

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



“ENSAYO DE RENDIMIENTO CON VEINTE GENOTIPOS DE  
SORGO GRANO (*Sorghum vulgare bicolor* m.)  
EN COQUIMATLAN, COL.”

## **TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A :

JUAN JOSE LARIOS MORENO

GUADALAJARA, JAL., DICIEMBRE 09 DE 1992



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRICULTURA

Sección: ESCOLARIDAD  
Expediente.....  
Número ..... 0920/92

27 de Octubre de 1992.

C. PROFESORES:

- M.C. DAVID MUNRO OLMOS, DIRECTOR
- M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, ASESOR
- M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR

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

" ENSAYO DE RENDIMIENTO CON VEINTE GENOTIPOS DE SORGO GRANO (Sorghum vulgare bicolor m.) EN COQUIMATLAN, COL."

presentado por los PASANTE (ES) JUAN JOSE LARIOS MORENO

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

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

ATENTAMENTE  
" PIENSA Y TRABAJA "  
AÑO DEL BICENTENARIO  
EL SECRETARIO

*[Firma]*  
M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

nr'



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD..

Expediente .....

Número 0920/92 .....

27 de Octubre de 1992.

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

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

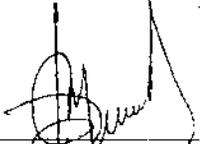
JUAN JOSE LARIOS MORENO

titulada:

" ENSAYO DE RENDIMIENTO CON VEINTE GENOTIPOS DE SORGO  
GRANO (Sorghum vulgare bicolor m.) EN COQUIMATLAN, COL."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

  
M.C. DAVID MUNRO OLMOS

ASESOR

ASESOR

  
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

ryr

Al contestar este oficio cítese fecha y número



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

AL ING. ALFONSO CHAVEZ ESPINOSA

Por su apoyo en la realización de este trabajo a nivel de campo y gabinete.

AL ING. ARTURO VIZCAINO GUARDADO

Por su apoyo, revisión y sugerencias en la realización de este trabajo.

AL ING. M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

Por su revisión y sugerencias en la elaboración de la tesis.

AL ING. M.C. DAVID MUNRO OLMOS

Director de tesis.

A LOS INGS. M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

Asesores de tesis.

A MIS MAESTROS DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA.

# C O N T E N I D O

	Página
CONTENIDO . . . . .	i
LISTA DE FIGURAS . . . . .	iv
LISTA DE CUADROS . . . . .	v
RESUMEN . . . . .	vi
I. INTRODUCCION . . . . .	1
1.1    Objetivos . . . . .	2
1.2    Hipótesis . . . . .	2
II. REVISION DE LITERATURA . . . . .	3
2.1    Origen del sorgo . . . . .	3
2.2    Introducción en América . . . . .	3
2.3    Introducción en México . . . . .	3
2.4    Clasificación taxonómica . . . . .	4
2.5    Descripción botánica . . . . .	4
2.5.1    clasificación sexual . . . . .	4
2.5.2    sistema radicular . . . . .	4
2.5.3    tallos . . . . .	5
2.5.4    flores . . . . .	5
2.6    Características básicas . . . . .	6
2.6.1    clima . . . . .	6
2.6.2    altitud . . . . .	6
2.6.3    latitud . . . . .	6
2.6.4    suelo . . . . .	6

2.6.5	requerimiento de agua . . . . .	7
2.6.6	temperatura . . . . .	8
2.6.7	fotoperiodo . . . . .	10
2.6.8	fertilización . . . . .	11
2.6.9	fases de crecimiento . . . . .	12
2.7	Principales plagas y enfermedades . . . . .	16
2.7.1	plagas del follaje . . . . .	16
2.7.2	plagas del suelo . . . . .	18
2.7.3	enfermedades . . . . .	18
2.8	Resultados de investigación . . . . .	24
III.	MATERIALES Y METODOS . . . . .	25
3.1	Descripción de la zona de estudio . . . . .	25
3.1.1	localización geográfica . . . . .	25
3.1.2	regiones fisiográficas . . . . .	25
3.1.3	clima . . . . .	30
3.1.4	localización del experimento . . . . .	31
3.1.5	suelos . . . . .	31
3.1.6	hidrología . . . . .	35
3.2	Materiales. . . . .	38
3.2.1	materiales físicos . . . . .	38
3.2.2	materiales genéticos . . . . .	38
3.3	Métodos . . . . .	38
3.3.1	metodología experimental . . . . .	38
3.3.2	comparación de medias. . . . .	39
3.3.3	variables estudiadas . . . . .	37

3.3.3.1	características agronómicas. . . . .	39
3.3.3.2	rendimiento . . . . .	40
3.4	Desarrollo del experimento . . . . .	42
3.4.1	análisis de suelo . . . . .	42
3.4.2	preparación del suelo . . . . .	42
3.4.3	siembra . . . . .	42
3.4.4	plagas del suelo . . . . .	42
3.4.5	fertilización . . . . .	42
3.4.6	control de maleza . . . . .	43
3.4.7	control de plagas del follaje . . . . .	43
3.4.8	cosecha . . . . .	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	44
4.1	Análisis de varianza . . . . .	44
4.1.1	características agronómicas . . . . .	44
4.1.2	rendimiento . . . . .	45
4.2	Comparación de medias . . . . .	46
V.	CONCLUSIONES . . . . .	51
VI.	REVISION BIBLIOGRAFICA . . . . .	53
VII.	APENDICE . . . . .	55
	Anexo 1. Rendimientos de los genotipos evaluados de acuerdo a su ciclo vegetativo. . . . .	56
	Anexo 2. Lista de abreviaturas . . . . .	57

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Regiones fisiográficas del estado de Colima . . . . .	26
FIGURA 2. Clasificación climática del estado de Colima . . . . .	32
FIGURA 3. Localización del experimento . . . . .	33
FIGURA 4. Precipitación y evapotranspiración potencial en periodos de cinco días a partir de la fecha de siembra . . . . .	34
FIGURA 5. Hidrología del estado de Colima . . . . .	36
FIGURA 6. Periodos de floración de los genotipos evaluados en relación con la precipitación pluvial ocurrida. . . . .	50

## LISTA DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Distribución de los genotipos evaluados en cada repetición. . . . .	41
CUADRO 2. Análisis de varianza para las características agronómicas estudiadas y nivel de significancia. . . . .	47
CUADRO 3. Análisis de varianza para rendimiento de grano al 12% de humedad . . . . .	48
CUADRO 4. Rendimientos por parcela y medios de los genotipos evaluados . . . . .	49

## RESUMEN.

En el estado de Colima el cultivo del sorgo grano ocupa el tercer lugar en importancia entre los granos que se producen, despues del maiz y arroz. En 1986 se sembró una superficie de 1,491 Ha., incrementándose a 2,882 Ha. para 1987 y llegar a su máxima superficie establecida en 1988 con 4,261 Ha., decreciendo hasta llegar a 1,748 Ha. en 1992, de las cuales el 74% (1,289 ha.) se sembraron bajo condiciones de temporal y el 26% restante (459 Ha.), de riego.

En 1986 la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos dió inicio a un programa de Alternativa de Cultivo, mediante el cual se pretendia sustituir el cultivo de maiz por el de sorgo grano, en zonas de bajo potencial productivo para el primero, ocasionado esto por la baja y mala distribución pluvial.

Considerando que existen materiales genéticos en el mercado, superiores a los que utilizan los productores del municipio de Coquimatlan y en general en las zonas del estado con características similares, se evaluaron veinte híbridos y variedades, incluido el testigo DK-38, con el objetivo de seleccionar los más sobresalientes para recomendarlos en siembras comerciales.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con

cuatro repeticiones. La parcela experimental constó de dos surcos de 5 m. de longitud cada uno y distancia entre estos de 0.70 m. y la parcela útil dos surcos de 3 m. de longitud cada uno.

Se sembró el 23 de julio en forma manual a chorrillo, con una densidad de 15 kg. de semilla por ha., dejando una población de veinte plantas por m. lineal. Se fertilizó con el tratamiento 100-00-00, dividiéndolo en dos aplicaciones en partes iguales. Para la toma de datos se muestrearon 5 plantas por parcela. Todos los materiales evaluados llegaron a rendimiento, habiendo presentado su floración desde los 49 hasta los 64 días después de sembrados.

Los rendimientos variaron de 6,883 a 557 Kg./Ha., siendo los más productivos el Asgrow Bravo E, NK-180, WAC-692, Oro Extra y Asgrow Topaz, resultando estos superiores al testigo DK-38 desde un 148% hasta 210%.

Se concluye de esta evaluación que existen cuando menos cinco materiales genéticos superiores al testigo utilizado por los productores de la zona, cuya adopción se reflejaría en una mayor productividad.

