

18  
201



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN  
INGENIERIA AGRICOLA

PRUEBA DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOSIS DE  
FERTILIZACION (N.P.K.) EN SORGO DE GRANO  
PARA VALLES ALTOS EN LA REGION DE  
LOS ALTOS DE JALISCO.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRICOLA**  
P R E S E N T A :  
**LEOPOLDO GARCIA DE LA TORRE**

Director de Tesis  
DR. **AQUILES CARBALLO CARBALLO**



Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS .....	iii
RESUMEN .....	v
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	7
2.1. Origen y Antecedentes del Cultivo de Sorgo en México .....	7
2.2. Antecedentes del Mejoramiento del Cultivo de Sorgo en Valles Altos .....	8
2.3. Prácticas Culturales y Comportamiento de Caracteres de interés en Sorgo .....	12
2.3.1. Sistemas de siembra .....	12
2.3.2. Densidad de siembra .....	14
2.3.3. Fertilización .....	18
2.3.4. Floración .....	22
2.3.5. Altura de Planta y Rendimiento .....	26
III. MATERIALES Y METODOS .....	30
3.1. Descripción del Area de Estudio .....	30
3.1.1. Localización .....	30
3.1.2. Clima .....	30
3.1.3. Geología y Suelo .....	34
3.2. Material Genético .....	36
3.3. Diseño Estadístico .....	36
3.4. Manejo del Cultivo .....	39
3.4.1. Siembra y Parcela Experimental .....	39
3.4.2. Fuentes de Fertilización y Epoca de Aplicación .....	39
3.4.3. Control Sanitario .....	39
3.4.4. Cosecha .....	40
3.4.5. Toma de Datos .....	40

IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	42
4.1. Análisis de Varianza .....	42
4.2. Comparación de Medias .....	45
4.2.1. Rendimiento .....	45
4.2.2. Días a Floración .....	45
4.2.3. Altura de Planta .....	48
4.2.4. Altura Base Panoja .....	48
4.2.5. Altura Hoja Bandera .....	48
4.2.6. Tamaño de Panoja .....	49
4.2.7. Tipo de Panoja .....	49
4.2.8. Excursión .....	49
4.2.9. Acame .....	49
4.2.10. Uniformidad de Planta .....	50
4.3. Correlaciones .....	50
4.4. Evaluación de los Factores de Variación bajo Estudio Mediante Comparaciones Gráficas .....	53
4.4.1. Rendimiento .....	53
4.4.2. Días a Floración .....	57
4.4.3. Altura de Planta .....	61
4.4.4. Tamaño de Panoja .....	64
4.4.5. Excursión .....	67
4.4.6. Acame .....	69
4.4.7. Uniformidad de Planta .....	70
V. CONCLUSIONES .....	71
VI. BIBLIOGRAFIA .....	74

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.	Medias mensuales y medias anuales de temperatura y precipitación, altura y tipo climático. García (1976). . . . .	33
Cuadro 2.	Tratamientos bajo estudio en el experimento de variedades, densidades de siembra y fertilización en sorgo para Valles Altos en el Municipio de Jesús María, Jal. . . . .	38
Cuadro 3.	Valores de F, resultado del análisis de varianza para las variedades en estudio. . . . .	44
Cuadro 4.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para las medias de rendimiento, floración, altura de planta, altura base panoja, altura hoja bandera, tamaño de panoja, tipo de panoja, excursión, acame y uniformidad de planta. . . . .	46
Cuadro 5.	Matriz de correlación (valores de r y probabilidad) . . . . .	52
Figura 1.	División política del Estado de Jalisco, Sep. (1975). . . . .	31
Figura 2.	Croquis del Municipio de Jesús María, Jal. Gobierno del Estado de Jalisco. . . . .	32
Figura 3.	Distribución de la temperatura y precipitación pluvial, en Jesús María. García (1976). . . . .	33
Figura 4.	Respuesta al rendimiento de los tratamientos medio y testigo en función a los genotipos, y de la VA-110 a la densidad de siembra y fertilización (N,P,K). . . . .	55
Figura 5.	Respuesta a la floración de los tratamientos medio y testigo en función de los genotipos y de la VA-110 a la densidad de siembra y fertilización (N,P,K). . . . .	58

- Figura 6. Respuesta a la altura de planta de los tratamientos medio y testigo, en función de los genotipos y la VA-110 a la densidad de siembra y fertilización (N,P,K)..... 62
- Figura 7. Respuesta al tamaño de la panoja de los tratamientos medio y testigo en función de los genotipos y de la VA-110 a la densidad de siembra y fertilización (N,P,K)..... 65
- Figura 8. Resultados de la excursión en los tratamientos medios y testigo en función de los genotipos, y de la VA-110 a la densidad de siembra y fertilización (N,P,K)..... 68

## RESUMEN

Con el fin de contribuir al conocimiento de las mejores prácticas agronómicas para el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), en la región de los Altos de Jalisco y específicamente en el Municipio de Jesús María, Jal.; se llevó a cabo un estudio en cuatro genotipos tolerantes al frío sobre las primeras aproximaciones en densidades de siembra y dosis de fertilización nitrofosfórica y potásica en siembras al voleo y bajo temporal; habiéndose realizado las siembras en el Verano de 1981, en el Rancho Presa de Otomites, Delegación de Allende, del Municipio mencionado, en coordinación con el Programa de Sorgo para Valles Altos, del INIA hoy INIFAP.

Los genotipos que se utilizaron fueron las variedades VA-110 (liberada) y VA-120, y las líneas 2518-CH-80 y 2519-CH-80; los que se evaluaron bajo diferentes tratamientos derivados de la combinación de distintas cantidades de semilla por hectárea (10, 15, 20, 25, 30 y 35 kg/ha), con diferentes dosis de fertilización nitrogenada (00, 40, 80 y 120 kg/ha), fosfórica (00, 20 y 40 kg/ha) y potásica (00, 20 y 40 kg/ha); utilizándose un diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones mediante el arreglo de la Matriz Baconiana para el diseño de tratamientos. La evaluación se realizó

en base al rendimiento de grano y de varias características agronómicas (días a floración, altura de planta, tamaño de panoja, acame, etc.) de interés.

De acuerdo con los resultados obtenidos y a la discusión de los mismos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La capacidad de los genotipos de sorgo para Valles Altos (VA-110, VA-120, L-2518 y L-2519) en el Municipio de Jesús Marfa, Jal. (2110-2250 msnm); se manifestó en los rendimientos obtenidos bajo tratamientos medio y testigo (VA-110 produjo 6219 y 3938 kg/ha; VA-120, 6188 y 4831 kg/ha; L-2518, 6719 y 4300 kg/ha; L-2519, 6100 y 4869 kg/ha).
2. En la comparación de genotipos para la característica de rendimiento, se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos; esto es que los cuatro genotipos probados responden de manera similar al medio ambiente de la región. Los tratamientos medio y testigo, mostraron diferencias significativas; correspondiendo los rendimientos superiores al tratamiento medio (30-80-40-00).
3. Se encontró que a mayores dosis de fertilización (N.P.K.) para la variedad VA-110 corresponden los más altos rendimientos (a excepción de dosis altas como 120 kg/ha de N);

precocidad media, mayor tamaño de panoja, altura de planta y acame.

4. La densidad de siembra y dosis de fertilización óptimas para la variedad VA-110, en la localidad de Allende, Jal. en siembras al voleo y temporal, fueron: 10,15 y 30 kg/ha de semilla y los tratamientos: 80-40-00 ó bien 40-40-00.
5. La línea L-2519-CH-80 presentó buenas cualidades agronómicas, destacando las siguientes: mayor rendimiento en el tratamiento medio (6,714 kg/ha), precocidad (84 días a floración), menor altura de planta en el tratamiento testigo (119 cm), y sin problemas de acame.

## I. INTRODUCCION

El sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es uno de los cultivos que desde hace miles de años ha venido siendo una de las fuentes importantes de alimento para muchos grupos humanos, y muy especialmente en los trópicos semiáridos, es el cultivo de supervivencia (Martín, 1975).

Se le ha cultivado desde hace muchos siglos en el Medio Oriente, Cercano Oriente y Africa; en la actualidad en varias regiones de Africa, India, China, Manchuria; en América se le cultiva más en los Estados Unidos de Norteamérica, Argentina y México (House, 1982).

El uso del sorgo granífero se ha diversificado e intensificado, principalmente en la alimentación de los animales domésticos. Consecuentemente este grano básico ha incrementado su importancia en relación a la superficie sembrada, pues hoy en día ocupa el quinto lugar en el mundo después del trigo, arroz, cebada y maíz (House, 1982).

En México el sorgo es indispensable como materia prima en la elaboración de los alimentos balanceados para las principales especies ganaderas (porcinos, aves y bovinos); ha-

biéndose iniciado su cultivo en nuestro país en 1958 en la zona Norte de Tamaulipas, de donde se extendió posteriormente a diversas regiones del territorio nacional (Aguilera y Robles, 1978).

En 1979, de la superficie total cultivada en el país, el sorgo para grano ocupaba el tercer lugar después del maíz y frijol, con una superficie cosechada de 1'367,367 ha y una producción de 4'010,609 ton de grano, de las cuales más del 55% correspondían a áreas de temporal. Esta superficie se incrementó en 1983 a 1'518,000 ha con una producción de 4'846,337 ton y un rendimiento de 3.2 ton/ha; sin embargo, los volúmenes de producción de dicho grano, no han cubierto la demanda general, estimada en 1983 en 8'200,000 ton; la cual varía año con año, y se ha venido satisfaciendo mediante la importación (Romo y Carballo, 1980; DGEA, 1980; INEGI, 1987).

El Estado de Jalisco ocupa el primer lugar en la producción de maíz y el tercero en la producción de sorgo a nivel nacional, reportándose una superficie cosechada de maíz en 1983 de 831,359 ha con una producción de 2'001,354 ton y un rendimiento de 2.4 ton/ha; y en grano de sorgo una superficie cosechada de 188,214 ha con una producción de 881,689 ton y un rendimiento de 4.7 ton/ha, cuyas superficies corresponden al 90% de áreas temporales (INEGI, 1987).

En la región de los Altos de Jalisco en 1981 se cosecharon 105,280 ha de maíz con una producción de 176,226 ton y un rendimiento de 1.34 ton/ha; mientras que de grano de sorgo se sembraron 6,117 ha, obteniéndose una producción de 21,739 ton y un rendimiento promedio de 3.55 ton/ha. En 1988 la superficie cosechada de maíz fue de 152,388 ha con una producción de 264,248 ton y un rendimiento de 1.57 ton/ha en condiciones de temporal y de 2.93 ton/ha en riego; en grano de sorgo se cosecharon 12,847 ha con una producción de 49,488 ton, cuyo rendimiento fue de 3.1 ton/ha en temporal y de riego de 4.0 ton/ha (SARH, 1989).

En relación a la producción animal a nivel nacional, Jalisco ocupa el tercer lugar en número de cabezas de bovinos después de Veracruz y Chiapas, pero el primero en la producción de leche, número de porcinos, aves y en la producción de huevo (INEGI, 1986). Dentro del mismo Estado, la región de los Altos se caracteriza por ser una gran productora de carne, leche y huevo; sólo que en la producción de granos y forrajes necesarios para cubrir la alimentación demandada por la población ganadera, no es autosuficiente, dadas algunas limitaciones en los recursos agua, suelo, clima y desarrollo técnico.

La mayor parte de producción de sorgo granífero en México se hace en zonas con alturas menores a 1,800 msnm; ésto

debido a que las variedades comerciales disponibles, sembradas en zonas con alturas superiores a la antes mencionada, son afectadas por el fenómeno de androesterilidad ecológica provocado por las bajas temperaturas propias de los Valles Altos; que impiden la formación del grano, o si se forma, ocurre de manera aislada en la panoja, con muy bajos rendimientos. En la actualidad, el problema del efecto del frío sobre los genotipos de sorgo, está parcialmente resuelto, pues ya se dispone de genotipos tolerantes al frío (Romo y Carballo, 1980).

El cultivo de sorgo ha demostrado también, ser resistente a la sequía; por lo que éste tiene posibilidades para llegar a ser una alternativa real para producir buenas cosechas de grano en las regiones altas de México y/o deficientes en humedad; sustituyendo al maíz en áreas sujetas a fracasos o de muy bajos rendimientos, o bien abriendo nuevas áreas para este cultivo, con lo cual se contribuya en la satisfacción de su demanda, pudiendo además mejorar los ingresos de los productores agrícolas y pecuarios (Romo y Carballo, 1980; Díaz del Pino, 1953).

En el Estado de Jalisco, la problemática arriba vista sobre la producción de maíz y sorgo, y su demanda, se presenta en la región de los Altos y en particular en el Municipio de Jesús María, cuya limitante más significativa, que influye en la producción de grano de sorgo, es la baja temperatura

causada por la altitud (alrededor de 2,110 a 2,250 msnm), lo que motivó la realización del presente estudio, el cual se realizó con el apoyo del Programa de Sorgo para Valles Altos del CAEVAMEX-INIA (hoy INIFAP), en la Rancherfa de la Presa de Otomites, Allende, Municipio de Jesús María, Jal. Pretendiendo con ésto contribuir al conocimiento de las potencialidades de las variedades de sorgo para Valles Altos liberadas y líneas experimentales prometedoras del INIA, en condiciones ecológicas semejantes a donde fueron generadas; con el fin de obtener la primera aproximación de paquetes tecnológicos específicos para el área; lo cual es necesario e importante, dada la diversidad en la región de los Altos, en suelos, lluvias y relieve, así como la carencia de trabajos experimentales previos; lo cual puede ser de interés, ante la posibilidad de ayudar en el mejoramiento de la producción campesina del Municipio.

#### OBJETIVOS

1. Conocer la potencialidad de adaptación del sorgo para Valles Altos en el Municipio de Jesús Marfa, Jal., en función del rendimiento de grano de las variedades VA-110 (liberada) y VA-120 y las líneas 2518 y 2519, generadas en la Mesa Central.

