-1XRTX430)2-1-M	5.013	91	96
10 199	(CSXR10)-3-5-1XRTX430)2-8-M	8.120	90	93.3
11 197	(CSXR10)-3-5-1XRTX430)2-6-M	6.318	89	105
12 214	(80T58XADN55)2-1-M	7.376	90	132

Cuadro 8 Continuacion

No. de Linea	Genealogia	\bar{X} Rendimiento Ton/Ha	Dias a Floracion	Altura de Planta en cm.
13 322	(RTX430XCSC0326-6)2-1-M	7.923	93	96.6
14 323	(RTX430XCSC0326-6)2-2-M	5.078	90	85
15 325	(RTX430XCSC0326-6)2-4-M	5.793	93	81
16 321	(RTX430X76CS490)2-1-M	4.815	89	118.6
17 342	(R10X74CS5388)2-1-M	11.220	90	159
18 350	(R10X74CS5388)2-9-M	6.063	89	129.3
19	Dekalb D-55	7.705	88	126.3
20	Wac-698	11.12	92	124

Cuadro 9 Prueba de medias para la característica de rendimiento por el metodo Duncan al 0.05% de probabilidad.

Orden	Tratamiento	\bar{X} Rend. Ton/Ha	
1	17	11.22	a
2	20	11.12	a
3	10	8.120	b
4	13	7.923	b
5	19	7.705	bc
6	3	7.428	bc
7	12	7.376	bc
8	5	6.688	bc
9	11	6.318	bcd
10	18	6.063	bcd
11	2	6.06	bcd
12	8	5.933	bcd
13	15	5.793	bcd
14	7	5.428	bcd
15	14	5.078	bcd
16	9	5.013	bcd
17	16	4.815	bcd
18	4	3.8	bcd
19	1	2.835	cd
20	6	1.358	d

Cuadro 10 Características agronomicas de las mejores líneas de sorgo para condiciones de temporal. Subóptimas (ciclo P/V 84).

No. Entrada	Genealogia	Peso de 1000 semillas grs.	Altura planta (cm)	No. hojas	Días a flora-	Excercion (cms.)	Area foliar
37	(AN-P2BR)-3-M	25	1.556	8	65	3	361.95
35	(AN-P2BR)-6-M	32.5	1.586	9	72	4	342
36	(AN-P2BR)-8-M	32	1.486	8	65	5.5	352.68
39	(AN-P2BR)-4-M	30	1.259	8	69	7	373.87
40	(AN-P2BR)-9-M	15	1.155	7	50	11.25	267.75
31	(AN-P2BR)-1-M	21.5	1.015	7	75	16.5	277.03
14	(AN-P2BR)-5-M	30.5	1.339	7	55	16.5	292.93
32	(AN-P2BR)-15-M	22.5	.90	8	74	8.5	315.52
6	(AN-P2BR)-13-M	21	1.3575	7	60	16.5	252.6
23	(AN-P2BR)=18-M	25.5	1.350	7	61	17	296.55

Cuadro 11 Prueba de medias (Duncan al 0.05% de probabilidad) de 40 líneas evaluadas bajo el diseño de bloques al azar.

	No. Entrada	\bar{X}	
1	37	6.04	a
2	35	5.61	a
3	36	5.58	a
4	39	4.93	ab
5	40	3.97	bc
6	31	3.96	bc
7	14	3.57	cd
8	32	3.48	cde
9	6	3.41	cdef
10	23	3.37	cdef
11	12	3.305	cdefg
12	15	3.295	cdefg
13	13	3.290	cdefg
14	34	3.16	cdefgh
15	10	3.12	cdefghi
16	18	3.07	cdefghi
17	38	3.00	cdefghi
18	25	2.97	cdefghi
19	16	2.935	cdefghi
20	30	2.86	cdefghij

Cuadro 11 Continuacion.

	No. Entrada	\bar{X}	
21	19	2.79	cdefghij
22	21	2.76	cdefghij
23	22	2.73	cdefghij
24	27	2.73	cdefghijk
25	1	2.63	cdefghijk
26	11	2.615	cdefghijk
27	26	2.6	cdefghijk
28	9	2.57	cdefghijk
29	17	2.335	defghijk
30	3	2.14	defghijk
31	20	2.09	efghijk
32	33	2.04	efghijk
33	7	2.02	efghijk
34	29	1.97	fghijk
35	8	1.85	ghijk
36	28	1.78	hijk
37	2	1.71	hijk
38	4	1.66	ijk
39	24	1.445	jk
40	5	1.21	k

Cuadro 12 Relacion de tratamientos y media de rendimiento en forraje verde de la evaluacion de 24 líneas de sorgo forrajero realizada en el ciclo verano 84.

Genealogia	No. Entrada	Ren. Ton/Ha
150-6	1	50.34
352-1	22	50.23
SX-17	testigo	49.05
164-4	6	43.71
208-Tx	23	43.04
170-1	11	42.93
311-1	20	42.10
312-1	21	41.27
166-2	8	40.92
206-Tx	3	39.72
178-1	17	36.0
166-4	9	34.70
171-2	12	33.86
184-1	18	31.53
164-1	5	31.43
177-5	16	30.52
171-3 (a)	13	28.80
172-1	15	28.01
209 Tx	24	27.71
154-7	4	25.90
171-3 (b)	14	25.52
165-1	7	25.09
167-4	10	24.08
152-1	2	24.04
184-3	13	16.53

Cuadro 13 Analisis de varianza para rendimiento de forraje verde en la evaluacion de 24 lineas de sorgo forrajero (verano 84)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Tratamientos	24	6372.894	265.537	12.538 **	1.754	2.214
Repeticiones	2	16.48	8.24	0.389	3.19	5.08 NS
Error Exp.	48	1016.564	21.178			
Total	74					

** Altamente significativo

NS= No significativo

CV= 13.26%

Cuadro 14 Comparacion de medias obtenidas por cada --
tratamiento en forraje verde, mediante la -
prueba de Duncan al 0.05%.