## I. INTRODUCCION.

En el estado de Colima existen varias zonas consideradas como críticas o de bajo potencial para la producción de maíz de temporal, debido a la deficiente precipitación pluvial presentada en cuanto a cantidad y distribución se refiere. Una de estas zonas comprende el ejido Coquimatlán, del municipio de Coquimatlán, así como pequeñas propiedades colindantes, en donde se han presentado grandes pérdidas por sequía en el cultivo de maíz.

Esto motivó que la Delegación Estatal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en Colima, implementara un programa de alternativa de cultivo para dichas zonas, proponiendo al sorgo como posible solución, dadas sus características de menor requerimiento de agua y ciclo más corto; sin embargo, las variedades recomendadas a sembrar dentro del paquete tecnológico autorizado no han sido evaluadas en los lugares en cuestión, sino que se proponen por experiencias obtenidas en otras zonas con características similares.

Con este trabajo se pretende realizar una evaluación de variedades e híbridos de sorgo, que permita recomendar los materiales más apropiados para las áreas agrícolas con precipitación pluvial crítica del municipio de Coquimatlán.

El estado de Colima requiere para su consumo 5,000 ton. de sorgo al año, el cual se adquiere a través de CONASUPO en un

60% y directamente en los estados de Jalisco y Michoacán un 20% y el 20% restante se produce en la entidad.

#### 1.1 Objetivos.

1. Evaluar el desarrollo y rendimiento de 20 genotipos de sorgo grano, en zonas de baja y mala distribución de la precipitación pluvial.
- 2.- Seleccionar los genotipos de sorgo grano más sobresalientes para su recomendación en siembras comerciales.

#### 1.2 Hipótesis.

1. Los híbridos y variedades de ciclo tardío e intermedio, manifiestan menor rendimiento en zonas de baja y mala distribución de la precipitación pluvial.
2. Los híbridos y variedades de ciclo precoz, aprovechan más eficientemente la humedad en zonas de baja y mala distribución de la precipitación pluvial y en consecuencia presentan mejores rendimientos.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 Origen.

Poehiman (1959), señala que los sorgos son originarios de ciertas regiones de Africa y Asia donde se han cultivado desde hace más de 2,000 años.

Robles (1983), menciona que se cree que el sorgo es originario de la zona ecuatorial de Africa y que ha sido conocido en la India desde las épocas prehistóricas, sabiéndose además que se producía en Asiria ya en el año 700 A.C.

### 2.2 Introducción en América.

House (1982), indica que el conocimiento del sorgo en América es relativamente nuevo. Se introdujo por primera vez a los Estados Unidos de América en 1857 y se utilizó extensamente para producir jarabe a principios de los años 1900 (Doggett, 1965). Por lo que respecta a Centro y Sudamérica su cultivo adquiere rasgos de importancia a partir de los años cincuenta de este siglo.

### 2.3 Introducción en México.

Angeles (1968), citado por Wong (1976), señala que aunque no se han encontrado referencias sobre la fecha y lugar de introducción del sorgo en México, se tiene la impresión de que esto sucedió a fines del siglo pasado.

González (1966), citado por Wong (1976), reporta que el

cultivo del sorgo en México se realiza desde hace muchos años, pero que los trabajos de experimentación se iniciaron en 1944 en varias partes del país, con la tendencia de encontrar las variedades de grano y forraje más adecuadas para cada región.

Robles (1983), menciona que el cultivo del sorgo en México empezó a adquirir importancia aproximadamente en 1958 en la zona norte de Tamaulipas (Rio Bravo), al iniciarse el desplazamiento del cultivo del algodón en aquella región.

#### 2.4 Clasificación taxonómica, según Robles (1983).

Reino	Vegetal
División	Trachaeophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	Sorghum
Especie	vulgare
Variedades botánicas	Sudanense, Technicum, Album
Variedades comerciales	Diversas para grano, Diversas para forraje

#### 2.5 Descripción botánica.

2.5.1 clasificación sexual. El sorgo es una planta: sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta.

2.5.2 sistema radicular. Sus raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas laterales. La profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es

una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a las sequías.

2.5.3 tallos. El tallo es cilíndrico, erecto, sólido y puede crecer a una altura de 0.60 m. a 3.50 m., estando divididos longitudinalmente en canutos ó entrenudos cuyas uniones las forman nudos y de los cuales emergen las hojas. Cada nudo esta provisto de una yema lateral.

2.5.4 flores. La inflorescencia del sorgo se denomina panicula; esta es compacta ó semicompacta en algunas variedades como los milos, hegaris, kafirs, etc. y abierta en otras como los shallus, sorgos escoberos, pasto sudán. algunos sorgos forrajeros, etc.

Una panicula de sorgo puede llegar a tener hasta 6,000 flores, cuyas anteras pueden producir hasta 24 millones de granos de polen y ordinariamente requiere de un periodo de 5-7 días para su completa floración, en condiciones de temperatura baja este periodo puede ser un poco más largo.

El sorgo generalmente se autofecunda; sin embargo, no existe ningún obstáculo para la fecundación cruzada, pues cuando dos variedades se encuentran en parcelas contiguas puede estimarse el cruzamiento en un 5% ó más según las condiciones. El polen aparece inmediatamente después de la dehiscencia y retiene su viabilidad por menos de una hora. Los estigmas por el contrario, permanecen receptibles por

varios días.

## 2.6 Características básicas.

2.6.1 clima. House (1982), el cultivo del sorgo se adapta a climas muy variados, pero generalmente se cultiva bajo condiciones de climas secos y calientes.

2.6.2 altitud. Kaiper y Kimby (1973, citados por Wong), reportaron que el sorgo puede desarrollarse en una gran diversidad de alturas desde el nivel del mar hasta 1,900 msnm.

Robles (1983), raramente se le cultiva al sorgo más allá de los 1,800 msnm., se cultiva favorablemente de 0-1,800 msnm. En el Valle de Toluca, que tiene una altitud de 2,600 m., se han hecho pruebas con resultados satisfactorios.

2.6.3 latitud. Robles (1983), el sorgo se puede cultivar desde los 45 grados latitud norte a los 35 grados latitud sur; en esta área es donde se pueden obtener los mayores rendimientos, debido a que más al norte ó más al sur las temperaturas bajas afectan su desarrollo.

2.6.4 suelo. Robles (1983), el sorgo puede cultivarse en una diversidad de suelos pero se da mejor en los terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes. Los de aluvión son buenos. Los suelos arcillosos, aunque pueden proporcionar buenos rendimientos, tienen el inconveniente de que la sequía hace daños en el sistema radicular, al agrietarse el

terreno.

2.6.5 requerimiento de agua. House (1982), comparado con el maíz, el sorgo tiene un sistema radicular más fibroso y ramificado. Las raíces de la planta penetran un mayor volumen de suelo para obtener la humedad. También es importante señalar que el sorgo requiere menos humedad para su crecimiento que algunos otros cereales; los estudios muestran que el sorgo requiere 332 Kg. de agua por Kg. de materia seca acumulada, en tanto que el maíz requiere 362 Kg. de agua, la cebada 434 Kg. y el trigo 514 Kg. Además el sorgo tiende a detener su crecimiento durante el periodo seco y lo reanuda con la presencia de la lluvia.

La necesidad de agua del sorgo, aumenta conforme la planta crece, alcanzando su mayor necesidad durante el periodo de floración (necesidad mayor a pico). El sorgo utiliza alrededor de 6-7 Ha. mm. (hectárea milímetros), de agua al día.

Robles (1983), por su resistencia a la sequía, el sorgo es propio de cultivarse en las áreas donde la lluvia es insuficiente para el cultivo del maíz, como en aquellas que tengan una distribución de 400-600 mm. de precipitación media anual.

El sorgo es capaz de soportar también los excesos de humedad mejor que muchos otros cereales (especialmente el maíz).

Así, el sorgo continúa creciendo, aunque no bien, en condiciones de anegamiento o inundación (el maíz por el contrario moriría). El sorgo también tiene algo de resistencia a las sales y a la toxicidad del aluminio.

2.6.6 temperatura. House (1982), menciona que el sorgo produce grano aún bajo temperaturas altas, también señala que el sorgo no es un cultivo demasiado tolerante al clima frío como el maíz, por el contrario, el sorgo crece lentamente bajo temperaturas de 20°C, aunque se han dado casos de algunas variedades que germinan y crecen a temperaturas de 12°C. Agrega que el desarrollo floral y la semilla son normales si hay humedad disponible en el suelo a temperaturas de 40-43°C y 30-40% de humedad relativa.

Robles (1983), se considera como temperatura media óptima para su crecimiento 26°C y como mínima 16°C; temperaturas medias de 16°C ya no son convenientes, sin embargo se han desarrollado variedades para climas templados con temperaturas medias de 15°C. La temperatura máxima a que se puede desarrollar el sorgo es a 37.5°C.

