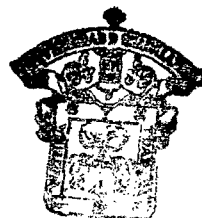


# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUOLA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE 8 VARIEDADES DE  
SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) EN EL  
MUNICIPIO DE MAZAMITLA, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

PRESENTA

ERNESTO SANCHEZ SANCHEZ

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 1987



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

**Abril 8, 1966.**

~~ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA. DIRECTOR.  
ING. J. C. ELTA SANDOVAL SOCAS. ASESOR.  
ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL. ASESOR.~~

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

**"ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE 10 VARIETADES HÍBRIDAS DE SORGO PARA EL MUNICIPIO DE MAZAMITLA, JALISCO."**

**ERNESTO SANCHEZ SANCHEZ**

presentado por el PASANTE 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.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO.

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**Facultad de Agricultura**

Expediente .....

Número .....

Abril 8, 1986.

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

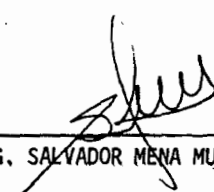
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

ERNESTO SANCHEZ SANCHEZ titulada,


"ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE 10 VARIETADES HIBRIDAS DE SORGO PARA  
 EL MUNICIPIO DE MAZAMITLA, JALISCO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la  
 misma.

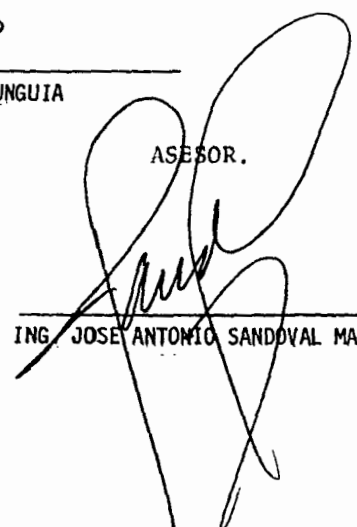
DIRECTOR.

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

ASESOR.

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

ASESOR.

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE 8 VARIEDADES DE SORGO  
(Sorghum bicolor (L.) Moench) EN EL MUNICIPIO  
DE MAZAMITLA, JALISCO.

# I N D I C E .

	Pagina
RESUMEN. . . . .	1
Capitulo.	
1.- INTRODUCCION . . . . .	3
2.- OBJETIVO . . . . .	4
2.1.- Hipótesis. . . . .	4
3.- REVISION DE LITERATURA . . . . .	5
3.1.- Origen . . . . .	5
3.2.- Taxonomía. . . . .	5
3.3.- Descripción Botánica . . . . .	6
3.4.- Ciclo vegetativo . . . . .	9
3.5.- Adaptación . . . . .	9
3.6.- Requerimientos técnicos. . . . .	10
3.7.- Parámetros de selección del - mejoramiento . . . . .	11
3.8.- Antecedentes del mejoramiento en sorgo . . . . .	12
3.9.- Logros del mejoramiento. . . . .	13
3.10.-Plagas . . . . .	15
3.11.-Enfermedades . . . . .	16
3.12.-Utilización del sorgo. . . . .	16
4.- MATERIALES Y METODOS . . . . .	17
4.1.- Localización . . . . .	17
4.2.- Clima. . . . .	17
4.2.1.- Temperatura. . . . .	17
4.2.2.- Humedad. . . . .	17
4.2.3.- Precipitación pluvial. . . . .	17
4.2.4.- Altitud. . . . .	17

Capitulo.	Pagina
4.3.- Suelo . . . . .	17
4.3.1.- Textura . . . . .	17
4.3.2.- P.H. . . . .	17
4.3.3.- Topograffa. . . . .	17
4.4.- Materiales utilizados . . . . .	17
4.5.- Diseño experimental . . . . .	19
4.5.1.- Modelo Estadistico. . . . .	19
4.5.2.- Tratamientos. . . . .	19
4.6.- Desarrollo del experimento. . . . .	19
4.7.- Variables . . . . .	21
5.- RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	22
5.1.- Rendimiento . . . . .	22
5.2.- Altura de planta. . . . .	24
5.3.- Días a floración. . . . .	26
5.4.- Respuesta a insectos. . . . .	28
5.5.- Respuesta a enfermedades. . . . .	29
6.- CONCLUSIONES. . . . .	30
7.- RECOMENDACIONES . . . . .	31
8.- BIBLIOGRAFIA. . . . .	32

## INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS.

No.	Descripción	Pag.
1.-	Análisis del grano de sorgo en comparación relativa con el maíz.....	8
2.-	Clasificación del sorgo de acuerdo a su ciclo vegetativo.....	9
3.-	Características principales de las variedades estudiadas.....	18
4.-	Registro del número de unidades experimentales, variedades y bloques, del estudio de variedades de sorgo.....	20
5.-	Rendimiento de los tratamientos: en Kg/muestra.....	22
6.-	Análisis de Varianza de rendimiento.....	22
7.-	Promedio de rendimiento/Ha.....	23
8.-	Alturas medias de plantas obtenidas por parcela.(Cms).....	24
9.-	Promedio de alturas de plantas.....	25
10.-	Análisis de Varianza de altura de - planta.....	26
11.-	Promedio de días a floración de cada variedad.....	27
12.-	Análisis de Varianza de días a floración.....	28
13.-	Resultados de cada variedad.....	29

## RESUMEN.

En el municipio de Mazamitla, Jalisco, se llevo a cabo un ensayo para probar ocho variedades de sorgo (Sorghum bicolor), con el objetivo de determinar el comportamiento de las mismas que mejor se adapten a las condiciones de la zona.

Se ha observado que el sorgo se desarrolla perfectamente desde el nivel del mar hasta altitudes de 1,800 metros o un poco más. En alturas mayores de 1,900 metros sobre el nivel del mar tiene un desarrollo un tanto lento y un bajo porcentaje de polinización, lo cual limita la producción de grano.(8).

La parcela experimental estuvo localizada en el potrero "Puerto de las cuevas", que se encuentra aproximadamente 5 Km. al Norte de la cabecera municipal. El clima en esta región de acuerdo a la clasificación de C.W. Thornthwaite es semiseco y templado.

Se utilizaron ocho variedades de sorgo, de las cuales cinco eran experimentales y tres comerciales, siendo cada variedad un tratamiento.

El diseño experimental que se utilizo fue el de bloques al azar, con tres repeticiones.

El tamaño de cada parcela experimental fue de  $3.75 \text{ m}^2$ , que estuvo formada por dos surcos de cinco metros de largo cada uno y una distancia entre surcos de 0.75 metro.