2. Evaluar la influencia de los tratamientos: genotipo, densidad de siembra y dosis de fertilización (N,P,K); sobre las características de rendimiento, floración, altura de planta, tamaño de panoja y acame.

3. Determinar las prácticas culturales para la variedad VA-110, considerando densidad de siembra y dosis de fertilización óptimas, en siembra al voleo y bajo condiciones de temporal en el área de estudio.

#### HIPOTESIS

1. Los genotipos, VA-110, VA-120, L-2518-CH-80 y L-2519 CH-80, generados y probados en regiones de los Valles Altos de la Mesa Central, al ser estudiados en el Municipio de Jesús Marfa, aproximadamente a la misma altitud; expresan buena adaptación, manifestada en la producción de grano.

2. La variedad VA-110, probada en sus características agronómicas y prácticas culturales; es el genotipo que mejor responde productivamente en comparación con los otros tres genotipos.

3. A mayores densidades de siembra y mayor fertilización, se espera una respuesta hacia mayor rendimiento, precocidad, altura de planta y problemas de acame para la variedad VA-110.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Origen y Antecedentes del Cultivo de Sorgo en México.

Dogget (citado por House, 1982) menciona que la domesticación del sorgo se introdujo de Egipto a Etiopía alrededor del año 300 A.C., dispersándose más tarde a la India y Cerca no Oriente, de donde posiblemente fue llevado a la Península Itálica y a China, alrededor del Siglo III D.C. La introducción de esta especie a América, se hizo por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica en 1857, de donde se distribuyó a Centro y Sudamérica, adquiriendo importancia en 1950.

Martín (1975), reporta que el grano de sorgo es originario de Etiopía y Sudán y que apareció en tiempos prehistóricos (5,000 y 7,000 años atrás o más). Al comienzo de esta era se le conoció en la India y Europa, extendiéndose su producción por el sur de Asia, llegando a China hasta el siglo XII. En los Estados Unidos de Norteamérica, el cultivo de sorgo dulce y forraje se introdujo por intermedio de Francia en 1853, y de variedades tardías en 1857 desde Sudáfrica. La producción de sorgo granífero se incrementó después de la introducción de dos tipos de Durras traídos de Egipto en 1876,

el Milo de Colombia en 1879 y el Shallu de la India traído en 1890.

Aguilera y Robles (1978) señalan que el sorgo llegó al hemisferio occidental hasta el siglo XVIII y su cultivo en México empieza a adquirir importancia en 1958 en el norte de Tamaulipas, de donde se extendió posteriormente a numerosas regiones del país.

## 2.2. Antecedentes de Mejoramiento del Cultivo de Sorgo en los Valles Altos.

Pitner *et al.* (1950) afirman que tanto el crecimiento como la productividad del sorgo son influenciados por la altitud y que este cultivo se hace desde elevaciones al nivel del mar hasta alturas de 2,200 m en México. Las investigaciones con sorgo en nuestro país se iniciaron en las Oficinas de Estudios Especiales (O.E.E.) de la S.A.G. en 1944 en el Campo Experimental "El Horno" de Chapingo, Méx. De las variedades más prometedoras en experimentos de rendimiento en 1947 se sembraron en Chapingo, Pabellón (Ags.) y Tepatlán (Jal.); concluyéndose que el límite para la producción de grano de sorgo era 1900 msnm.

Carballo y Muñoz (citados por Livera, 1975), señalan que de la introducción de variedades africanas (por el Programa de Sorgo para Valles Altos), sobresalieron por su ren

dimiento en 1960, las variedades Nyundo, Mabere y Magune. Prosiguieron los cruzamientos con las precoces 38 Day Milo y 40 Day Kafir, con androesterilidad ecológica y planta baja, seleccionados por precocidad, rendimiento y adaptación. Afirmando también que en Chapingo, las temperaturas frías de la mañana en la época de floración impiden la fecundación y por consecuencia la formación del grano.

Muñoz *et al.* (citados por Livera, 1975) reportan que las variedades comerciales que se cultivan en alturas inferiores a 1900 m, no producen grano cuando se siembra arriba de esa altitud; debido a que en los Valles Altos las mañanas son frías generalmente todo el año, y las bajas temperaturas causan la muerte del polen, pero se supone que no afectan al óvulo.

Ortiz y Carballo (citados por Livera, 1975) al realizar un experimento a 2,240 m de altitud en Chapingo, encontraron que la malformación de grano en genotipos susceptibles de sorgo en altitudes superiores a 1,800 m se debe al efecto de las bajas temperaturas en etapas muy anteriores a la emergencia de la panoja y no en el momento de la fertilización. Concluyeron en que la tolerancia a las bajas temperaturas es una característica determinada por factores genéticos que puede ser introducida mediante procedimientos de mejoramiento a genotipos susceptibles.

Livera (1979) llegó a los siguientes resultados: a) tomando como criterio de adaptación el rendimiento de grano y cuando no existen problemas de heladas tempranas y con riegos de auxilio, los progenitores tolerantes Nyundo, Mabere y Magune rindieron más que las variedades experimentales bajo condiciones de Chapingo. Pero tales variedades experimentales tienen una mayor eficacia para producir grano y una mayor precocidad que dichos genotipos, dado que permiten su siembra bajo condiciones de temporal. b) Las diez variedades experimentales, tienen una adaptabilidad más amplia que los híbridos comerciales actuales y de ellas se selecciona para su recomendación a los agricultores.

Romo y Carballo (1980) en 1976 iniciaron evaluaciones en parcelas semicomerciales de una hectárea; de donde se obtuvieron tres variedades para recomendarse en los Valles Altos de México; la VA-110, VA-120 y VA-130, las cuales constituyen una nueva alternativa de cultivo para regiones de los Valles Altos de nuestro país, con altitudes comprendidas entre los 1,800 y 2,300 m de altura. Estas variedades se han estado evaluando a través de varios años en condiciones de riego y de temporal en el Estado de México, y de temporal en el Estado de Hidalgo; además de algunas otras pruebas en varias localidades de los Valles Altos a nivel nacional.

Medina (1980) realizó un trabajo sobre la adaptación de variedades de sorgo de grano, en la región de los Altos de

Jalisco, bajo condiciones de temporal; estableciendo dos ensayos de ciclo intermedio en localidades de los Municipios de Tepatlilán y Jesús María; y tres de ciclo precoz en los mismos Municipios y en San Miguel el Alto, Jal., evaluándose tres grupos: a) Sorgos Hib. experimentales del INIA (SHE); b) Sorgos de Valles Altos formados en el CIAMEC, y c) Sorgos procedentes del CIMMYT. Los primeros destacaron por sus rendimientos (SHE 1978 y SHE 1701). Los genotipos de Valles Altos presentaron un buen desarrollo de planta y un completo llenado de grano, así como buenos rendimientos por hectárea con tamaño de panoja pequeño, pero cuyo porte de planta se presta para utilizar altas densidades de población; aunque, presentándose las desventajas de la presencia de panojas ex temporáneas y marcada susceptibilidad al acame.

Romo *et al.* (1982), llegaron a la conclusión de que las variedades de sorgo para grano VA-110 y VA-130, son las recomendadas para sembrarse en los Valles Altos de México, Hidalgo y Tlaxcala, así como en regiones parecidas con altitudes comprendidas entre 1,800 y 2,300 msnm, con tolerancia al frío y buena producción de grano, por lo que éstas han sido liberadas y puestas a disposición de los agricultores, como alternativa de cultivo en aquellas regiones donde el maíz tiene problemas para producirse debido a la escasez de lluvia, ya que el sorgo tiene mayor tolerancia a la sequía.

### 2.3. Prácticas Culturales y Comportamiento de Caracteres de Interés en Sorgo.

#### 2.3.1. Sistemas de siembra.

Díaz del Pino (1953) señala que la siembra al voleo no es muy conveniente, dada la competencia que se establece con la invasión de las malezas; de la misma forma sucede con la siembra en línea; por consiguiente considera la siembra en surco como el mejor método para el establecimiento del sorgo.

Dungan (1967) recomienda que cuando se siembren sorgos dulces que se vayan a utilizar como forraje, se siembren al voleo o a chorrillo en surcos juntos como el trigo, pues la siembra al voleo comparada con la de surcos favorece la producción de tallos delgados, que dan mejor calidad de forraje, pero no mayores rendimientos.

El CIAT (1974) en la región de Matamoros, Tamaulipas, recomienda sembrar el sorgo en surcos de 75 cm, y también ha cerlo en cama melonera con tres surcos; con lo cual se obtiene una buena distribución de las plantas, mayor facilidad para aplicar los riegos, y mayor control de maleza.

Castro (1973) recomienda para la zona de influencia del CIANO, sembrar el sorgo en surcos de 75 cm de separación y 60 cm en variedades precoces; con lo que se obtiene una ma-

yor distribución de la semilla, se facilitan las labores culturales y se puede aporcar.

Delorit y Ahlgren (1980) reportan que la mayor parte del sorgo para grano y rastrojo cultivados en los Estados Unidos se siembra en surcos separados lo suficiente como para permitir el cultivo. Pero cuando el sorgo se cultiva para forraje, la semilla se siembra al voleo o con sembradora para grano pequeño. Las diferencias en rendimiento de heno entre sorgos sembrados en surcos y al voleo son pequeñas y no tienen importancia en lugares donde la precipitación es favorable. Sin embargo, en condiciones de limitada precipitación pluvial el sorgo cultivado en siembras al voleo rinde menos y no espiga tan bien como el sembrado en surcos.

Medina *et al.* (1980 y 1984) sugieren para la siembra de sorgo de temporal en la zona centro de Jalisco, utilizar el método de siembra en surcos de 60 cm, depositando la semilla a "Chorrillo".

Velasco (1981) en Tomatlan, Jal., comparó cuatro sistemas de siembra que fueron las distancias entre surcos de 50, 70 y 90 cm y 90 cm sembrados a doble hilera; evaluándose doce híbridos comerciales. Encontró que el mejor sistema fue de 90 cm por ofrecer más seguridad en la cosecha al tenerse una mayor sanidad.

Romo *et al.* (1982) recomiendan para la siembra de las variedades VA-110 y VA-130, en los Valles Altos de México, Hidalgo y Tlaxcala, hacerlo en surcos a una distancia de 62 cm o bien a 75 cm, depositando la semilla a chorrillo en el fondo del surco.

Flores (1984) en un experimento en el Rancho Almaraz de la FESC, utilizó el sistema de siembra en surcos de 30, 45, 60 y 75 cm; en donde encontró que el mayor rendimiento fue para el tratamiento de 30 cm y el más bajo para la distancia de 75 cm.

### 2.3.2. Densidad de siembra.

Díaz del Pino (1953) recomienda para la siembra de sorgo de 6 a 8 kg/ha, pero cuando se siembra en lugares de precipitación mayor de 635 mm por año o con irrigación, la densidad de siembra será de 12 a 15 kg/ha, para obtener una producción máxima. Si se siembra para forraje, las cantidades serán superiores, desde 15 a 25 kg/ha.

Muñoz y Osler (1960) para el Valle del Yaqui, recomiendan sembrar el sorgo con 10 a 15 plantas por metro lineal, lo cual se logra con 8 kg/ha de semilla, y en variedades precoces con 10 kg/ha.

Dungan (1967) afirma que para siembras al voleo y a chorrillo en surcos muy juntos, se requiere hasta 63 kg/ha de semilla. En cambio cuando se siembra en surcos se necesita sembrar de 6 a 10 kg/ha.

Alcaraz (1968) realizó un estudio del comportamiento del sorgo a diferentes distancias entre surcos y plantas en Culiacán, Sin.; en donde encontró que el rendimiento de grano por panoja depende del área del suelo disponible por planta incrementándose proporcionalmente con los distanciamientos; asimismo la precocidad fue mayor a medida que se incrementaron los distanciamientos.

Montes (citado por Leos, 1976) reporta que no existe diferencia significativa en el rendimiento de sorgo cuando la densidad de siembra varía de 10 a 25 kg/ha semilla.

Acevedo (1970) define a la densidad de población como el número de plantas por unidad de superficie; y a la densidad óptima como la densidad de población que da rendimientos superiores a las de cualquier otra, cuando se usa una variedad bajo condiciones de clima y suelo definidos. En un experimento en General Escobedo, N.L., sobre el efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento en grano de H-AMAR-K-12 de sorgo; encontró que al aumentar la densidad de 9-15 kg/ha corresponde un aumento en rendimiento de grano. Además

que se incrementa la altura media de las plantas al aumentar la densidad de 13 a 17 kg/ha; y que los rendimientos máximos de H-AMAR-K-12 fue a una densidad de siembra de 15 kg/ha.

Kramer y Ross (1975) señalan que la mayor parte de las tierras de secano de Norteamérica dedicadas al sorgo granifero se siembran a densidades promedio entre las 50,000 y 90,000 plantas por hectárea. En riego se necesitan desde 250,000 a 300,000 plantas por hectárea para obtener los rendimientos máximos. También encontraron, que cuando la densidad de población es alta, las plantas son más elevadas y producen panoja más pequeñas pero numerosas, hay pocos macollos por lo que el cultivo tiende a madurar en forma pareja facilitándose así la cosecha. En cambio el sorgo muy espaciado puede producir panojas grandes, pero las panojas de los macollos tardos aumentan el contenido de humedad del grano cosechado a máquina.

Chapman y Lark (1976) observando la densidad de población de plantas de sorgo en la Universidad del Estado de Montana, encontraron una densidad de población de 187,500 plantas por hectárea y de 9-17 kg/ha de semilla.

El CAEAJAL (1977) recomienda para la región de los Altos de Jalisco, sembrar los híbridos de sorgo Tepehua y Olmeca,

bajo condiciones de temporal a una densidad de siembra de 12 a 14 kg/ha.

Aguilera y Robles (1978) indican que para siembras de temporal deficiente o riego limitado, se deben utilizar de 4 a 6 kg/ha de semilla; y para siembras de riego o buen temporal se recomienda de 10 a 12 kg/ha de semilla.