Bierhuizen (1970), citado por Livera (1979), señala que cuando se conocen los requerimientos de temperatura de una especie, se pueden seleccionar o sugerir nuevas áreas para su cultivo. Estos mismos autores establecen que los procesos metabólicos duplican su velocidad con un incremento de

temperatura de 10°C y el crecimiento muestra una respuesta lineal entre la temperatura mínima y la óptima. La fotosíntesis tiene un rango de temperatura amplio, pero generalmente decrece arriba de los 35°C, mientras que la respiración decrece arriba de los 45°C, de tal modo que la ganancia neta en peso seco depende en alto grado de la temperatura.

González (1977), estudió el efecto de la temperatura sobre el crecimiento y el desarrollo de sorgo para grano bajo condiciones iguales de manejo agronómico, disponibilidad de agua y fotoperiodo. Este autor observó que la temperatura afectó las fases de crecimiento y desarrollo de las plantas. Los genotipos sembrados en Chapingo requirieron el doble de días para la iniciación floral que en Zacatepec. Por otro lado, determinó que el número total de hojas entre genotipos fué muy diferente, los sorgos precoces tuvieron menos hojas que los tardíos en ambas localidades.

Quinby et al (1973), citado por Vizcaino (1983), encontraron interacción entre temperaturas y fotoperiodos al estudiar la influencia de estos factores sobre la antesis y número de hojas del sorgo. Independientemente del fotoperiodo, la mayoría de las variedades que se estudiaron produjeron más hojas con temperaturas nocturnas altas (39-29°C), que en el régimen de 32-23°C, aunque el número de hojas también tendió a incrementarse bajo régimen de temperaturas bajas de

17-11°C.

2.6.7 fotoperiodo. Caddel y Weibel (1971), citados por Vizcaino (1983), al estudiar fotoperiodos de 10-12 y 14 horas con luz y temperaturas diurnas de 27-32°C y nocturnas de 16-21°C, encontraron que los fotoperiodos de 10 horas adelantaron la iniciación floral y la antesis del sorgo en todas las combinaciones de temperatura. Los fotoperiodos de 14 horas retrasaron el desarrollo, pero en algunos regimenes de temperatura no hubo diferencia significativa con el efecto de los días cortos. Mientras que en fotoperiodos de 12 horas la tasa de desarrollo dependió de las temperaturas diurnas y nocturnas.

Robles (1983), el sorgo se caracteriza por ser de un fotoperiodo corto, lo cual quiere decir que la maduración de la planta se adelanta cuando el periodo luminoso es corto y el oscuro largo. Sin embargo, existen diferencias en cuanto a la sensibilidad a la longitud del fotoperiodo; por ejemplo, algunas variedades botánicas como los sorgos escoberos son poco sensitivos en tanto que las variedades Hegari y Milo son sumamente sensitivas.

Estas diferencias en sensibilidad al fotoperiodo son de origen genético y tienen como resultado las diferencias en madurez que son comunes entre las diversas variedades del sorgo.

2.6.8 fertilización. Robles (1983), en términos generales se concuerda en que el sorgo extrae intensamente nutrientes del suelo, lo que lo hace un mal cultivo anterior a otras gramíneas. Sin embargo, una rotación de cultivos con leguminosas, o bien, una adecuada fertilización, son suficientes para obtener buenos rendimientos en cultivos posteriores al sorgo.

Para conocer los requerimientos necesarios de nutrientes para el cultivo en un lugar se necesita hacer un análisis del suelo.

House (1982), señala que la respuesta a la fertilización varía entre variedades diferentes. Algunas tradicionales, desarrolladas en condiciones de baja fertilidad y sequía producen de 6-10 Kg. de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado, mientras que las variedades que responden a altos niveles de fertilidad producen de 20-40 Kg. de grano por kilogramo de nitrógeno aplicado. El fertilizante aun en condiciones de baja precipitación, estimula el desarrollo de las raíces; de aquí que estas tienen la habilidad de extraer humedad de un mayor volumen del suelo. Las líneas disponibles localmente deberían estudiarse para determinar su capacidad de respuesta a la fertilización.

INIA-SARH (1981), para la región de la costa del estado de Colima, que comprende los municipios de Manzanillo, Tecomán

y Armeria, se sugiere aplicar el tratamiento 120-40-00 y para la región central que comprende los municipios de Colima, Villa de Alvarez y Coquimatlán el tratamiento 120-60-00.

2.6.9 fases del crecimiento. Tanaka y Yamaguchi (1972), trabajando sobre patrones generales de crecimiento en maíz, dividen el crecimiento en cuatro fases: 1) Fase del Crecimiento Inicial; donde ocurre la diferenciación de las hojas y la producción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse, ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos, o la elongación de dichos órganos ó ambos. 2) Fase Vegetativa Activa, se desarrollan las hojas, el cultivo y el primordio de los órganos reproductivos. Primeramente ocurre un incremento activo del peso de las hojas y posteriormente del culmo. Esta fase termina con la emisión de los estigmas. 3) Fase Inicial del Llenado de Grano, se caracteriza porque el incremento de las hojas y culmo disminuye de velocidad y el peso de los granos se incrementa lentamente, se le considera como una fase transitoria entre la vegetativa y la de llenado de grano. 4) Fase de Llenado Activo del Grano, se presenta un rápido incremento en el peso de los granos, acompañado de un abatimiento ligero en el peso de los demás órganos de la planta.

Eastin (1972), señala que el ciclo del sorgo puede dividirse

en las siguientes etapas: Vegetativa (AS1), que comprende desde la germinación hasta la iniciación floral; de Desarrollo de la Panícula (AS2), de Iniciación Floral a Antesis y Llenado de Grano (AS3); de Antesis a Madurez Fisiológica. Este mismo autor y colaboradores (1975-1976), mencionaron que la etapa AS1 tolera tensiones ambientales apreciables sin reducir mucho el rendimiento; mientras que AS2 es el periodo más sensitivo y crítico en el que se determina el número de granos y que se correlaciona positivamente con rendimiento. También señalan que la etapa de llenado de grano es un periodo crítico, pues ahí se determina el peso del grano.

House (1982), describe las fases del crecimiento en: Vegetativa, Reproductiva y de Maduración. Fase Vegetativa (germinación y desarrollo de la plántula); la germinación ocurre rápidamente si el suelo es caliente ( $20^{\circ}\text{C}$  o más), el coleóptilo aparece sobre la superficie después de tres o cuatro días (o más tiempo, hasta diez días en el caso de suelos fríos de  $13$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ).

La planta joven comienza a crecer, añadiendo más hojas y el coleóptilo permanece como tejido en la base de la planta; la plántula joven usa durante este periodo el alimento almacenado en el endospermo. Al tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse, el mesocotilo principia a morir y el sistema radicular mayor se desarrolla

de las raíces secundarias a adventicias.

La planta permanece en la fase vegetativa durante 30-40 días, durante los cuales se forman todas las hojas. Después de este periodo el crecimiento ocurre mediante alargamiento de las células.

Fase Reproductiva (desarrollo de la inflorescencia y fertilización); la inicial flora principia 30-40 días después de la germinación (pero puede variar de 19 a 70 días o más). La inicial flora se encuentra 15 a 30 cm. arriba de la superficie del suelo cuando las plantas tienen de 50-70 cm. de altura.

La inicial flora marca el fin del crecimiento vegetativo debido a la actividad meristemática. A la formación de la yema floral sigue el periodo más largo del crecimiento de la planta de sorgo, el cual consiste en gran parte en alargamiento de células. Alrededor de 6 a 10 días antes de la floración se forma la bota como una prominencia en el tejido de la hoja bandera. Esto sucede alrededor de los 55 días de la germinación, en una variedad que florea entre 60-65 días. El sorgo florea normalmente en 55 a 70 días en climas cálidos, pero puede variar entre 30 a más de 100 días.

Al tiempo de la floración las glumas se abren y las tres

anteras se liberan, mientras que surgen los dos estigmas, cada uno sobre un estilo rígido. La floración ocurre normalmente poco antes o poco después de la salida del sol, pero puede retrasarse en mañanas nebulosas húmedas. La polinización básicamente es cerrada (únicamente del 2 al 10% es polinización cruzada). Las glumas se cierran poco después de la polinización, aunque todavía sobresalen las anteras vacías y los estigmas (excepto en tipos de gluma larga).

Fase de Maduración (desarrollo de la semilla); el óvulo comienza a formarse como una esfera verde claro, casi de color crema; después de 10 días principia a tomar tamaño y se vuelve de un verde más oscuro. Toma alrededor de 30 días para que las semillas alcancen el peso máximo (madurez fisiológica), durante este desarrollo la semilla pasa por tres estados: "Lechoso", "Masoso Suave" y "Masoso Duro".

