

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION INTERINSTITUCIONAL DE MATERIALES  
EXPERIMENTALES DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench).

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION GANADERIA

P R E S E N T A

JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL. 1991

EVALUACION INTERINSTITUCIONAL DE MATERIALES  
EXPERIMENTALES DE SORGO ( Sorghum bicolor L. Moench ).

" El que cultiva su campo se hartará de pan,  
el que sigue ilusiones se hartará de miseria."

Prov. 28:19

" Ahora sé que hay algo más alto que el cielo, y  
más hondo que el océano, y  
más extraño que la vida, la muerte y el tiempo. "

Gibran Jalil Gibran.

# BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD  
EXPEDIENTE \_\_\_\_\_  
NUMERO 0889/91

27 de noviembre de 1991

C. PROFESORES:

M.C. ELIAS SANDOVAL-ISLAS, DIRECTOR  
ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA, ASESOR  
ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA, ASESOR

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

EVALUACION INTERINSTITUCIONAL DE MATERIALES EXPERIMENTALES DE  
SORGO (Sorghum bicolor L. Moench)

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, 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.

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"  
EL SECRETARIO

ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUA

mam



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD  
Expediente .....  
Número 0889/91

27 de noviembre de 1991

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

JOSE MIGUEL PADILLA GARCIA

titulada:

EVALUACION INTERINSTITUCIONAL DE MATERIALES EXPERIMENTALES DE  
SORGO (Sorghum bicolor L. Moench)

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS

ASESOR

ASESOR

ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA

ING. ALONSO MUÑOZ ORTEGA

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número

## DEDICATORIA

A Dios, gloria y alabanzas por siempre.

A mis Padres: Dip. Sabino Padilla Trejo  
María del Carmen García Herrera

Quienes por su tesón, cariño y comprensión hicieron posible que este su hijo lograra alcanzar la meta de llegar a ser profesionista, espero corresponderles con gratitud y con amor.

A mis hermanos: Silvia Berenice y José Luis  
Sabino  
Alejandro  
Oscar  
Sergio  
Juan  
María del Carmen  
A. Berenice, mi sobrinita.

Con quienes he vivido y que si muriera, con gusto volvería a nacer en esta misma familia y a quienes además los amo.

A mis parientes, amigos y amigas:

Si los nombrará serian muchos y si más aún siguiera un orden de afecto para con cada uno, todos irían al comienzo. A todos gracias por sus palabras de apoyo y superación que tuvieron para con mi persona.

A mis maestros:

Que fueron grandes amigos y además son grandes baluartes de la sociedad.

Gracias.

José Miguel.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara: encargada de formar los profesionistas que hacen realidad la transformación de la sociedad.

**Al M.C. Elías Sandoval Islas:**

Por su dirección, enseñanza y dedicación para la realización del presente trabajo y por la formación constante que tiene para hacer que se superen los integrantes del programa de investigación de sorgo.

**Al Ing. Salvador González Luna:**

Por su asesoría y enseñanza en la realización del presente trabajo y a quien felicito sinceramente por la finalización de su Maestría y a quien le deseo mucho éxito.

**Al Ing. Alfonso Muñoz Ortega:**

Por su asesoría y enseñanza recibida en el salón de estudios.

Siendo el presente trabajo parte del Programa de Mejoramiento Genético sobre Sorgo, agradezco la ayuda, apoyo y amistad que me brindaron sin esperar más que el reconocimiento de su labor fructífera, siendo todos ellos mis amigos:

Ing. Luis Javier Arellano Rodríguez

Adriana Zaragoza

Ing. Adriana N. Avendaño López

Jorge Arellano Rodríguez

Lorenzo Varela Reyes

Ing. José Sánchez Martínez

Francisco Palafox

Don Chuy y Don Cuco.

## I N D I C E

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCION.....	4
	2.1 Objetivos.....	6
	2.2 Hipótesis.....	7
3.	REVISION DE LA LITERATURA.....	8
	3.1 Orígenes y distribución.....	8
	3.2 Diversidad genética y su aprovechamiento	13
	3.3 Antecedentes del sorgo en México.....	21
	3.4 Investigación sobre sorgo en México.....	27
	3.4.1 Programas nacionales de investigación sobre sorgo.....	29
	3.4.2 Programas internacionales de mejoramiento genético de sorgo...	43
	3.4.3 Criterios de selección aplicados.	46
	3.4.3.1 Recolección mecánica.....	46
	3.4.3.2 Adaptación y la precocidad	47
	3.4.3.3 Resistencia a enfermedades	49
	3.4.3.4 Resistencia a insectos...	51
	3.4.3.5 Calidad.....	52
	3.5 Sistemas de evaluación de nuevos materiales.....	54

# BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

3.5.1.1	Resultados de la evaluación de materiales experimental de sorgo.....	60
4.	MATERIALES Y METODO.....	64
4.1	Localización.....	64
4.2	Clima.....	64
4.3	Suelo.....	65
4.4	Material genético.....	65
4.5	Diseño experimental.....	68
4.5.1	Análisis estadístico.....	68
4.6	Aspectos agronómicos.....	70
4.6.1	Procedimiento experimental....	70
4.7	Variables.....	72
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	75
5.1	Rendimientos.....	75
5.2	Días a floración.....	77
5.3	Altura de planta.....	78
6.	CONCLUSIONES.....	94
	BIBLIOGRAFIA.....	96

## 0. LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS.

- Figura 1: Centro de origen de los principales cultivos (Varibu)
- Figura 2: Relación de los 19 genotipos evaluados, más los 3 testigos (híbridos) su geneología y origen
- Gráfica 1: Cuadro de Concentración de datos
- Gráfica 2: Gráfica de valores de rendimiento para grano
- Cuadro 1: Análisis de variantes para rendimiento
- Cuadro 2: Prueba media de Duncan al 0.05 de probabilidad para el rendimiento.
- Cuadro 3: Análisis de variantes para días de floración
- Cuadro 4: Prueba de media de Duncan al 0.05 de probabilidad para días de floración.
- Cuadro 5: Análisis de variantes para altura de planta
- Cuadro 6: Prueba de media de Duncan al 0.05 de probabilidad para altura de planta.

## 1 . RESUMEN

El incremento de la población trae como consecuencia que los investigadores, dedicados a eficientizar los recursos tanto económicos como genéticos, busquen formas de avanzar en la toma de decisiones, haciendo equipo con otros investigadores del país, intercambiando materiales para su prueba y evaluación en diferentes ambientes y años, para conocer el potencial de rendimiento, adaptación y demás características agronómicas.

Por lo anterior, en los campos experimentales Los Belenes de la Fac. de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, municipio de Zapopan, Jal., en el ciclo agrícola P.V. 1989 y con el objetivo de iniciar el intercambio de material genético con otras instituciones dedicadas al mejoramiento del sorgo, se evaluaron 19 genotipos de 5 Instituciones, además de 3 testigos híbridos comerciales, recomendados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para la zona en cuestión.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con 4 repeticiones y 22 tratamientos de 4 surcos de 5 mts. de largo por 0.80 mts. de ancho entre surcos.

Se realizó el análisis de varianza de las variables días a floración, altura de planta y rendimiento, además de la prueba de medias de Duncan al 0.05% de probabilidad para las mismas variables, obteniendo los siguientes resultados.

El material que presentó la media de rendimiento más alta fue la línea UDG-320 con 6.442 ton/ha. el testigo más cercano en cuanto a rendimiento se refiere fue el Híbrido BR-57 de la casa comercial Dekalb, con 3,593 ton/ha., además ocupó el 11vo. lugar, abajo de otros materiales provenientes de las instituciones participantes. La línea LES 40-R presentó la media de rendimiento más baja (1.291 ton./Ha.).

Con respecto al grupo de materiales evaluados, clasificándose como el material más precoz dado que presentó una media de días a floración de 80 explicándose de ésta manera el bajo nivel de rendimiento manifiesto bajo las condiciones agroclimatológicas prevalecientes en esta localidad.

El medio ambiente alteró significativamente las características cuantitativas de los genotipos evaluados en el presente trabajo.

Los resultados que se obtengan de las diferentes evaluaciones hechas por las instituciones participantes,

servirán para obtener más seguridad en la toma de decisiones por los responsables de los programas de investigación sobre el sorgo.

## 2. INTRODUCCION

La necesidad del incremento en la producción de alimentos ha sido manifiesta desde que el hombre tiene conciencia de su aprovechamiento y explotación. Por lo que se han hecho esfuerzos para aumentar el rendimiento de varios cultivos básicos para la alimentación del hombre. Existen en el mundo alrededor de 350,000 especies de plantas, de las cuales sólo 17 especies son las que ocupan un lugar preponderante como fuentes de alimentación para la raza humana.

El sorgo es de las plantas que el hombre cultiva para su alimentación, por lo que ha buscado incrementarlo constantemente y mejorarlo en el aspecto de la eficiencia.

El sorgo por su capacidad de adaptación y gran diversidad de usos tiene una gran importancia, ya que ofrece una gran versatilidad en resistencia, confiabilidad y estabilidad de rendimiento bajo condiciones muy adversas, con escasa precipitación dada su habilidad para evitar marchitamientos severos y resistir largas y severas sequías.

Actualmente en nuestro país se siembran alrededor de 2 millones de Has., arrojando un volumen aproximadamente de 6

millones de toneladas anuales. Estos valores convierten a México en el cuarto productor de sorgo en el mundo. A pesar de esto, nuestro país aún no es autosuficiente en éste cultivo, teniendo que importar 2 millones de toneladas aproximadamente cada año para cubrir la demanda interna.

Las metas de los mejoradores de plantas son desarrollar variedades o híbridos de alto rendimiento en los cultivos de cereales más importantes. Esto ha originado un incremento en producción por unidad de superficie y un aumento en la producción global en aquellos países que desarrollaron programas de mejoramiento genético, ya que una mayor producción unitaria estimula a un mayor número de agricultores a sembrar más superficie.

Es factible que el rendimiento de grano de ésta especie pueda incrementarse si se generan progenitores de híbridos, así como de variedades con características agronómicas y fisiológicas que mejor se adapten a las condiciones climáticas de las zonas sorgeras actuales y potenciales del país.

En México existen diferentes instituciones Nacionales que realizan investigación en el cultivo del sorgo, que utilizan germoplasma de diferente origen, y el cual no se ha combinado entre sí totalmente.

En México en el año de 1988, como primer alternativa de integración de los centros que realizan investigación en el cultivo de el sorgo, se estableció un acuerdo interinstitucional, en el que participaron 5 instituciones. Estas tienen como objetivo conocer el potencial de rendimiento y comportamiento agronómico de los genotipos de sorgos generados por éstas. Lo anterior se logró bajo el marco de la III Reunión Nacional sobre Sorgo, además de intercambiar germoplasma élite.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara participó en la evaluación de estos materiales en la localidad de Los Belenes en el Mpio. de Zapopan, Jalisco.

El presente trabajo intenta dar a conocer los resultados de esta evaluación, persiguiendo los siguientes Objetivos e Hipótesis.

## **2.1. Objetivos**

1.- Evaluar la capacidad de rendimiento de 22 materiales experimentales de sorgo de diferentes instituciones nacionales de investigación.

2.- Valorar las características agronómicas y de adaptación de

22 materiales experimentales de sorgo.

## **2.2. Hipótesis**

Ho. Los materiales de sorgo a evaluar presentan diferentes características agronómicas y capacidad de rendimiento entre sí.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. Orígenes y Distribución

Nielson, citado por Hu ghues y Hensen (1957), menciona que el origen del cultivo de plantas no se conoce con exactitud. La mayoría de las autoridades competentes están de acuerdo en que la mujer fue la responsable de los primeros intentos de cultivar plantas. El primer cultivo de plantas fue probablemente hecho con cereales en el Sureste de Asia o Egipto.

Según Harlan (1975), en el caso de la domesticación de plantas y animales, los recursos silvestres fueron alterados genéticamente de su estado original, desde que formaron parte de la actividad del hombre. El tiempo de domesticación es un proceso de evolución, donde fueron establecidos todos los rangos de asociaciones de plantas y animales con el hombre, en un rango de diferenciaciones morfológicas desde formas idénticas a las razas silvestres hasta completar las razas domésticas. Una planta o animal totalmente doméstico, es completamente dependiente del hombre para sobrevivir, por consiguiente, la domesticación implica un cambio en su adaptación ecológica, y éste estará asociado con una diferenciación morfológica. Existen inevitablemente muchos estados intermedios.

El concepto de centros de origen ha estado en desarrollo desde tiempos de Vavilov. Básicamente, Vavilov hizo trazar líneas alrededor de áreas en las que la agricultura ha estado practicándose por largo tiempo en las cuales surgieron las civilizaciones indígenas. La geografía de la distribución de los cultivos ha estado por encima de la geografía de la historia humana.

Hughes y Hensen (1957), declararon que la disponibilidad de los alimentos, siempre tendrán que ser para el hombre el problema más importante; ello representa el poder sobrevivir. Los estándares de vida dependen directamente sobre la eficiencia con que se producen los alimentos. Cuando es necesario que más de la mitad de la misma población se dedique a la producción de los alimentos para su mantenimiento, resulta relativamente un bajo estándar de vida.

De acuerdo a Hughes y Hensen (1957), las características de la vegetación nativa está íntimamente relacionada con las condiciones climáticas, particularmente con la humedad y la temperatura. Señalan que mundialmente existen 8 centros importantes de producción de cultivos. (Figura:1).

Uno de los centros de mayor importancia de producción de sorgo lo constituye el Sur de Africa y Estados fronterizos,

además de la India en el que después del arroz, el sorgo es uno de los cultivos de mayor importancia.

Vavilov (1951), propone que el sorgo es originario de el centro de Etiopía.

De acuerdo a Poehlman (1965), los sorgos son nativos de ciertas regiones de Africa y Asia donde se han cultivado desde hace más de 2,000 años.

Sin embargo, según Wall y Ross (1975), 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 A.C.

Harlan (1971), sugiere que el sorgo probablemente estuvo enoblecido mucho tiempo sobre muchos años fuera de los centros establecidos, a lo largo del Oeste de Etiopía entre el Sudán y el Chad. La gran diversidad y abundancia de especies silvestres y malas hierbas, así como la presencia de razas primitivas en esta región, son evidencias para esta conclusión.