Se empleo la formula 180-60-20 para la fertilización, aplicando la mitad del Nitrogeno y todo el Potasio y Fosforo al momento de la siembra. En la escarda se aplico la otra mitad del Nitrogeno. La densidad de siembra empleada fue de 14 Kgs. por hectárea.



La siembra se realizo el día 30 de Abril de 1986 y se cosecho el 2 de Octubre del mismo año, cortandose las panojas de los dos surcos de cada parcela, desechando un metro de cada extremo por surco para evitar el efecto de orilla, por lo cual el tamaño de la parcela útil fue de 2.25 m<sup>2</sup>.

El análisis de los resultados demostro que no hubo diferencia en el rendimiento entre las variedades probadas. A pesar de la conclusión anterior, la prueba de Duncan permitio separar un grupo de variedades que obtuvieron mejor rendimiento, las cuales fueron V.A.110, V.A.120, V.A.130, LESO 6, RIO y LESO 4; Además presentaron alturas adecuadas para su explotación comercial.

En general, las variedades comerciales fueron las que presentaron mejores características agronómicas, probablemente debido a una mejor adaptación a valles altos.

## 1.- INTRODUCCION.

Ante la creciente escasez de alimentos no solo a nivel nacional, sino a nivel mundial, se presenta la urgente necesidad de aprovechar al máximo los recursos naturales que se tienen. México es un país con un potencial de recursos superiores a sus necesidades, sin embargo ese potencial no se ha hecho realidad debido a múltiples razones entre las cuales pueden señalarse como principales la falta de explotación razonable de los suelos agrícolas, es decir no se obtiene la máxima cantidad de alimentos por hectárea de terre no cultivable.

Debido al alto crecimiento demográfico, los promedios de producción anual de los principales productos pecuarios como carne, leche, huevo, deberían superarse para aumentar el nivel de consumo en todos los sectores de nuestro país. Dentro de la explotación porcícola, el sorgo es una línea de las que más posibilidades tiene para suplir las demandas ya sea en grano o forraje.

La demanda interna de grano de sorgo como producto básico en la preparación de alimentos balanceados para el ganado, ha determinado que la superficie del mismo se haya incrementado, otros factores como su facilidad de mecaniza---ción (que reduce los costos de producción), amplia adapta---ción y relativa tolerancia a plagas y enfermedades, también han contribuido a su incremento.

Por otra parte, se sabe que existen muchas variedades que en igualdad de circunstancias muestran variaciones en sus características agronómicas. El rendimiento refleja en mucho la reacción de las plantas ante la diversidad de factores ambientales, así que en cada caso es importante saber que variedades se mantienen en un nivel deseable de productividad.

## 2.- OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo es determinar el comportamiento de las variedades de sorgo que mejor se adapten a las condiciones de la zona, atendiendo principalmente a rendimientos, respuesta a insectos y respuesta a enfermedades.

### 2.1.- Hipotesis.

Ho: El comportamiento para rendimiento de las variedades de sorgo bajo estudio es similar bajo condiciones de Valles Altos.

Ha: El comportamiento para rendimiento de las variedades de sorgo bajo estudio es diferente bajo condiciones de Valles Altos.

## 3.- REVISIÓN DE LITERATURA.

## 3.1.- Origen.

Es difícil determinar donde y cuándo ocurrió - la domesticación del sorgo (de Wet et al., 1970). Murdock - (1959) ha sugerido que el sorgo pudo haber sido domesticado por la gente de el Mande, alrededor de las aguas del río Ni-ger. Doggett (1965) indicó que la evidencia arqueológica sugiere que la práctica de la domesticación del cereal se introdujo de Egipto a Etiopía alrededor del año 3,000 A.C.

Wet y sus colegas sugieren que el sorgo tuvo un origen diferente y que probablemente se originó del S. verticilli-florum.(5).

Pero en base a la distribución de los sorgos silvestres, se ha situado el origen más probable en el Noroeste - de Africa, y más específicamente en la región del Sudán y - Abisinia del Este de Africa, tal parece que el sorgo emigró a toda Africa, a India y de ahí a Siria y a China finalmente hace mil años.(90).

Se sabe que el primer sorgo cultivado llegó a América en 1853, por el puerto de New York, y los sorgos para grano fueron establecidos originariamente en California en 1874. Así mismo, indica que aunque no se han encontrado antecedentes sobre la fecha y lugar de introducción del sorgo a México, se considera como bastante probable que esto haya ocurrido a fines del siglo pasado.(1).

## 3.2.- Taxonomía.

DIVISION:	FANEROGAMAS.
SUB-DIVISION:	ANGIOSPERMAS.
CLASE:	MONOCOTILEDONEAS.
ORDEN:	GLUMIFLORAE.
FAMILIA:	GRAMINACEAE.
SUB-FAMILIA:	PANICOIDEAE.
TRIBU:	ANDROPOGONEAE.

GENERO:	Sorghum.
ESPECIE:	bicolor.
NOMBRE TECNICO:	Sorghum bicolor.

### 3.3.- Descripción Botánica.

- Raíz.- Todas las raíces son adventicias fibrosas y desarrollan numerosas raicillas laterales, por unidad de superficie el doble que en el maíz.(6). La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una razón por la que los sorgos son tan resistentes a la sequía. La planta crece lentamente hasta que el sistema radicular está bien establecido .(4).
- Tallo.- Los tallos son redondos y jugosos, estando divididos en nudos y entrenudos, siendo de los primeros de donde se desprenden las hojas. En cada nudo de la planta, se encuentra una yema lateral; siendo un problema esto en el caso del sorgo de grano, ya que las panojas de estos hijos madurán mucho despues que la panicula principal, al cosecharse se tiene el problema del contenido de humedad en el grano seco. Generalmente la planta alcanza una altura comprendida entre 1.10 y 1.60 m., y ésta varía segun los entrenudos que sean.(4).
- Hoja.- Las hojas se presentan en forma alternadas sobre el tallo de la planta, siendo éstas largas generalmente, por la cual penetrán los rayos solares y el aire. Las hojas estan cubiertas de una capa cerosa. Cuando la temperatura es alta (superior a 33°C.), las hojas se --

enrollan evitando presentar más superficie de evaporación, reduciendo la pérdida de agua por transpiración.(4).