Estos términos aunque se usan comunmente no están definidos con precisión. Las semillas contienen alrededor de un 30% de humedad a la madurez fisiológica; se secan entre un 10 a 15% durante los siguientes 10 a 25 días. Durante este periodo las hojas bajas comienzan a secarse y caen de la planta. Existe una marcada diferencia varietal en la velocidad de senectud de las hojas restantes. Hacia la madurez del grano todas las hojas pueden haberse secado, o casi secado, o puede la planta también permanecer verde.

## 2.7 Principales plagas y enfermedades.

2.7.1 plagas del follaje. Gusano Cogollero, *Spodoptera frugiperda*, (J. E. Smith). Esta plaga al igual que en el maiz, ataca al follaje del sorgo desde la emergencia hasta poco antes del espigamiento. Las palomillas ponen masas de huevecillos sobre las hojas, las larvitas se dirigen al cogollo del cual se alimentan, dando por resultado que las hojas salgan razgadas o perforadas.

Gusano Soldado, *Spodoptera exigua*, (Hübner). El gusano soldado es otra plaga que en ocasiones puede presentar daños considerables al cultivo del sorgo.

Esta plaga defolia la planta en forma tal, que solamente deja las nervaduras centrales de las hojas.

Es importante mantener el cultivo libre de pastos y otras malas hierbas, ya que este insecto también prospera en pastizales y otros huéspedes silvestres.

Mosquita del Sorgo, *Contarinia sorghicola*, (Coq.). Se ha podido observar que infestaciones fuertes de esta plaga reducen considerablemente el número de granos en las panojas a tal grado que llega a hacerse incosteable la trilla.

La diseminación de esta plaga se hace a través de la semilla en estado larval y pupal o bien a través del viento.

La mosquita oviposita en las brácteas florales, eclosionando

a los dos días aproximadamente, de donde emergen pequeñas larvas que avanzan hasta llegar al ovario alimentándose de él, evitando de esta manera la formación del grano; de 9-11 días después llegan a su máximo desarrollo, pasando a puparium, de donde más tarde emerge una nueva generación de adultos.

La forma más eficiente de reducir los daños de esta plaga se logra sembrando variedades que florecen al mismo tiempo, evitando siembras tardías y efectuando un control químico oportuno.

Pulgón del Cogollo, *Rhopalosiphum maidis*, (Fitch). Las plantas del sorgo en ocasiones son infestadas por el pulgón desde la emergencia de las mismas. La infestación comienza en las hojas del cogollo, las cuales constituyen la parte más suculenta y preferida por esta especie de insectos. La mielecilla secretada por estos áfidos favorece el crecimiento de hongos, que junto con las exubias que se pegan en la mielecilla impiden la acción fotosintética, lo cual retarda el ciclo vegetativo de la planta.

Las áreas cloróticas y decoloraciones púrpuras o rojizas de las hojas o el envenenamiento de éstas, está asociado con altas infestaciones de pulgón y el daño puede llegar a ser tan serio que ocasiona la pudrición completa del tallo.

Se considera que una baja infestación de pulgones no causa

daño apreciable por la simple succión de la savia.

Pulgón Verde, *Schizaphis graminum*, (Rondani). Este pulgón extrae la savia de la planta y al mismo tiempo inyecta toxinas. El daño se caracteriza principalmente por pequeñas manchas amarillentas, apareciendo posteriormente áreas necróticas en el envés de las hojas.

Los mayores daños se tienen cuando hay deficiencia de humedad, reproduciéndose el pulgón fácilmente a temperatura de 55°C. A esta temperatura, en cambio, los depredadores y parásitos tienen dificultad para reproducirse.

El daño de estos pulgones puede confundirse con la deficiencia ocasionada por la falta de humedad. Las infestaciones se presentan desde que la planta es pequeña hasta antes del espigamiento; en el primer caso puede haber mortalidad de plantas.

2.7.2 plagas del suelo. Las plagas del suelo que representan un problema para el cultivo del sorgo son las larvas de diabrótica, *Diabrotica* spp., y de gallina ciega, *Phyllophaga* spp. Su abundancia depende de la región y del tiempo que tenga el sorgo de cultivarse en la misma.

2.7.3 enfermedades. Pudrición Radicular (Downy mildew), causada por *Sclerosphora sorghi*. Esta enfermedad se caracteriza por presentar tres etapas o fases de desarrollo:

1) Plántulas infectadas en forma sistémica, 2) Infección local a mediados de estación y 3) Plántulas adultas sistemáticamente infectadas.

Los primeros síntomas de la infección sistémica se presentan como una clorosis en forma de picos irregulares que parten de la base de las hojas y a medida que avanza la enfermedad se forman estrias blancas a lo largo de las mismas. Comúnmente las plantas atacadas permanecen raquíticas mostrando un ligero achaparramiento. Inmediatamente después de la aparición de los primeros síntomas aparece en el envés de las hojas un vello algodonoso, el cual es resultado de la esporulación del hongo, que al ser diseminado por el viento o por el agua de rocío, puede llegar a causar infección en plantas sanas si se presentan condiciones favorables para su desarrollo, surgiendo lesiones semejantes a las causadas por la fase sistémica, localizándose éstas principalmente en la parte inferior de las plantas. La tercera fase de la enfermedad se presenta como una infección sistémica y aparece al alcanzar las plantas su mayor crecimiento, caracterizándose por la maduración de estrias cloróticas, las cuales son desgarradas por la lluvia y el viento hasta que la mayoría de las venas quedan separadas unas de otras. Generalmente las plantas atacadas sistémicamente mueren poco antes de la floración, sin embargo, algunas llegan a florear, pero comúnmente son parcial o totalmente estériles.

Tizón Foliar, agente causal: *Exerohilum turcium*. Las plantas atacadas empiezan a mostrar síntomas en la superficie de las hojas desde las etapas iniciales de desarrollo, alcanzando su máxima presencia durante la época de floración. Estos se observan primeramente como una ligera clorosis, tomando enseguida una forma elíptica e irregular de aspecto acuoso. A medida que avanza la enfermedad el centro de la lesión toma un color rojizo, adoptando posteriormente un aspecto papeloso de color pajizo delimitado por una coloración púrpura. Si las condiciones ambientales favorecen el desarrollo del hongo pueden presentarse algunas zonas oscuras en la superficie de las lesiones, como resultado de la esporulación del mismo.

Las lesiones se presentan paralelas a la nervadura y pueden fusionarse para formar grandes manchones que incluso llegan a secar totalmente la hoja.

Roya del Sorgo, causada por *Puccinia purpurea*. Las pústulas características de otras royas también se presentan en el sorgo, mostrando una forma elíptica o elongada, observándose principalmente en el envés de las hojas. Al llegar a su estado de madurez rompen la epidermis de las hojas, liberando miles de esporas que al ser diseminadas por el viento pueden causar infección en plantas susceptibles si se presentan condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.

La enfermedad al parecer se ve favorecida por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas.

Lunar Gris de la Hoja, enfermedad causada por *Cercospora sorghi*. Presenta sus primeros síntomas como pequeñas manchas en las láminas de las hojas, las cuales posteriormente se alargan formando lesiones angostas limitadas por venas. Las lesiones generalmente son de color café rojizo, pudiendo llegar a fusionarse algunas de ellas para formar manchones grandes e irregulares. Sobre la superficie de las lesiones, en ambos lados de las hojas, aparece una abundante esporulación constituida por manojos de ramificaciones portadoras de esporas de aspecto grisáceo y aterciopelado. En casos de ataques muy severos, pueden llegar a infectarse los tallos y vainas foliares.

Mancha Zonada, agente causal: *Glomerospira sorghi*. Los síntomas aparecen primeramente en las hojas como pequeñas manchas necróticas, redondas e irregulares y a medida que se desarrollan el centro de la lesión toma un aspecto acuoso; las lesiones se alargan hasta formar borrones semicirculares e irregulares de varios centímetros de diámetro, tomando una conformación en zonas de bandas pigmentadas y otras sin color. Si el clima es cálido y lluvioso se forman sobre la superficie de las lesiones masas de esporas gelatinosas de color rosa a salmón; estas lesiones pueden fusionarse y llegar a secar totalmente las hojas de las plantas.

Rayado Bacteriano, enfermedad causada por *Pseudomonas andropogonis*. Comúnmente la semilla es portadora del hongo, originando por lo tanto una infección inmediata desde el estado de plántula. El hongo se desarrolla dentro de la planta joven sin mostrar ningún síntoma hasta que exerta la panoja, observándose en lugar del ovario y del estambre de las florecillas individuales uno o varios soros fusionados, cubiertos por una membrana o peridio, la cual se rompe liberando miles de esporas capaces de causar una infección local, contaminando también granos de plantas cercanas. También las esporas son liberadas en el suelo donde sobreviven el invierno y son capaces de causar infección la siguiente primavera. En algunos casos en que las partes infectadas de la panoja no están incluidas en un soro, muestran una proliferación de florecillas individuales o una marchitez característica, dando como resultado una esterilidad total.