Para Cejudo (1978), el sorgo proviene de Africa y Asia, su introducción al Continente Americano comienza alrededor del año de 1874.

House (1982), declara que las rutas extensas de comercio por tierra (alrededor del Mar Arábico) y por mar (en el Este del Mediterráneo) fueron las rutas por las que llegó el sorgo a la India, ya que su cultivo se menciona en leyendas que datan desde el siglo I.D.C.

Para Miller (1989), el sorgo es originario del cuadrante noreste de Africa, cerca del Ecuador.

De acuerdo a Poehlman (1965), la introducción a los Estados Unidos fue en Carolina del Sur, del pasto Johnson, como sorgo forrajero, se introdujo desde Turquía en 1830, aunque tuvo una nefasta aceptación ya que llegó a considerársele mala hierba. Posteriormente fue introducido un sorgo para miel importado de Natal, Africa del Sur en 1857.

El sorgo es uno de los 5 cereales más importantes del mundo, millones de gente de Africa y Asia dependen de su cultivo para subsistir, al representar el alimento básico dentro de su dieta.

El sorgo tiene varias clasificaciones que dependen del uso que se le quiera dar, entre otros como: alimento básico humano y alimento concentrado en la dieta animal, como forrajero, en la obtención de jarabes, fabricación de escobas, bebidas

alcohólicas, material para construcción etc. Dado lo anterior es posible clasificarlo en sorgos para grano, forraje, miel, escoberos y otros más.

En cuanto a sorgo para grano, su semilla los relativamente grande, apetecible y después de la trilla queda completamente libre de glumas, entre los que encontramos las primeras introducciones a América de sorgo los llamados Milo, Kafir, Hegari y Feterita. Muchas de las variedades nuevas se han originado por hibridación entre dichos grupos. El Milo se introdujo en Carolina del Sur hacia 1880, era una variedad gigante que alcanzaba de 1.8 a 2.4 mts. de altura. El Kafir blanco y rojo, fue introducido a los Estados Unidos traído del Africa del Sur en 1876. El Hegari fue introducido de Africa en 1908 y el Feterita, introducido desde la región del Sudán, Africa en 1907.

Por lo que concierne a sorgos para miel, éstos son dulces y tienen un jugo abundante siendo apropiados para utilizarse como ensilaje, forraje y heno, o para la producción de miel o jarabe. Las variedades cultivadas como la Honey, Orange, Gooseneck, Sourless y Sumac fueron importadas de Natal, Africa del Sur en 1857.

En los sorgos forrajeros el pasto Sudán, se utiliza para

pasto, heno y ensilaje, se introdujo del Sudán, Africa en 1909. El pasto Johnson fue cultivado extensivamente en Carolina del Sur, introducido desde Turquía en 1830 y se le considera mala hierba.

Por otro lado los sorgos escoberos se utilizan para la fabricación de escobas, este tipo de sorgo tiene su origen en Africa, aún cuando se han cultivado en Europa durante varios siglos.

A su vez existen sorgos que son utilizados para propósitos especiales, entre otros se pueden citar a las variedades con endosperma céreo que se han utilizado para la fabricación de adhesivos; papel para pegar, textiles, goma para estampillas y sobre, y como sustituto de productos alimenticios, como la tapioca.

### **3.2. Diversidad genética y su aprovechamiento.**

A pesar de los intentos que se hacen en los programas de mejora genética de las plantas por ampliar la base genética de los cultivos que se explotan comercialmente, esta sigue siendo aún muy reducida, lo cual puede ser peligroso si se considera la alta capacidad de mutación de los microorganismos que

encontrarían un medio fácil de reproducción, dada la escasa variabilidad presente en las especies.

Según Brauer (1969), la variación es una propiedad de todos los seres vivos y se dá por los distintos efectos hereditarios y ecológicos ya que ambos interaccionan entre sí para dar a la planta una composición genética diferente a su progenitor.

Sprague (1955), señala que en las plantas autofecundadas hay poca variación y que la autofecundación reduce la variabilidad, puesto que la pureza de una línea se aprecia precisamente en la uniformidad y constancia de sus caracteres a través de las generaciones.

De acuerdo a National Academy of Science (1972), citado por Jugenheimer (1981), esta uniformidad y constancia genética, hace decrecer la variabilidad genética e incrementa la vulnerabilidad y la consecuente pérdida económica, debido a los procedimientos usados por la mayoría de los fitomejoradores que tienden más a reducir que a extender la base genética de las plantas cultivadas.

Según Harlan (1975), el mayor grado de variabilidad genética de un cultivo es posible encontrarlo en la región de origen del mismo; ésto es especialmente cierto si mucha de la

variación es controlada por genes dominantes y si la región también contiene razas silvestres del cultivo en cuestión.

Quinby (1974), considera como un mito la idea de que la pérdida de la diversidad en el desarrollo vital de genes, esté asociada con la uniformidad en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) mejorado, el dice "los genes dominantes vitales no son perdidos durante el proceso del desarrollo de la planta, de otra manera el surgimiento de plantas sería anormal".

Brauer (1969), acierta que los centros de origen donde la variación de una especie es grande, son generalmente lugares donde puede considerarse que la selección natural es poco activa, es decir, que el medio ecológico en general es relativamente neutro y permite que en esas condiciones sobrevivan tipos que de otra manera serían eliminados por las condiciones extremas de clima, suelo, insectos, enfermedades, etc.

Villalobos (1984), indica que la variabilidad genética es fundamental para asegurar nuestra futura alimentación y la concentración de esfuerzos para su incremento debe ocupar un lugar prioritario.

Para Brauer (1969), desde el punto de vista de la

evolución, el origen verdadero de la variación descansa por completo en las mutaciones. Las mutaciones permiten la aparición de nuevas formas y son, por tanto, el origen verdadero de la variabilidad.

Para Brauer (1960), la mayoría de los avances tecnológicos en la producción agrícola dependen de un reducido número de genes.

Si uno de estos genes se incorpora a muchas variedades y se presentara un parásito con preferencia por los caracteres controlados por ese gene, entonces estaría preparando el terreno para una epífita.

De acuerdo a House (1982), la variación genética de los sorgos usados tradicionalmente en muchos lugares, las colecciones hechas dentro de una región y las selecciones de estas colecciones o de cruzas entre ellas, normalmente producen una pequeña ganancia en rendimiento.

La diversidad genética es necesaria para desarrollar híbridos de comportamiento superior, ésto conduce el fitomejorador hacia la búsqueda continua de técnicas para generarla y aprovecharla.

De acuerdo a Martínez et al (1983), en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), la disponibilidad de variación genética para el mejoramiento del cultivo es alta en las regiones del Noroeste 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 partes altas y ciclos vegetativos muy prolongados, el fitomejorador aplica técnicas que le permitan manejar dichos caracteres indeseables, convirtiéndolos en materiales adaptados a las condiciones de América.

Según Jugenheimer (1981), un aspecto importante del mejoramiento de sorgo es tener una gama de tipos varietales, de tal manera que el investigador tenga mejor oportunidad de selección.

Recurrir al germoplasma exótico de la planta trajo la adicción a las variedades mejoradas, fuentes de resistencia a enfermedades e insectos, este germoplasma exótico se encuentra

en sus fuentes de origen.

Poehlman (1965), considera que la capacidad para adaptarse a un nuevo clima de una variedad, adquiere aclimatación solamente por un incremento de los genotipos de la población que se adapta mejor al nuevo ambiente, que el promedio de los genotipos presentes originalmente.

En la obtención de la variabilidad genética, Poehlman (1969) menciona quien en el procedimiento de la hibridación, los fitogenetistas pueden combinar características convenientes de variedades progenitoras en nuevos tipos que no se han encontrado bajo condiciones naturales y que pueden, por lo tanto, incrementar las variaciones hereditarias dentro de dicha especie.

House (1982), señala que en un programa de mejoramiento de sorgo, un aspecto importante de la variabilidad genética, es tener una amplia gama de tipos varietales, de tal manera que el investigador tenga una mejor oportunidad de selección, esta variación genética puede obtenerse mediante:

- 1.- El uso de la colección mundial de variedades sin seleccionar
- 2.- Solicitando semillas de otros programas de mejoramiento.
- 3.- Mediante procedimientos de mejoramiento, tales como la

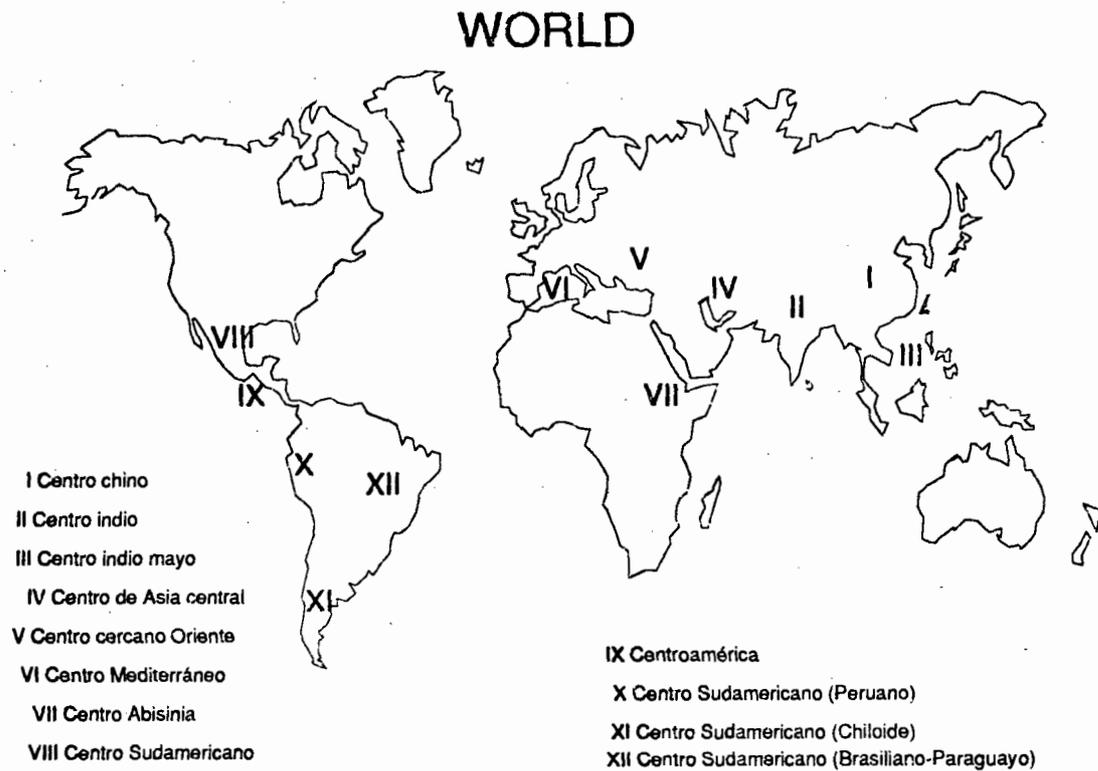
formación de compuestos, que retienen un alto nivel de variabilidad.

La diversidad genética promueve la adaptabilidad ante las fluctuaciones del 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.

Carballo (1978), indica que las colecciones por sí mismas no son de aprovechamiento inmediato debido a sus características agronómicas muy distantes del ideotipo comercial; habría entonces que definir primero los objetivos al utilizar la parte disponible de la colección, que puede ser para calidad nutritiva del grano, digestibilidad, producción de forraje, calidad como escoberos, etc.

Arellano (1985), menciona que cualquier cultivo estará en condiciones de optimizar su rendimiento toda vez que se le proporcione las mejores condiciones ambientales y de manejo.

FIGURA 1. Centro de origen de los principales cultivos. (Vavilov)



### 3.3. Antecedentes del Sorgo en México

Según Carballo (1978), en México, el sorgo comenzó a adquirir importancia a partir de 1960, hasta llegar a ocupar en la actualidad el 3er. lugar en superficie cultivada y el 2do. en producción a nivel nacional. No obstante el incremento en la superficie y la producción unitaria, nuestro país ha tenido que importar fuertes cantidades en los últimos años para satisfacer la demanda de la industria de alimentos para animales.

La extinta oficina de Estudios Especiales (O.E.E.) inició en México en 1944, la investigación sobre el cultivo del sorgo, delimitando áreas de adaptación y experimentando con las variedades comerciales disponibles.

El crecimiento del cultivo y la falta de aplicación de medidas fitosanitarias, han sido determinantes en el acrecentamiento de problemas de plagas, enfermedades, suelo, etc., que demandan un programa dinámico de mejoramiento genético, cuya base germoplásmica debe aplicarse y sobre todo aprovecharse correctamente, pues a la fecha el recurso genético que se está aprovechando es bastante limitado y ello representa un riesgo, particularmente en cuanto a problemas fitopatológicos eventuales.

En Roma, 1905, se estableció el Instituto Internacional de la Agricultura, considerado como el primer organismo mundial que se ocupa de problemas generales de la agricultura. En 1945 fue reemplazado por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas.

La cooperación internacional en la agricultura ha alcanzado un alto nivel de generosidad y ayuda mutua. Por regla general, los descubrimientos de la investigación agrícola se ponen libremente a disposición de los investigadores de otros países, ya sea mediante contactos directos o por medio de informaciones publicadas en revistas nacionales e internacionales.

A nivel mundial, la institución que está destinando mayores recursos económicos en la colecta de materiales de sorgo y su mantenimiento, es el (International Crops Research Institute for the Semiarid Tropics) Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT); quién hasta 1977 disponía de 1500 colecciones, que constantemente va en aumento.

De acuerdo a Reyes (1985), este centro (ICRISAT) se estableció en 1972 en Hyderabad, India. Sus objetivos principales son desarrollar sistemas agrícolas que ayuden a aumentar y a estabilizar la producción agrícola en los trópicos

semi-áridos con estación seca.

Al respecto Carballo (1978), señala que en virtud de que la colección mundial de sorgos cultivados reúne materiales de origen tropical, muchas de ellas no maduran bajo condiciones templadas debido que sus requerimientos de foto período corto. Por esta razón, la Universidad de Texas, A & M, EEUU, inició en 1963 un programa de conversión para adaptar los materiales de la colección mundial a clima templado, buscando: mayor diversidad nuclear y citoplasmática, mejorar la aptitud combinatoria, obtener resistencia a insectos y enfermedades, mejorar la calidad de proteína, etc.