Romo *et al.* (1982) dicen que para determinar la cantidad de semilla que se debe usar hay que tomar en cuenta el porcentaje de germinación, la preparación que se dió al suelo, la distancia entre surcos, la disponibilidad del agua durante el cultivo, la fertilidad del suelo y la respuesta de las variedades a diferentes densidades de población. Así las variedades VA-110 y VA-130, recomendadas para sembrarse en los Valles Altos de México, Hidalgo y Tlaxcala, deben sembrarse 13 kg/ha de semilla, para una población final de 300,000 plantas por hectárea; siempre y cuando ninguno de los factores señalados sea limitante.

Medina *et al.* (1984) recomienda para la zona centro de Jalisco, sembrar de 15 a 20 kg/ha de semilla, obteniendo así las poblaciones de 300,000 a 450,000 plantas por hectárea.

Flores (1984) estudiando la densidad de siembra en sorgo, para Valles Altos de 5, 10, 15, 20 y 25 kg/ha de semilla,

no encontró diferencias significativas. Aunque para áreas de las regiones de los Valles Altos, sugiere sembrar la VA-110 con una densidad de siembra de 15 kg/ha de semilla.

### 2.3.3. Fertilización.

Pitner *et al.* (1950) recomiendan fertilizar el sorgo con la fórmula 40-40-00, es decir, una fertilización semejante a la del maíz para el país en regiones de regular o deficientes precipitaciones pluviales.

Díaz del Pino (1953) dice que en México, en relación a la aplicación de abonos químicos, el cultivo de sorgo ha dado buenos resultados con la fórmula 40-40-00.

Rodrigo (1968) comenta que la fertilización debe hacerse en concordancia con las existencias de nutrientes asimilables del suelo y de las necesidades que de ellos tienen las plantas de sorgo. Existiendo un factor común que a mayores cosechas corresponden mayores cantidades de nutrientes extraídos del suelo.

Kramer y Ross (1975) afirman que la absorción total de elementos fertilizantes es similar a la del maíz, absorbiendo los sorgos mucho nitrógeno durante el período de rápido crecimiento, antes de formarse la panoja y el desarrollo del grano. El fósforo lo requiere más en las primeras etapas de

formación del grano, y la absorción del potasio es mayor durante el crecimiento vegetativo que precede a la formación de la panoja. El nitrógeno, es el elemento que más deficiencia presenta, dado que éste influye con más frecuencia en el rendimiento y se aplica en cantidades más elevadas que cualquier otro elemento. Los cultivos del secano, producen bien con proporciones de 22 a 44 kg/ha de N, mientras que en zonas irrigadas se requieren hasta 112 kg/ha del mismo.

El CAEAJAL (1977) recomienda para el cultivo de sorgo para grano en la región de los Altos de Jalisco, aplicar el tratamiento de fertilización de 100-40-00.

Aguilera y Robles (1978) dicen que para conocer los requerimientos necesarios para el cultivo del sorgo en un lugar se necesita hacer un análisis del suelo. En base a los experimentos con diferentes dosis de fertilizantes que se hicieron en varias regiones del país, se recomienda lo siguiente: para Mexicali, Caborca, Guaymas y Navojoa, de 80 a 120 kg/ha de N; para el Valle del Yaqui, de 100 a 120 kg/ha de N y 40 kg/ha de  $P_2O_5$ ; para el Valle del Fuerte de 120 a 160 kg/ha de N; para el Valle de Culiacán, de 80 a 120 ó de 120 a 160 kg/ha de N; para el Bajío (Gto., Mich. y Qro.), de 140-40-00 ó 70-35-00; para el norte de Tamaulipas, de 30-40-00 ó hasta 80 a 100 kg/ha de N; y para la Comarca Lagunera, de 100-40-00.

Trejo (1979) realizó un estudio en el CAESIX, en el Estado de Nayarit, con el fin de obtener la segunda aproximación en las recomendaciones de los niveles óptimos económicos de N y  $P_2O_5$  en los cultivos de sorgo, maíz y frijol, encontrando que en el suelo de humedad residual marginada no hay respuesta de ningún cultivo a la aplicación de fertilizante químico en estado sólido; y en suelos de humedad residual con riego hay respuesta del sorgo a los fertilizantes, obteniéndose como recomendación la fórmula 80-50-250 (N-P-D), ésto es kg/ha+kg/ha y miles de plantas por hectárea.

Delorit y Ahlgren (1980) indican que en donde la precipitación es favorable y cuando se cultiva con riego, los sorgos responden a la aplicación de fertilizante comercial y de estiércol casi en la misma forma que el maíz.

Laird (1981) llegó a las siguientes conclusiones con respecto al uso de las prácticas recomendadas de fertilizantes para la producción de maíz bajo condiciones ecológicas diferentes: a) es altamente redituable v sin riesgo en siembras bajo riego o temporal muy favorable; b) es redituable y tiene un ligero riesgo en áreas como el Plan Puebla de temporal favorable; c) produce una pequeña ganancia pero con un riesgo alto en áreas como Etlá y Zaachila, Oaxaca; d) es marginamente redituable e implica un riesgo muy alto en áreas como los Valles Centrales de Oaxaca y los Llanos de Durango.

Rojas (1981) al realizar experimentos de fertilizantes, detectó que la productividad agrícola de un suelo está altamente correlacionada con su fertilidad, la cual define como la capacidad de proporcionar a la planta los nutrientes necesarios en las cantidades requeridas y balanceadas para promover su desarrollo. La suplementación de fertilizantes, a un suelo de baja fertilidad, puede elevar grandemente la productividad de esos suelos, siempre y cuando los demás factores sean favorables. Asimismo dice: que para hacer recomendaciones de fertilizantes, se ha encontrado que series de experimentos establecidos por varios años y en campos respectivamente de zonas agrícolas resulta el procedimiento más confiable para las recomendaciones de fertilizantes.

Romo *et al.* (1982) dicen que aún no se tienen recomendaciones previas de fertilización para las diferentes regiones agrícolas de los Valles Altos; pero que sin embargo, la experiencia indica que, la dosis de fertilización más adecuada a las necesidades de nutrientes del cultivo de sorgo es de 80-40-00.

Medina *et al.* (1984) señalan que los suelos de áreas sorgueras tienen baja fertilidad, esto porque por muchos años se ha seguido el patrón de cultivos sorgo-descanso-sorgo o maíz en temporal y sorgo-trigo-sorgo en áreas de riego, lo que ha originado una pérdida gradual de nutrientes, refle

jada en bajos rendimientos. Por lo que se recomienda para la zona centro de Jalisco la fórmula 180-40-00, en siembras de punteado donde la rotación es sorgo-trigo-sorgo, aplicar la dosis de 200-50-00.

#### 2.3.4. Floración.

Stephens y Quinby (citados por Livera, 1975) estudiando la antesis, polinización y fertilización en cuatro variedades de sorgo, encontraron que la temperatura modifica el ritmo de periodicidad de la floración. Además de que el polen después de cinco horas de colectado de anteras dehiscentes no fecundó y en cambio los estigmas estuvieron receptivos unas 48 horas antes de la floración y de 8 a 16 días después de ésta.

Pauli *et al.* (citados por Castillo, 1977) encontraron los periodos a diferenciación, a floración al 50% y a madurez fisiológica utilizando 6 variedades y 2 híbridos sembrados en dos localidades a diferente altitud, durante cuatro años y en 3 ó 4 fechas de siembra. Concluyeron que en fecha de siembra temprana se alarga el tiempo a la diferenciación y de ésta a la floración, reduciéndose el de floración a madurez fisiológica; también se observó que el ciclo se alargó en aquella localidad a mayor altitud, por presentar temperaturas más bajas.

Quimby y Hasketh (citados por Livera, 1975) estudiando en trece sorgos la influencia del fotoperíodo y la temperatura sobre el tiempo de iniciación de la floración y el número de hojas, encontraron interacción entre estos factores en su influencia sobre la floración; e indican que la mayoría de los sorgos produjeron más hojas en noches cálidas con régimen de 32/29°C.

Freeman (1975) observó que el proceso de floración de una espiguilla puede completarse en 20 ó 30 minutos, pero las flores permanecen abiertas durante 2 ó 3 horas. La progresión observada de la floración es de arriba hacia abajo de la panoja. El tiempo requerido para la dehiscencia de todas las flores de la panoja es 7 días. La floración ocurre en las primeras horas del día. La antesis mayor sucede a las dos de la mañana y el frío o la humedad la retardan. Los días a floración, varían con la diversidad de genotipos, que en Texas, abarca de los 40 a 90 días.

Castillo (1977) evaluó un grupo de sorgos híbridos para grano, separándolos por duración en días a la floración en: tardíos, intermedios y precoces; en 1974 en el CIAB, Roque, Gto., encontrando que la floración sí estima el ciclo vegetativo en forma altamente significativa en las tres categorías de ciclo.

Poehlman (1979) señala que el sorgo es una planta de día corto, por lo que su floración se acelera en las épocas de días cortos y noches largas, aunque las distintas variedades difieren en su sensibilidad a la duración del día. Las variedades, difieren también en el fotoperíodo crítico que determina el número de días a la floración (46-60 a 92-106).

Devlin (1980) en un estudio sobre fotoperiodicidad, señala que desde la formación del principio de la fotoperiodicidad en la floración realizada por Garner y Allard en 1920, se han dado importantes pasos en el esclarecimiento de los diversos sistemas bioquímicos que intervienen en la misma. La integración conveniente de estos sistemas conduce a la floración y al desarrollo de las estructuras reproductoras de la planta. El siguiente paso fue la comprensión de la importancia del período de oscuridad, siguiéndole a éste el desarrollo de la idea de la existencia de una hormona relacionado con la respuesta de la floración y el de que la hoja es el punto de percepción del estímulo fotoperiódico.

Romo y Carballo (1980) reportan que las variedades VA-110 y VA-130, se pueden considerar de ciclo intermedio; ya que florecen entre los 80 y 100 días, y pueden cosecharse de 150 a 165 días después de la siembra.

Medina (1980) realizando varias pruebas de sorgo para grano en el CAEAJAL, encontró en la prueba de sorgo bajo condiciones de temporal en las localidades de Tepatlilón, La Barca y Ameca, Jal., que los sorgos de ciclo precoz en la primera localidad florecieron a los 79 a 86 días, las variedades de ciclo intermedio y ciclo tardío en La Barca, florecieron de los 71 a los 78 días; en Ameca, Jal., el grupo de variedades de ciclo intermedio florecieron de 64 a 66 días. En el experimento sobre adaptación de variedades de sorgo para grano, en la región de los Altos de Jalisco, bajo condiciones de temporal, encontró que la floración ocurrió de 66 a 80 días.

House (1982) señala que la iniciación floral se forma de 30 a 40 días después de la germinación. En general, el sorgo florece en 55 a 70 días en climas cálidos, pero su floración puede variar entre 30 ó más de 100 días. En relación al efecto del fotoperíodo sobre la floración, menciona que el sorgo es una planta de día corto; y que las variedades tienen diferentes fotoperíodos críticos. Generalmente las variedades tropicales no florecen en las regiones templadas. Las variedades adaptadas al crecimiento de verano en las regiones templadas tienen un fotoperíodo crítico más alto que aquellas variedades de los trópicos.

### 2.3.5. Altura de planta y rendimiento.

Díaz del Pino (1953) comenta que la altura que alcanzan los sorgos es muy variable; así, en la variedad Kafir, las plantas varían de altura de 1.5 a 2.0 m; y de la variedad Milo se han desarrollado variedades enanas y doblemente enanas. En cuanto a rendimiento, éste depende de la variedad, clima, época de siembra, terreno y cuidados, que se le den al cultivo; pero, por lo general, el rendimiento varía entre los 2,600 a 3,250 kg/ha y en casos hasta de 5,200 kg/ha y como forraje, puede producir de 90 a 100 ton/ha.

Quinby y Schertz (1975) señalan que los genes de enanismo que se han utilizado en el mejoramiento del sorgo acortan los entrenudos sin reducir el tamaño de otras partes de la planta. Un gene recesivo de enanismo puede reducir la altura, 50 cm o más. Los híbridos de sorgo azucarados de gran altura no son recesivos en ninguno de los loci de altura. La mayoría de los híbridos graníferos son recesivos en los tres loci de altura y se denominan triple enanos. En cuanto al rendimiento, dicen que la mejor posibilidad de aumentar el rendimiento de sorgo, reside en producir híbridos de rendimiento más elevado, resistentes a enfermedades e insectos.

Dehman (1979) reporta que las variedades enanas de Milo se han originado como mutantes recesivas de las variedades, antiguas altas. En estudios recientes se han identifi-

cado cuatro genes recesivos para tamaño corto ( $dw_1$ ,  $dw_2$ ,  $dw_3$  y  $dw_4$ ). El carácter altura es parcialmente dominante. Un gene que se supone sea el  $dw_3$  es inestable y puede revertir a mayor altura, presentándose una planta alta mutante en cada 1,200 plantas en kafir enanos.

En relación al rendimiento de una variedad de sorgo, menciona que influyen características, como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo, además de los factores ambientales como la lluvia y la temperatura. Las variedades enanas destinadas a ser cosechadas mecánicamente han resultado aún más productivas que las variedades altas.

Delorit y Ahlgren (1980) señalan que los sorgos para grano crecen de 60 a 210 cm o más, pero prácticamente todos los sorgos para grano que ahora se cultivan en U.S.A. son variedades enanas para cosecharse con combinada.

Romo y Carballo (1980) reportan para la VA-110 una altura de planta de 80 a 132 cm y para la VA-120 una altura total que va de 74 a 136 cm de acuerdo a las condiciones ambientales donde se siembren.

Medina *et al.* (1980) reportan del área de temporal de la zona centro de Jalisco las variedades Purépecha con 142 cm de altura, la Asgrow Granada con 128 cm, la Nk-285 con 120

cm y la Kekalb D-55 de 125 cm de altura total de plantas. En cuanto al rendimiento, señalan para 1983 en el Estado de Jalisco un promedio de 4,595 kg/ha.