Pudrición del Tallo por *Fusarium*, agente causal: *Fusarium moniliforme*. Este patógeno ha sido relacionado en varios casos con la podredumbre del tallo, ya sea en combinación con otros organismos o solo. El hongo se desplaza por el sistema vascular durante las primeras etapas de crecimiento; si se presentan condiciones adversas para el cultivo, como un periodo de sequía en el momento de la floración o durante el llenado del grano, el hongo se vuelve muy activo y

produce la pudrición del tallo. Comúnmente el tejido vascular toma una coloración rojiza invadiendo gran parte del tallo. Otras veces se presenta en la excersión, siguiendo hasta el pedúnculo y en algunas ocasiones los raquis de las espiguillas también presentan el síntoma característico.

Pudrición Negra, ocasionada por *Macrophomina phaseolina*. Los síntomas evidentes de la pudrición negra en el sorgo son el acame de la planta y el pobre llenado del grano. El estado esclerotial del agente causal invade la corona a través de las raíces y entonces procede a colonizar y desgarrar el tejido vascular de los entrenudos inferiores. Los tallos de las plantas atacadas llegan a ser blandos y débiles en su parte inferior, comúnmente en el segundo o tercer entrenudo, dando como resultado el acame de la planta. Si un tallo infectado es partido se observa que las fibras vasculares están claramente separadas y abundantemente cubiertas con los pequeños y abundantes esclerosis del agente causal.

La enfermedad se incrementa bajo periodos prolongados de sequía y altas temperaturas del suelo, durante la etapa de llenado de grano.

Moho del Grano. Frecuentemente se establecen sobre las panojas hongos transportados por el viento que pueden considerarse saprófitos, los cuales manchan las semillas

reduciendo la calidad y presentación del grano. Entre estos hongos se incluyen las especies de *Penicillium*, *Fusarium*, *Curvularia alternaria*, *Cladosporium* y *Nigrospora*.

Bajo condiciones de humedad relativa alta, comúnmente dichos hongos atacan el grano cuando aún no ha madurado.

#### 2.8 Resultados de investigación.

En el área de estudio no se tienen resultados de investigación sobre el cultivo del sorgo grano de temporal; las recomendaciones técnicas que se dan se basan en estudios efectuados en otras zonas con características similares.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio.

3.1.1 localización geográfica. El estado de Colima se localiza en la parte media de la vertiente del Pacífico, entre una derivación de la Sierra Madre Occidental y las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, sus coordenadas geográficas son 18 50' y 19 30' de latitud norte y los meridianos 103 30' y 104 40' de longitud oeste. Limita al norte, este y oeste con el estado de Jalisco, al sureste con el estado de Michoacán y al sur con el Océano Pacífico. Cuenta con una superficie total de 5,542.7 Km<sup>2</sup>, la cual representa el 0.28% de la superficie total del país. La zona de estudio comprende al municipio de Coquimatlán.

3.1.2 regiones fisiográficas. Los límites el estado de Colima encierran áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas del país: la del Eje Neovolcánico y la de la Sierra Madre del Sur, Figura 1.

Provincia del Eje Neovolcánico. Esta provincia colinda al norte con La Llanura Costera del Pacífico, La Sierra Madre Occidental, La Mesa Central, La Sierra Madre Oriental y La Llanura Costera del Golfo Sur. Por el oeste llega al Océano Pacífico y por el este al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el

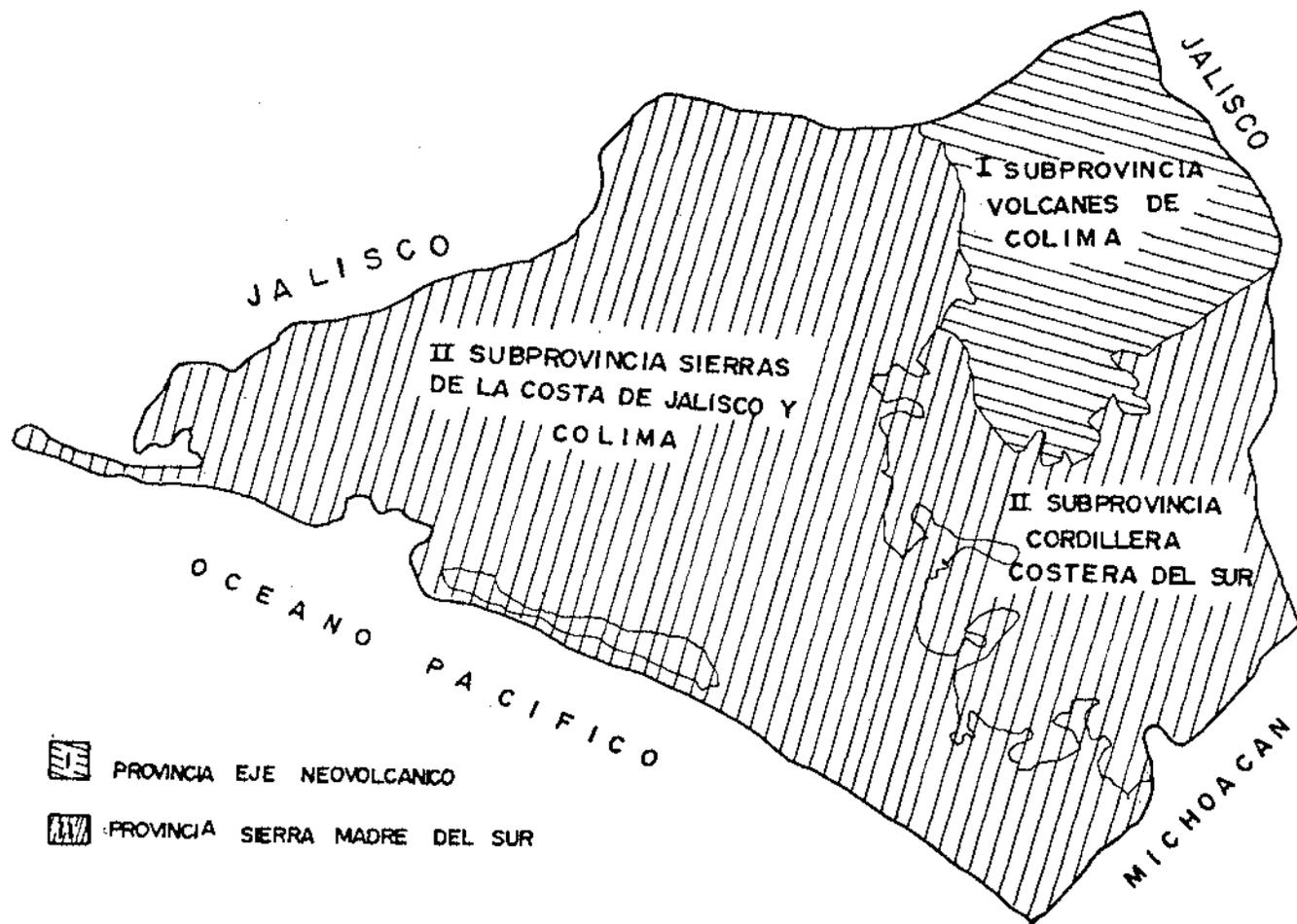


Figura 1. REGIONES FISIOGRAFICAS DEL ESTADO DE COLIMA.

estado de Tlaxcala y el Distrito Federal. Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás), hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas y una cadena de grandes estrato-volcanes (volcán de Colima, Tancitaro, Zinantecatl o Nevado de Toluca, Popocatépetl, Iztaccihuatl, Matlacueyatl o Malinche y Citlalpetl o Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19. Otro rasgo esencial de la Provincia es la existencia de amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, El Carmen, etc.).

Enclavada en esta Provincia, la Subprovincia de los Volcanes de Colima queda comprendida por la zona conocida como Valle de Colima al norte del estado y quedan dentro de ella parte de los municipios de Comala, Villa de Alvarez y Colima, una pequeña parte de Coquimatlán y casi todo el municipio de Cuauhtémoc. Ocupa 888.5 km<sup>2</sup>, lo que significa el 16.03% de la superficie estatal.

Provincia de La Sierra Madre del Sur. Limita al norte con la del Eje Neovolcánico, al este con La Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y La Llanura Costera Centroamericana del Pacífico y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima,

Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Muchos de sus rasgos particulares los debe a su relación con la placa de cocos, una de las placas móviles que integran la litósfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al suroeste y oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente 2 o 3 cm. al año, para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra, siendo este el motivo de la fuerte sismicidad que se presenta en la Provincia. Esa relación es la que seguramente ha determinado que algunos de sus principales ejes estructurales, (Depresión del Balsas, Cordilleras Costeras, etc.), tengan estricta orientación este-oeste, condición que contrasta con las predominantes orientaciones noroeste-sureste del norte del país.