De acuerdo a Quinby (1974), la conversión de sorgos tropicales a templados consiste en una sustitución de genes dominantes de altura y madurez por genes recesivos, aplicándose el proceso en forma inversa para cambiar sorgos templados a tropicales.

Carballo (1978), indica que el proceso de conversión permite utilizar fuentes de resistencia a plagas y enfermedades que existen en los sorgos tropicales.

Partiendo de los materiales adaptados, las Universidades de Nebraska y Purdue, desarrollaron también, poblaciones y

líneas con buen rendimiento, eficiencia, resistencia a sequía, etc.

Los Países Latinoamericanos han dependido principalmente de materiales introducidos de Estados Unidos, no obstante que tengan sus propios programas de mejoramiento genético.

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

De acuerdo a Carballo (1985), en 1943, se firmó un convenio que establece la colaboración conjunta entre el Gobierno Mexicano y la Fundación Rockefeller, lo que dá origen a la Oficina de Estudios Especiales (O.E.E.), como parte de la Secretaría de Agricultura y Fomento, lo que con el tiempo dió origen a la tecnología que estuvo asociada con la revolución verde.

El Departamento de Campos Experimentales, pasó a conformarse en 1940, como la Dirección de Campos Experimentales, misma que en 1945, se transformó en la Dirección de Investigaciones Agrícolas, la que a su vez en 1947, pasó a denominarse Instituto de Investigaciones Agrícolas (I.I.A.).

La aparente duplicación de esfuerzos entre la Oficina de Estudios Especiales (OEE), y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), representó un verdadero conflicto por tener cada organismo un enfoque diferente en cuanto a ideología y al impacto socio-económico entre un organismo internacional y otro nacional.

En 1961, se fusionaron el I.I.A. y la O.E.E., dando origen al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (I.N.I.A.) dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT), fue fundado en 1963 en México, es parte de una red de 13 Institutos Internacionales de Investigación Agrícola.

Carballo, (1978), hace saber 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.

Carballo (1978) indica que en México el sorgo se siembra principalmente para producción de grano, las zonas sorgueras del país son el Bajío, Jalisco, Tamaulipas y Sinaloa, en las cuales las siembras se hacen de riego, humedad o temporal, o en alguna combinación de estas situaciones, abarcando desde Diciembre hasta mediados de Julio.

La colección que se tiene en México, escasamente representa la quinta parte del total que se tenía a nivel mundial a mediados de 1977.

Para Reyes (1985), el INIA, es la dependencia oficial que realiza la investigación agrícola, la cual es completamente pragmática, de mediata o inmediata aplicación. La investigación básica se canaliza a través de los becarios que realizan estudios de postgrado en instituciones educativas del país o en el extranjero.

En el año de 1961, fue creada la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), como piedra angular de una nueva política

en materia de semillas. Sus recursos provienen de instituciones crediticias oficiales, de los subsidios que le proporciona el Gobierno y sus propios recursos económicos, fruto de la actividad de la compra y venta de semillas. Además tiene el derecho exclusivo de aprovechar comercialmente las semillas generadas en las investigaciones que realiza el INIA, por lo que se puede considerar que no asume el costo de la investigación, lo que en comparación con la industria privada, este beneficio corresponde a otro subsidio.

#### **3.4. Investigación sobre sorgo en México**

Los principales objetivos en el mejoramiento genético del sorgo son, citados por prioridad; el incrementar la productividad por unidad de área, mayor calidad por unidad de peso y el de tomar en cuenta su uso específico, grano, forraje, ambas u otra; en su rendimiento influyen características de la planta que son hereditarias, como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo y los factores ambientales como la lluvia, la temperatura y la duración del día.

García (1985) citado por Arellano et al (1989), señala que en México, se considera que los programas nacionales de mejoramiento genético, tendientes a formar variedades de

diferentes especies, principalmente de cultivos básicos, han cumplido satisfactoriamente en su cometido.

En 1987, el INIFAP crea redes de investigación del sorgo, que buscan, como señala Mendoza (1989), la identificación de combinaciones de híbridos que compitan con las empresas comerciales y que están proponiendo estrategias que faciliten una mayor disponibilidad de semillas de tales cultivares en el mercado semillero.

En la región centro de México, Vega (1989) dice que se siembran cerca de 761,000 Has. de sorgo con una producción de 3 millones de toneladas de las cuales, el 69% es bajo temporal y el 31% es de riego, reportando rendimientos promedios de 3.3 ton/ha. y 5.6 ton/ha respectivamente. Propone dos objetivos para aumentar los rendimientos y controlar los medios limitantes de la región como lo son generar técnicas de mejoramiento genético y generar tecnología de producción de este cultivo.

Williams (1982), señala que en los trabajos de mejoramiento genético en las plantas autógamias, requieren frecuentemente del cruzamiento de gran número de plantas fértiles y hace mención de varios métodos, de cuya eficiencia dependen los esquemas globales de mejoramiento en cuanto a costo y tiempo.

Para Betancourt et al (1982), los programas de mejoramiento de sorgo en México están basados en el esquema multilocacional convergente-divergente, donde a partir de F3 las líneas básicas se integran en ensayos (viveros) para selección intensiva a partir de esa generación.

Del Campo et al (1989), establecieron dos ensayos en el Valle de Aguascalientes para poder determinar la capacidad productiva de materia seca del mijo perla y variedades proporcionadas por ICRISAT, obteniendo producciones de hasta 21.7 ton/ha. de las variedades de ICRISAT por 14.6 del mijo perla testigo y concluyó que las variedades de ICRISAT representan una buena opción para la producción de forraje bajo riego.

### **3.4.1. Programas nacionales de investigación sobre sorgo:**

Williams (1986), señala que el programa de mejoramiento genético del sorgo del CAERIB, inició en 1973 con la introducción de germoplasma proveniente del CIAB en Celaya, Gto. y de EUA. Ya para 1980 habían liberado 8 sorgos mexicanos que no se comercializaron por ser susceptibles a mildiu vellosa; en este año libera el INIA RB-3006 con rendimiento superior a los anteriores, resistencia a enfermedades y de amplio rango de

adaptación, para la zona norte de México.

Entre sus objetivos están la obtención de híbridos superiores y la selección de variedades, buscar reducir la vulnerabilidad genética, utilizar metodologías avanzadas de mejoramiento e intercambiar germoplasma, dividiendo el trabajo del programa en seis sub-proyectos para alcanzar las metas u objetivos propuestos.

Hasta 1985, han logrado identificar en A2 y A3 (siendo A2 línea IS 126620) nuevos sistemas de esterilidad génico-citoplásmica, más el tradicional sistema milo Kafir (A1), aumentado la variabilidad genética del cultivo del sorgo, ya que líneas R en A1 son utilizadas como B en A2, dando mayor versatilidad en la formación de híbridos.

Williams (1984), señala que el sorgo es de por sí un cultivo promisorio por su rusticidad, amplia adaptación, tolerancia a sales, tolerancia a sequía, potencial de rendimiento, demanda de grano y múltiples usos de grano y planta.

Los resultados experimentales indican que es factible a corto plazo, principalmente incrementar el potencial de rendimiento de las variedades, mejorar su resistencia a

enfermedades y plagas, su adaptación y tolerancia a sequía y su utilización para consumo humano. Su mayor potencial se encuentra definitivamente en las áreas de temporal, porque es una planta con mayor tolerancia a la sequía que otros cultivos tradicionales.

Sandoval et al (1986), señala que el programa de mejoramiento genético de sorgo, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, se originó como producto de las relaciones inter-institucionales en 1981. Recibiendo un conjunto de materiales de sorgos segregantes, provenientes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, siendo materiales provenientes de generaciones segregantes (F3) de un grupo de cruza simples y múltiples realizadas en el Instituto Internacional de Investigaciones en cultivos para el trópico.

Para 1982, inició la introducción de germoplasma de un considerable número de materiales llevados a través del intercambio con diversos organismos de orden nacional e internacional, entre los que se encuentran el Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT); la Universidad de Texas A&M (Estación Experimental); Universidad de Nebraska; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN); Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

(INIA).

Debido a la gran diversidad genética del germoplasma obtenido, el alto grado de variabilidad presente, así como el grado de adaptación y fuentes de resistencia tanto a enfermedades importantes en la región como a factores adversos, permitió formular 4 diferentes proyectos específicos y con metodologías de mejoramiento diversas. Siendo la mayor parte del material introducido, materiales segregantes, se utiliza el método tradicional genealógico o pedigree, con una ligera variante conocida como "Evaluación de generaciones tempranas".

Debido a las características que presentaron los materiales y con el propósito de aprovecharlo al máximo, se establecieron los siguientes criterios o programas:

- 1.- Selección de materiales para condiciones de temporal (deficiente).
- 2.- Selección de materiales para condiciones de temporal óptimo.
- 3.- Selección de materiales de sorgo de doble propósito
- 4.- Selección de materiales de sorgo forrajeros.

Se logró generar la variedad UDG-110, que fue liberada en el año 1987, exigen otras líneas prontas a liberar por su alto

potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades importantes económicamente y con alto grado de adaptación para la región Occidente de México.

Sandoval et al (1984), enuncia la utilización del sorgo para el consumo humano; se preparó en 1981 un estudio para determinar la factibilidad de usar algunos materiales provenientes del ICRISAT para la elaboración de tortillas, mostrando rendimientos experimentales de 7-9 ton/ha. y un nivel aceptable de resistencia a los patógenos con excepción de Fusarium de la panoja.

Corral (1986). El mejoramiento del sorgo en Valles Altos, con sede en Chapingo, México, se inició en 1960 con la búsqueda de genotipos tolerantes a bajas temperaturas, de los materiales introducidos sobresalieron Nyundo, Mabere y Magune. En 1961 se realizaron los primeros cruzamientos con fuentes de precocidad y planta baja para posteriormente hacer selección individual y masiva en las generaciones avanzadas.

En 1973 se implementó un amplio programa de mejoramiento, y a partir de entonces se han efectuado trabajos de prácticas de cultivos, irradiaciones, estudios de microesporogénesis, efecto de la altitud en la formación del grano, formación de híbridos ecológicos, mejoramiento poblacional, introducción de

nuevas fuentes de tolerancia al frío, calidad del grano, evaluación de genotipos con diferentes grados de precocidad a nivel nacional y parcelas demostrativas. En 1982 se liberó la variedad Valles Altos 110 (VA 110).

En 1984 se reenfocó el programa para trabajar en forma integrada y coordinada en el proceso de selección de los materiales en los diferentes campos experimentales de Valles Altos a nivel nacional, teniendo los mismos objetivos y metas, de introducir el sorgo a estas regiones como una alternativa, para lo cual se están realizando introducciones y selección de germoplasma, un programa de cruzamiento, selección en las generaciones avanzadas, evaluación y aumento de materiales sobresalientes.

Romo et al (1984), menciona los objetivos planteados en el programa de mejoramiento de sorgo para los Valles Altos de México, considerando la problemática planteada tanto en el Programa de Sorgo de INIA como en el ICRISAT, siendo los objetivos obtener genotipos tolerantes e insensibles a las bajas temperaturas con las siguientes características:

- 1.- De ciclo corto. Se buscan genotipos con ciclo vegetativo entre 110 y 130 días, para que sembrados en temporal logren llegar a madurez fisiológica antes de

que se presenten las primeras heladas.

- 2.- Alto rendimiento. El sorgo para que sea una buena opción para los agricultores, debe superar en rendimiento al maíz.
- 3.-Amplia adaptación. La adaptación de los genotipos debe ser amplia, a fin de que puedan ser recomendados en diferentes regiones de los Valles Altos.
- 4.-Tolerantes a la sequía. Seleccionar genotipos capaces de producir en regiones de 200 a 400 mm de lluvia anual.
- 5.- Buenas características para alimentación humana y animal. El sorgo de grano blanco puede sustituir al maíz en regiones con agricultura de subsistencia, mientras que de grano oscuro contribuirá a reducir las importaciones de sorgo y al mismo tiempo podrá ser utilizado en alimentación animal.
- 6.-Tolerantes a plagas y enfermedades. Los genotipos formados deberán ser tolerantes a las diferentes plagas y enfermedades para que no reduzcan su rendimiento por estas causas.

Hernández et al (1984), hablan del mejoramiento genético del sorgo para, grano que se está llevando a cabo en la región de El Bajío y zonas intermedias, siendo Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro las entidades federativas más importantes.

La investigación en El Bajío ha logrado obtener un paquete tecnológico que incluye: fecha de siembra, densidad de siembra, tratamiento de fertilización, etc. Sin embargo siguen trabajando con el propósito de identificar y jerarquizar los factores que afectan la producción del sorgo que son:

- 1.- Enfermedades
- 2.- Plagas
- 3.- Suelo (salinidad y rotación del cultivo)
- 4.- Agua (sequía)
- 5.- Calidad de grano y
- 6.- Control de malezas.

El enfoque del programa de mejoramiento, está encaminado a formar híbridos con resistencia a enfermedades, plagas, con alta capacidad de rendimiento, con o sin calidad de grano para consumo humano, para áreas de riego y buen temporal. Para áreas de temporal deficiente se está enfocando el uso de variedades de polinización libre con resistencia a sequía y con calidad para consumo humano.

Para lograr lo anterior el programa está estructurado en tres partes:

1.- Introducción de material genético, con la introducción de germoplasma que proviene de ICRISAT e INTSORMIL debido a la cooperación a través de ensayos internacionales que en México son evaluados por INIA en viveros generales y específicos para plagas, enfermedades y sequía. Evaluando y seleccionando material tolerante o resistente a los anteriores factores, además de potencial de rendimiento y adaptación, usándose posteriormente como fuentes de resistencia o directamente para formar híbridos o variedades.

2.- Formación de líneas, con la obtención de nuevos progenitores resistentes a diferentes problemas; se tienen segregantes de cruzas R x R, S x R, interviniendo material del Bajío, Texas y la India, evaluándose en los diferentes viveros.