Ochse *et al.* (1980) mencionan haber obtenido en escala comercial, rendimiento de 7.5 ton/ha de grano de sorgo, habiéndose producido en zonas de Norteamérica en donde el maíz no se puede cultivar con éxito en la mayor parte de los años.

Romo *et al.* (1982) encontraron el rendimiento potencial, obtenido en parcelas experimentales, y el comercial en parcelas semicomerciales, de la siguiente manera: a) en Chapingo, Méx., en siembras de punta de riego, los rendimientos de 8,500 kg/ha para VA-110, y de 8,700 kg/ha para VA-130, y el rendimiento comercial de 6,000 kg/ha en VA-110 y de 5,500 kg/ha en VA-130; b) en Atitalaquía, Hgo., en siembras de temporal, el rendimiento potencial esperado fue de 3,400 kg/ha para VA-110 y de 2,200 en VA-130, mientras que los rendimientos comerciales son de 1,250 kg/ha en VA-110 y 2,200 kg/ha en VA-130.

Flores (1984) encontró que para distancias pequeñas entre surcos, incrementa la altura de planta. Además obtuvo una tendencia de menores alturas de planta, para densidades de siembra bajas, y mayor altura de planta al incrementarse la densidad de siembra. Asimismo, reporta que la VA-110 pro

dujo mayor rendimiento de grano tanto para el tratamiento medio (6,593 kg/ha) como para el testigo (7,140 kg/ha).

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Descripción del Area de Estudio.

##### 3.1.1. Localización.

El trabajo experimental se realizó en la Ranchería Pre sa de Otomites, de la Delegación de Allende, Mpio. de Jesús Marfa, Jal., ubicada dentro de la denominada Región de los Altos de Jalisco; cuya localización geográfica está definida por las siguientes magnitudes, según cartas de la DETE-NAL.

Longitud Norte 20°42'

Longitud Este 102°05'

Altitud Media 2,250 metros sobre el nivel del mar.

##### 3.1.2. Clima.

El clima según el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), corresponde para Jesús Marfa, el subtipo C ( $w^{1/2}$ ) (w) b (i') g, cuyas características son: Templado subhúmedo, con regimenes de lluvias en verano e invierno seco, y poca oscilación térmica.

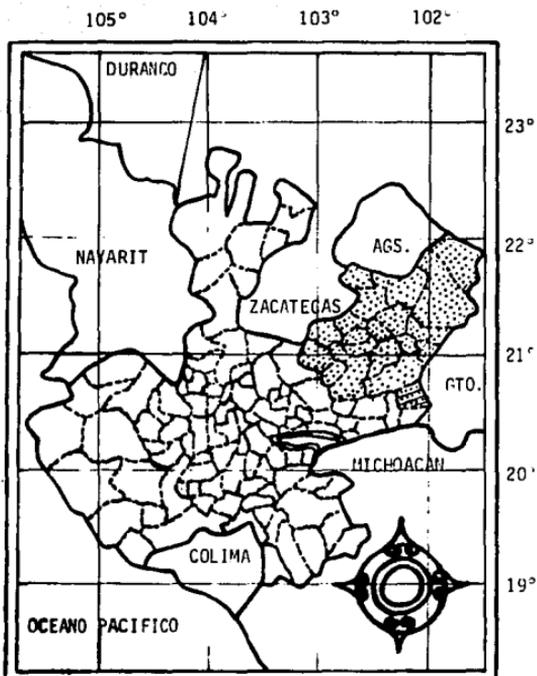


FIGURA 1. DIVISION POLITICA DEL ESTADO DE JALISCO.  
SEP. (1975).

DISTRITO 02 DE LA SARH (ALTOS DE JALISCO)



MUNICIPIO DE JESUS MARIA, JAL.



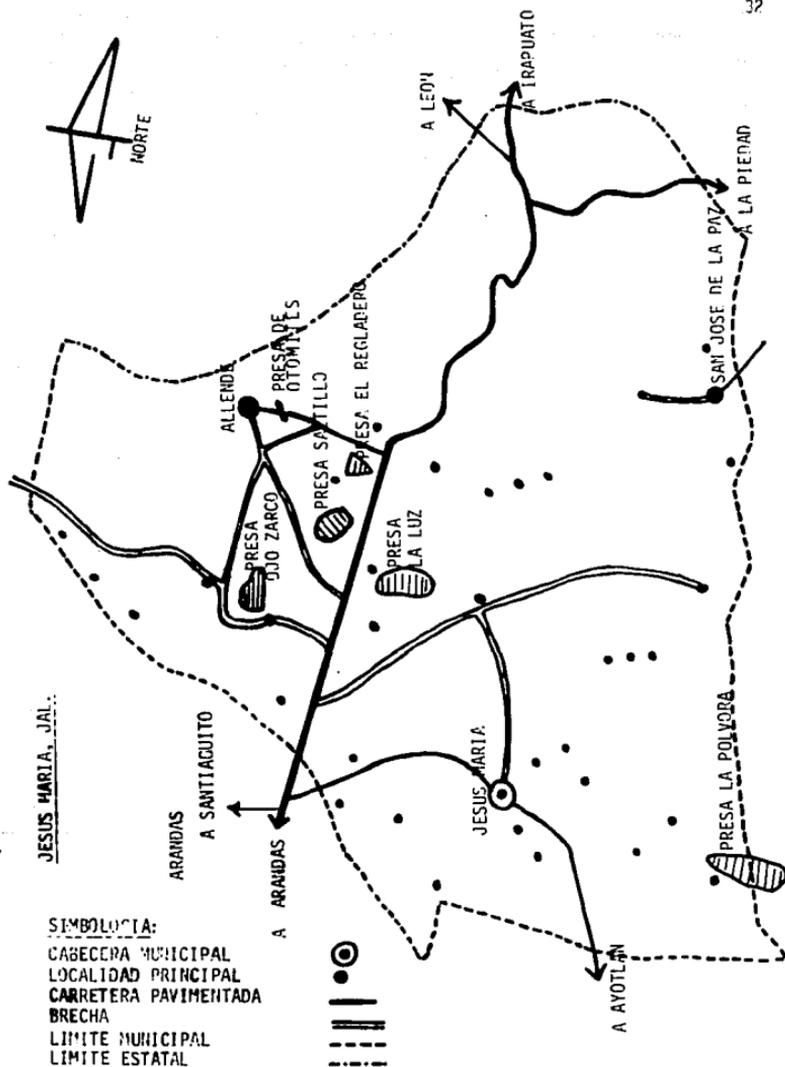


FIGURA 2. CROQUIS DEL MUNICIPIO DE MESAS DE MARÍA, JALISCO. GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO.

CUADRO 1. MEDIAS MENSUALES Y MEDIAS ANUALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION; ALTURA Y TIPO CLIMÁTICO. GARCIA (1976).

Núm.	Estación	Coordenadas	Años	E	F	M	A
057	Jesús María	20° 37' 102° 07' 2.110 m	T 17	13.0	14.6	19.8	18.6
			P 19	28.8	3.4	3.2	19.8

... Continúa Cuadro 1.

M	J	J	A	S	O	N	D	PROM.	CLIMA
19.8	18.6	17.5	17.3	17.0	16.4	15.1	13.1	16.5	C(w1/2)
34.2	196.7	207.6	200.4	149	54.3	20.2	16.6	908.3	(w)b(i)g

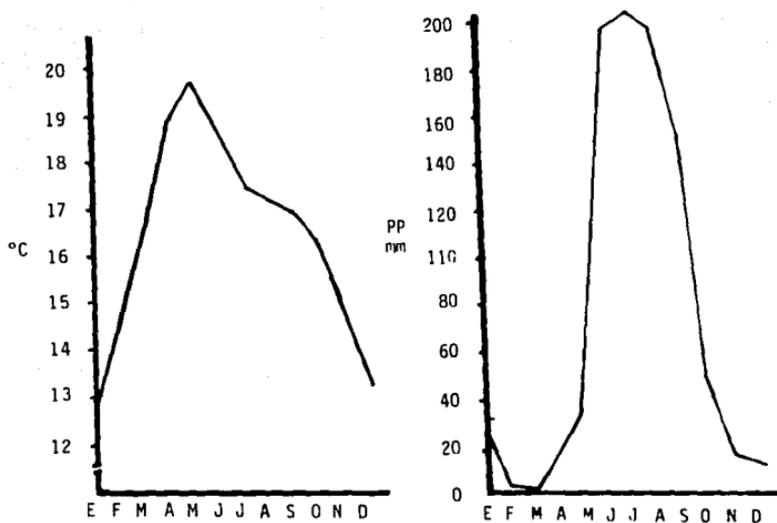


FIGURA 3. DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACION PLUVIAL, EN JESUS MARIA, JAL. GARCIA (1976).

Las temperaturas medias más bajas son en diciembre con 11.6°C, y las más calientes en mayo con la media más alta de 19.9°C. La temperatura media anual es de 16.5°C. Las heladas más frecuentes suceden en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; predominando éstas en diciembre y enero, con un promedio de 15 heladas al año.

La precipitación pluvial promedio anual es de 908 mm, siendo julio el mes más lluvioso con un promedio de 207 mm y el mes más seco marzo con 3.2 mm. Los meses con más días nublados corresponden a julio y septiembre, con un promedio de 45 a 50 días al año; y presentándose al año un promedio de 4 granizadas, las que se presentan frecuentemente en junio y julio.

Los vientos dominantes en la localidad de estudio son del Este, Noreste y Noroeste.

### 3.1.3. Geología y Suelo.

El tipo de roca predominante en el área de estudio es la extrusiva ácida (fgnea), y el origen del suelo es residual y aluvial en menor proporción, existiendo este último sólo en pequeños bajíos y riberas de arrolluelos. La topografía dominante es de terrenos de lomeríos ligeramente ondulados de pendiente menor o igual al 8%.

Las características del suelo donde se realizó el experimento, en un análisis hecho por FERTIMEX en 1979, son: de color café oscuro, de textura arcillo-arenoso; estructura moderada (más o menos granular); profundidad media de 50 cm, pH de 4.0, pero puede variar de 4.0 a 6.0; 2% de materia orgánica; 43 kg/ha de nitrógeno aprovechable; 87 kg/ha de  $P_2O_5$  y 720 kg/ha de potasio; una conductividad eléctrica (C.E.) de 0.6 mm/cm, esto es una baja concentración de sales.

El uso potencial del suelo es de II clase, cuyas limitantes son el suelo, clima y topografía; para bajos se tiene un uso potencial del suelo de V clase, en donde la limitante es el exceso de agua. En cuanto al uso del suelo, la agricultura que se realiza es de temporal anual, y los cultivos más importantes son el maíz, asociación maíz-frijol, trigo, avena, calabaza, etc.

Los cultivos perennes existentes como el durazno, manzano, chabacano, higuera, tuna, etc., no son económicamente importantes, pues son pequeños huertos familiares. Además existen áreas de pastizales naturales en terrenos con excesos de agua, de pendientes pronunciadas y pedregosos; y en las superficies cerriles hay bosque bajo natural de roble, pingüica madroño, huizache, pino y de manera más dispersa en terrenos de lomeríos u hondonadas de barrancas, se encuentran árboles más altos como el palo blanco, colorado y Fresno.

### 3.2. Material Genético.

Los genotipos utilizados en el estudio fueron las variedades: Valles Altos 110, Valles Altos 120 y las líneas experimentales L-2518-CH-80 y L-2519-CH-80.

Las variedades VA-110 y VA-120 se originaron del cruce entre variedades Nyundo y Milo con retrocruza hacia Nyundo; realizando posteriormente la selección individual hasta la novena generación y finalmente se realizó un ciclo de selección masal. Las líneas 2518 y 2519 tuvieron su origen similar aunque sin retrocruza a Nyundo.

Este material genético fue proporcionado por el Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo para Valles Altos del CAEVAMEX.

### 3.3. Diseño Estadístico.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones; los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a la Matriz Baconiana, utilizando los factores y niveles siguientes:

**Genotipos**

VA-110  
VA-120  
L-2518-CH-80  
L-2519-CH-80

**Densidad de siembra**

10 kg/ha  
15 kg/ha  
20 kg/ha  
25 kg/ha  
30 kg/ha  
35 kg/ha

**Fertilizante N**

00 kg/ha  
40 kg/ha  
80 kg/ha  
120 kg/ha

**Fertilizante P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

00 kg/ha  
20 kg/ha  
40 kg/ha

**Fertilizante K<sub>2</sub>O**

00 kg/ha  
20 kg/ha  
40 kg/ha

El conjunto de los tratamientos medio y testigo de los genotipos, más las combinaciones entre los diferentes nive-

les de cada factor en estudio de la variedad VA-110, proporcionan un total de 20 tratamientos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO EN EL EXPERIMENTO DE VARIEDADES, DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION EN EL SORGO PARA VALLES ALTOS, EN EL MUNICIPIO DE JESUS MARIA, JAL.

No. de Tratamiento	Genotipo	Niveles			
		Densidad de Siembra kg/ha	Dosis de N	Fertilización P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fertilización K <sub>2</sub> O
1	VA-110	30	80	40	00
2	VA-120	30	80	40	00
3	L-2518-CH-80	30	80	40	00
4	L-2519-CH-80	30	80	40	00
5	VA-110	10	80	40	00
6	VA-110	15	80	40	00
7	VA-110	20	80	40	00
8	VA-110	25	80	40	00
9	VA-110	35	80	40	00
10	VA-110	30	00	40	00
11	VA-110	30	40	40	00
12	VA-110	30	120	40	00
13	VA-110	30	80	00	00
14	VA-110	30	80	20	00
15	VA-110	30	80	40	20
16	VA-110	30	80	40	40
17	VA-110	10	00	00	00
18	VA-120	10	00	00	00
19	L-2518-CH-80	10	00	00	00
20	L-2519-CH-80	10	00	00	00

Para el estudio de los resultados, se realizó un Análisis de Varianza, la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, la Matriz de Correlación y el Análisis Gráfico mediante histogramas.