Formando parte de esta Provincia se encuentran las Subprovincias Sierra de la Costa de Jalisco y Colima y Cordillera Costera del Sur.

La porción de la Subprovincia de las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima que penetra en el estado comprende las zonas conocidas por los colimenses como: la región montañosa occidental, la cuenca del río Marabasco, el Valle de Armeria y la costa. Ocupa el 62.51% de la superficie estatal, abarcando completamente los municipios de Armeria,

Manzanillo y Minatitlán y partes de los de Comala, Coquimatlán, Tecoman y Villa de Alvarez. Estas grandes sierras estan constituidas en más de la mitad de su extensión por cuerpos de granito intrusivo, ahora sumergido. A dichas masas intrusivas de gran tamaño se les llama batolitos y estan asociados siempre con coordilleras. La emersión de este batolito a la que no son ajenos los movimientos de la placa de cocos, habra involucrado la exhumación de rocas asociadas, (esquistos y calizas situados principalmente en la región montañosa occidental), y la asociación posterior con rocas de génesis más reciente, en este caso las lavicas silicicas y otras relacionadas (tobas, basaltos, etc.), que ahora sepultan parcialmente al batolito. Pero lo anterior no excluye que el dominio de las rocas volcánicas llegue a ser absoluto en las regiones del norte y este de las sierras.

Por su parte la Subprovincia de la Coordillera Costera de Sur se extiende de oeste a este desde las márgenes occidentales del rio El Naranjo (Coahuayana), al pié del Volcán de Colima, hasta Pochutla y Puerto Angel, en Oaxaca, de manera que corre paralela a las costas de Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

La porción colimense de esta Subprovincia es conocida como región del rio Salado y ocupa 16.03% de la superficie del

estado. Aquí sobre una litología dominada por calizas, la cordillera presenta fundamentalmente dos condiciones: por una parte, sierras de cumbres tendidas, que ocupan prácticamente la mitad de su superficie y no llegan a 2,000 msnm. y por otra un importante llano de piso rocoso, algunos valles ramificados y una pequeña zona de lomeríos suaves. En el estado de Colima esta Subprovincia abarca el municipio de Ixtlahuacán, parte de los de Colima y Tecomán y pequeñas porciones (alrededor del 10%), de los de Coquimatlán y Cuauhtémoc.

3.1.3 clima. En su generalidad el clima que presenta el estado se clasifica como Awgi (cálido subhúmedo), con las siguientes características según Köpen modificado por García (1973):

A= Tropical lluvioso, temperatura media anual sobre 22°C y superior a los 18°C la del mes más frío.

w= Lluvias de verano con periodo seco en invierno.

g= La temperatura anual tiene una variación del tipo Ganges, con la máxima temperatura antes del solsticio de verano .

i= Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor a 5°C.

De acuerdo con la temperatura y precipitación, factores que se ven afectados por la orografía, el clima del estado se divide en tres zonas principales que son: Aw0 (wig), (Zona

Costa y parte del Centro); Aw1 (w)ig, (Zona Centro y parte del Norte) y Aw2 (w)ig, (Zona Norte). Figura 2.

El área de estudio se sitúa en la Zona Centro, donde el clima predominante es Aw0 (w)ig, de acuerdo con Köpen, modificado por García (1973), que se interpreta como cálido subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación invernal menor al 5% del total anual, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor a 5°C, con el mes más caliente antes del solsticio de verano.

3.1.4 localización del experimento. El experimento se estableció en la parte centro del municipio de Coquimatlán, durante el ciclo primavera-verano 1987, en la parcela del Sr. Candelario Larios Molina, que se ubica en el lugar conocido como "Cerro de los Gallos" del ejido Coquimatlán, distante 3 Km. al este de la población del mismo nombre. Figura 3. Las coordenadas geográficas son 19°12' de latitud norte y 103°49' de longitud oeste, a una altura de 360 msnm., temperatura media anual de 25°C, media mensual máxima de 26.7°C y mínima de 22°C, correspondientes a los meses de agosto y febrero respectivamente. La precipitación promedio presentada en los últimos 10 años es de 726.8 mm., lloviendo durante el año de este estudio 577.8 mm. Figura 4.

3.1.5 suelos. En la región, donde el relieve es de plano a cerril, existiendo sierras, mesetas y lomeríos, el suelo es