3.- Formación y evaluación de híbridos y variedades con y sin calidad de grano, en el que a la fecha se ha formado y evaluado un gran número de híbridos de sorgo para riego y temporal, habiéndose seleccionado y entregado 38 a PRONASE, de los cuales actualmente se están produciendo Purépecha, Pame, BJ-83, BJ-84 y BJ-85.

Osuna (1984), de la Escuela Superior de Agricultura, de la Universidad Autónoma de Sinaloa plantea los objetivos a seguir en un programa de mejoramiento de sorgo para las zonas de temporal en Sinaloa, partiendo de la base de los problemas más fuertes a los que se enfrenta el campesino, como son el problema a la sequía, que es generalmente seco, estepario, muy caliente y con precipitaciones cuya ocurrencia o intensidad es variable: el problema es el rendimiento, ya que mientras en las zonas de riego de Sinaloa se obtienen rendimientos promedio de 5, 8 y hasta 9 ton/ha, en las zonas de temporal se cuenta con una variedad tradicional Hegari, cuyo rendimiento va de 0.5 a 1.5 ton/ha. El problema de la falta de variedades de polinización libre, la creación de estas, servirían para que el campesino pudiera formar su propia semilla, que repercutiría en reducirlos costos de producción, mejor adaptación y por tanto mayor rendimiento.

Que existan variedades para doble propósito, ya que generalmente el campesino trabaja su tierra y se dedica a la crianza, en pequeña y mediana escala, de animales domésticos, repercutiendo en un aprovechamiento integral de la planta. Mejorar la calidad de grano y forraje, que además llegue a complementar sus hábitos alimenticios mediante grano de sorgo que pueda ser de consumo humano. Que sean variedades de ciclo corto, resistentes a la salinidad, a las plagas y enfermedades,

además de experimentar con nuevas formas o métodos de siembra, que permitan reducir costos de producción y riesgos del cultivo e incrementar la productividad de las cosechas.

Mendoza (1984), menciona los pasos que se han seguido en la investigación del sorgo en el Centro de Genética del Colegio de Post-graduados, siendo su objetivo general el que la investigación sirva de apoyo a la enseñanza, llevándose a cabo investigaciones del sorgo en el área de fisiotecnia, resistencia a sequía y producción de semilla.

Asimismo Mendoza (1984), señala los objetivos generales de la Universidad Autónoma de Chapingo que son:

- a) Obtención de genotipos para apoyar los trabajos de enseñanza e investigación en las áreas de Genética General, Genotecnia Vegetal y Fisiología Vegetal y
- b) Generar variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento en zonas de riego limitado y temporal en los valles altos de México.

Para cubrir las etapas iniciales de los objetivos generales plantea los siguientes objetivos específicos:

- 1.- Identificar líneas B y R con el material disponible
- 2.- Formar líneas A de buena adaptación en valles altos.
- 3.- Formar híbridos de sorgo mediante el esquema de androesterilidad génico-citoplásmica.
- 4.- Incrementar la variabilidad genética mediante introducción y prueba de material germoplásmico existente en investigación nacionales y extranjeras.
- 5.- Desarrollo de un programa de mejoramiento genético de sorgo integral para la mesa central.
- 6.- Generar proyectos de investigación útiles como trabajos de tesis.
- 7.- Derivar líneas de sorgo con características contrastantes con fines de enseñanza e investigación.

Por otro lado se han establecido dentro del programa de mejoramiento genético de sorgo para grano en los Valles Altos de México, el proyecto de generaciones avanzadas de híbridos ecológicos y el subproyecto de el uso de mutaciones en sorgo.

Martínez et al (1984) señala los objetivos que el programa de sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, está estructurada en 3 secciones que son mejoramiento genético, producción y entrenamiento.

La sección de mejoramiento genético se organiza en 2

subsecciones que son la de irrigación y la de temporal; cada una se divide en los proyectos de híbridos y variedades, dando énfasis a los híbridos en condiciones de irrigación y bajo temporal a las variedades.

En la subsección de irrigación, los aspectos considerados en el proceso de mejoramiento genético son:

- a) Rendimiento de grano
- b) Eficiencia Fisiológica
- c) Adaptabilidad
- d) Tolerancia

En la subsección de temporal se toman en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Rendimiento de grano
- b) Eficiencia fisiológica
- c) Establecimiento del cultivo
- d) Resistencia a la deficiencia de la humedad
- e) Adaptabilidad en años
- f) Resistencia a mosca midge, mildiú, pájaros, enfermedades de la panoja, del grano y de la semilla almacenada.

Además dentro de esta misma sección se tienen proyectos

especiales y de apoyo, con trabajos de poblaciones recombinantes, investigación básica, mejoramiento para zonas altas y templadas, así como mejoramiento de calidad.

La sección de producción se divide en 2 subsecciones, que comprenden también el cultivo del sorgo bajo condiciones de irrigación y de temporal.

También la sección de entrenamiento organizativamente se divide en las subsecciones de cursos y tesis y la que se denomina coordinaciones académicas.

Para obtener variabilidad genética se realizan básicamente 4 procesos:

- 1.- Introducciones de germoplasma ( de la Universidad de Texas A & M vía Río Bravo, de la Universidad de Nebraska vía Colegio de Postgraduados y del ICRISAT).
- 2.- Selección individual o en masa en generaciones segregantes de híbridos comerciales.
- 3.- Hibridación de líneas puras.
- 4.- Selección recurrente en poblaciones recombinantes con el  $gms_3$ .

En el lote de introducción cuentan con materiales en

proceso de caracterización preliminar e incremento y son 42 provenientes de Nebraska (reacción R); 147 de la FAUANL; 39 del Colegio de Post-graduados; 4 del IDIN; 473 del ICRISAT; 16 selecciones del genealógico de la FAUANL; 39 pares AB de Nebraska; 4 pares AB de Texas y 16 pares AB de ICRISAT. Además de 153 líneas experimentales de sorgo (LES), manejados bajo riego. Aparte de 550 materiales introducidos del ICRISAT que involucran caracteres como el "glossy", resistencia a plagas, enfermedades y sequía, las cinco razas básicas del sorgo, calidad cervecera, doble embrión, etc.

#### **3.4.2. Programas internacionales de mejoramiento genético de Sorgo.**

Clará y Hash (1989), buscando alternativas a la problemática del cultivo del sorgo en Latinoamérica y con el objetivo de contribuir en la investigación científica, crearon desde 1976 El Programa de Sorgo del ICRISAT para Latinoamérica; las bases en las áreas de trabajo han sido mejoramiento y producción; proporcionan a los científicos de 7 países adiestramiento, técnicas de mejoramiento y producción, germoplasma generado y visitas de asistencia técnica a programas nacionales de los países integrados a este programa.

Quinby (1974), menciona que la Estación Experimental de Agricultura de Texas, comenzaron con el mejoramiento del sorgo en 1914, siguiendo los redescubrimientos de las investigaciones de Mendel, con gran énfasis desde 1930 hasta el presente.

Señala Miller (1989), que las plantas originales fueron altas, tardías y con dificultades para la cosecha uniforme, aunque con características de resistencia a la sequía y de estabilidad en el rendimiento.

Algunas de las características económicas importantes obtenidas de este proyecto son:

a) Nuevas fuentes de resistencia a

- Mildiu velloso
- Tizón de la panoja
- Pudrición del grano
- Antracnosis

b) Resistencia a insectos

- Mosca midge
- Chinche verde
- Afido de la hoja del maíz
- Mosca blanca

- c) Mejoramiento de las características de la planta para la sequía y tolerancia para altas temperaturas y salinidad, perforador del tallo, semillas gemelas, de fácil desgrane, hojas erectas, resistencia al ataque de hongos en el almacén, mejoramiento del rendimiento de grano, estabilidad del rendimiento bajo condiciones ambientales, desarrollo radicular eficiente, retención del área foliar, incremento del peso del grano, incremento de la habilidad combinatoria, una mayor eficiencia en la capacidad osmótica y nuevas fuentes de esterilidad genética-citoplásmica.
- d) Características ideales del grano (pericarpio delgado, resistencia a las condiciones ambientales, reducción de la decoloración del endospermo, incremento del contenido de proteína, un balance superior de aminoácidos, mejoramiento del sabor, diversidad de expansión para el desarrollo de productos alimenticios y un alto grado de digestibilidad).
- e) Reducción de la vulnerabilidad genética incrementando la diversidad para evitar la estrecha base genética.

La gran diversidad ha hecho posible el estudio y mejoramiento para áreas con potencial y deficientes.

Los objetivos primarios del programa de conversión son de rendimiento, estabilidad en el rendimiento y más y mejor calidad. El programa de conversión es un poderoso mecanismo para preservar y engrandecer el germoplasma de sorgo.

### **3.4.3. Criterios de selección aplicados.**

#### **3.4.3.1. Recolección mecánica:**

Se han preferido las variedades enanas con espigas erectas y tallos firmes, con alturas uniformes. Facilitándose su recolección utilizando maquinaria e implementos agrícolas que son usados en el cultivo del trigo, no requiriendo, por tanto, maquinaria especial.

Durante la creación de variedades enanas se han seleccionado líneas que tienen espigas erectas y un pedúnculo largo que hace que la espiga salga completamente fuera de la última hoja (Poehlman, 1965).

Para Flores (1981), las variedades que se siembran mucho, son los milos enanos que facilitan su recolección con maquinaria.

Hash et al (1990), hace notar la tendencia de reducirse el rendimiento del grano cuando existe más excersión. En cuanto a los días a floración no se nota una relación con el rendimiento.

#### **3.4.3.2. Adaptación y la precocidad:**

Para Poehlman (1965) el cultivo del sorgo para lograr su mayor desarrollo y por tanto, mayor rendimiento de grano, necesita de temperaturas mayores a los 20°C, un período libre de heladas (130 días) y una precipitación media de 375 mm en adelante.

La espiga abierta que permite, en días nublados y húmedos, un mejor secado de las semillas y espigas muy sobresalientes (de gran excersión) de la última hoja que hacen que el sacado sea más rápido, evitando pudriciones en la semilla e implantaciones de hongos.

Castro et al (1989), de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, señala que en coordinación con la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, iniciaron un programa de mejoramiento genético de sorgo para grano, el cual pretende la formación de híbridos de amplia adaptabilidad para la región NE de México, lograr altos

rendimientos y la liberación de variedades de polinización libre.

Vidal y Hernández (1989), mencionan que en el Estado de Nayarit se siembran aproximadamente 25,000 Has. de sorgo con un rendimiento promedio de 3 ton/ha en el ciclo de Otoño-Invierno. El potencial genético y productivo se ve limitado por la gran cantidad de genotipos utilizados, la diversidad agroclimática y el manejo del cultivo; reportan que evaluaron e identificaron a los mejores genotipos en base a las diferentes condiciones agroclimáticas prevalecientes y al manejo; fueron detectados por su mayor capacidad de producción y adaptación los sorgos UDG-110 (6.9 ton/ha); Wrangler I (6.1); D-64 (6.2); DK-38 (4.8); y NK-266 (4.5), recomendando su uso a nivel comercial.

Teniente y Sepúlveda (1989), señalan que las líneas de sorgo tolerantes a la clorosis, traen como consecuencia un rendimiento superior al 100% con respecto a la línea susceptible.

Sarquís et al (1989), señalan que las líneas de sorgo tolerantes a la clorosis, traen como consecuencia un rendimiento superior al 100% con respecto a la línea susceptible.

Sarquís et al (1989), compararon la resistencia a la sequía

de líneas hermanas de sorgo glossy y no-glossy, concluyendo que el mayor crecimiento radicular de los genotipos glossy es inherente a estos materiales y no algo promovido por las condiciones de sequía, sin importar la cera epicuticular que contengan las líneas. La característica glossy sólo da mayor resistencia a un período de sequía particularmente poco después de la emergencia.

Romo y Miller (1989), buscaron determinar la herencia de la tolerancia al frío durante la floración y el número de genes que intervienen, estimando como responsable de la herencia de la tolerancia al frío de 1 a 9 genes.

Luna y Gutiérrez (1989), indican que la presencia de heladas tempranas, en Valles Altos, Zacatecas, provoca que el sorgo no alcance su madurez o el grano no llene cuando el temporal termina antes de Octubre. Concluyen que los materiales de sorgo sembrados no prosperan ni se realizan después de Junio, de los cuales solo han sobresalido las variedades IC/CI 8 y VA-110 con rendimientos medios de 500 y 850 Kg/ha. respectivamente.

#### **3.4.3.3. Resistencia a enfermedades:**

Al sorgo le afectan un gran número de enfermedades; se han obtenido variedades que son resistentes a las enfermedades más

peligrosas que causan deterioros en el rendimiento del cultivo.

Aguirre (1989), del programa de sorgo CIFAP, Tamaulipas, hace la observación de que las enfermedades en la región de Tamaulipas Norte, son factores que limitan la producción del sorgo siendo la principal el Carbón de la panoja, ya que el 1% de infección en el cultivo corresponde a una pérdida de 45 Kg/ha, esto repercute ciertamente en el aspecto económico.

Delgadillo y Narro (1989), indican que la incidencia del virus del mosaico del enanismo en maíz (VMEM) en el sorgo es de 30% en las siembras comerciales tempranas (de riego), en la región de Celaya, Gto.

Lamas et al (1989), señala que en Jalisco ha disminuido el rendimiento del sorgo por el empleo de híbridos de bajo potencial de rendimiento y además que presentan susceptibilidad a varias enfermedades, lo que incentivo a desarrollar materiales con alto potencial de rendimiento, aprovechando al máximo el potencial genético adquirido en las líneas A, B y R de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara; lo anterior se inició en 1987 con la realización del programa de cruzamientos (A x R), utilizando 24 líneas restauradoras y 14 líneas androestériles, obteniendo aproximadamente 2,000 combinaciones diferentes, lo que permite obtener híbridos

experimentales sobresalientes, aptos para los Estados de Jalisco, Michoacán y Nayarit.

Aguirre (1989), señala que las enfermedades en el sorgo, limitan su producción por el daño y la merma económica que ocasionan; una de las más importantes es la pudrición negra, ocasionada por el hongo Macrophomina phaseolina, que se presenta en las condiciones del temporal; busca, mediante la inoculación artificial y observaciones en condiciones naturales, ver que genotipos son resistentes, tolerantes o susceptibles.