Gonealogia	No. Entrada	X Ton/Ha	Grupo
150-6	1	52.34	a
352-1	22	50.23	ab
5x-77	25	49.05	abc
164-4	6	43.71	bcd
208-TX	23	43.04	bcde
170-1	11	42.93	bcdef
311-1	20	42.10	bcdef
312-1	21	41.27	cdef
166-2	8	40.92	cdef
206-TX	3	39.72	defg
178-1	17	38.00	defgh
166-4	9	34.70	efgh
171-2	12	33.86	fghi
184-1	18	31.53	ghij
164-1	5	31.43	ghij
177-5	16	30.52	hij
171-3 (a)	13	28.80	ij
172-1	15	28.01	ij
209-TX	24	27.71	ij
154-7	4	25.90	ij
171-3(b)	14	25.52	ij
165-1	7	25.09	ij
167-4	10	24.08	jk
152-1	2	24.04	jk
184-3	19	16.53	k

*Tratamientos con misma literal son estadisticamente iguales.

Cuadro 15 Características agronomicas de 25 líneas de sorgo forrajero.

Genealogia	Altura de Planta (m)	Dias a floracion	Grosor de tallo	No. de hojas	Dias al corte	Ciclo vegetativo
150-6	2.55	90	1.2	7	117	Precoz
152-1	2.11	90	1.2	7	125	Intermedio
206-TX	2.65	91	1.0	8	125	Intermedio
154-7	2.29	90	1.1	7	124	Intermedio
164-1	2.39	96	1.0	8	131	Tardio
164-4	2.71	97	1.1	9	131	Tardio
165-1	1.28	90	1.0	8	133	Tardio
166-2	2.49	94	1.1	8	123	Intermedio
166-4	2.58	96	1.1	8	123	Intermedio
167-4	2.12	96	1.1	8	133	Tardio
170-1	2.51	93	1.1	8	128	Intermedio
171-2	2.43	95	1.0	7	125	Intermedio

Cuadro 15 Continuacion.

Genealogia	Altura de planta	Dias a floracion	Grosor de tallo	No. de hojas	Dias al corte	Ciclo vegetativo.
171-3(a)	2.39	97	1.1	8	128	Intermedio
171-3(b)	2.30	55	1.0	7	131	Tardio
172-1	2.14	95	1.0	6	124	Intermedio
177-5	2.48	95	1.1	8	131	Tardio
178-1	2.56	96	1.1	8	128	Intermedio
184-1	2.46	93	1.1	8	128	Intermedio
184-3	2.24	98	1.0	7	133	Tardio
311-1	2.65	96	1.1	8	128	Intermedio
312-1	2.75	96	1.1	8	127	Intermedio
352-1	2.91	97	1.1	10	132	Tardio
208-TX	2.55	98	1.0	8	128	Intermedio
209-TX	2.40	98	1.1	8	128	Intermedio
S X-17	2.43	78	0.9	7	110	Precoz

Cuadro 16 Características bromatológicas de 25 líneas de sorgo forrajero (verano 84).

Genealogía	% Fibra	% Ceniza	% EE	% ENN	% Mat. Seca	% Humedad	% Protei na.
150-6	8.5	2.2	0.4	17.4	31.7	68.3	3.2
152-1	9.7	2.2	0.4	20.3	35.8	64.2	3.2
206-TX	8.2	2.3	0.5	19.8	33.6	66.4	2.8
154-7	8.1	2.5	0.5	18.3	32.2	67.8	2.5
164-I	8.3	2.4	0.7	20.6	35.1	64.9	3.1
164-4	8.4	2.5	0.5	18.8	33.2	66.8	3.0
165-1	8.6	2.2	0.6	20.6	35.2	64.8	3.2
166-2	8.5	2.5	0.5	19.2	34.8	65.2	3.4
166-4	8.2	2.2	0.4	17.6	31.6	68.4	3.0
167-4	8.4	2.9	0.6	21.5	36.8	63.2	3.3
170-1	9.2	2.6	0.5	19.6	35.2	64.8	3.2
171-2	9.3	2.5	0.3	18.9	33.9	66.1	2.9

Cuadro 16 Continuacion.

Genealogia	%Fibra	%Ceniza	%EE	%ENN	% Mat. Seca	%Humedad	Proteina
171-3 (a)	9.6	2.7	0.6	23.0	39.2	60.8	2.7
171-3 (b)	10.1	2.8	0.5	19.4	36.0	64.0	3.3
172-1	8.8	2.3	0.6	18.0	32.8	67.2	3.1
177-5	8.6	2.9	0.5	20.4	35.2	64.8	2.9
178-1	8.1	2.4	0.5	15.2	28.6	71.4	2.5
184-1	12.8	3.5	0.7	18.8	39.2	60.8	3.5
184-3	6.4	2.3	0.6	18.6	30.5	69.5	2.7
311-1	10.9	2.6	0.5	22.8	40.5	59.5	3.6
312-1	9.4	2.3	0.4	19.4	34.5	65.5	3.0
352-1	7.3	2.5	0.7	19.2	32.7	67.3	2.9
208-TX	7.3	2.2	0.3	20.3	32.7	67.3	2.6
209-TX	6.8	2.2	0.3	18.0	29.9	70.1	2.6
SX-17	6.8	2.6	0.3	17.2	30.4	69.6	3.3