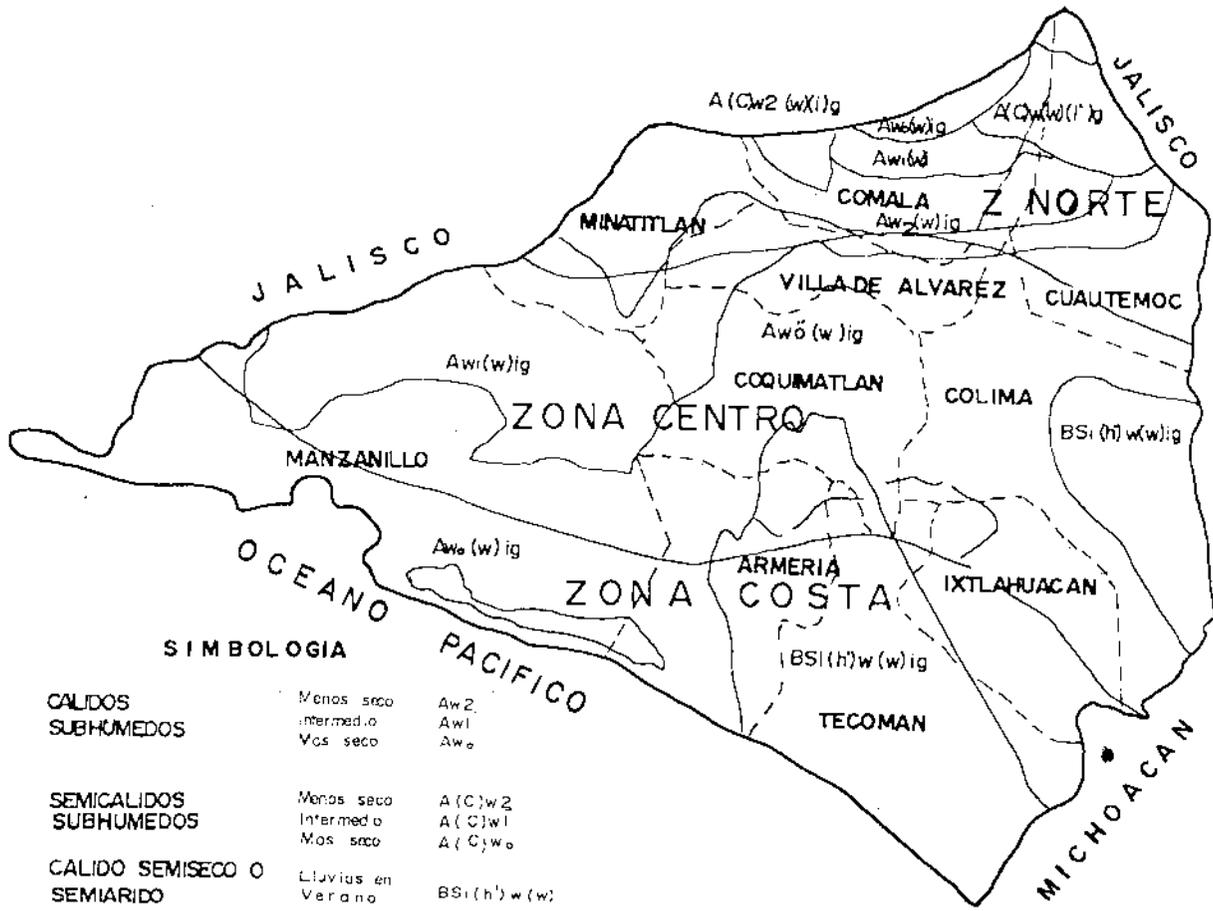


Figura 2. CLASIFICACION CLIMATICA DEL ESTADO DE COLIMA

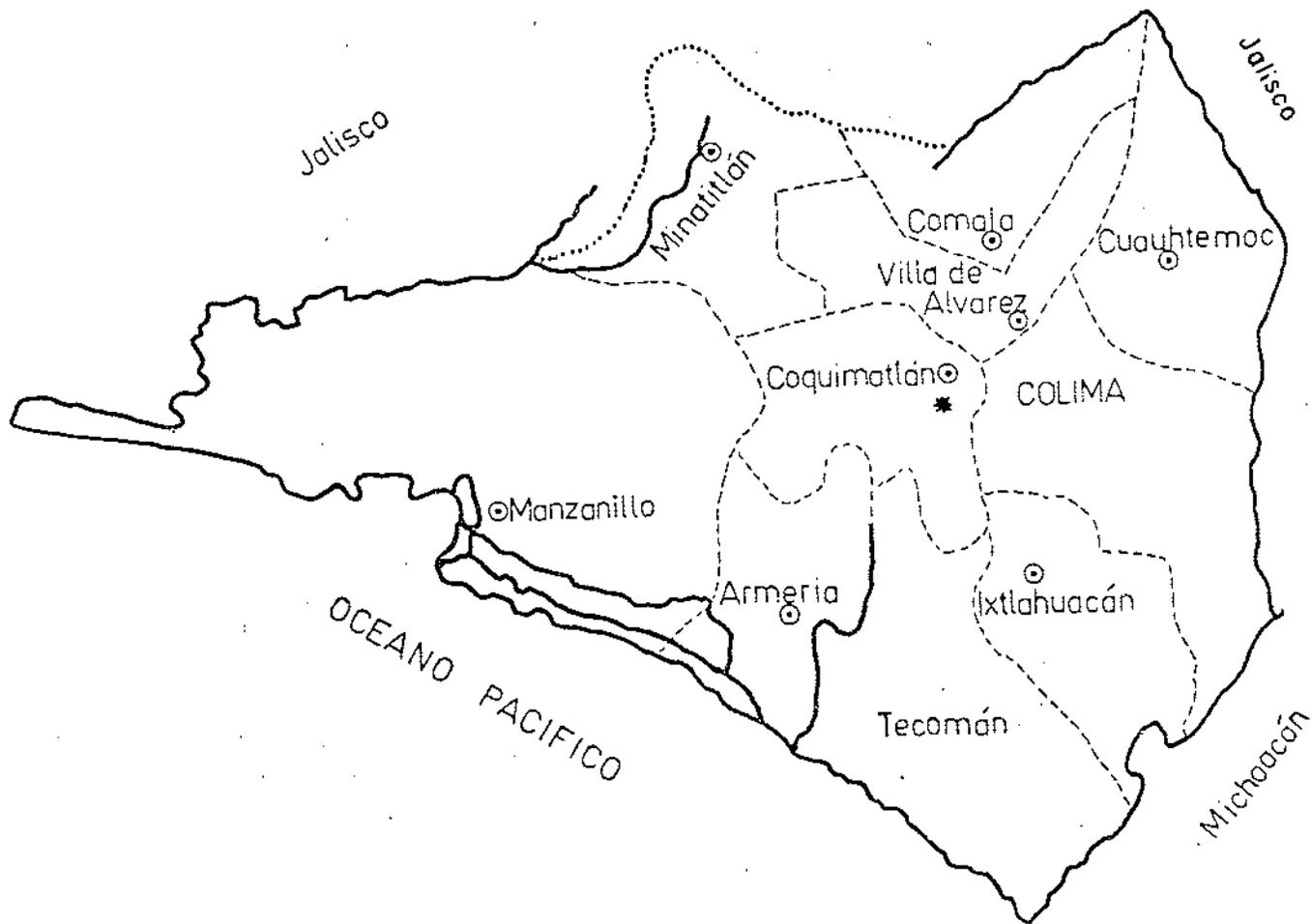


Figura 3. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO  
COQUIMATLAN, COL. CICLO P.V. 1987

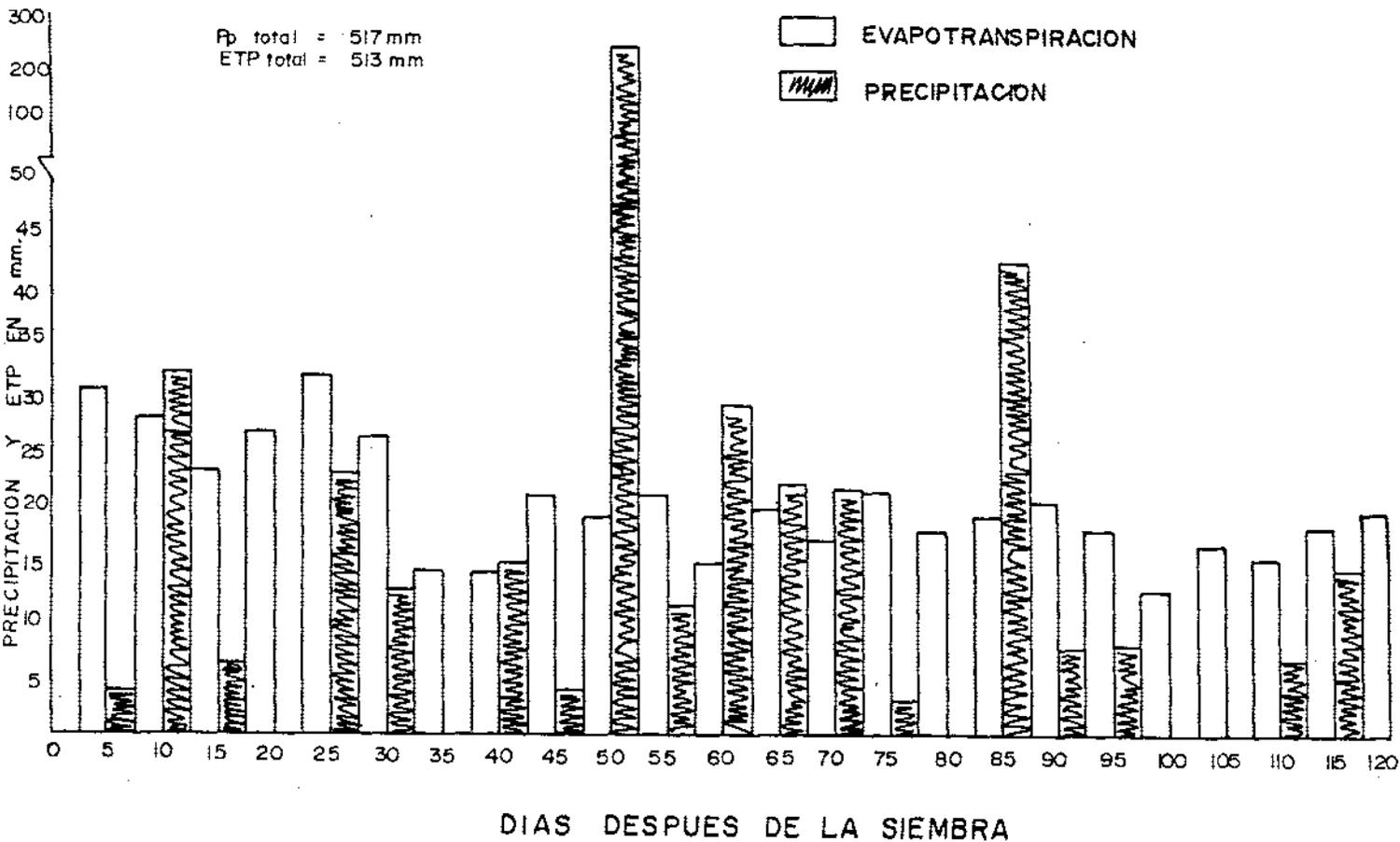


Figura 4. PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN PERIODOS DE CINCO DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE SIEMBRA. COQUIMATLAN, COL. CICLO, P.V. 1987

residual y en las llanuras y valles coluvio-aluvial, formado a partir de los materiales arrastrados por el agua a través de las diferentes geoformas que presenta el terreno. Las unidades más importantes son: litosol, rendsina, regosol y cambisol, que se localizan en las sierras y mesetas, el cambisol, andosol y luvisol en lomerios y en los valles y llanuras el vertisol, gleysol, feozem y fluvisol; siendo las unidades dominantes el litosol, vertisol, feozem y cambisol.

El grado de erosión que se presenta se divide en tres clases: la no manifiesta con un 5% de la superficie, la leve con un 60% y la moderada con el 35%.

3.1.6. hidrología. En la entidad los recursos hidráulicos se aprovechan principalmente de tres cuencas hidrográficas formadas por los ríos Cihuatlán (región hidrológica Costa de Jalisco), Armeria y Coahuayana (región hidrológica Armeria-Coahuayana), siendo las dos últimas las más importantes para la agricultura por la superficie irrigada y la aportación a los acuíferos subterráneos. Figura 5.