#### 3.4. Manejo del Cultivo.

##### 3.4.1. Siembra y parcela experimental.

La siembra se realizó al voleo en terreno con sólo un barbecho, al establecerse las lluvias de temporal, con fecha del 16 de junio de 1981. Las semillas se depositaron encima del terreno y se cubrieron con un rastrillo manual. La parcela experimental tuvo como dimensiones 3x3 m, es decir, un área de 9 m<sup>2</sup>. Como se establecieron 20 tratamientos con 4 repeticiones, se manejaron 80 parcelas.

##### 3.4.2. Fuentes de fertilizantes y época de aplicación.

Las fuentes de fertilizantes empleados fueron: Nitrato de Amonio con 33.5% de N, Sulfato de Amonio con 20.5% de N, Superfosfato de Calcio triple con 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y Sulfato de Potasio con 50% de K<sub>2</sub>O. En la siembra se aplicó todo el fósforo, el potasio y la mitad de nitrógeno; el resto del nitrógeno se aplicó 45 días después de la siembra.

##### 3.4.3. Control sanitario.

La maleza se controló mediante la aplicación preemergente de 2.5 kg/ha de Gesaprim 50 en 300 litros de agua;

completándose con un deshierbe manual a los 45 días de dicha aplicación. No se presentó ninguna incidencia significativa de plagas insecto ni de enfermedades.

#### 3.4.4. Cosecha.

La cosecha se realizó manualmente del 25 al 28 de noviembre, tomando 4 m<sup>2</sup> de muestra del centro de la parcela. La trilla se realizó individualmente por cada muestra, también en forma manual, del 26 al 30 de diciembre de 1981. El peso del grano y el porcentaje de materia seca, se realizó en el CAEJAL.

#### 3.4.5. Toma de datos.

Las variables que se registraron en cada tratamiento y parcela fueron las siguientes:

a) Rendimiento de grano (RG) en kg/ha al 12% de humedad. Para determinar esta variable, se midió el peso húmedo de campo (PHC), el % de materia seca (PMS) a partir de una muestra de 150 g de grano por parcela y utilizando el determinador de humedad Steinlite, y el área de la parcela experimental, con los cuales se hizo el cálculo:

$$RG = \frac{PHC \times PMS}{88} \times FC$$

En donde FC es el número de veces que cabría una parcela en una hectárea.

b) Días a floración (Df). Esta se determinó cuando se observó que la mitad de las plantas por parcela se encontraba con un 50% de antesis.

c) Altura de planta (Ap). Se midieron 10 plantas del área central de cada parcela; de la base de la planta al ápice de la panoja.

d) Altura base panoja (Abp). Igualmente se midieron 10 plantas del área central de cada parcela; de la base de la planta a la inserción de la hoja bandera.

e) Altura hoja bandera (Ahb). De la misma manera se midieron 10 plantas del área central de cada parcela, de la base de la planta a la iniciación de la hoja bandera.

f) Tamaño de panoja (Tap). En 10 plantas de la parte central de cada parcela, se midieron de la base al ápice de la panoja, obteniendo como en las mediciones anteriores el tamaño promedio.

g) Excursión (Exc). Por diferencia de la altura base panoja y la altura hoja bandera, se obtuvo la longitud de la excursión.

h) Acame (Ac). Se determinó evaluando visualmente mediante el uso de una escala arbitraria de 0.0 al 5.0, en donde 0.0 corresponde a la inexistencia de acame y 5.0 al acame total.

i) Calidad y Uniformidad de planta (Cp y Un). Se calificó en forma similar a la anterior variable, en donde 0.0 fue para tratamientos completamente homogéneos y 5.0 para los tratamientos completamente heterogéneos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1. Análisis de Varianza.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de F, resultado del análisis de varianza para las variables de rendimiento días a floración, altura de planta, altura base panoja, altura hoja bandera, tamaño de panoja, tipo de panoja, excersión, acame, calificación de planta y uniformidad. En el mismo Cuadro se observa que para la fuente de variación de bloques no hay diferencia estadísticamente significativa para altura hoja bandera, tamaño de panoja y tipo de panoja; pero si hay diferencia significativa al 5% para altura de planta, altura base panoja, acame y uniformidad; y altamente significativa al 1% para rendimiento, días a floración, excersión y calidad de planta.

En relación a la fuente de variación de tratamientos se aprecia que no existe diferencia significativa sólo para calidad de plantas; detectándose diferencia significativa al 5% para uniformidad, y altamente significativa al 1% para rendimiento, días a floración, altura de planta, altura base panoja, altura hoja bandera, tamaño de panoja, tipo de panoja, excersión y acame.

La existencia de diferencias significativas y altamente significativas entre bloques, para las características antes señaladas; puede indicar que para el sitio experimental existe un gradiente de variación que sí amerita el bloqueo. La inexistencia de diferencias significativas para altura hoja bandera, tamaño de panoja y tipo de panoja pudieron haber sido causadas por una falla de muestreo o porque realmente haya cierta uniformidad en el terreno.

En cuanto a la fuente de variación de tratamientos, el hecho de resultar altamente significativas la mayoría de las variables en estudio, señala que las características agronómicas en prueba son modificadas por los tratamientos empleados.

El Coeficiente de Variación (C.V.), resultó con un alto valor para las variables acame (69.9%), rendimiento (23.5%) y tipo de panoja (21%), lo que sugiere para estas variables, escasa confianza en los datos. Dado que valores bajos de C.V. indican buen manejo en las unidades experimentales. El que hayan resultado con altos valores de C.V. las variables señaladas, pudo haber sido por un mal manejo y posiblemente además porque en general en experimentos pequeños los C.V. suelen ser altos (Reyes, 1980).

CUADRO 3. VALORES DE F, RESULTADO DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES EN ESTUDIO.

F.V.	G.L.	Rend.	Valores de F									
			Df	Ap	Abp	Ahp	Tap	Tip	Exc	Ac	Cp	Un
Rep.	3	4.7**	10.0**	2.12*	1.8*	0.99 <sup>NS</sup>	0.95 <sup>NS</sup>	0.50 <sup>NS</sup>	2.7**	2.2*	10.9**	1.97*
Trat.	19	2.66**	11.2**	63.9**	56**	83.7**	10.4**	4.4**	12.2**	5.0**	1.66 <sup>NS</sup>	2.8*
C.V. (%)		23.5	1.8	2.2	2.3	2.1	12.2	20.8	8.9	69.9	16.4	13.4

NS = No Significativo

\* = Significativo al 5%.

\*\* = Significativo al 1%.

#### 4.2. Comparación de Medias.

En el Cuadro 4 se observan subrayados los tratamientos con medias iguales de cada una de las variables en estudio.

##### 4.2.1. Rendimiento.

La media general de rendimiento es de 5,251 kg/ha. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, nos muestra que el grupo de los tratamientos 9, 3, 5, 1, 2, 4, 16, 6, 15, 8, 13, 7, es el que mayores rendimientos produjo. El más alto rendimiento corresponde al tratamiento 9 (VA-110, 35-80-40-00; ésto es densidad de siembra y dosis de fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica) con 7,050 kg/ha; y el más bajo rendimiento lo obtuvo el tratamiento 12 (VA-110, 30-120-40-00) con 3,221 kg/ha.

##### 4.2.2. Días a floración.

Esta variable muestra una media general de 88 días. En donde la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, indica que el grupo de tratamientos con mayores días a floración o menos precoces fueron el 17, 10, 18, 8 y 13. De los cuales el 17 y 10 (VA-110, 10-00-00-00 y 30-00-40-00) resultaron ser los más tardíos (92 días), y los tratamientos 19, 20 y 4 (L-2518 y L-2519, 10-00-00-00 y 30-80-40-00) los más precoces, (84 y 83 días).

CUADRO 4. PRUEBA DE RANGO MULTIPLE DE DUNDAN PARA LAS MEDIAS DE RENDIMIENTO, FLORACION, ALTURA DE PLANTA, ALTURA BASE PANOJA, ALTURA HOJA BANDERA, TAMANO DE PANOJA, TIPO DE PANOJA, EXCERSION, ACAME Y UNIFORMIDAD DE PLANTA.

9	3	5	1	2	4	16	6	15	8	13	7	20	18	11	14	19	10	17	12
17	10	18	8	13	14	7	2	6	9	16	5	12	1	15	11	3	19	20	4
16	1	9	7	8	5	14	13	15	11	3	18	4	12	17	20	2	10	6	19
16	9	1	7	8	5	15	14	11	13	3	18	4	12	2	10	17	20	19	6
16	1	7	8	9	5	15	18	13	11	14	3	12	4	2	17	10	20	6	19

CUADRO 4. ...Continuación.

6	1	16	14	8	13	5	7	17	18	9	4	3	15	20	11	19	12	10	2
2	18	1	5	6	8	9	11	12	13	14	15	16	17	7	10	19	20	3	4
9	14	19	4	20	2	3	11	1	5	7	15	16	10	13	8	17	12	18	6
9	7	16	6	1	12	15	14	8	11	13	10	5	17	2	3	4	18	11	20
19	2	3	4	5	18	9	16	1	7	10	15	20	6	8	11	13	14	17	12

\*Los números identifican a los 20 tratamientos bajo estudio (Cuadro 2).

#### 4.2.3. Altura de planta.

La media general para altura de planta es de 128 cm. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, señala que el grupo de tratamientos que mayor altura de planta alcanzaron fueron el 16 y 1 (VA-110, 30-80-40-40 y 30-80-40-00) con 147 cm y 144 cm respectivamente; y los tratamientos con menor altura de planta son el 6 y 19 (VA-110, 15-80-40-00 y L-2518, 10-00-00-00) con 114 y 110 cm.

#### 4.2.4. Altura base panoja.

La media general de la Altura Base Panoja es de 116.7 cm. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, nos dice que el grupo que incluye a los tratamientos 16, 9 y 1 son los de mayor Abp, y que el tratamiento 16 (VA-110, 30-80-40-40) es el de mayor valor de 132 cm; mientras que el tratamiento 6 (VA-110, 15-80-40-00) tiene el menor valor con 98 cm.

#### 4.2.5. Altura hoja bandera.

Presenta una media general de 99.7 cm. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, muestra que los tratamientos 16 y 1 (VA-110, 30-80-40-40 y 30-80-40-00) tienen los mayores valores con 115 y 114 cm; y el tratamiento 19 (L-2518, 10-00-00-00) con la más baja Ahb (80 cm).

#### 4.2.6. Tamaño de panoja.

El tamaño de panoja tiene una media general de todos sus tratamientos de 11.7 cm. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, señala el grupo de tratamientos 6, 1 y 16 (VA-110, 15-80-40-00, 30-80-40-00 y 30-80-40-40) con el mayor valor (16 y 15 cm); el tratamiento 2 (VA-120, 30-80-40-00) con el menor tamaño de panoja.

#### 4.2.7. Tipo de panoja.

La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, nos muestra que el grupo superior que presenta panoja más compacta, son los tratamientos 2 y 18 (VA-120, 30-80-40-00 y 10-00-00-00) y los tratamientos 3 y 4 (L-2518 y L-2519, 30-80-40-00) mostraron la panoja más abierta.

#### 4.2.8. Excursión.

La media general es de 17 cm. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, dice que el grupo de los tratamientos 9, 14 y 19 (VA-110, 35-80-40-00, 30-80-20-00; L-2519, 10-00-00-00) presentaron la mayor excursión (22 y 21 cm). Los tratamientos 18 y 6 (VA-120, 10-00-00-00; VA-110, 10-80-40-00) muestran la más baja excursión (12 y 11 cm).

#### 4.2.9. Acame.

La Prueba de Rango Múltiple de Duncan dice que el grupo de los tratamientos 9, 7, 16, 6, 1, 12, 15, 14, 8, 11 y

13, son los que presentaron mayor acame. Los tratamientos 9 y 7 (VA-110, 35-80-40-00, 20-80-40-00) son los de mayor acame, y los tratamientos 2, 3, 4, 18, 19, 20 (VA-120, L-2518, L-2519, 30-80-40-00 y 10-00-00-00) no presentaron acame.

#### 4.2.10. Uniformidad de planta.

La Prueba de Rango Múltiple de Duncan, muestra que el tratamiento 19 (L-2518, 10-00-00-00) es el de mayor uniformidad de planta y el tratamiento 12 (VA-110, 30-120-40-00) el que presentó mayor heterogeneidad.

#### 4.3. Correlaciones.

En el Cuadro 5 se presenta la matriz de correlación; es decir, a los valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) y la probabilidad de  $r$ , para las variables: Rendimiento, Días a floración, Altura de planta, Altura base panoja, Altura hoja bandera, Tamaño de panoja, Tipo de panoja, Exersión, Acame, Calificación de planta y Uniformidad. En donde se aprecia que la variable rendimiento tiene poca correlación inversa y no es significativa con días a floración; en cambio existe correlación inversa, pero significativa, entre rendimiento y tamaño de panoja (esto es a menor rendimiento mayor Tap). También se observa correlación directa entre rendimiento y altura de planta, altura hoja bandera,

tipo de panoja, excersión y calificación de planta sin ser significativas, y sí significativa la correlación entre rendimiento con acame y uniformidad de planta (es decir, a mayor rendimiento mayor acame y mejor uniformidad).

La variable días a floración, presenta correlación significativa con altura de planta, tamaño de panoja y excersión, ésto es que a medida que se incrementaron los días a floración en los genotipos, aumentaron los tamaños de panoja y excersión. En cambio, días a floración con altura base panoja y calificación de planta, indican independencia en su variación.

Existe correlación significativa entre las variables altura de planta y tipo de panoja, es decir, a mayor altura de planta panojas más abiertas. Mientras que entre la variable altura de planta y la variable uniformidad de planta existe una correlación negativa, o sea que a menor altura de planta mayor uniformidad. Entre altura de planta y calificación de planta existe independencia en su variación.