- Flor.- Las flores forman una panícula o espiga panoja, aparte tiene espiguillas presentandose en pares, siendo una pedicelada estéril y una sésil fértil. Las flores están formadas por una lema y una palea, duras y coráceas, estambres y pistilo, siendo hermafroditas y teniendo un porcentaje de polinización cruzada de 2 a 6 %, o sea muy bajo. Los estigmas son receptivos, o sea antes de abrir la flor es el lapso de más ocurrencia de fertilización, despues prosigue la receptividad durante 14 a 16 días posterior al inicio de la floración. De la parte superior de la espiga es donde la planta empieza a florear y continua hacia abajo a la base, por el cual al abrir las primeras flores inicia la dehiscencia de polen, éste cae sobre las flores inferiores como una lluvia continua. El lapso de tiempo comprendido entre la dehiscencia de las primeras anteras hasta las últimas en la panícula está en relación directa con la temperatura o sea, que a menor temperatura mayor duración de floración, calculandose de 8 a 10 días.(4).

Generalmente en la noche hasta las primeras horas del día tiene efecto la fecundación, la viabilidad del polen dura menos de una hora. El ovulo puede ser de diferentes colores, segun sus progenitores, habiendo hibridos de glumas que son las que cubren el óvulo de color -

que puede ser negro, café, café-oscuro y rojo claro.(4).

- Grano.- El grano es redondo y puede tener diferentes colores como blanco, café, rojo, amarillo, habiendo colores intermediarios, debidos a complejos genéticos cubriendo el pericarpio y la testa. Botanicamente el grano forma lo que conocemos como cariopside, éste se forma casi totalmente por almidón, al faltarle agua en la fase lechosa se arruga y baja de peso.(2). Contiene más proteínas (11.5 hasta 16.5%) que el maíz. Las proteínas y aceites extraídos del sorgo podrían tener los mismos usos que los productos similares obtenidos del maíz. La cantidad de almidón del sorgo (63 a 73%) y la calidad es más o menos igual que el almidón extraído del maíz.(15).

En los datos presentados en el cuadro siguiente se muestra al sorgo con una riqueza en proteína superior a la del maíz.

Cuadro No. 1  
ANALISIS DEL GRANO DE SORGO EN COMPARACION RELATIVA CON EL MAIZ.(2).

COMPOSICION.	SORGO %	MAIZ %
Agua	10.13	12.9
Proteína cruda	14.45	9.3
Almidón y Azucar	66.17	70.3
Grasas	3.64	4.3
Fibra cruda	1.77	1.9
Cenizas	1.97	1.3

### 3.4.- Ciclo Vegetativo.

El ciclo vegetativo del sorgo tiene un rango muy amplio y depende de la variedad, las condiciones ecológicas y las prácticas culturales que se sigan en el cultivo. Basándose en el número de días a floración y ma duración se ha clasificado a los sorgos de grano en 3 ciclos.(10).

Cuadro No. 2

#### CLASIFICACION DEL SORGO DE ACUERDO A SU CICLO VEG..(10).

CICLO	DIAS A FLORACION	DIAS A MADURACION.
Precoz	45 - 60	105 - 120
Intermedio	65 - 75	125 - 140
Tardío	80 - 90	145 - 160

### 3.5.- Adaptación.

El sorgo se puede cultivar con éxito en cualquier parte donde la temperatura media sea de 20°C. ó más, con un período libre de heladas de 120 días por lo menos y con precipitaciones anuales medias de 430 a 630 mm. - hasta aquellas con un promedio de 750 mm. ó más.(9). Con lluvias menores de 405 mm. anuales no es posible su cultivo de temporal. (13).

Los sorgos son más afectados por las temperaturas que por la escases de humedad, siendo un cultivo mejor adaptado que el maíz para producir bajo condiciones de humedad limitada.(7).

El sorgo tiende a detener su crecimiento durante el período seco, y lo reanuda con el regreso de la lluvia. Además, el sorgo es capaz de soportar también los excesos de humedad mejor que muchos otros cereales (especialmente el maíz). Así, el sorgo continúa creciendo -aunque no bien- en



condiciones de anegamiento ó inundación ( el maíz, por el contrario, moriría ).(5).

En México se ha observado que esta planta se desarrolla perfectamente desde el nivel del mar hasta altitudes de 1,800 m. ó un poco más. En alturas mayores de 1,900 m. sobre el nivel del mar tiene un desarrollo un tanto lento y un bajo porcentaje de polinización, lo cual limita lo producido de grano.(9).

### 3.6.- Requerimientos técnicos.

Las exigencias en cuanto a suelos, el sorgo crece en todo tipo de suelos, suelos de textura arenosa hasta suelos arcillosos pesados. Se desarrolla bien en suelos cuyo P.H. oscila entre 5.5 y 8.5, y tolera la alcalinidad, salinidad y el escaso drenaje, pero lo hace mejor con un buen mullido, con una fertilidad alta y balanceada y un P.H. casi neutro.(14).

En sus necesidades de nutrientes el sorgo es como el maíz. El contenido de proteínas se aumenta hasta cierto punto con cada incremento de fertilizante nitrogenado que se aplique.(8). La respuesta a la fertilización varía entre variedades diferentes. Algunas tradicionales, desarrolladas en condiciones de baja fertilidad y sequía producen de 6 a 10 Kgs. de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado, mientras que las variedades que responden a altos niveles de fertilidad producen de 20 a 40 Kgs. de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado.(11).

La buena fertilidad y drenaje, aunados a una temperatura favorable, son las condiciones más importantes en el cultivo del sorgo.(9).

El tiempo de la siembra a la floración varía considerablemente en diferentes variedades, dependiendo de la fecha de siembra, del manejo del cultivo, latitud y temperatura.

La floración de líneas diferentes, hablando en forma general ocurre en forma más cercana si se hacen las siembras - cuando los días se están volviendo más cortos; mientras que el tiempo a la floración será más diferente si las siembras se hacen cuando aumenta la longitud del día.(5).

Para siembras de temporal se necesita de 10 a 12 Kgs. de semillas por Ha.. En cambio en áreas de riego y humedad se aconseja una mayor densidad, de 15 a 17 Kgs. de semillas por Ha.. Es muy recomendable la desinfección de la semilla, por ejemplo Arazam a razón de 240 grs. por cada 100 Kgs. de semilla.(9).

El sorgo no tiene gran capacidad de compactación, por lo tanto, no se debe cubrir mucho, se puede sembrar a 2.5 - cm. de profundidad cuando el suelo está húmedo y friable, y las demás condiciones son propicias, sobre todo la textura. Es conveniente sembrar a 5 cm. de profundidad cuando hay se quía, ya que una lluvia ligera afectaría la germinación.(14).

Las labores de cultivo o escardas, son las mismas que para el maíz, de acuerdo con las condiciones del terreno, - después de las lluvias o el desarrollo de malezas.(9).

El sorgo se debe cosechar cuando el grano tenga un con tenido de humedad de 12 a 14%, haciendo muestreos en el cam po cuando esté próxima la época de cosecha.

Si se deja secar el sorgo mucho en el campo puede haber pérdidas por acame, roedores y desgrane.(3).