#### **3.4.3.4. Resistencia a insectos:**

Existen variedades de sorgos que son resistentes a insectos que actúan como plagas destructoras de las plantas de sorgo. "Para evitar daños por insectos, se recurre a variedades extremadamente precoces y a siembras tempranas" (Poehlman, 1969).

Los estudios de herencia han sido de difícil realización, debido a que el vigor híbrido manifestado por los sorgos híbridos permite un desarrollo intenso y rápido de las plantas, que hace que el insecto le cause menos daño.

Los áfidos, gusano elotero, gusano soldador, langostas,

hormigas, gusano alambre, las palomillas, mosca midge, son plagas de insectos que atacan al sorgo.

Miranda (1989), en su trabajo para determinar la dinámica poblacional de la mosca midge (*Contarinia sorghicola*) fue mayor por el factor disponibilidad de alimentos de parte de sus hospederos; los factores ambientales no influyen en la presencia de la mosca midge y sus enemigos naturales son: los depredadores Zelus spp y Sinea spp

- (Hemiptera: Reduvidae), arañas y algunos parasitoides.

### 3.4.3.5. Calidad

Obtener variedades con alta calidad de grano y de forraje y que el sabor amargo del grano por la presencia de taninos no sea factor que demerite la digestibilidad buscar granos y forrajes dulces que sean más palatables y en consecuencia de mayor aprovechamiento en la alimentación humana y animal; siendo el control de calidad, voluntariamente obligatorio, una parte integral de cualquier programa de semilla.

Rodríguez et al (1989), a través de diversos Campos Experimentales del INIFAP, lograron la variedad Tropical 401 (M-90812), con características de grano apto para consumo humano

y adaptación a los trópicos secos y húmedos del país, siendo de ciclo intermedio-tardío y ligeramente sensible al fotoperíodo, esta variedad de sorgo de grano blanco sin testa, presenta una floración entre los 67 y 73 días después de la siembra y una madurez fisiológica de 93 a 100 días; la altura de la planta varía entre 150 y 160 cm, la panoja es semi-abierta con una longitud promedio de 27 cm.

Para Rodríguez et al (1989), el Costeño 201 (M-62641), es el resultado de la investigación del INIFAP, tendientes a generar materiales de grano apto para el consumo humano que se introdujeron de ICRISAT el año de 1982 y que fueron adaptadas al trópico seco y húmedo del país. Variedad con una altura de 160 a 180 cm, la floración se presenta entre 60 y 70 días después de la siembra y la madurez fisiológica a los 90 ó 95 días, la panoja llega a medir de 17 a 25 cm, siendo de tipo semi-compacta y con un color de grano blanco-crema, la planta es de tipo "tan" o canela.

Hernández et al (1989), señalan la importancia que tienen las evaluaciones interinstitucionales en México, como primer recurso de integración de los centros que realizan investigación en el cultivo del sorgo e intercambiar germoplasma élite; y reportan que los materiales estudiados presentan modificaciones a su ciclo al ser cultivados bajo diferentes ambientes y fechas

de siembra.

### **3.5. Sistemas de evaluación de nuevos materiales.**

Douglas (1982), señala que se deben evaluar tanto los materiales introducidos del exterior como las variedades locales. El fitomejorador y su organización, ya sea pública o privada, son los responsables, inicialmente, por los ensayos. El fitomejorador ensaya, primero, un gran número de variedades, luego, ensaya los que parecen ser más promisorias en nuevas localidades. Estos ensayos pueden hacerse en coordinación con otros fitomejoradores o instituciones.

Según Barrenche (1983), un sistema organizado de producción y comercialización de semilla tiene su origen y fundamento en los resultados de los programas de mejoramiento de los cultivos, con el respaldo de una legislación gubernamental y en el interés e iniciativa de empresas privadas.

García (1985) citado por Arellano et al (1989), señala que en México, con el fin de proteger la paternidad y el usufructo de las variedades y materiales para fines de reproducción y venta dentro del territorio nacional, la ley concede a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), la

facultad de registro de las variedades y materiales selectos, para tal fin opera el Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP), que funciona como dependencia de la Dirección General de Política Agrícola.

Plascencia et al (1989), hace referencia que en México la "Ley sobre producción, certificación y comercio de semillas", confiere la facultad al Comité Calificador de Variedades de Plantas (C.C.V.P) de calificar las variedades en los términos del reglamento correspondiente, sin dejar de tomar en cuenta las características agronómicas, su comportamiento comparativo con otras variedades y las condiciones socioeconómicas del cultivo, confirmándole además, la autoridad para que en base a la calificación, autorice la producción de semillas certificadas y ordene su registro en el Registro Nacional de Variedades de Plantas (R.N.V.P). Tradicionalmente los ensayos del C.C.V.P. son efectuados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), debido a que cuenta con personal, infraestructura y equipo a nivel nacional idóneo para el establecimiento de estas pruebas.

García (1985), citado por Arellano et al (1989), señala que en México los materiales inscritos que se destinan a la reproducción y comercialización, son sometidos a un proceso de evaluación comparativa, operación que es facultad del Comité

Calificador de Variedades de Plantas (CCVP), organismo integrado por el Director General de Agricultura, como presidente y como vocales los directores generales de: INIFAP, PRONASE, SANIDAD Y PROTECCION AGROPECUARIA Y FORESTAL, y el Director del SNICS, como secretario, concurren también a las reuniones del organismo los representantes del CONAFRUT y de AMSAC como invitados.

Ron et al (1986), señala que el CCVP, es el organismo encargado de oficializar las recomendaciones sobre el uso de variedades mejoradas en el país. Los ensayos del CCVP, se constituyen con variedades sobresalientes desarrolladas por compañías privadas e institucionales nacionales y/o estatales, y las variedades más sobresalientes agroeconómicamente se recomiendan oficialmente a los productores para las siembras comerciales.

De acuerdo a Douglas (1982), los tipos de ensayos apropiados dependen de la etapa de desarrollo del programa de semillas, las cuales pueden ser:

- Pruebas de comportamiento agronómico: evaluaciones comunes que se hacen en los ensayos varietales y son: rendimiento, reacción a plagas y enfermedades, maduración, características de uso y habilidad de supervivencia.

En programas avanzados estos factores se evaluarán con diversos niveles de aplicación de fertilizantes, densidad, época y profundidad de siembra.

Las pruebas de evaluación requieren del esfuerzo coordinado del fitomejorador, el patólogo, el entomólogo y el agrónomo para asegurar los mejores resultados.

La evaluación de una variedad se puede hacer de varias maneras, sin embargo, tres componentes deberán ser considerados:

1. Las zonas geográficas y climáticas en que se lleven a cabo los ensayos, deben estar bien definidas. Las zonas productoras, se encuentran dispersas, sin embargo, una gran proporción se encuentra concentrada en los distintos valles de la república, lo cual permite definir macrorregiones productoras y hacer operables los ensayos del CCVP.
2. Las variedades y el ámbito de maduración más apropiadas para cada zona deben establecerse previamente.
3. Se deben agrupar las variedades por ciclos vegetativos y crecimiento similares dentro de cada ensayo.

Ron et al (1986), señala que los ensayos del CCVP, deben ubicarse de acuerdo a las zonas productoras de maíz y sorgo de la República, a las condiciones climáticas predominantes y a las condiciones de manejo del cultivo de las regiones en que se verifiquen los ensayos.

En el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1985), hablan que los programas de ensayo internacionales de maíz, se componen de 3 tipos de ensayos:

- 1) Ensayos internacionales de prueba de progenies (IPTT)
- 2) Ensayos internacionales de variedades experimentales (EVT)
- 3) Ensayos internacionales de variedades élite (ELVT).

Son los principales medios por los cuales el Centro y sus colaboradores de programas nacionales, combinan sus esfuerzos para elevar su germoplasma de maíz en una amplia gama de condiciones de siembra en cerca de 80 países. Para 1985, el CIMMYT, ha formado más de 800 variedades superiores con base a los datos proporcionados por los cooperadores; 120 de estas variedades han sido liberadas por 29 programas nacionales.

Hash et al (1990), señala que LASIP (Latinoamérica Sorghum Investigación Program), coordina los ensayos en mesoamérica del cultivo de sorgo en 16 localidades de Centroamérica y el Caribe,

desarrollados en condiciones de temporal en época de postrera, utilizando el diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones; con una parcela experimental de 4 surcos de 4 mts. de largo a 60 cm. entre surcos (9.6 mts.<sup>2</sup>). La parcela útil es de los 2 surcos centrales menos 50 cm. del extremo en cada surco (3.6 mts.<sup>2</sup>); se realiza una azarización diferente para cada localidad.

Vega (1989), reporta que en la región de El Bajío (Guanajuato), se siembran alrededor de 150,000 hectáreas de sorgo bajo riego, que son sembradas con semilla de compañías privadas y de INIFAP. En la evaluación de nuevos genotipos de sorgo de dichas empresas se utilizan los ensayos de adaptación y rendimiento para el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP), que tiene como objetivo principal poner a prueba esos nuevos híbridos, bajo las más diversas condiciones de suelo y clima el propósito es elegir el ó los híbridos que produzcan los mejores resultados y proporcionar al CCVP la información suficiente para que recomiende y autorice su venta y siembra comercial de los mejores híbridos en la región donde se efectúan dichos ensayos.

Sandoval et al (1989), iniciaron en 1981 el programa de mejoramiento genético de sorgo, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, aplicando a el material

experimental de sorgo, adquirido de diferentes instituciones tanto nacionales como internacionales, metodologías de mejoramiento genético diversas. Entre las que han sido mayormente usadas se cita al método de evaluación de generaciones tempranas. "El cual es considerado como una modificación del método genealógico o de pedigré, mediante el cual ha sido posible desarrollar nuevas progenies de plantas aplicando diversos criterios de selección, y una vez obtenidos, los materiales superiores son evaluados en diferentes condiciones ambientales y en diferentes ciclos agrícolas de las regiones sorgueras del occidente del país.

#### **3.5.1.1. Resultados de la evaluación de materiales experimental de Sorgo.**

Vázquez et al (1986), cita las características relevantes de los genotipos que componen a LES-88-R: posee una altura total de 101 cm., 74 días a floración, longitud de excursión de 10.7 cm., longitud de panoja 26.3 cm., color del grano amarillo, días a madurez fisiológica 106, el vigor en estado de plántula es medio, es resistente a enfermedades, el peso de 100 semillas es de 2.96 grs., tipo de panoja de ramificaciones erectas y semi-abiertas, material evaluado en la estación experimental agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad

Autónoma de Nuevo León.

Hash et al (1990), reporta que la variedad M-82080-5 de ICRISAT, (LASIP), tiene un rendimiento de grano de 4.93 ton/ha, pero por su altura de planta de 237 cms., puede responder bien para doble propósito (grano y forraje de ensilaje), con 76 días a floración (50%), y una excersión de 9 cms. Igualmente de la variedad ICSV-331, reporta que tiene un rendimiento de 4.84 ton/ha, una altura de planta de 182 cms., con 78 días a floración al 50% y una excersión de 9 cms.

Así mismo, de la variedad ICSV-LM-86-513 señala que tiene un rendimiento de 6.23 ton/ha, con 158 cms. de altura de la planta, de 78 días a floración (50%) y de 4 cms. de excersión. Estos materiales experimentales fueron evaluados en Poza Rica, México.

Guiragossian (1985), en un ensayo de variedades e híbridos de CLAIS en Latinoamérica (Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo), y como resultado de evaluaciones en 5 localidades de Centroamérica, encontró entre otras las variedades sobresalientes de SPV-475 con 4.1 ton/ha., e ISIAP Dorado con 3.7 ton/ha.

Castellón et al (1987), reportan en los ensayos de CLAIS

sembrados en El Salvador, mencionando las variedades: ES-782 (6.36 ton/ha), M-90812 (6.35 ton/ha), E-35-1 (6.20 ton/ha), C-25 (6.17 Ton/ha), y M-90360 (6.06 ton/ha) como los mejores.

Clará (1989), reportó los ensayos MASVY-88 en 5 localidades de Mesoamérica, mencionando las variedades M-82080-5 y la M-81966-3 como superiores y estables.

Hash et al (1990), mencionan que las variedades de mejor rendimiento y estabilidad a través de ocho localidades en Mesoamérica, fueron: ICSV-LM-86513 y M-81966-3, con 5.67 y 5.49 ton/ha respectivamente. Por otra parte, las variedades superiores en rendimiento fueron entre otras : ICSV-LM-86513 (planta baja), M-81966-3 (planta baja), ICSV-330 (planta baja) y M-82080-5 (planta alta).

Para Rodríguez y Mendoza (1989), la línea de sorgo M-90812, presenta buenos rendimientos de grano, aunque presenta desuniformidad, principalmente para el carácter de altura de la planta.

Rodríguez et al (1989), deduce que el carácter glossy no puede ser el gran responsable de la resistencia a sequía en sorgo; sin embargo, es posible encontrar genotipos potencialmente útiles como fuente de resistencia a sequía, tales

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1. Localización del experimento.

El presente estudio se realizó en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, ubicados en Los Belenes, municipio de Zapopan, Jalisco.

El lugar cuenta con una latitud norte al paralelo 20°43' y una longitud oeste al meridiano 103°23', siendo la altitud de la zona de aproximadamente 1 700 msnm.

##### 4.2. Clima

Según la clasificación de Thornthwite, modificado por Contreras (1942), el Valle de Guadalajara tiene un clima:

C (oip) B' 1 (a')

que significa:

C = Semi-seco

(oip) = Con otoño, invierno y primavera seco

B'1 = Semi-cálido

(a') = Sin cambio térmico invernal bien definido

Durante el ciclo P.V. se registra una temperatura media anual de 23.5°C. con una precipitación pluvial registrada en la región de 986.1 mm. anuales.

#### 4.3. Suelo

La textura se clasifica como franco-arenoso, el pH del suelo es de 5.4 considerándose ácido. La materia orgánica del terreno donde se llevó a cabo el experimento es menor al 2% y se clasifica como pobre. Los vientos durante los meses de Junio a Octubre alcanzan una velocidad de 8 Km/hr.