Entre la variable altura base panoja y tipo de panoja existe también una correlación significativa, y con la variable uniformidad de planta la correlación es negativa. Entre la altura base panoja y la variable calificación de planta su variabilidad es independiente.

CUADRO 5. MATRIZ DE CORRELACION (VALORES DE r Y PROBABILIDAD)

	1 Rend	2 Df	3 Ap	4 Abp	5 Ahb	6 Tap	7 Tip	8 Exc	9 Ac	10 Cp	11 Un
Rend	1.000 0.000	-0.24 0.03	0.37 0.001	0.34 0.002	0.282 0.011	-0.06 *0.61	0.27 0.02	0.24 0.03	0.07 *0.53	0.55 0.00	0.07 *0.53
Df		1.00 0.00	0.08 *0.50	0.08 *0.50	0.20 0.08	0.03 *0.83	0.37 0.001	-0.03 *0.83	0.02 0.17	-0.11 0.33	-0.26 0.02
Ap			1.00 0.00	0.98 0.00	0.96 0.00	0.47 0.00	0.05 *0.69	0.24 0.03	0.46 0.00	0.10 0.38	-0.05 *0.64
Abp				1.00 0.00	0.96 0.00	0.27 0.00	0.06 *0.60	0.32 0.003	0.43 0.00	0.09 0.40	-0.04 *0.70
Ahb					1.00 0.00	0.35 0.00	0.13 0.24	0.04 *0.74	0.43 0.00	0.09 0.41	-0.12 0.31
Tap						1.00 0.00	-0.04 *0.72	-0.23 0.04	0.29 0.01	0.06 *0.60	-0.06 *0.62
Tip							1.00 0.00	-0.23 0.05	0.15 0.18	-0.36 *0.75	-0.12 0.27
Exc								1.00 0.00	0.07 *0.53	0.03 *0.82	0.23 0.04
Ac									1.00 0.00	-0.20 0.08	-0.37 0.00
Cp										1.00 0.00	0.73 0.00
Un											1.00 0.00

\* = Correlación  
(Probabilidad)

r>0 Correlación  
directa

r<0 Correlación  
inversa

r = -1 ó r = +1 Co  
rrelación per-  
fecta

Valores próximos a  
cero = ausencia de  
correlación.

En la variable altura hoja bandera, existe correlación directa significativa con excersión, ésto es que a mayor Ahb mayor excersión, y con la variable calificación de planta y uniformidad de planta, existe independencia en sus variaciones.

La variable tamaño de panoja, presenta correlación inversa significativa con tipo de panoja y uniformidad de planta, pero con la variable calificación de planta la correlación es directa y significativa, es decir, que a mayor tamaño de panoja mayor calificación de planta.

Existe correlación inversa significativa entre las variables tipo de panoja y calificación de planta, o sea que a medida que el tipo de panoja tiende a ser cerrado la calificación de planta es mayor.

En la variable excersión, existe correlación directa significativa con las variables acame y calificación de planta.

#### 4.4. Evaluación de los Factores de Variación Bajo Estudio, Mediante Comparaciones Gráficas.

##### 4.4.1. Rendimiento.

##### 4.4.1.1. Genotipos. En la Figura 4A donde se muestran los

rendimientos obtenidos por los genotipos VA-110, VA-120, Lfneas 2518 y 2519, bajo los tratamientos medio (30-80-40-00) y testigo (10-00-00-00); se observa que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre genotipos, pero si en cambio hubo diferencias altamente significativas entre el tratamiento medio y tratamiento testigo.

En el tratamiento medio la L-2518 produjo un mayor rendimiento (6,719 kg/ha) con respecto a VA-110 (6,219 kg/ha), VA-120 (6,188 kg/ha) y la L-2519 (6,106 kg/ha). En el tratamiento testigo, la L-2519 fue la que produjo un mayor rendimiento (4,869 kg/ha) en relación a la VA-120 (4,831 kg/ha), la L-2518 (4,300 kg/ha) y la VA-110 (3,938 kg/ha).

La existencia de las diferencias estadísticamente sig-nificativas entre el tratamiento medio y el testigo en el experimento, se debió probablemente a la caracterfstica de la regular a la baja fertilidad del suelo en que se hizo el experimento, y a la capacidad de respuesta de éste a la fertilización; además de que el tratamiento medio pudo haber producido más por tener el triple de densidad de siembra respecto al testigo.

Esto en general coincide con el planteamiento de Rojas. (1981), "que la suplementación de fertilizantes a un suelo

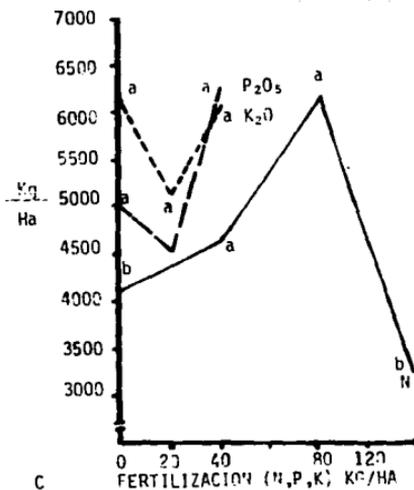
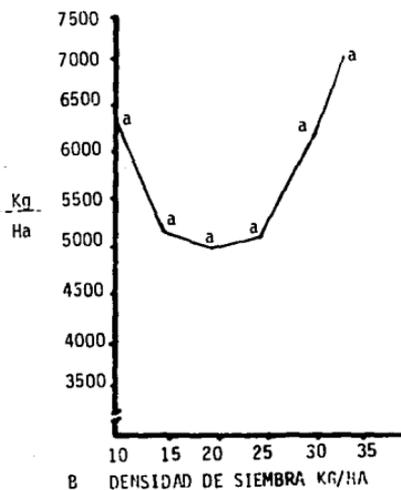
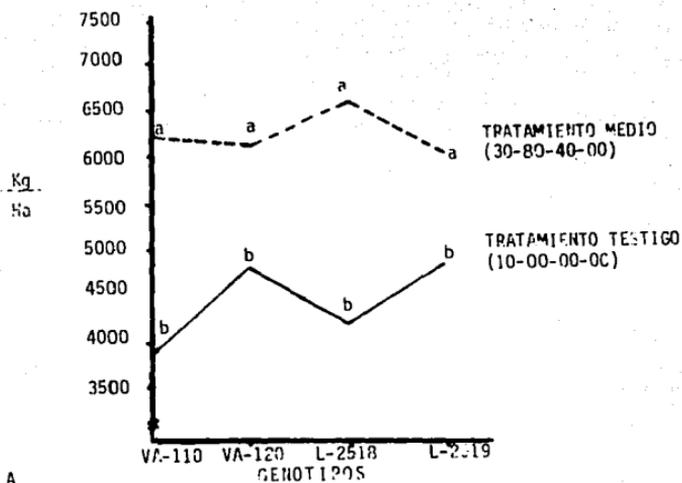


FIGURA 4. RESPUESTA AL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS MEDIO Y TESTIGO EN FUNCION A LOS GENOTIPOS, Y DE LA VA-110 A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION (N,P,K).

de baja fertilidad, puede elevar grandemente la productividad de esos suelos".

4.4.1.2. Densidad de siembra. En la Figura 4B aparecen los rendimientos obtenidos en función a las diferentes densidades de siembra por hectárea (10, 15, 20, 25, 30, 35 kg) no detectándose diferencias estadísticamente significativas entre ellas, debido seguramente al efecto compensativo que tienen las bajas densidades de población en aumentar el número de hijos y el tamaño de las panojas. Este resultado coincide con el obtenido por Montes (citado por Leos, 1976) y el encontrado por Flores (1984).

Es de interés destacar, que los mayores rendimientos los produjeron las dosis de siembra de 35 kg/ha de semilla (7,050 kg/ha), la de 10 kg/ha semilla (6,475 kg/ha) y la de 30 kg/ha de semilla (6,219 kg/ha); rendimientos que difieren en poco relativamente y que no justifican el usar altas densidades de siembra, en concreto con la variedad VA-110.

4.4.1.3. Fertilización. La Figura 4C, nos muestra los rendimientos de grano obtenidos por efectos de la fertilización nitrogenada (0, 40, 80 y 120 kg/ha), fosfatada (0, 40 y 80 kg/ha) y potásica (0, 40 y 20 kg/ha); encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de fertilización nitrogenada de 80 kg/ha con respecto a los tra

tamientos sin nitrógeno y el de la dosis de 120 kg/ha. En el caso de la fertilización fosfatada, no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos. Finalmente se observa que entre las dosis de fertilización potásica no existe tampoco diferencia estadísticamente significativa.

El hecho de que el rendimiento (3,221 kg/ha) de la dosis de fertilización nitrogenada de 120 kg/ha haya bajado casi al 50% en relación al tratamiento de 80 kg/ha, cuando era de esperarse lo contrario; se debe probablemente al efecto detrimental al desbalancearse esta dosis alta de N, con respecto al fósforo, o bien, también pudo haber influido el alto grado de acidez del suelo (pH de 4-6) en el bajo nivel de absorción de los nutrientes (N y  $P_2O_5$ ), de lo cual se desprende que el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis 80-40-00. Esta dosis de fertilización coincide con la recomendada por Romo *et al.* (1982), y en parte por la recomendada para el Bajío por Aguilera y Robles (1978).

#### 4.4.2. Días a floración.

4.4.2.1. Genotipos. En la Figura 5A se observan los días a floración en los genotipos VA-110, VA-120, L-2518 y L-2519, para los tratamientos medio y testigo; en donde se aprecia diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento medio y testigo, pero sólo para las variedades VA-110 y VA-120. Los genotipos con menos días a floración (más precoces)

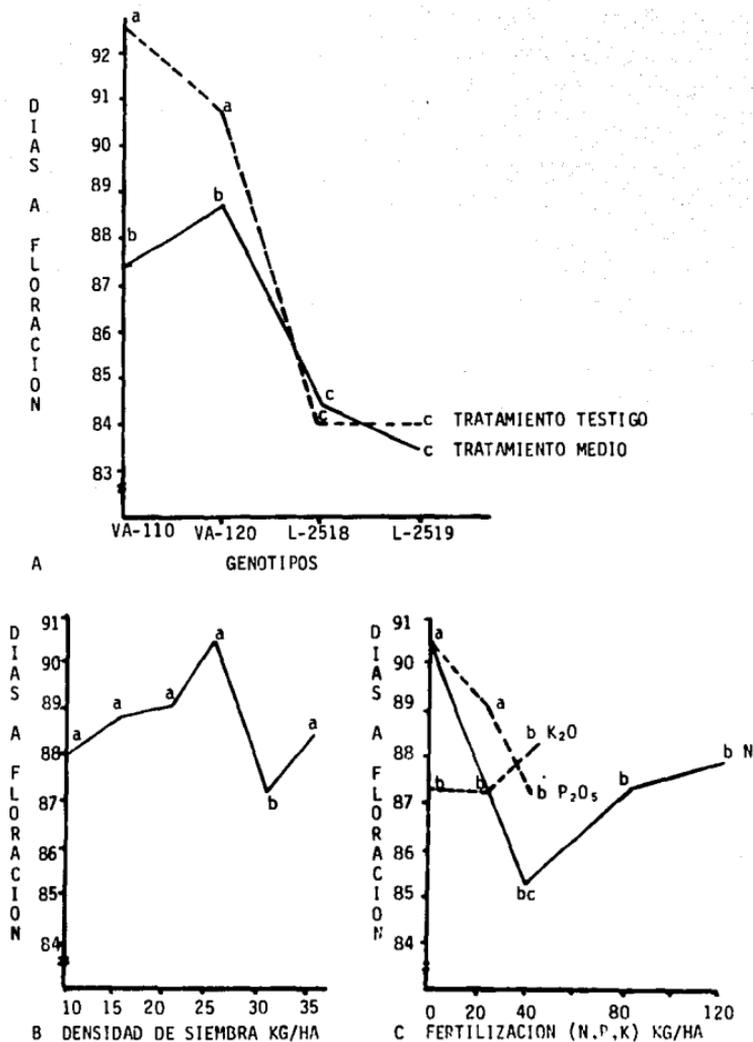


FIGURA 5. RESPUESTA A LA FLORACION DE LOS TRATAMIENTOS MEDIO Y TESTIGO EN FUNCION DE LOS GENOTIPOS, Y DE LA VA-110 A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION (N,P,K).

resultaron ser las líneas 2518 y 2519 (84.5 y 83.5 días), y los de menor precocidad las variedades VA-110 (92.5 días) y VA-120 (91 días) bajo el tratamiento testigo, siendo un poco más precoces en el tratamiento medio (87-88 días). Esta situación indica que el tratamiento con fertilización (N-P) y mayor densidad de siembra, influye sobre la precocidad de las variedades VA-110 y VA-120; más no para las líneas experimentales. Estos resultados coinciden con lo reportado por Romo y Carballo (1980), con Flores (1984), para VA-110 y L-2519-CH-80, con Freeman (1975) pero muy en general con otras variedades en Texas, y con Poehlman (1979).