### 3.7.- Parametros de selección del mejoramiento.

Los parame--  
tros de selección usados por un mejorador son difíciles de describir. Frecuentemente los parametros varían con la loca lidad y el objetivo, pero en general, la selección debería dirigirse hacia el desarrollo de tipos superiores para uso del agricultor.

Parametros Generales:

- alto rendimiento (respuesta a la fertilización).
- adaptabilidad ambiental amplia.
- resistencia a enfermedades e insectos.
- resistencia al acame.
- tiempo adecuado a la madurez.
- buenas plantas a niveles razonables de población.
- desgrane fácil durante la cosecha.
- apariencia general.
- altura - alrededor de 1.25 a 2 metros.
- tamaño de panoja grande.
- buena excersión de la panoja.
- panoja no demasiado compacta o demasiado tipo zacate.
- panoja erecta en lugar de curveada.
- buen amacollamiento, con panojas sobre tallos que maduran al mismo tiempo.
- buena formación de semillas.
- buen tamaño y número de semillas. (5).

3.8.- Antecedentes del mejoramiento en sorgo.

Se han presentado algunos datos sobre los sorgos cultivados; según este autor, el mejoramiento del sorgo empezó hace 5,000 años, - con la domesticación de la especie en el cuadrante Noreste de Africa.

Variedades de altos rendimientos seleccionadas sin conocimiento de los principios genéticos fueron introducidas en América en el siglo XIX.

El mejoramiento en América empezó cuando los agricultores descubrieron y pudieron conservar mutaciones de paja - corta y de madurez precoz.(8).

Antiguamente los sorgos se clasificaban en grupos de variedades, figurando como más importantes los llamados Millo, Kafir, Hegari y Feterita. Muchas variedades nuevas se han originado por hibridación entre dichos grupos.(10).

Después de conocidos los principios genéticos, los mejoradores de sorgo formaron nuevas variedades mediante selecciones de progenies de cruza entre variedades.

Aparecieron finalmente variedades apropiadas para cosecha mecánica, y vinieron a ocupar casi todas las regiones cultivables de sorgo en Estados Unidos y en el mundo. Estas variedades no fueron las mejores en cuanto a rendimiento, pero tenían la característica adecuada.(8).

### 3.9.- Logros del mejoramiento en sorgo.

La diferencia más significativa de los sorgos actuales y los sorgos anteriores es que los tallos son ahora 60 cm. más cortos, lo cual hizo posible el uso de máquinas combinadas para su cosecha.(6).

En México a partir de 1973 se establecieron ensayos de rendimientos; y en 1976 se iniciaron evaluaciones en parcelas semicomerciales, aproximadamente de una hectárea, de donde se obtuvieron tres variedades, para recomendarse en alturas comprendidas entre 1,800 a 2,300 m. sobre el nivel del mar (los valles altos de México). Siempre y cuando el período libre de heladas disponible se ajuste a su ciclo vegetativo.

Estas variedades son:

- Valles Altos 110
- Valles Altos 120
- Valles Altos 130.(12).

Las tres variedades son de polinización libre, por lo cual el agricultor podría seleccionar semilla de su misma cosecha para la siembra en años posteriores.

La información sobre el comportamiento de las variedades, se ha obtenido en diferentes regiones de los Valles - Altos a nivel nacional; sin embargo, los resultados que se presentan aquí se basan en las localidades más estudiadas de los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala, las cuales - tienen características contrastantes, que se describen a - continuación.

Chapingo, México, considerado como un ambiente favorable, se localiza a una altitud de 2,250 metros sobre el nivel del mar, con precipitación anual de 721 mm., en un promedio de 57 años, tiene suelos profundos; mientras que Atitalaquia, Hidalgo, localidad representativa de un ambiente crítico, se encuentra a una altitud de 2,150 metros sobre el nivel del mar, con precipitación promedio de 250 mm. anuales, sus suelos son delgados.

En seguida se muestran los rendimientos potenciales - que se pueden obtener en los diferentes ambientes; se está considerando en este caso, que el rendimiento potencial es el obtenido en parcelas experimentales.

Chapingo, México, en siembra de temporal. Para este ambiente, el rendimiento potencial por hectárea es de 8,500 Kgs. para la variedad Valles Altos 110, 6,900 Kgs. para Valles Altos 120 y 7,500 Kgs. para la variedad Valles Altos 130. Atitalaquia, Hidalgo, en siembra de temporal. El rendimiento potencial por hectárea esperado es de 3,400 Kgs. para la variedad Valles Altos 110, 2,800 Kgs. para la variedad Valles Altos 120 y de 2,200 Kgs. para la variedad Valles - Altos 130.(12).

### 3.10.- Plagas.

-Insectos: Los insectos son un problema serio en el cultivo del sorgo, la mosca del cogollo (Atherigona - soccata) puede dañar seriamente al cultivo en ciertas épocas del año. De igual forma, varios gusanos barrenadores atacan al cultivo. Una mosca pequeña, la mosca "midge" (Contarinia sorghicola), es ocasionalmente muy dañina para la formación del grano, (la mosca "midge" deposita sus huevos en la florecilla al tiempo de la floración y la larva se alimenta de la semilla en desarrollo y la destruye).

Y es por causa de este insecto que puede perderse totalmente un cultivo.

Sin embargo, estos problemas pueden controlarse mediante el uso de insecticidas. En cultivos experimentales por ejemplo, se pueden usar el Furadán o el Thimet para controlar la mosca del cogollo; el Endrin o el Sevin para los gusanos barrenadores, y el polvo de BHC (entre el cinco y el diez por ciento) para la mosca "midge".

En México hay también disponibles otros insecticidas adecuados.(5).

-Pájaros: Los pájaros pueden ser un problema serio, especialmente cuando el cultivo principia a introducirse en un área o cuando una variedad llega a su madurez más temprano o más tarde que la variedad local. El daño de pájaros tiende a ser menor en cuanto aumenta las superficies sembradas o si el cultivo se siembra de tal manera que madure al mismo tiempo que otras variedades en una misma área.

-Nemátodos: Los nemátodos raramente han sido un factor limitante al rendimiento, pero pueden volverse problema si un campo se siembra continuamente con sorgo durante varios años.(5).

### 3.11.- Enfermedades.

Existe un buen número de enfermedades - que son de una mayor importancia económica. Entre ellas destacan los hongos de los granos: la "Genicilla" (Sclerospora sorghi) y la "podrición de carbón" (Macrophomina phaseoli).

Entre las enfermedades más importantes en América están la Antracnosis (Colletotrichum graminicola), la Genicilla y el virus del "achaparramiento". El mejoramiento para la resistencia es el mejor método para el control de estas enfermedades.(5).