#### 4.4. Material genético

El material genético experimental utilizado en este trabajo, proviene del intercambio de material élite de los programas de mejoramiento genético de sorgo que llevan a cabo 5 instituciones que realizan investigación sobre sorgo en el país y son: El Instituto Internacional de Investigaciones de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT); con sede en el Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) México ; la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de la Universidad de Nuevo León (FAUANL); ~~la Facultad de~~

Agronomía de la Universidad de Guadalajara (FAUANL); la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara (FAUDG); la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato (EAZUG); y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Lo anterior representa un primer intento de integración interinstitucional a fin de eficientizar recursos económicos que permitan hacer un mejor aprovechamiento de los recursos genéticos con que se cuenta a nivel nacional.

El material genético utilizado en esta evaluación fue igualmente distribuido a todas las instituciones participantes, por lo que este trabajo solamente presenta los resultados de la evaluación de los mismos realizada en la localidad de Los Belenes, Zapopan, Jal., proyectándose posteriormente realizar un análisis conjunto del comportamiento de los materiales en las diferentes localidades en que fue posible su evaluación.

Esta evaluación se realizó con un total de 19 genotipos de 5 instituciones, con el objetivo de conocer el potencial de rendimiento y el comportamiento agronómico, además de intercambiar germoplasma élite, siendo de grano blanco y de grano café; su ciclo vegetativo varía desde precoces hasta tardíos; los testigos utilizados fueron 3 cuyo ciclo vegetativo

es similar a los materiales manifestados.

**Figura:2 en relación de los 19 genotipos evaluados, más los 3 testigos (híbridos) su genealogía y origen.**

INSTITUCION	GENEALOGIA
ICRISAT	ICSV-LM-86-513
	M-82639-1
	ICSV-331
	M-82080-5
FAUANL	LES 88-R
	LES 40-R
	SPV-475
FAUDG	UDG-310
	UDG-320
	UDG-110
	UDG-100
EAZUG	33 PL GTO
	35 PL GTO
	37 PL GTO
	126 PL GTO

INIFAP	M-90812 PL (TROPICAL 401)
	M-62641 PL (COSTEÑO 201)
	SPV-475 (PACIFICO 301)
DE-KALB	BR-57
	D-55
	DK-38

#### **4.5 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 22 tratamientos. La parcela experimental fue de 4 surcos de 5 mts. de largo y 0.80 mts. de ancho. La parcela útil constó de 2 cursos centrales de los cuales se tomaron 3 mts. de lo largo y se eliminó un metro de cada extremo para eliminar el efecto de orilla, siendo así el área cosechada de 4.8 mts.<sup>2</sup>.

##### **4.5.1. Análisis estadístico.**

Se utilizó el análisis de varianza para las variables de rendimiento, días a floración y altura de planta; este análisis se realizó conforme al siguiente modelo:



Donde:

$$\bar{Sx} = \sqrt{\frac{S^2 \text{ e.e.}}{n}}$$

Y:

$\bar{Sx}$  = Desviación estándar de la media

$S^2$  = Varianza de error experimental

ee

n = Número de repeticiones

L.S. = Límite de significancia

#### 4.6. Aspectos agronómicos

Lo utilizado en este trabajo fueron implementos comunes y prácticas realizadas por los agricultores de la zona donde se desarrolló el trabajo.

La preparación del suelo fue hecha de la manera tradicional de los agricultores: un barbecho, 2 rastreos y el surcado.

##### 4.6.1. Procedimiento experimental.

La siembra se llevó a cabo en el ciclo agrícola P.V. 1989,

realizándose en forma manual, abriendo con azadón a un costado del surco, a una profundidad de 3 a 5 cms. aproximadamente.

La densidad de siembra fue un poco mayor para asegurar la nacencia y posteriormente se aclaro, dejando una densidad aproximadamente de 200,000 plantas por Ha.

Las labores de cultivo, una vez realizada la siembra, fue aplicar herbicida pre-emergente para evitar la maleza en la primera etapa del cultivo. Posteriormente los brotes de malas hierbas que controlan manualmente en el resto del desarrollo del cultivo, además se efectuó una escarda con cultivadora cuando el cultivo se encontraba a una altura aproximada de 60 cms.

En cuanto a fertilización, se aplicó el tratamiento 160-80-00, utilizándose como fuente Nitrogenada Urea y el Super fosfato de calcio triple como fuente de Fósforo, realizándose en 2 aplicaciones: la primera al momento de la siembra con la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo; la segunda aplicación en el momento de la escarda con el resto del Nitrógeno.

La presencia de plagas en el cultivo fueron:

La gallina ciega (*Phillophaga* spp) como plaga de la raíz en estado larvario.

Gusano saltarín (Elasmopalpus lignosellus) que perfora en la base del tallo y ataca el punto de crecimiento, evitando el desarrollo, causando incluso la muerte de la plántula.

Para el control de dichas plagas se aplicó Counter 5% G a dosis de 20 Kg/ha. aplicándolo mezclado con el fertilizante al momento de la siembra. Además, durante el desarrollo del cultivo se presentó el Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) la cual fue controlada con Furadán 5% Granulado, aplicándolo en forma dirigida al cogollo de la planta.

#### 4.7. Variables

Las variables estudiadas en este trabajo fueron las siguientes:

1. Días a floración, que fue tomada cuando más del 50% de las plantas de la parcela experimental tenían presencia de flores.
2. Altura de planta, cuando la parcela experimental estaba en madurez fisiológica, se tomaron 4 plantas al azar por cada repetición y se tomó el valor medio de ellas. La altura se tomó de la base de la planta al punto extremo de la

panoja.

3. Excursión, se tomaron 4 plantas, ya en madurez fisiológica, al azar por cada repetición y se midió desde la base de la hoja bandera hasta la base de la panoja.
4. La longitud de la panoja se tomó de cada tratamiento 4 plantas al azar de cada repetición, midiendo la base de la panoja a la parte terminal de la misma, obteniendo el valor medio de ellas.
5. Número de hojas, de 4 plantas tomadas al azar por cada repetición, se contó el total de hojas de cada una de ellas y se obtuvo el valor medio.
6. Altura hoja bandera, en que se seleccionaron 4 plantas al azar por cada repetición, la altura se tomó de la base de la planta hasta la última hoja anterior a la panoja, obteniéndose el valor medio.
7. Altura base de la panoja, en que se seleccionan 4 plantas al azar por cada repetición, midiendo la altura de la base de la planta hasta el comienzo de el primer raquis en que se distingue el inicio de la panoja, obteniéndose el valor medio.

8. Rendimiento, en que se cosecho la parcela útil cuando el grano estaba ya maduro, se puso a secar y posteriormente fue tomado el peso de cada parcela. Se tomo el peso en campo (peso de la panoja con grano) y el peso del grano de cada parcela el cual es llevado a Kg/ha.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 5.1 Rendimientos.

Los resultados obtenidos en éste trabajo se presentan en los diferentes cuadros de acuerdo a las características de que se trate, en el cuadro No. 1 se representan los resultados del análisis de varianza para rendimiento en el que se pueden apreciar que existió diferencia estadística altamente significativa para la variable repeticiones lo cual indica que el diseño utilizado fue el adecuado.

En cuanto a tratamientos, también se presentaron diferencia estadísticas altamente significativas entre sí, para rendimiento, como era de esperarse, ya que los materiales evaluados son genéticamente diferentes entre sí y tienen diferente origen.

La medio de rendimiento fue de 3,674 kg/Ha. y el coeficiente de variación de 9.0% lo cual refleja un alto grado de confiabilidad en los resultados.

Con el fin de conocer el grado de diferencia estadística que existe entre los materiales evaluados, se realizó la prueba

de medias para rendimiento° a través del método de Duncan, la cual se presenta en el cuadro N. 2 en el que se puede apreciar que se formaron 21 grupos de materiales, destacando en el primer grupo, la línea UDG - 320 con un rendimiento medio de 6,422 Kg/Ha. siendo estadísticamente diferente al resto de los materiales evaluados. El grupo dos lo conforman las líneas UDG - 310, SPV - 475 y PACIFICO 301 con una media de rendimiento de 5,064, 4,735 y 4,596 respectivamente y son estadísticamente semejantes entre sí, pero diferentes al UDG - 310 de 1,378 Kg, de 1,707 Kg, y 1,846 de éste con respecto a PACIFICO 301 y 33 - PI. - GTO respectivamente. En cuanto a los testigos utilizados el híbrido BR - 57, quedo ubicado en el grupo 7 con un rendimiento medio de 3,593 Kg/Ha. en tanto que el D - 55 y Dk - 38 se ubicaron en el grupo 8 con rendimientos medios de 3,528 y 3,178 Kg/Ha. respectivamente. Las diferencias en cuanto a rendimiento medio arrojado por la UDG - 320 con respecto a los testigos va desde 2,817 con BR - 57 hasta 2,914 con el D - 55 y 3,264 con respecto a DK - 38.

El material que ocupó el último grupo correspondió al LES - 40R con 1,291 Kg/Ha. y la diferencia en Kg. con respecto al material más rendidor (UDG - 320) fue de 5,151 Kg.

En cuanto a la procedencia de los materiales que destacaron en esta evaluación, es posible señalar que como sus siglas lo

indican la UDG - 320 y 310 han sido desarrolladas por el programa de sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara. En tanto que PACIFICO 301 y 33 - PL - GTO fueron desarrolladas por el INIFAP y el programa de sorgo de la Universidad de Guanajuato, respectivamente.

## 5.2 Días a floracion.

El análisis de varianza para días a floración se presenta en el cuadro No. 3 y se puede apreciar que no existió diferencia significativa para repeticiones ya que el valor obtenido fue menor que el obtenido para F de tablas de 3 grados de libertad para repeticiones y 63 grados de libertad para el error. En tanto que para tratamientos sí se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para ésta característica para los materiales evaluados. Al realizar la prueba de medias para ésta característica cuyos resultados se muestran en el cuadro No. 4 en el que se puede observar que entre los materiales más tardíos se tienen a las líneas M - 90812 - PL mejor conocido como TROPICAL - 401 generado por el INIFAP con 94 días a floración, M - 82639 - 1 con 93, 37 - PL - GTO con 92 y UDG - 100 con 91 días a floración, formados por el ICRISAT, Universidad de Guanajuato y Universidad de Guadalajara respectivamente. Estas cuatro líneas forman el grupo uno de

un total de 22. Por otro lado, los materiales más precoces fueron los que ocuparon el último lugar del último grado, correspondiendo éste lugar al testigo DK - 38 con 72 días el cual es estadístico diferente a la que ocupa el penúltimo grupo que es la línea UDG - 310 con 78 días y estas son diferentes estadísticamente entre sí y con respecto al resto de los materiales evaluados. La diferencia en días del material más precoz con respecto al más tardío resulta de 22, en tanto que la línea UDG - 310 con 78 días mantiene una diferencia de 16 días en tanto que la UDG - 320 presenta una media de días a floración de 85 presentando una diferencia de 9 días con respecto a la línea M - 90812 - PL - TROPICAL - 401 que presentó 94, en tanto que con respecto al más precoz, la diferencia es de 12 días.

### **5.3 Altura de planta.**

El análisis de varianza para altura de planta se presenta en el cuadro No. 5 el cual no presenta diferencias significativas para repeticiones. En cambio para tratamientos si presenta diferencias altamente significativas, mostrando una media de altura de 99.3 cm. y un coeficiente de variación de 9.7% el cual se puede considerar como bajo, lo que indica que la información arrojada en este trabajo es confiable.

Al realizar la prueba de medias para conocer el comportamiento de los materiales evaluados con respecto a altura cuyos resultados se encuentran en el cuadro No. 6 se encontró que se formaron 21 grupos, el primer grupo estuvo formado por 6 líneas con una altura media de 163 cm. la línea ICSV - 331, con 161, M - 8202 - 5, 152 SPV - 475 - PACIFICO - 301, 148 M - 62641 - PL COSTEÑO - 201, 145 SPV - 475 (UANL) Y CON 143 cm. M - 90812 - pl - TROPICAL - 401; quedando en el último grupo, y con una altura media de 73 cm. LES - 40 - R y una línea LES - 88 R con 85 cm. correspondientes a la Universidad Autónoma de Nueva León.

Las líneas UDG - 320 y 310 presentaron una media de altura de 131 y 112 cms. respectivamente.

Los materiales utilizados como testigos presentaron una altura media de 137, 126 y 125 cms. correspondiente a BR - 57, D - 55 y DK - 38 respectivamente.

En cuanto a excersión la línea UDG - 320 presentó un valor medio de 3 cms., una altura a la hoja bandera de 104 cms., una altura a la base de la panoja de 107 cms. con una longitud de panoja de 24 cms. y un número de hojas de 9.

Por lo que toca a la línea UDG - 310 que ocupó el segundo

lugar en cuanto a rendimiento, presentó valores para excersión de 4 cms., una altura a la hoja de la bandera de 88 cms. y a la base de la panoja de 92 cms., una longitud de panoja de 20 cms. con un número de hojas de 8.

En cuanto a los testigos el Híbrido BR - 57 presentó una excersión de 10 cms., altura media de hoja bandera de 103 cms., una longitud de panoja de 24 cms., en tanto que la altura a la base de la panoja es de 113 cms. y un total de 9 hojas.

Los resultados obtenidos en este trabajo en su mayoría no concuerden con los obtenidos por otros investigadores en otras localidades, debido posiblemente a que ésta localidad es de clima templado, y los resultados reportados por otros investigadores han sido en evaluaciones hechas en localidades con clima predominante tropical, tal es el caso de la línea M - 8208 - 5 la cual procede de ICRISAT, y que de acuerdo a Rash et al (1990) presenta una media de rendimiento de 4,930 Kg/Ha. con una altura media de 237 cms. y 76 días a floración, con una excersión de 9 cms.

De igual manera, reporta que la línea ICSV - 331 tiene un rendimiento medio de 4,840 Kg/Ha. con una altura media de planta de 18 cms., 78 a floración y una excersión de 9 cms.

Comparando los resultados reportados por Hash et al (1990) con las líneas M - 82080 - 5 y ICSV - 331 citados anteriormente, con los obtenidos en éste trabajo, es posible señalar que debido a las condiciones contrastantes de evaluación en cuanto a precipitación, temperatura, altura sobre el nivel del mar y otros factores agroclimatológicos, la respuesta de estos materiales ha sido totalmente diferente, sobre todo en cuanto a los caracteres cuantitativos aquí considerados. Corroborando con ello, que son estos caracteres los mayormente afectados por el medio ambiente, tal como lo señala House (1982).