**4.4.2.2. Densidad de siembra.** La Figura 5B muestra los resultados de los días a floración para las densidades de siembra de 10, 15, 20, 25, 30 y 35 kg/ha de semilla; observándose sólo diferencia significativa para la densidad de siembra de 30 kg/ha. Asimismo, la misma densidad de siembra (30 kg/ha) resultó ser la más precoz (87 días), y la densidad de siembra de 25 kg/ha de semilla fue la de más días a floración (90.5 días). Se esperaba que la densidad de siembra más alta sería la de mayor número de días a floración, pero no fue así, lo que se detecta es la tendencia de la densidad de siembra de 30 kg/ha a ser la más precoz y óptima para la VA-110, bajo el sistema de siembra al voleo. Los resultados en general coinciden con los reportes de Flores (1984) y Mon

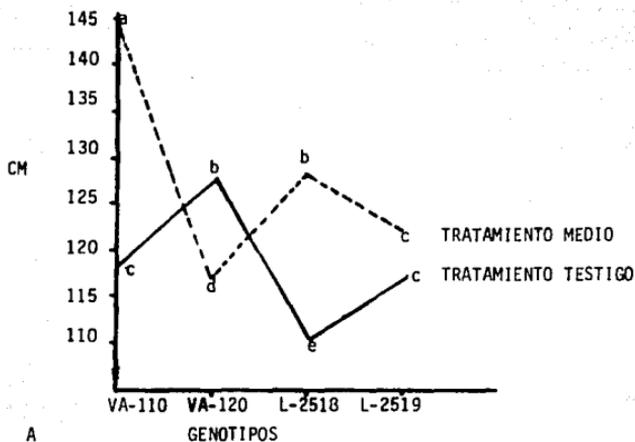
tes (1969), a excepción de que la densidad de siembra de 30 kg/ha resultó ser significativa a este experimento y localidad.

4.4.2.3. Fertilización. En la Figura 5C, se encuentran los días a floración de la VA-110 de sorgo en función a la dosis de fertilización de N (0, 40, 80 y 120 kg/ha),  $P_2O_5$  (0, 20, 40 kg/ha) y  $K_2O$  (0, 20, 40 kg/ha). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en la fertilización ni trogenada, para el tratamiento sin N, con respecto a las dosis de 40, 80 y 120 kg/ha de N; existiendo también diferencia estadísticamente significativa para las dosis de 40 kg/ha de N, con respecto a los tratamientos sin N, 80 y 120 kg/ha de N. La menor precocidad la presenta el tratamiento sin Nitrógeno (90 días), y la mayor precocidad la tiene la dosis de 40 kg/ha de N (85 días). En la fertilización Fosfórica se observó diferencia significativa del tratamiento 40 kg/ha de  $P_2O_5$  con respecto a la dosis de 20 kg/ha y el tratamiento sin  $K_2O$ . La fertilización potásica no presentó diferencia estadísticamente significativa. Se aprecia una menor precocidad para tratamientos sin nitrógeno y fósforo, y menos días para tratamientos con fertilización de 40-40-00 ó 80-40-00.

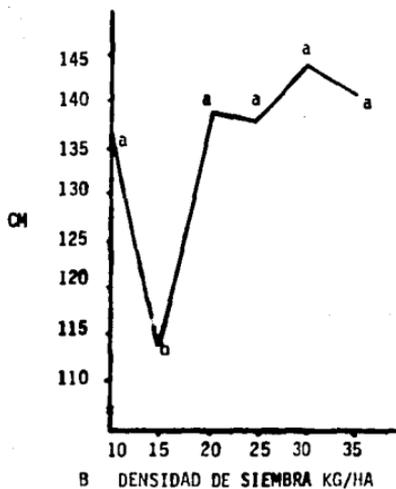
#### 4.4.3. Altura de planta.

4.4.3.1. Genotipos. La Figura 6A muestra la altura de planta de los genotipos para los tratamientos medio y testigo, en donde se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre genotipos y entre tratamientos medio y testigo, a excepción de la L-2519 que no presenta diferencia significativa entre los tratamientos medio y testigo, y de la VA-110 en el tratamiento testigo, ni en la VA-120 y L-2518 - existe diferencia significativa entre ellas en los tratamientos medio y testigo. La mayor altura de planta la obtuvo, la VA-110 en el tratamiento medio con 144 cm, y la más baja altura fue para la L-2518 con 110 cm. En parte las alturas de la VA-120 y VA-110 coinciden con las reportadas por Romo y Carballo (1980).

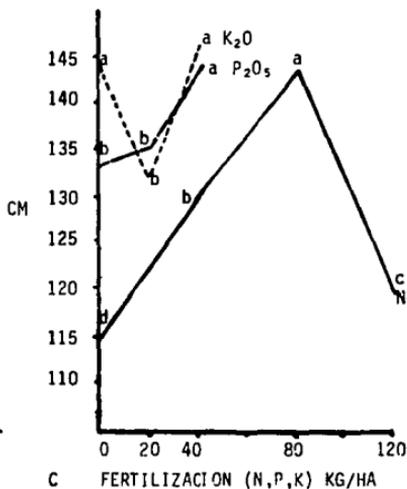
4.4.2.3. Densidad de siembra. En la Figura 6B, se aprecia la altura de planta de las densidades de siembra, (10, 15, 20, 25, 30 y 35 kg/ha), en donde se observa que sólo existe diferencia significativa para la densidad de 15 kg/ha de semilla, siendo ésta además el menor tamaño de planta (114 cm) y la mayor altura de planta para la densidad de siembra de 30 kg/ha. No parece normal el comportamiento de la tendencia a mayor densidad de siembra, mayor altura, pues la densidad de 15 kg/ha se dispara mucho hacia abajo; aunque la tendencia de las demás densidades es cierta estabilidad en la altura. Este comportamiento aislado, como algún otro



A



B DENSIDAD DE SIEMBRA KG/HA



C FERTILIZACION (N,P,K) KG/HA

FIGURA 6. RESPUESTA A LA ALTURA DE PLANTA DE LOS TRATAMIENTOS MEDIO Y TESTIGO EN FUNCIÓN A LOS GENOTIPOS, Y DE LA VA-110 A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION (N,P,K).

que ha ocurrido en otras variables, puede deberse a la relativa heterogeneidad en la fertilidad del suelo experimental, pues algunas parcelas quedaron en pequeñas áreas que años anteriores habían sido abonadas con abundante estiércol de cerdo, lógicamente que había otras áreas con baja fertilidad.

4.4.3.3. Fertilización. En la Figura 6C, aparece la altura de planta en función a la fertilización (N,P,K); apreciándose se diferencia estadísticamente significativa entre las dosis de fertilización nitrogenada, para la fertilización fosfórica sólo hay diferencia significativa para la dosis de 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , y en la fertilización potásica se presentó diferencia significativa en la dosis de 20 kg/ha. Se aprecia una tendencia hacia mayor altura de planta a medida que se incrementan las dosis de fertilización, pero hasta cierto nivel de fertilización, es decir, a 80-40-40; dado que en la dosis alta de Nitrógeno (120 kg/ha) se observa como en otras variables un efecto detrimental, posiblemente de nuevo por el desequilibrio que se genera en los nutrientes o influencia de la acidez del suelo o bien por alguna otra variante como la heterogeneidad en la fertilidad del suelo o no detectada. Las mayores alturas de plantas fueron para los tratamientos: sin fósforo, 40 kg/ha de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  y de 80 kg/ha de Nitrógeno, y las menores alturas de

planta fueron para los tratamientos: sin Nitrógeno y con 120 kg/ha de N.

#### 4.4.4. Tamaño de panoja.

4.4.4.1. Genotipos. En la Figura 7A se muestra el tamaño de panoja de los genotipos bajo los tratamientos medio y testigo, encontrándose diferencias estadísticamente significativa en el tratamiento medio en la VA-110 y VA-120, y en el tratamiento testigo presentó diferencia significativa sólo la L-2518. En cuanto a la diferencia significativa entre los tratamientos medio y testigo, la L-2519 no la presentó. El mayor tamaño de panoja corresponde a la VA-110 con 16 cm en el tratamiento medio como en el testigo (11.5 cm) y el menor tamaño de panoja pertenece a la VA-120 en el tratamiento medio (7.75 cm) y en el tratamiento testigo a la L-2518 (9.75 cm).

Estos tamaños de panoja de la VA-110 y VA-120, coinciden con los reportados por Flores (1984), Romo y Carballo (1980) y Romo *et al.* (1982).

4.4.4.2. Densidad de siembra. La Figura 7B, muestra el tamaño de panoja de los tratamientos de densidad de siembra (10, 15, 20, 25, 30 y 35 kg/ha), apreciándose el mayor tamaño para la dosis de siembra de 15 y 30 kg/ha de semilla, y

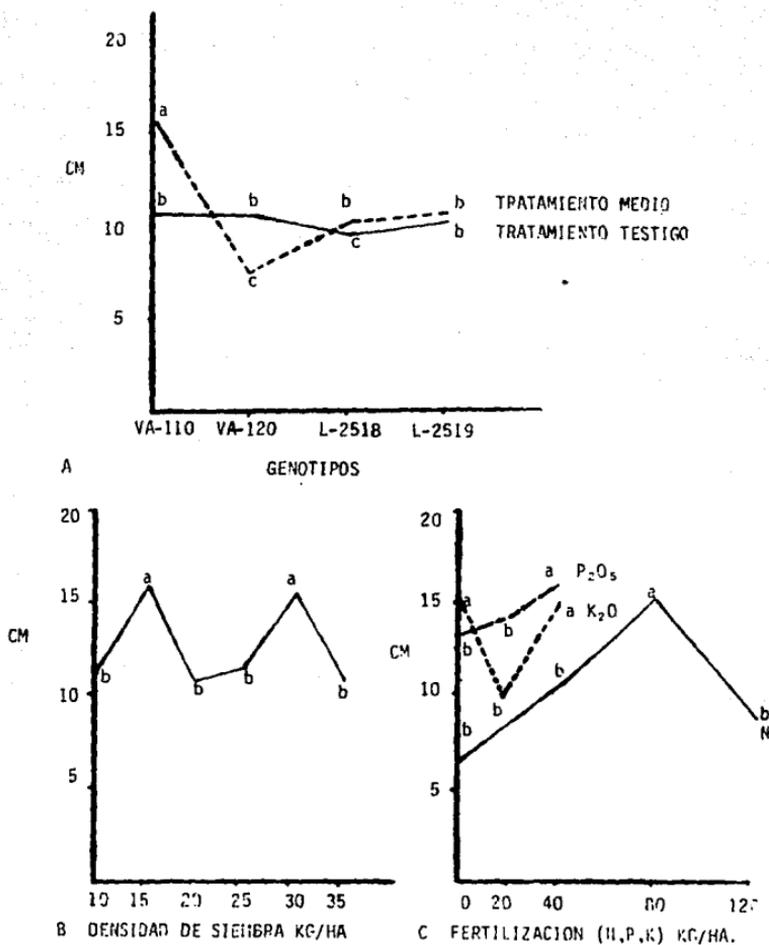


FIGURA 7. RESPUESTA AL TAMAÑO DE PANOJA DE LOS TRATAMIENTOS MEDIO Y TESTIGO EN FUNCIÓN DE LOS GENOTIPOS, Y DE LA VA-110 A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN (N,P,K).

menor tamaño para 20 kg/ha, sin presentar esta diferencia significativa con los de 10, 25 y 35 kg/ha de semilla.

4.4.4.3. Fertilización. En la Figura 7C, se observan los tamaños de panoja para los tratamientos de fertilización nitrogenada (0, 40, 80 y 120 kg/ha), fosfatada (0, 20 y 40 kg/ha) y potásica (0, 20 y 40 kg/ha); siendo estadísticamente significativa la dosis de 80 kg/ha de N, y al mismo tiempo el que mostró mayor tamaño de panoja (16 cm). El menor tamaño de panoja corresponde al tratamiento sin nitrógeno (8.25 cm) y la dosis de 120 kg/ha de N mostró una tendencia a disminuir el tamaño de panoja, esto es que hay efecto de trimental por el desequilibrio con los demás nutrientes y algún otro no detectado, pero que se ha venido repitiendo con otras variables. La dosis de 40 kg/ha de  $P_2O_5$  es estadísticamente significativa y presenta el mayor tamaño de panoja (16 cm), lo que indica una tendencia de mayor tamaño de panoja al incrementar de 20 a 40 kg/ha el  $P_2O_5$ . En la aplicación de  $K_2O$  no se manifestó diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento testigo y la dosis de 40 kg/ha, más en cambio la dosis de 20 kg/ha resultó ser estadísticamente significativa, disminuyendo el tamaño de la panoja (11 cm); estas variaciones a lo esperado puede deberse (como ya se dijo en otras variables) a la existencia de pequeñas áreas con estiércol de otros años, dispersas en el terreno del experimento.

#### 4.4.5. Excursión.

4.4.5.1. Genotipos. La Figura 8A, presenta la excursión de los genotipos, bajo los tratamientos medio y testigo, observándose que no existe diferencia significativa entre los genotipos del tratamiento medio (17.5 cm); en cambio en el tratamiento testigo los genotipos muestran diferencias estadísticamente significativa, presentando la mayor excursión la L-2519 (21 cm), y la menor la variedad VA-120 (12 cm).

4.4.5.2. Densidad de siembra. En la Figura 8B se observa la excursión causada por el efecto de las dosis de semilla (10, 15, 20, 30, y 35 kg/ha) con diferencia estadísticamente significativa en la densidad de 15 y 30 kg/ha de semilla, y se aprecia la mayor excursión para la densidad de 35 kg/ha con 21.5 cm; la menor corresponde a la dosis de 15 kg/ha de semilla. Esto indica una tendencia a la mayor excursión para densidades de siembra muy altas; aunque no se presentaron diferencias significativas en la mayoría de las dosis (10, 20, 25, 30 kg/ha).