### 3.12.- Utilización del sorgo.

El sorgo tiene un variado número de usos, los cuales incluyen tanto a la planta como al grano. El grano puede emplearse para aves de corral o para mamíferos ya sea entero o molido, y en forma especial para bvinos, se recomienda quebrarlo o molerlo debido a que su sistema digestivo no lo digiere, lo cual crea dificultades para su aprovechamiento. La planta puede henificarse, utilizarse en verde como forraje, encilarse con el grano en estado lechoso y emplearse como rastrojo, después de haber cosechado la panícula.(15).

Puede utilizarse también en la alimentación humana al igual que el maíz. Pues desde el punto de vista alimenticio tiene un valor bromatológico comparable al maíz, únicamente que el sorgo carece de vitamina B-1.

En la industria, el grano de sorgo se emplea para la obtención de alcohol etílico, almidón, así como dextrosa, aceites comestibles, un tipo especial de harina, para la obtención de adhesivos y barnices.(15).

En cuanto al sorgo que se utiliza como alimento para animales, éste generalmente es más suave que el que se utiliza como alimento para los seres humanos.(5).

#### 4.- MATERIALES Y METODO.

##### 4.1.- Localización.

El presente trabajo se llevo a cabo en el potrero "Puerto de las cuevas", que se encuentra aproximadamente 5 Km. al Norte de la cabecera municipal, la cual esta localizada entre el meridiano  $102^{\circ}54'15''$  de longitud Oeste y el paralelo  $19^{\circ}47'30''$  latitud Norte.

##### 4.2.- Clima.

El clima en el Municipio de acuerdo a la clasificación de C.W. Thornthwaite es semiseco y templado.

4.2.1.- Temperatura.- La temperatura media anual es de  $16.4^{\circ}\text{C}$ ., la máxima de  $38^{\circ}\text{C}$ . y la minima de  $4^{\circ}\text{C}$ .

4.2.2.- Humedad.- El porcentaje de humedad del suelo de la parcela experimental fue de 9.7 .

4.2.3.- Precipitación Pluvial.- La precipitación media anual es de 982 mm., la máxima de 1416.2 mm. y la minima de 729.9 mm. .

4.2.4.-Altitud.- Se encuentra a una altura de 2,100 metros sobre el nivel del mar.

##### 4.3.- Suelo.

4.3.1.- Textura.- El suelo del terreno de la parcela experimental presento una textura Franco-arenosa.

4.3.2.- P.H.- El P.H. del suelo de la parcela experimental fue de 6.3 .

4.3.3.- Topografía.- El terreno presento una topografía plana.

##### 4.4.- Materiales utilizados.

Se utilizo ocho variedades de sorgo, de las cuales cinco son experimentales y tres comerciales,



- siendo estas últimas recomendadas para los Valles Altos - de México.

Variedades experimentales: LESO 4, LESO 6, LESO 8, LESO 9, - y RIO.

Variedades comerciales: VALLES ALTOS 110, VALLES ALTOS 120, y VALLES ALTOS 130.

Cuadro No. 3

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS.

VARIEDAD	ORIGEN	CARACTERISTICAS
LESO 4	CARMEX	Variedad de grano blanco, color de planta verde claro, glumas color canela sin testa, altura de 1.4-1.6 m. precocidad intermedia, días a floración de 70-75, panoja compacta y poca excursión, es en general resistente a enfermedades foliares.
LESO 6	CARMEX	Igual a la anterior, excepto que es un poco más alta y la panoja más abierta, es más tardía de 5-6 días.
LESO 8	CARMEX	Más alta que Leso 6, panoja semi-abierta, follaje más abundante.
LESO 9	CARMEX	Similar a Leso 8, pero más tardía de 4-5 días.
RIO	CARMEX	Variedad de grano blanco, de tallos dulces, de alta resistencia a Fusarium y a enfermedades foliares, tolerante a la sequía debido a su alto contenido de azúcar, posee testa, días a floración de 76 a 80.
V.A.110	CHAPINGO	Variedad de grano café obscuro, altura de 74 a 136 cm., panoja semi-abierta, floración 80-100 días, resistente a enfermedades.
V.A.120	CHAPINGO	Similar a la anterior, excepto la panoja es compacta.
V.A.130	CHAPINGO	La diferencia con V.A.110, es el color del grano café claro y es más tardía 5 días.

#### 4.5.- Diseño Experimental.

Se utilizo el diseño de "bloques - al azar", con tres repeticiones.

##### 4.5.1.- Modelo Estadístico.-

Modelo lineal:  $Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \beta_j + E_{ij}$

Donde:  $Y_{ij}$  = Cualquier observación.

$\mu$  = Media general.

$\zeta_i$  = Efecto del tratamiento  $i$  .

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$  .

$E_{ij}$  = Error experimental.

4.5.2.- Tratamientos.- Son ocho tratamientos, siendo cada variedad un tratamiento.

#### 4.6.- Desarrollo del experimento.

Para la preparación del terreno, se barbechó con arado de discos a 30 cms. de profundidad a principio de Marzo, posteriormente se dio un paso de -rastra antes de la siembra, para que finalmente se surcara a 75 cms.. Se midió y se puso estacas para separar los bloques por medio de cordones, dejando un metro de separación de bloque a bloque. Cada parcela estuvo formada por dos surcos de cinco metros de largo.

El tamaño de cada parcela experimental fue de  $3.75 \text{ m}^2$ ., y para la fertilización se empleo la formula 180-60-20, aplicando la mitad de N. y todo el P. y K. al momento de la siembra, mezclado con Furadan 5% para las plagas del suelo; y en la escarda se aplicó la otra mitad del N.

La densidad de siembra empleada fue de 14 Kg. por hectarea, por lo tanto se pesaron 2.62 grs. de semilla de cada variedad para la siembra de un surco de 5 m. de largo, utilizandose un total de 5.25 grs. por cada parcela experimental. Se distribuyo la semilla, o sea las variedades del experimento de acuerdo al diseño. El total de semilla de cada variedad en las tres repeticiones fue de 15.75 grs. .

Cuadro No. 4

REGISTRO DEL NUMERO DE UNIDADES EXPERIMENTALES, VARIETADES Y BLOQUES, DEL ESTUDIO DE VARIETADES DE SORGO.

No. DE VARIEDAD	NOMBRE	BLOQUE		
		I	II	III
1	LESO 4	5	16	23
2	LESO 6	7	9	19
3	LESO 8	1	13	22
4	LESO 9	4	11	18
5	RIO	2	12	24
6	V.A.110	8	14	21
7	V.A.120	3	10	20
8	V.A.130	6	15	17

La siembra se realizo el día 30 de Abril de 1986, estando a punto el terreno, la semilla se distribuyo a mano y a chorrillo en el lomo del surco, y se tapó con el pie a una profundidad de 3cm. aproximadamente antes de sembrar se aplico el insecticida y fertilizante, procurando que quedara abajo y a un lado de la semilla.