Por otro lado, los resultados obtenidos por Vázquez (1986), con la línea LES 88 R, muestran de la misma manera diferencias importantes con los obtenidos en este trabajo, ya que las evaluaciones fueron hechas bajo condiciones semiáridas, mostrándose una diferencia de 13 días a floración, para así aparecer con más precocidad, con respecto a los obtenidos en la presente evaluación.

## R E N D I M I E N T O .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.	F.T. 0.05
Tratamiento	21	89.01	4.24	39.6**	1.74
Bloques	3	3.75	1.25	11.6**	2.75
Error	63	6.74	0.11		
Total	86	99.5			

$$\bar{X} = 3.674 \text{ Ton/Ha}$$

$$\text{C.V.} = 9.0\%$$

CUADRO: 1 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO.

## R E N D I M I E N T O

---

MATERIAL	RENDIMIENTO	PRUEBA DE MEDIOS	INSTITUCION
EXPERIMENTAL		DE DUNCAN	
		AL 0.05	

---

111111111122

123456789012345678901

UDG - 320	6.422	a	FAUDG
UDG - 310	5.064	b	FAUDG
PACIFICO 301	4.735	bc	INIFAP
33-PL-GTO	4.596	bc	EAZUG
ICSV-331	4.447	cde	ICRISAT
126-PL-GTO	4.104	def	EAZUG
UDG-110	4.041	fg	FAUDG
M-82080-5	3.710	fgh	ICRISAT
ICSV-LM-86513	3.624	fghi	ICRISAT
BR-57	3.593	ghij	De-Kalb
SPV-475 N.L.	3.575	ghijk	FAUANL
35-PL-GTO	3.528	hijkl	EAZUG
D-55	3.528	hijklm	De-Kalb
37-PL-GTO	3.489	hijklmn	EAZUG
M-90812-PL-			
TROPICAL 401	3.427	hijklmno	INIFAP

---

MATERIAL	RENDIMIENTO	PRUEBA DE MEDIOS	INSTITUCION
EXPERIMENTAL		DE DUNCAN	
		AL 0.05	

---

111111111122

123456789012345678901

M-82639-1	3.411	hijklmnop	ICRISAT
DK-38	3.178	hijklmnopq	De-Kalb
BCO-86-PL	3.039	lmnopqr	INIFAP
M-62641-PL-			
COSTEÑO 201	2.928	opqrs	INIFAP
UDG-100	2.754	qrst	FAUANL
LES-88 R	2.330	t	FAUANL
LES-40 R	1.291	u	FAUANL

CUADRO:2 PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN AL 0.05 DE  
PROBABILIDAD PARA EL RENDIMIENTO.

## DIAS A FLORACION.

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS DE LIBERTAD.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C.	F.T. 0.05
Tratamiento	21	2421.77	114.94	27.95**	1.74
Bloques	3	2.95	0.98	0.24	2.75
Error	63	259.05	4.11		
Total	87	2675.77			

$$\bar{X} = 85.34 \text{ Días}$$

$$\text{C.V.} = 2.37\%$$

CUADRO: 3 ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION.

## DIAS A FLORACION.

---

No. MATERIAL	DIAS A	PRUEBA DE MEDIA	INSTITUCION
EXPERIMENTAL	FLORACION	DE DUNCAN	
		AL 0.05	

---

1111111111222

1234567890123456789012

1 M-90812-PL-			
TROPICAL-401	94 a		INIFAP
2 M-82639-1	93 ab		ICRISAT
3 37-PL-GTO	92 abc		EAZUG
4 UDG-100	91 abcd		FAUDG
5 ICSV-LM-86513	89 de		ICRISAT
6 35-PL-GTO	88 ef		EAZUG
7 BCO-86-PL	87 efg		INIFAP
8 ICSV-331	87 efgh		ICRISAT
9 LES-88 R	87 efghi		FAUANL
10 33-PL-GTO	87 efghij		EAZUG
11 SPV-475 N.L.	86 efghijk		FAUANL
12 UDG-320	85 fghijkl		FAUDG

No. MATERIAL	DIAS A	PRUEBA DE MEDIA	INSTITUCION
EXPERIMENTAL	FLORACION	DE DUNCAN	
		AL 0.05	
13 126-PL-GTO	85	fghijklm	EAZUG
14 UDG-110	84	ijklmn	FAUDG
15 SPV-475			
PACIFICO 301	84	ijklmno	INIFAP
16 M-62641-PL-			
COSTEÑO 201	82	lmnop	INIFAP
17 M-82080-5	82	lmnopq	ICRISAT
18 LES-40 R	80	pqr	FAUANL
19 D-55	80	pqrs	De-Kalb
20 BR-57	79	rst	De-Kalb
21 UDG-310	78	rstu	FAUDG
22 DK-38	72	v	De-Kalb

CUADRO:4 PRUEBA DE MEDIAS AL 0.05 DE  
PROBABILIDAD PARA DIAS A FLORACION.

## A L T U R A D E P L A N T A .

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.C	F.T.
Tratamiento	21	42530.41	2025.26	12.02**	1.74
Bloques	3	122.0	40.67	2.5	2.75
Error	63	10110.09	160.48		
Total	87	52762.5			

$$\bar{X} = 127.42 \text{ cm.}$$

$$\text{C.V.} = 9.94\%$$

CUADRO: 5 ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA.

**ALTURA DE PLANTA**

---

No.	MATERIAL EXPERIMENTAL	ALTURA DE PLANTA $\bar{X}$ cm.	PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN AL 0.05	INSTITUCION
1111111111222				
1234567890123456789012				
1	ICSV-331	163	a	ICRISAT
2	M-82080-5	161	ab	ICRISAT
3	SPV-475 PACIFICO 301	152	abc	INIFAP
4	M-62641-PL- COSTEÑO 201	148	abcd	INIFAP
5	SPV-475 N.L.	145	abcde	UANL
6	M-90812-PL- TROPICAL 401	143	abcdef	INIFAP
7	33-PL-GTO	139	cdefg	UDG
8	BR-57	137	cdefgh	Dec-Kalb
9	UDG-100	135	cdefghi	UDG
10	35-PL-GTO	133	cdefghij	UG
11	UDG-320	131	cdefghijk	UDG
12	D-55	126	efghijkl	Dec-Kalb

---

---

No.	MATERIAL EXPERIMENTAL	ALTURA DE PLANTA ( $\bar{X}$ ) cm.	PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN AL 0.05	INSTITUCION
-----	--------------------------	--	--	-------------

---

			1111111111222	
			1234567890123456789012	
13	DK-38	125	efghijklm	Dec-Kalb
14	UDG-110	123	fghijklmn	UDG
15	M-82639-1	123	fghijklmno	ICRISAT
16	126-PL-GTO	122	ghijklmnop	GTO
17	ICSV-LM-86 513	120	ghijklmnopq	ICRISAT
18	UDG-310	112	klmnopqr	UDG
19	BCO-86	107	lmnopqrs	INIFAP
20	37-PL-GTO	99	rst	UG
21	LES 88 R	85	tu	UANL
22	LES 40 R	73	u	UANL

**CUADRO: 6 PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN AL 0.05 DE  
PROBABILIDAD PARA ALTURA DE PLANTA.**

---

MATERIAL	RENDIMIENTO	DIAS	ALTURA	ALTURA	EXCER-	LONGUI-	No.DE	
	Ton/Ha	FLORA-	DE	HOJA	SION	TUD PANO	HOJAS	
		CION	PLANTA	BANDERA	( $\bar{X}$ ) cm	JA ( $\bar{X}$ ) cm		
		( $\bar{X}$ ) cm	( $\bar{X}$ ) cm					

---

UDG-320	6.442	85	131	104	107	3	24	9
UDG-310	5.064	78	112	88	92	4	20	8
PACIFICO 301	4.735	84	152	123	132	9	20	8
33-PL-GTO	4.596	87	139	105	116	11	23	10
ICSV-331	4.497	87	163	130	141	11	22	9
126-PL-GTO	4.104	85	122	83	96	13	26	9
UDG-110	4.041	84	123	103	103	0	20	9
M-82080-5	3.710	82	161	133	140	7	21	9
ICSV-LM-86513	3.624	89	120	100	101	1	19	9
BR-57	3.593	79	137	103	113	10	24	9
SPV-475	3.575	86	145	117	124	7	21	9
35-PL-GTO	3.528	88	133	104	110	6	23	9
D-55	3.528	80	126	91	99	8	27	9
37-PL-GTO	3.489	92	99	70	76	6	23	9
TROPICAL-401	3.427	94	143	119	120	1	23	10
M-82639-1	3.411	93	123	96	98	2	25	10
DK-38	3.178	72	125	85	100	15	25	8
BCO-86-PL	3.039	88	107	89	90	1	17	9

---

MATERIAL	RENDIMIENTO	DIAS	ALTURA	ALTURA	EXCER-	LONGUI-	No.DE
	Ton/Ha	FLORA-	DE	HOJA	SION	TUD PANO	HOJAS
		CION	PLANTA	BANDERA	( $\bar{X}$ ) cm	JA ( $\bar{X}$ ) cm	
			( $\bar{X}$ ) cm	( $\bar{X}$ ) cm			

---

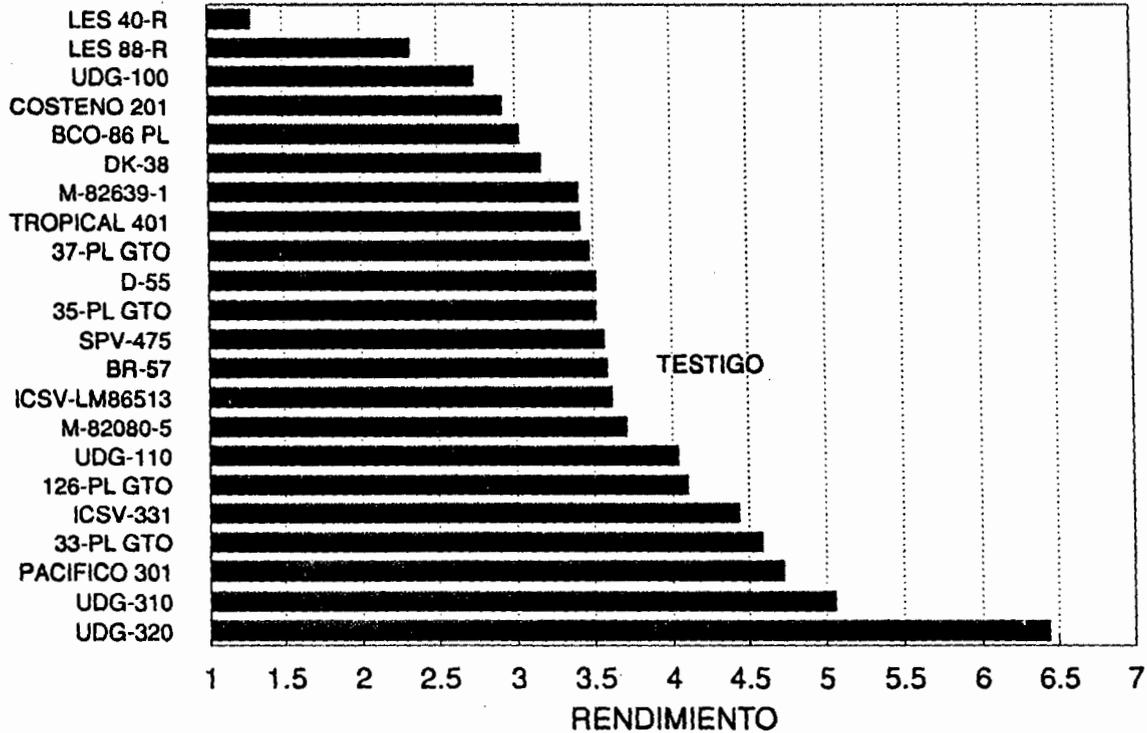
COSTEÑO-201	2.928	83	148	118	130	12	18	8
UDG-100	2.754	91	135	119	120	1	15	9
LES-88 R	2.330	87	85	52	61	9	24	9
LES-40 R	1.291	80	73	53	57	4	16	9

CUADRO:1 CUADRO DE CONCENTRACION DE DATOS.

GRAFICA 2

# VALORES DE RENDIMIENTO PARA GRANO

## MATERIALES



## 6. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones particulares del experimento, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Los resultados de ésta evaluación permitieron conocer la capacidad de rendimiento y características agronómicas que presentaron los diferentes materiales evaluados, aportados por las instituciones participantes, mismos que al ser integrados con los resultados que cada una de éstas Instituciones aportan, serán de mayor utilidad en la toma de decisiones por los responsables de los programas de investigación.
2. La línea UDG - 320 presentó la media de rendimiento más alta en ésta evaluación con 6,422 Kg/Ha., 85 días a floración y una altura media de 131 cms., presentando una diferencia de 2,849 Kg/Ha con respecto al testigo que presentó la media de rendimiento más alta, siendo ésta de 3,593 Kg/Ha., mostrada por el híbrido RB-57.
3. Considerando que las condiciones agroclimatológicas de las

principales regiones sorgueras de México presentan escasa precipitación, los materiales con el menor rendimiento en éste trabajo; LES 40-R y LES 88-R, se convierten en materiales que por presentar un reducido número de días a floración (80 y 87 respectivamente), pueden ser altamente útiles en los programas de mejoramiento, cuyos objetivos sean el de combinar fuentes de resistencia a la sequía con alto potencial de rendimiento.

4. Los esfuerzos conjuntos realizados por Instituciones de ésta naturaleza, solamente lograrán cristalizarse si se continúan permanentemente las iniciativas de integración e intercambio de materiales y experiencias con el consecuente beneficio social.
  
5. Según los resultados reportados por otros autores sobre evaluación de genotipos de sorgo; existen diferencias en su comportamiento, debido a que la información genética que poseen, aunado al medio ambiente en que fueron generados los materiales, hacen que modifiquen sustancialmente su comportamiento en los caracteres cuantitativos. Lo anterior será de utilidad para identificar líneas que presenten información genética de estabilidad en los diferentes ambientes evaluados donde hace mayor seguridad y presión en la toma de decisiones.