4.4.5.3. Fertilización. La Figura 8C, muestra la excursión debido al efecto de la fertilización (N,P,K), apreciándose diferencia significativa sólo para las dosis de 120 kg/ha de N con la menor excursión (15 cm); en cambio para el resto de los tratamientos nitrogenados (0, 40, 80) no manifestaron diferencias significativas, volviéndose a presentar

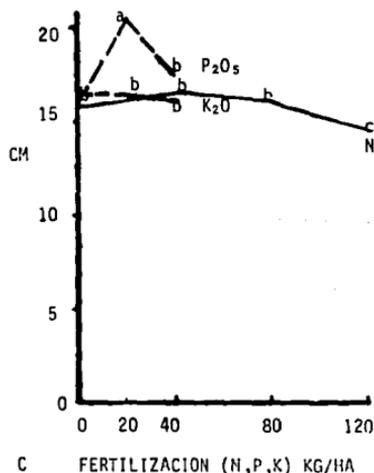
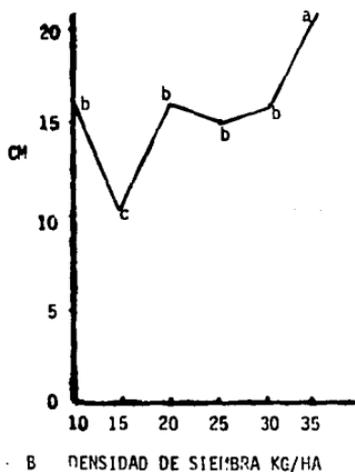
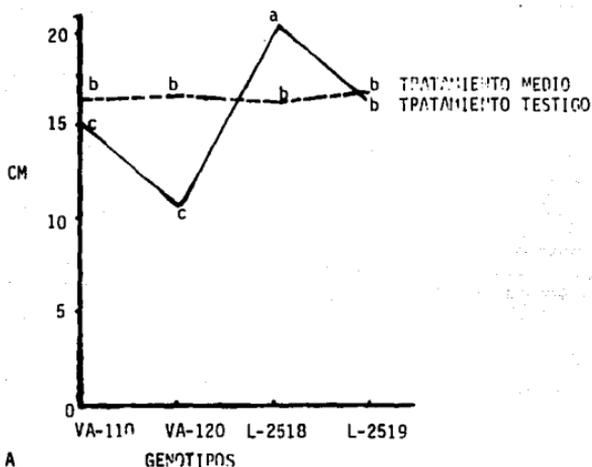


FIGURA 8. RESULTADOS DE LA EXCESION EN LOS TRATAMIENTOS MEDIO Y TESTIGO EN FUNCION A LOS GENOTIPOS, Y DE LA VA-110 A LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION (N,P,K).

efecto detrimental, en el caso de la dosis alta de N (120 kg/ha). Para la fertilización fosfatada se presentó diferencia significativa en la dosis de 20 kg/ha, y al mismo tiempo la mayor excersión (21 cm). La dosis de fertilización potásica no presentaron diferencias estadísticas.

#### 4.4.6. Acame.

4.4.6.1. Genotipos. De los cuatro genotipos estudiados, sólo la variedad VA-110 presentó acame de plantas, en donde el tratamiento medio resultó con el mayor acame (2.25) en relación al testigo (0.75). La incidencia en el acame en genotipos para Valles Altos en general coincide con la reportada por Medina (1980).

4.4.6.2. Densidad de siembra. De los tratamientos de las dosis de siembra (10, 15, 20, 25, 30 y 35 kg/ha de semilla), la dosis que presentó mayor acame fue la de 35 kg/ha con diferencia significativa con respecto al resto de las dosis de siembra. La tendencia manifestada es que a mayores densidades de siembra de 30 kg/ha de semilla, se produce un mayor acame de plantas.

4.4.6.3. Fertilización. El mayor acame se produjo en las dosis de fertilización nitrogenadas de 80 y 120 kg/ha (2.25) y el menor acame en el tratamiento testigo (1.4), siendo éste estadísticamente significativo. En la fertilización fosfóri

ca y potásica no se manifestaron diferencias estadísticamente significativas. Se apreció que a mayor fertilización nitrogenada aumenta el acame de plantas.

#### 4.4.7. Uniformidad de planta.

4.4.7.1. Genotipos. Se encontró la mayor uniformidad del tratamiento medio para la variedad VA-110 (2.9), no presentándose diferencia significativa con los demás genotipos, en cambio en el tratamiento testigo este genotipo manifestó diferencia estadísticamente significativa con respecto a los demás genotipos.

4.4.7.2. Densidad de siembra. La mayor uniformidad fue para las densidades de siembra de 10 y 35 kg/ha de semilla; encontrándose diferencia significativa para las densidades de siembra de 15 y 25 kg/ha respecto a las de 10, 20, 30 y 35 kg/ha de semilla.

4.4.7.3. Fertilización. Las calificaciones de mayor uniformidad corresponden a las dosis de 120 y 40 kg/ha de N (2.4 y 2.7), y la menor uniformidad es para el tratamiento sin N y 80 kg/ha de N. En la fertilización fosfórica se observa la mayor uniformidad para el tratamiento sin fósforo y para 40 kg/ha, y la menor uniformidad para la dosis de 20 kg/ha, detectándose diferencia significativa para la dosis de 40 kg/ha de fósforo respecto a los tratamientos sin fósforo y de 20 kg/ha.

## V. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye lo siguiente:

1. Del análisis de varianza en relación a las fuentes de variación de bloques y tratamientos, se encontró diferencia altamente significativa para las siguientes variables bajo estudio: Rendimiento, Días a Floración, Altura de Planta, Tamaño de Panoja, Excursión y Acame.
2. La capacidad de los genotipos de sorgo (tolerantes al frío) para Valles Altos (VA-110, VA-120, L-2518 y L-2519) en el Municipio de Jesús María, Jal., se manifestó en los rendimientos obtenidos bajo los tratamientos medio y testigo (VA-110 produjo 6,219 y 3,938 kg/ha; VA-120 6,188 y 4,831 kg/ha; L-2518 6,719 y 4,300 kg/ha; L-2519 6,106 y 4,869 kg/ha).
3. En la comparación de genotipos, para la característica de rendimiento; se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos; lo que indica que los cuatro genotipos en estudio, respondieron de manera similar al medio ambiente de la región. Los tratamientos

medio y testigo, mostraron diferencias significativas; correspondiendo los rendimientos mayores al tratamiento medio.

4. La variedad VA-110 presentó el más alto rendimiento bajo la mayor densidad de siembra (35 kg/ha de semilla), así como precocidad media, y mayor altura de planta, exersión y acame.
5. Por efecto de densidades de siembra en la variedad VA-110, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento; esto debido probablemente al efecto compensatorio que tienen las bajas densidades de incrementar el tamaño de panoja y el número de hijos.
6. Se detectó que a mayores dosis de fertilización (N,P,K) corresponden los más altos rendimientos ( a excepción de dosis altas como la de 120 kg/ha de N); precodiad media, mayor tamaño de panoja, altura de planta y acame.
7. La densidad de siembra y dosis de fertilización óptimas para la variedad VA-110, en la localidad de Allende, Jal. en siembras al voleo y bajo condiciones de temporal fueron: 10, 15 y 30 kg/ha de semilla y los tratamientos 80-40-00, o bien, 40-40-00.

8. La línea 2518-CH-80 presentó buenas cualidades agronómicas, destacando las siguientes: mayor rendimiento en el tratamiento medio (6,719 kg/ha), precodidad en ambos tratamientos (84 días), menor altura de planta en el tratamiento testigo (118 cm), y sin problemas de acame.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Anónimo. 1974. Sorgo para grano en la región de Matamoros, Tamps. Circular CIAT No. 5 SAG.
- Anónimo. 1977. Demostración Agrícola CAEAJAL (CIAB-INIA). Tepatitlán, Jal. pp: 6-9.
- Anónimo. 1979. Descripción de la leyenda de las cartas Topo gráficas, Geológicas, Edafológicas, Uso Potencial y Uso del Suelo. DETENAL S.P.P. México, D.F.
- Anónimo. 1980. Dirección General de Estadística de la S.P.P. 1977. SARH-DGEA. México, D.F.
- Anónimo. 1986. Agenda Estadística. INEGI. México, D.F. pp: 114.
- Anónimo. 1986. Anuario de Estadísticas Estatales. INEGI. México, D.F. pp: 157.
- Anónimo. 1986. Población y Producción Ganadera, Avícola y Apícola 1983-1986. INEGI. México, D.F. pp:117.
- Anónimo: 1987. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI. México, D.F. pp:608.
- Anónimo. 1988. Jalisco en Síntesis. INEGI-COPLADE JALISCO- pp: 30-38.
- Anónimo: 1989. Control y Seguimiento del Programa Productivo 1981, 1982 y 1988. Distrito de Desarrollo Rural No. 02, SARH. Lagos de Moreno, Jal.
- Alcaraz U., R.A. 1968. Comportamiento del sorgo a diferentes distanciamiento entre surco y plantas en Culiacán, Sin. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, Méx.
- Acevedo R., R. 1970. Efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento en grano del H-AMAC-K-12 de sorgo. Tesis Profesional. Universidad de Nuevo León, Facultad de Agronomía. General Escobedo, N.L.

- Castro V., M. 1973-1974. Como cultivar el sorgo. Circular CIANO No. 64-70. Culiacán, Sin.
- Castillo C., F. 1977. Correlación entre días a floración, ciclo vegetativo y rendimiento en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Chapingo, México. Tesis de M.C. C.P. Chapingo, Méx.
- Chapman, R. y Lark, P. 1976. Crop Production principles and Practices. Freeman and Company. San Francisco Montana State University.
- Díaz del Pino, A. 1953. Cereales de Primavera. Ed. SALVAT, Madrid, España. pp: 394-397.
- Delorit, D.R. y Ahlgreen, L.H. 1980. Producción Agrícola. Ed. CECSA. México, D.F. pp:218-224.
- Devlin, M.R. 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. pp: 445-457.
- Dungan, H.G. 1967. Prácticas Agrícolas: Traducción del Inglés por Covarrubias. C.P. ENA Chapingo, México. pp:131-132.
- Freeman, E.J. 1975. Desarrollo y Estudio de la planta de sorgo y su fruto. En: Wall, S.J. y Ross, W.M. 1975. Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp: 43-65.
- Flores V., J.A. 1984. Estudio sobre fertilización (N,P,K). Densidad de siembra y distancia entre surcos en sorgo para Valles Altos. Tesis Profesional. Chapingo, Méx.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía de la UNAM.
- House, R.L. 1982. El sorgo. Grupo Editorial Gaceta, S.A. U.A.CH. México, D.F. pp: 15-56.

- Juañez E., R. 1974. Comportamiento del sorgo de grano tardío sembrado bajo diferentes distancias de surco y planta con distintas dosis de N, en Delicias, Chih. Tesis Profesional. U.A.CH. Chapingo, México.
- Kramer, W.N. y Ross, W.M. 1975. Cultivo del sorgo granífero en Estados Unidos. En: Wall, J.S. y Ross, M.W. Producción y usos del sorgo. Ed. CRAT. Buenos Aires, Argentina. pp 101-107.
- Martín, H.J. 1975. Historia y Clasificación de los sorgos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). En: Wall, J.S. y Ross, M.W. Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp: 3-7.
- Martínez A., R.S. 1979. Fertilización y densidad de siembra del sorgo para grano en el Valle de Tlacoalula, Oaxaca. Tesis Profesional. UACH., Chapingo, México.
- Medina O., S. 1980. Prueba de sorgos comerciales bajo condiciones de temporal. Adaptación de variedades para grano, en la región de los Altos de Jalisco, bajo condiciones de temporal. CIAB, CAEAJAL. Informe No. 7B, Celaya, Guanajuato.
- Medina O., S.; Betancourt V.A.; Resendiz O.J. y Flores L.M. 1981 y 1984. Guía para cultivar sorgo de temporal en la zona centro de Jalisco. Folleto para productores No. 2 y 9. CIAB. CAEAJAL. Tepatitlán, Jal.
- Muñoz J., M. y Osler R.d. 1960. Sorgo para grano. Boletín No. 345 de la O.E.E. de la S.A.G. México, D.F.
- Neve, V.J.; Ramírez P.F. y Yepiz R.R. 1964. El cultivo del sorgo en el Valle Yaqui. Circular CIANO No. 18.
- Laird, J.R. 1981. El empleo de fertilizantes para incrementar ingresos netos de agricultores en zonas semiáridas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

- Leos R., A. 1976. Estudio de diferentes niveles de fertilización nitrofosfórica y densidad de población en sorgo para Valles Altos. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.
- Livera M., M. 1975. La temperatura como factor limitante en la adaptación del sorgo para grano en Valles Altos. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México.
- Livera M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes al frío. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Ochse, J.J.; Soule, M.J.; Dijkman, M.J. y Wehlburg, C. 1980. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Volumen II. Ed. Limusa. México, D.F.
- Pitner B.S.; Sánchez, D.N. y Puertas T., J.L. 1950. Sorgo para grano. Folleto de divulgación No. 11 de la O. E.E./SAG. México, D.F.
- Poehlman, M.J. 1979. Mejoramiento Genético de las cosechas. Ed. Limusa, México, D.F. pp: 59-316.
- Quinby, J.R. y Schertz, F.K. 1975. Genética, Fitotecnia y Producción de semilla de sorgo híbrido. En: Wall, J.S. y Ross, M.W. Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp: 43-65.
- Reyes C.P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. México, D.F.
- Robles S., R. 1978. Producción de grano y forraje. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 141-148.
- Rodrigo S., J.M. 1968. El cultivo de sorgo granero. Caracas Venezuela.
- Rojas M., B.A. 1981. Planeación y Análisis de los experimentos de Fertilizantes. Folleto Misceláneo No. 41. SARH-INIA, México, D.F.

- Romo C., E. y Carballo C., A. 1980. Características de tres variedades de sorgo para Valles Altos. Circular CIAMEC No. 130. SARH-INIA. Chapingo, México.
- Romo C., E. 1980. Informe del Programa de Sorgo para Valles Altos. CIAMEC-CAEVAMEX. Chapingo, México.
- Romo C., E.; Carballo C., A. y Livera M., M. 1982. Gufa para producir sorgo en los Valles Altos de México, Hidalgo y Tlaxcala. Folleto para productores No. 17. CIAMEC-CAEVAMEX. Chapingo, México.
- Soni G., C.R. 1979. Prueba de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en sorgo para grano en General Treviño, N.L. Tesis Profesional. UANL. Treviño, N.L.
- Trejo S., M. 1979. Generación de la segunda aproximación a las recomendaciones agronómicas. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México.
- Velasco L., U.R. 1981. Respuesta de doce variedades de sorgo bajo cuatro sistemas de siembra en Tomatlán, Jal. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México.