En las labores culturales, se dio una escarda a los 45 días despues de la siembra.

La plaga que se presento fue el frailecillo (Macro-dactylus, spp.), a principio de la floración de las plantas, y para combatirlo se aplico Diazinon 25%, en dosis de 1 Lt. - por hectarea en 100 Lts. de agua. Con una sola aplicación - se controlo eficientemente.

No se presento ningun tipo de enfermedad en las variedades estudiadas.

Se cosecho el día 2 de Octubre de 1986, se cortaron - las panojas de los dos surcos de cada parcela, desechando un metro de cada extremo por surco, para evitar el efecto de orilla, por lo cual el tamaño de la parcela útil fue de 2.25 metros cuadrados.

Se cortaron las panojas manualmente, depositandolas en una bolsa las de cada parcela útil con su respectiva etiqueta.

Se desgranaron las panojas y se pesaron los granos. Des pues se determino el porcentaje de humedad de los granos que se obtuvieron de cada parcela útil, posteriormente se hizo - la conversión del porcentaje de humedad al 14%.

#### 4.7.- Variables.

Las variables a medir fueron:

- 1.- Rendimiento.
- 2.- Altura de planta.
- 3.- Días a floración.
- 4.- Respuesta a insectos.
- 5.- Respuesta a enfermedades.

### 5.- RESULTADOS Y DISCUSION.

#### 5.1.- Rendimiento.

Los rendimientos obtenidos se presentan - en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 5

#### RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS: EN KG/MUESTRA.

VARIEDAD	REPETICIONES			SUMA DE REPETICIONES	MEDIA
	I	II	III		
LESO 4	1.278	1.244	1.028	3.550	1.183
LESO 6	1.308	1.563	0.990	3.861	1.287
LESO 8	0.309	1.212	1.028	2.549	0.849
LESO 9	0.996	0.990	0.992	2.978	0.992
RIO	1.273	1.536	1.008	3.817	1.272
V.A.110	1.288	2.229	1.665	5.182	1.727
V.A.120	1.308	1.534	1.530	4.372	1.457
V.A.130	1.644	1.572	1.020	4.236	1.412
Total	9.404	11.880	9.261	30.545	10.179
Media Total	1.175	1.485	1.157	3.818	1.272

Con los datos obtenidos se procedio a efectuar el análisis de varianza que a continuación se presenta.

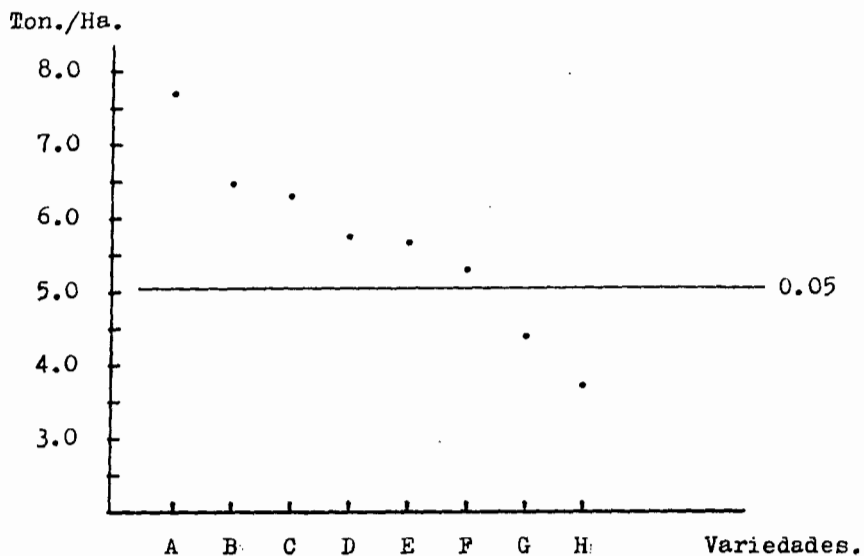
Cuadro No. 6

#### ANALISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO.

FV	GL	SC	CM	F.C.	F.t. 0.05
Tratamientos	7	1.5772	0.2253	2.4902	2.76
Bloques	2	0.5420	0.2710	2.9956	3.74
Error Exp.	14	1.2667	0.0904		
Total	23				

De acuerdo al análisis estadístico podemos decir que - no existe diferencia significativa en el rendimiento entre las variedades, ya que el valor de F. calculada es menor - que la F. de tablas para la probabilidad del 5%.

Grafica No. 7  
 PROMEDIO DE RENDIMIENTO/Ha.



CLAVE:

A= V.A.110 (7.677 Ton./Ha.).	E= RIO (5.654 Ton./Ha.).
B= V.A.120 (6.477 " / " ).	F= LESO 4 (5.259 " / " ).
C= V.A.130 (6.275 " / " ).	G= LESO 9 (4.411 " / " ).
D= LESO 6 (5.719 " / " ).	H= LESO 8 (3.776 " / " ).

En bloques podemos observar que tambien no existen diferencias significativas; por lo tanto no hay heterogeneidad en el suelo.

Se procedio a efectuar la prueba de significancia --- (prueba de Duncan) entre las variedades, dando como resultado que las variedades que obtuvieron mayor rendimiento fueron V.A.110, V.A.120, V.A.130, LESO 6, RIO y LESO 4.

Estas variedades son estadisticamente similares en -- cuanto a rendimiento.

En la grafica No. 7 podemos observar que las variedades comerciales (V.A.110, V.A.120 y V.A.130) fueron las que obtuvieron los mejores promedios en rendimiento que las variedades experimentales. Era de esperarse estos resultados ya que las variedades comerciales son recomendadas para los Valles Altos de México.