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

- Aguirre, R. J. I. 1989. Avances de las raza fisiológicas del carbón de la panoja en sorgo en el Norte de Tamaulipas. Programa de sorgo. CIFAP - Tamaulipas, INIFAP - Río Bravo, Tamps. III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., jal.
- Aguirre, R. J. I. 1989. Identificación de genotipos y cuantificación de daño de *Macrophonia Phaseolina* por medio de la inoculación artificial en líneas experimentales de sorgo. Programa de sorgo. Fitopatología. CIFAP - Tamaulipas, INFAP -- Río Bravo, Tamaulipas. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Arellano, R. L. J., Dueñas., Trujillo, A. M. A. 1989. Operatividad Técnica y Normativa del Comité Técnico Estatal de Semillas en Jalisco. Tesis Profesional, Zapopan, Jal.

- Arellano, V. J. L. 1985. Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México. Revista Chapingo. Univ. Autónoma Chapingo. Pag: 43 - 44.
- Barrenche, G. R. 1983. Desarrollo de la Industria Colombiana de Semillas. Conferencia presentada en el VII Curso Intensivo sobre Tecnología de Semillas, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Betancourt, V. A.; Mediana, O. S. 1982. Caracterización de líneas básicas de sorgo mediante evaluaciones multilocacionales para lograr resistencia efectiva y estable a las enfermedades. IX Congreso Nacional de Fitogenética en la UAAAN, Saltillo, Coah.
- Brauer, H. O. 1969. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa, México, novena reimpresión 1987.
- Carballo, A. C. 1978. Sorgo, recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Tarcicio Cervantes editor. Chapingo, México.

- Carballo, A. C. 1985. Proyectos y avances de investigación y enseñanza en el área de producción de semillas del Colegio de Post - Graduados de la Sarh. Conferencia presentada en la reunión nacional sobre producción de semillas en México, celebrada en la Univ. Autónoma de Chapingo, México, D. F.
- Castellón, L. A. y Cea, I. A. 1987. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala. P. 169.
- Castro, N. S. Nava, R. A. 1989. Mejoramiento Genético de Sorgo (Sorghum vulgare Pers.) para grano en el NE de México. Depto. de Fitotecnia, Fac. de Agronomía U. A. T. Cd. Victoria, Tamps. III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Cejudo, G. M. E. 1978. Estudio de metodologías físicas, determinación de taninos y actividad de la enzima catecol oxidasa, en granos de sorgo (Sorghum Bicolor (L) Moench), utilizados para alimentación. Tesis de M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

- Centro                    Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.  
1985. Investigación Agrícola en América Latina  
y el Caribe. Memorias del Seminario. CIMMYT,  
México. Bajo el patrocinio del Banco  
Interamericano de Desarrollo.
- Clará,                    R. V. 1989. XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San  
Pedro Sula, Honduras.
- Clará,                    V.R., Hash, C. T. 1989. Programa de sorgo del  
ICRISAT para Latinoamérica. ICRISAT/LASIP-  
CIMMYT-SORGO. III Reunión Nacional sobre sorgo.  
Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad.,  
Jal.
- Contreras,              A. A. 1942. Mapa de las provincias  
climatológicas de la República Mexicana. Sría de  
Agricultura y Fomento dirección de Geografía y  
Metodología e Hidrología.
- Corral,                  D. B. 1986. Antecedentes, logros y Avances del  
programa de sorgo en Valles Altos. II Reunión  
nacional sobre sorgo, Sinaloa, México, Pág: 49 -

- Del Campo, V.M., Peña, R., Zapata, R.J. 1989. Producción de materia seca de mijo perla (Penisetum Americanum (L.) Lecke) en el valle de Aguascalientes. SARH, INIFAP, CIAP - Aguascalientes. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Delgadillo, S. F., Narro, S. J. 1989. Reacción de germoplasma de sorgo con respuesta diferencial al Virus del Mosaico del Enanismo del Maíz (VMEM) variantes A y B. Bajío - CIFAP - Gto. INIFAP - Celaya, Gto. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Douglas, J. E. (Comp., ed.) 1982 Programa de semillas guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Trad. de la 1a. ed. Inglesa 358p. (Serie CIAT. 09558e - GC82).
- Flores, M. J. A. 1981. Bromatología Animal. Segunda Edición, primera reimpresión. Editorial LIMUSA. México.

- Guiragossaian, V. 1985. CLAIS. VI Reunión Anual. Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo. Guatemala. p. 41-44.
- Harlan, J. R. 1971. Agricultural Origins: Centers and noncenters. Science 174 : 468 - 474.
- Harlan, J. R. 1975. Crops and Man. Views of Agricultural Origins. American Society of Agronomy. Crops Science Society of America. Madison, Wisconsin.
- Harlan, J. R. 1975. Crops and Man. What es a crop?. American Society of Agronomy. Crops Science Society of America. Madison Wisconsin.
- Hash, C. T. Clara, R. V. y de León, B. 1990. Comportamiento de las variedades de sorgo de los ensayos MASVYT - 89 y MASVON - 89. XXXVI Reunión del PCCMCA, San Salvador, San Salvador, C. A.
- Hash, C. T., Clará, V. R., De León, B. 1990. Comportamiento de los sorgos híbridos comerciales del PCCMCA - 89. XXXVI Reunión del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, C. A./CIMMYT.

- Hernández, V. M. M., Parra, N. A. 1989. Evaluación Interinstitucional de genotipos de sorgo en México. Escuela de Agronomía y Zootecnia, Universidad de Guanajuato, México. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara, Guad., Jal.
- Hernández, M. M., Vega, Z. G. 1984. Mejoramiento genético del cultivo de sorgo para grano en zonas intermedias del país CAEB - CIAB, INIA, SARH. Memorias I Reunión Nacional sobre Sorgo. Fac. de Agronomía, UANL, Marín, N. L. pág: 263 - 265.
- House, L. R. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento Genético. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Hughes, H. D. and Hensen, E. R. 1957. Crop production. Principles and Practices. 1. Field crops: The Food and Clothing of Mankind.
- Jugenheimer, R. W., Ph. D. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa, Méx.

- Lamas, G. O., González, L. S. Sandoval, I. E., Sánchez, M. J. 1989. Desarrollo de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor) (L.) Moench) para grano con alto potencial de rendimiento para los Estados de Jalisco, Michoacán y Nayarit. Fac. de Agronomía de la Universidad de Guadalajara. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Luna, F. M. Gutiérrez, S. J. R. 1989. Evaluación de sorgos para Valles Altos en el Altiplano de Zacatecas. INIFAP - ZACATECAS - SARH. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Martínez, R. M., Romero, H. L., Zavala, G. F., Sánchez, S. C. H. 1984. El Programa de sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Mejoramiento Genético. Memorias I Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, UANL? Marín, N. L. pág: 364 - 376.
- Mendoza, O. L. E. 1984. Sorgo: su investigación en el centro de genética del Colegio de Postgraduados. Memorias I Reunión Nacional sobre Sorgo. Fac.

Agronomía, UANL? Marín, N. L. pág: 302 - 314.

Mendoza, O. L. E. 1989. Estado actual de la investigación de la red de sorgo y mijo del INIFAP. INIFAP - CIFAP - México, Chapingo, Méx. III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

Mendoza, R. M. 1984. Mejoramiento genético de sorgo en la Universidad Autónoma de Chapingo. Memorias I Reunión Nacional sobre Sorgo. Fac. de Agronomía, UANL. Marín N. L. pág: 335 - 342.

Miller, F. R. 1989. The sorghum conversión program and its impact on Sorghum improvement. Dept. of Soil & Crop. Science, Texas A & M University, College Station, Texas (USA). III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de guadalajara. Guad., Jal.

Miranda, S. M. A. 1989. Dinámica poblacional de mosca midge Contarina sorghícola (Coq) en el cultivo del sorgo del Valle de Apatzingán. Red de Entomología INIFAP - CIFAP - Michoacán. Campo experimental Valle de Apatzingán. Resúmenes III

Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía,  
Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

Osuna, O. J. 1984. Elementos de factibilidad y objetivos de un programa de mejoramiento de sorgo para las zonas de temporal en Sinaloa, como parte de una estrategia de trabajo educativo y de búsqueda de soluciones a los problemas agrícolas del temporal en el Estado. I Reunión Nacional sobre sorgo, Fac. de Agronomía, UANL. Marín N. L. pág: 354 - 363.

Plascencia, B. R., Sandoval, I. E., Arroyo, A. M. 1989. Implementación de un Comité Técnico Estatal de Semillas (COTESE) en Jalisco. SARH \_ Jalisco. Memorias III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

Poehlman, M. J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México.

Quinby, J. R. 1974. Manifestation of hybrid vigor in Sorghum. Crop Science 3: 288 - 291.

- Quinby, J. R. 1974. Sorghum improvement and the genetics of growth. Texas A & M University Press, College Station, Tx.
- Reyes, C. P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. Edit. Trillas 4a. reimpression, Octubre 1985, México, D. F.
- Reyes, C. P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. 1a. edición A. G. T. Editor.
- Rodríguez, C. E., Romero, H. L., Maití, R. K. 1989. Efectos de gradientes de humedad en genotipos Glossy de sorgo. Facultad de Agronomía de la UANL - INTSORMIL. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Rodríguez, H. R., Mendoza, O. L. E. 1989. Purificación varietal de la Línea de sorgo M90812. CERIB - CIFAP - Tamps. y CIFAP - Edo. de Mex. INIFAP. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara, Guad., Jal.

- Rodríguez, H. R. Trujillo, A. J., Compton, L. P. 1989. Costeño 201 variedad de sorgo apta para consumo humano. CIFAP - Tamps., CIFAP - Yucatán e ICRISAT/CIMMYT. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agr. Univ. Guadalajara. Guad., Jal.
- Rodríguez, H. R., Trujillo, A. J., Compton, L. P. 1989. Tropical 401 nueva variedad de sorgo. CIFAP - Tamaulipas, CIFAP - Yucatán e ICRISAT/CIMMYT. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- 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.
- Romo, C. E., Miller, F. R. 1989. Estudio de la herencia de la tolerancia al frío durante el estado de floración en sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench. Campo agrícola experimental Valle de México, INIFAP. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ.

de Guadalajara. Guad., Jal.

Romo, C. E., Rodríguez, G. E., Compton, L. P. 1984. Sorgo para los Valles Altos de México. I Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, UANL, Marín, N. L. pág: 282 - 293.

Ron, P. J., Díaz, L. R. 1986. Manual para el establecimiento de Ensayos y Colecciones de Datos para las evaluaciones de maíz del CCVP en el Estado de Jalisco, México.

Sandoval, I. E., Betancourt, V. A. 1984. Programa de mejoramiento de sorgo en la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. Memorias I Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, UANL. Marín N. L. pág: 344 - 352.

Sandoval, I. E., González, L. S., Sánchez, M. J. 1989. Programa de mejoramiento genético de sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

- Sandoval, I. E., Sánchez, M. J., González, L. S. 1986. Avances del programa de mejoramiento genético de sorgo de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. II Reunión nacional sobre sorgo, Sinaloa, México. pág: 31 - 39.
- Sarquís, R. J., Jordan, W. R. 1989. El crecimiento de sorgos glossy y no glossy en condiciones de sequía. Texas A & M University College Station. Texas 77843 - 2118. Resúmenes III Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Sprague, G. F. 1955. Corn and corn improvement. Academic Press, New York, N. Y.
- Teniente, O. R., Sepúlveda, S. S. 1989. Evaluación de tolerancia genética a clórosis para grano Sorghum bicolor (L) Moench bajo condiciones de campo. Red. de sorgo y mijo INIFAP, CIFAP, MICH. Campo experimental Valle de Apatzingán. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

- Vavilov, N. J. 1951. The orig, variation, immunity and breeding of cultivated plants. In selected writing of N. J. Vavilov, K. Starr Chester, translator. Chronica Botanica Vol. 13. Waltham.
- Vázquez, I. G., Zavala G. F. 1986. Efecto del Stress hídrico aplicado en las etapas fenológicas del cultivo de sorgo para grano (Sorghum bicolor (L.) Moench) sobre el rendimiento y componentes. Memorias II Reunión Nacional sobre sorgo, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. pág: 127.
- Vega, Z. G. 1989. Evaluación de sorgos híbridos comerciales y experimentales bajo riego en el Bajío para el CCVP. Red sorgo y mijo. INIFAP. CIFAP! Celaya, Gto. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.
- Vega, Z. G., 1989. La investigación del cultivo del sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) en la región centro de México. INIFAP - CIFAP - EG. Celaya, Gto. III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, Univ. de Guadalajara. Guad., Jal.

- Vidal, M. V. A., Hernández, R. E. 1989. Genotipos de sorgo aptos para siembras de Otoño - Invierno en la costa de Nayarit. CESIX - CIFAP - NAY - INIFAP - SARH - COTESE - NAY. Resúmenes III Reunión nacional sobre sorgo. Fac. Agronomía, Univ. de Guadalajara, Guad., Jal.
- Villalobos, A. V. M. 1984. Somaclones: Una alternativa para incrementar la variabilidad genética. Fitotecnia, revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Méx.
- Walli, J. S., Ross, W. M. 1975. Producción y usos del sorgo. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Williams, A. H. 1982. Evaluación de la efectividad de varias formas de esterilización y cruzamientos de panojas de sorgo, mediante la utilización de bolsas de polietileno. Programa de sorgo. CAERIB - CIAGON - INIA - SARH. IX Congreso nacional de fitogenética en la UAAAN. Saltillo Coah.
- Williams, A. H. 1984. Programa de mejoramiento genético de sorgo de Río Bravo. Mejoramiento genético del sorgo para grano en la zona norte de México

CAERIB - CIAGON; INIA - SARH. Memorias I Reunión Nacional sobre sorgo. Fac. de Agronomía, UANL, Marín, N. L. pág: 266 - 273.

Williams, A. H. 1986. Avances del programa de mejoramiento genético de sorgo en Río Bravo Tamps. II Reunión nacional sobre sorgo. Sinaloa, México. pág: 21 - 27