#### 5.2.- Altura de planta.

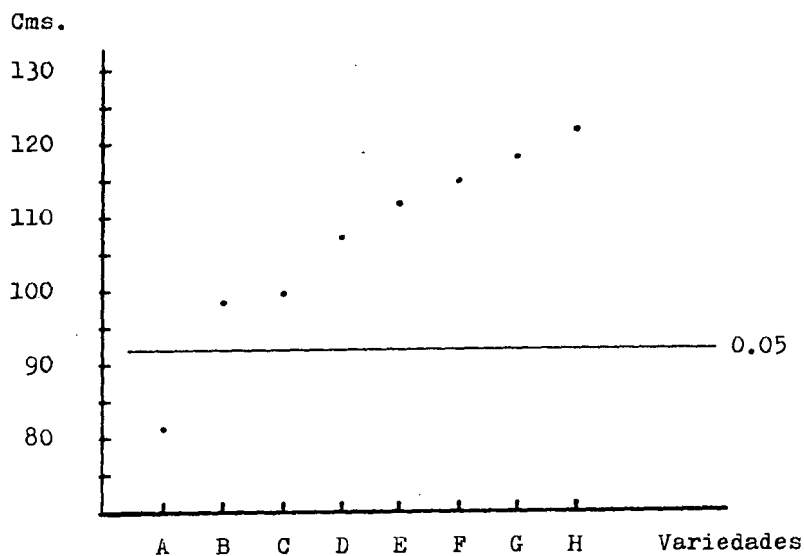
Se tomo la medición de altura de la planta antes de la cosecha.

Cuadro No. 8

ALTURAS MEDIAS DE PLANTAS OBTENIDAS POR PARCELA EXP. (Cms.).

VARIEDAD	REPETICIONES			SUMA DE REPETICIONES	MEDIA
	I	II	III		
LESO 4	91	101	105	297	99
LESO 6	107	115	114	336	112
LESO 8	95	92	108	295	98.33
LESO 9	120	124	112	356	118.66
RIO	81	85	79	245	81.66
V.A.110	118	125	120	363	121
V.A.120	110	115	122	347	115.66
V.A.130	101	118	104	323	107.66
Total	823	875	864	2,562	853.97
Media Tot.	102.87	109.37	108	320.25	106.74

Grafica No. 9  
 PROMEDIO DE ALTURAS DE PLANTAS.



CLAVE:

A= RIO ( 81.66 cm.).	E= LESO 6 (112.00 cm.).
B= LESO 8 ( 98.33 " ).	F= V.A.120 (115.66 " ).
C= LESO 4 ( 99.00 " ).	G= LESO 9 (118.66 " ).
D= V.A.130(107.66 " ).	H= V.A.110 (121.00 " ).



Con los datos obtenidos se procedio a efectuar el análisis de varianza que a continuación se presenta.

Cuadro No. 10

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA.

FV	GL	SC	CM	F.C.	F.t.	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	3639.16	519.88	15.97	2.76	4.28
Bloques	2	187.75	93.87	2.88	3.74	6.51
Error Exp.	14	455.59	32.54			
Total	23					

De acuerdo al análisis estadístico podemos decir que existe diferencia altamente significativa en altura de plantas, ya que el valor de F. calculada es mayor que la F. de tablas para las probabilidades del 5% y 1%.

Se procedio a efectuar la prueba de significancia --- (prueba de Duncan) entre las variedades, dando como resultado que las variedades de mayor comportamiento en rendimiento presentarán alturas adecuadas considerandose dentro de la media de altura apropiada para su explotación comercial.

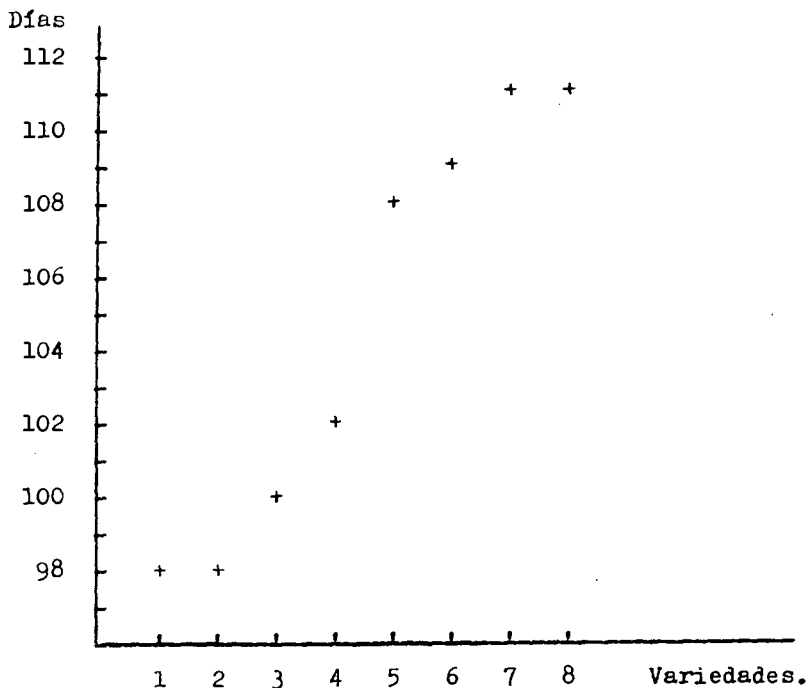
La altura de planta puede ser una característica buena o mala, la buena cuando se requiere de doble proposito, o sea, que tambien se utilice para silo: Mala porque resulta más susceptible al acame la variedad de mayor altura que la de menor, aunque tambien una planta muy baja carece de buena excersión lo que dificulta una trilla limpia y efectiva.

## 5.3.- Días a floración.

Se tomo cuando más del 50% de la población de plantas de cada variedad habían floreado.

El promedio de cada variedad de días a floración lo podemos observar en la grafica No. 11.

Grafica No. 11  
 PROMEDIO DE DIAS A FLORACION DE CADA VARIEDAD.



CLAVE:

1= V.A.110	( 98 días).	5= LESO 9	(108 días).
2= V.A.120	( 98 " ).	6= LESO 6	(109 " ).
3= V.A.130	( 100 " ).	7= LESO 4	(111 " ).
4= RIO	( 102 " ).	8= LESO 8	(111 " ).

Cuadro No. 12  
ANÁLISIS DE VARIANZA DE DÍAS A FLORACION.

FV	GL	SC	CM	F.C.	F.t. 0.05
Tratamientos	7	683.63	97.66	0	2.76
Bloques	2	0	0		
Error Exp.	14	0	0		
Total	23				

Al efectuar el Análisis de Varianza para días a floración, se encontró que el total de la varianza del experimento es atribuible a los tratamientos, siendo cero para bloques y error exp. (esto se puede apreciar en el cuadro No. 12), lo cual nos permite inferir que la manifestación de esta variable no interacciona con el medio ambiente, dicho de otra forma, su comportamiento se considera estable por lo cual es de esperarse algo similar en futuros ciclos de cultivos. Debido a que la varianza del error exp. es cero no se hace necesario efectuar prueba de medias, puesto que las diferencias son debidas a los tratamientos y no tienen algun efecto aleatorio implicado, dicho de otra forma, la variedad LESO 8 es la más tardía y las variedades - V.A.110 y V.A.120 son las más precoces.

#### 5.4.- Respuesta a insectos.

Se dio una escala de calificación de 1 a 5 para determinar la infestación de la planta, siendo 1 para plantas no infestadas y 5 para plantas muy infestadas por los insectos, (ver cuadro No. 13).

Debido a las condiciones climáticas que se presentan en esta región (Mazamitla), los insectos perjudiciales que se presentaron en este trabajo fueron en bajas poblaciones,

aunque fue necesario aplicar insecticida para llevar un control eficiente, y por ello el daño que causaron al cultivo fue mínimo.

#### 5.5.- Respuesta a enfermedades.

Se dio una escala de calificación de 1 a 5 para determinar el grado de enfermedad de la planta, siendo 1 para plantas sanas y 5 para plantas muy enfermas, (ver cuadro No. 13).

No se presentó ningún problema de enfermedad en el cultivo, y es debido a que las variedades que se utilizarán presentan cierta resistencia a enfermedades. El mejoramiento para la resistencia es el mejor método para el control de enfermedades.

Cuadro No. 13  
RESULTADOS DE CADA VARIEDAD.

VARIEDAD	MEDIA DE RENDIMIENTO. (Kg/Ha)	MEDIA DE ALTURA. (Cm)	DÍAS A FLORACION.	RESPUESTA A:	
				INSECTOS	ENFS.
LESO 4	5,259.25	99	111	1	1
LESO 6	5,719.99	112	109	1	1
LESO 8	3,776.29	98	111	1	1
LESO 9	4,411.84	119	108	1	1
RIO	5,654.81	82	102	2	1
V.A.110	7,677.03	121	98	2	1
V.A.120	6,477.03	116	98	2	1
V.A.130	6,275.55	108	100	2	1

De acuerdo con los datos obtenidos en los análisis estadísticos se concluye que existe variación entre variedades, como se puede observar en el cuadro No. 13.

Esta variación es debida a las condiciones de esta región, y era de esperarse ya que como se trabajaron con variedades experimentales y comerciales, siendo estas últimas recomendadas por su adaptabilidad a estas zonas.

## 6.- CONCLUSIONES.

De acuerdo a las condiciones en que se llevo a cabo - el presente trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 6.1.- El análisis de los resultados demostro que no hubo - diferencia en el rendimiento entre las variedades - probadas, por lo cual se acepta la hipótesis nula - (Ho).
- 6.2.- A pesar de la conclusión anterior, la prueba de Duncan permitio separar un grupo de variedades que obtuvieron mejor rendimiento, las cuales fueron V.A.110, V.A.120, V.A.130, LESO 6, RIO y LESO 4.
- 6.3.- De las variedades de mejor rendimiento es conveniente destacar a la RIO, que fue la de menor estatura - (82 cm.), por lo que se puede pensar que puede resistir a vientos fuertes, además de permitir una cosecha manual más comoda.
- 6.4.- Las variedades comerciales presentaron en general mejores características agronómicas, probablemente debido a una mejor adaptación a zonas altas.
- 6.5.- Los insectos perjudiciales en sorgo se presentaron - en bajas poblaciones, y por ello el daño que causaron al cultivo fue mínimo.
- 6.6.- Las variedades que se utilizaron no presentaron enfermedades.

## 7.- RECOMENDACIONES.

- 7.1.- Los resultados aquí presentados pueden no ser muy -  
precisos, debido a que solamente se analizaron los  
datos en solo un ciclo de siembra, por lo cual se -  
sugiere continuar con este trabajo en esta región -  
durante varios años.
- 7.2.- Se puede recomendar por ahora las variedades Valles  
Altos 110, Valles Altos 120 y Valles Altos 130, que  
fueron las más sobresalientes en cuanto a rendimien  
tos y características agronómicas se refiere.
- 7.3.- Se sugiere que en el proximo ciclo se prueben un nú  
mero mayor de variedades, incluyendo las variedades  
experimentales más sobresalientes de este ensayo --  
para una mejor y mayor información.
- 7.4.- Por todo lo anterior se puede concluir en una forma  
generalizada que el cultivo del sorgo tiene un gran  
futuro en esta zona en todos los aspectos, por lo -  
cual se recomienda se haga más investigación al res  
pecto en esta región.

## 8.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Angeles H.E. y Zerpa E. 1962. AGRICULTURA TECNICA EN - MEXICO. Rev. S.A.G., México, D.F.
- 2.- Chena G.R. 1960. EL CULTIVO DEL SORGO Y SU FUTURO EN - MEXICO. Tesis profesional, Chapingo, Méx.
- 3.- Covarrubias P.J. 1976. EL SORGO DE TEMPORAL Y DE PUNTA DE RIEGO EN EL CENTRO DE JALISCO. I.N.I.A. -S.A.G., despegable 59 del C.I.A.B.
- 4.- Karper R.E. 1947. SORGHUM IT'S PRODUCTION UTILIZATION AND BREEDING. Ecom.Botany.
- 5.- Leland R.H. 1982. EL SORGO. Editorial Gaceta, México,- D.F.
- 6.- Martin J.H. 1954. SORGHUM IMPROVEMENT ADVANCES IN AGRO NOMY. Academy press Inc. VI.
- 7.- Muñoz y K.O. Rachie. 1960. SORGOS FORRAJEROS. Direc--- ción General de Agricultura y Oficina de Estudios Especiales. Boletin 312, México, D.F.
- 8.- O'brien C.R. 1977. INT. DE VARIEDADES DE SORGO (Sor--- ghum vulgare) EN EL VALLE DE MASCOTA. Te- sis profesional, Guadalajara, Jalisco.
- 9.- Pitner J.B. et al. 1965. EL CULTIVO DE SORGO. Folleto tecnico No. 15. S.A.G., México, D.F.
- 10.- Phoelman M.J. 1974. MEJORAMIENTO GENETICO DE LAS COSE CHAS. Editorial Limusa, México, D.F.
- 11.- Robles S.R. 1975. PRODUCCION DE GRANOS Y FORRAJES. -- Editorial Limusa, México, D.F.

- 12.- Romo C.E. et al. 1982. GUIA PARA CULTIVAR SORGO EN --  
LOS VALLES ALTOS DE MEXICO, HIDALGO Y --  
TLAXCALA. Folleto tecnico No. 17. S.A.R.H.  
Chapingo, México.
- 13.- Velasco M. y C. Tapia. 1961. EL ENSILADO DE FORRAJE.  
Circular Cotaxtla 5, Cotaxtla, Veracruz.  
I.N.I.A.
- 14.- Wall J.S. y Ross W.M. 1975. PRODUCCION Y USOS DEL SOR  
GO. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Ai--  
res, Argentina.
- 15.- ----- 1976. SORGO. Gaceta Agrícola, Edición Es  
pecial. Febrero. Guadalajara, Jalisco.