Río Cihuatlán, llamado también Chacala, Marabasco y Paticajo. Nace en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco. Su curso toma una dirección hacia el sur en los primeros 30 Km. y se desplaza al suroeste hacia el Océano Pacífico, para unirse al río Minatitlán o Paticajo y al llegar a la costa forma pequeñas lagunas y esteros, siendo

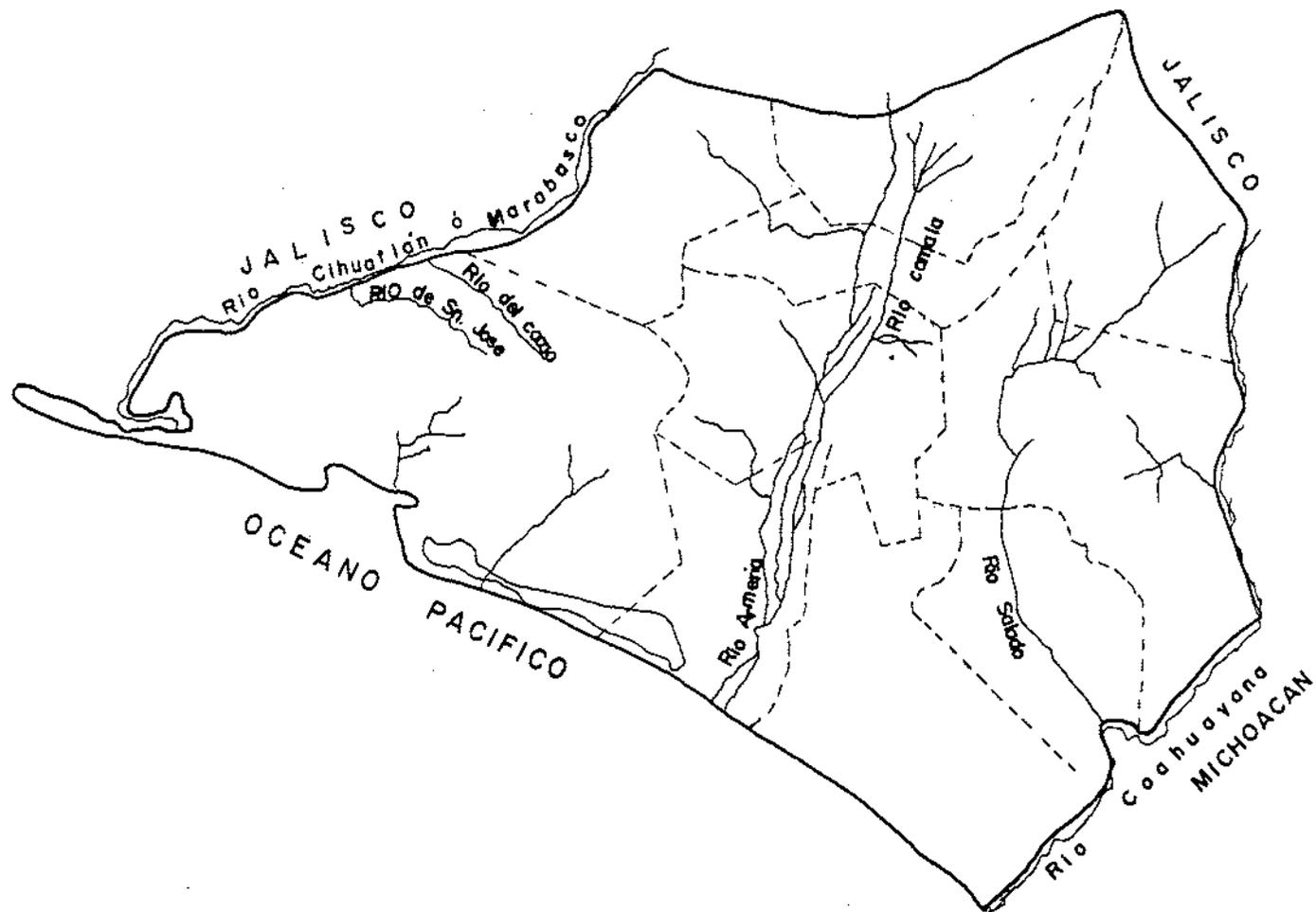


Figura 5. HIDROLOGIA DEL ESTADO DE COLIMA

el más importante el estero Potrero Grande, cuyo curso se estima en 123 Km. desde su nacimiento hasta su desembocadura en Barra de Navidad. El río Cihuatlán es el límite entre los estados de Jalisco y Colima, su cuenca comprende dentro de este último una superficie de 793.3 Km<sup>2</sup>.

Río Armeria. Nace en la Sierra de Cacoma, en el estado de Jalisco, desde su nacimiento hasta su desembocadura recorre aproximadamente 294 Km. En Colima sus principales afluentes son los ríos de La Lumbre, San Palmar, Comala y Colima; su escurrimiento medio anual se estima en 1057 millones de m<sup>3</sup>. Esta cuenca comprende en el estado una superficie de 1,835.7 Km<sup>2</sup> y en ella se localiza un Distrito de Riego que se abastece de la presa de almacenamiento Basilio Vadillo (Las Piedras), que por medio de la derivadora Peñitas abarca una superficie bajo riego de 10 844 has. del Valle de Colima y Pueblo Juárez y la presa derivadora Gregorio Torres Quintero (Jala), 5,416 Ha. de la planicie Costera de Tecamán.

Río Coahuayana, Naranja o Tuxpan. Nace en las inmediaciones del Cerro del Tigre en el municipio de Mazamitla, Jalisco, a una elevación aproximada de 2 530 msnm. Desde su nacimiento hasta su desembocadura en Boca de Pascuales recorre 294 Km. En Colima tiene de afluentes el río Salado y el arroyo del Zarco, presenta un caudal considerable la mayor parte del año y su cuenca ocupa una superficie de 665.7 Km<sup>2</sup>. Las aguas del río Coahuayana se aprovechan para regar en el

estado de Colima una superficie de 6,149 Ha.

### 3.2 Materiales.

3.2.1 materiales físicos. Para la realización de este trabajo se utilizó el siguiente equipo: tractor agrícola Massey Ferguson, modelo 285 de 72 H.P.; arado de tres discos; rastra de levante de veinte discos; surcadora de tres timones; pala; bomba de aspersion de mochila de 15 lt.; estacas; ixtle; estadal y cinta métrica; costales de polipropileno; etiquetas; báscula de precisión Ohaus de 2,810 g; probeta de 30 mm; cámara fotográfica; determinador de humedad (motomco moistore meter, modelo 919).

3.2.2 materiales genéticos. Se utilizaron los siguientes veinte genotipos: Topaz, Bravo E, Dorado M, Dorado DR, H 8508, DK 38, BR 57, NK 180, NK 232, NK 266, NK 2670, NK 2884, Oro, Oro I, Oro Extra, WAC 687, WAC 692, BJ 83, Blanco 86 y RB 3030.

### 3.3 Métodos

3.3.1 metodología experimental. Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones y veinte tratamientos. La parcela experimental constó de dos surcos de 5 m de longitud y distancia entre estos de 0.70 m; la parcela útil dos surcos de 3 m de longitud y distancia entre estos de 0.70 m.

La distribución de los genotipos en cada repetición se puede

apreciar en el cuadro 1.

3.3.2 comparación de medias. Para la comparación de rendimientos medios entre genotipos se empleo la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

3.3.3 variables estudiadas.

3.3.3.1 características agronómicas. Para la determinación de las características que se señalan a continuación, se utilizó una muestra de 5 plantas por parcela en cada una de las 4 repeticiones.

Días a floración (DF). Para obtener este dato se contó el número de días transcurridos desde la siembra, hasta la fecha en que aproximadamente un 50% de las plantas presentaban antesis en el tercio medio de la panoja.

Días a madurez fisiológica (DMF). Durante el periodo de llenado de grano, se realizaron muestreos continuos hasta observar el estado masoso del mismo en el tercio medio de la panoja; los días a madurez fisiológica se obtuvieron considerando los días transcurridos entre la siembra y el estado señalado.

Altura de planta (ALPL). Se tomó el dato de altura cuando la planta estaba formando grano, considerando desde la base de la misma hasta la punta de la panoja.

Excursión de la panoja (EXC). La lectura de esta

Característica se realizó tomándose del límite superior de la vaina de la hoja bandera, al nacimiento de ramas secundarias y espiguillas de la panoja, su expresión se da en cm.

Longitud de panoja (LP). Expresada en cm., este dato se obtuvo midiendo la longitud existente entre la base y la punta de la panoja, efectuándose esta días antes de la cosecha.

Ancho de panoja (AP). Esta característica resultó de la medición hecha en cm. en la parte media de la panoja. El dato se tomó días antes de la cosecha.

3.3.3.2 rendimiento (RTO). El rendimiento del grano de los genotipos evaluados, se obtuvo al desgranar las panojas de cada parcela útil, procediendo de inmediato a pesar y uniformizar al 12 % su contenido de humedad.

Peso del grano (PG). Inmediatamente después de la cosecha se pesaron (uniformizando al 12 % de humedad), 1000 granos de cada genotipo, obtenidos de la mezcla de su producción en las 4 repeticiones.

Volumen del grano (VG). Con la misma muestra usada para determinar el peso del grano, se obtuvo el volumen en una probeta de 30 mm.

CUADRO 1. DISTRIBUCION DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS. COQUIMATLAN,  
COL. CICLO P.V. 1987.

PARCELA	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV
1	TOPAZ	ORO	ORO EXTRA	NK 2884
2	BRAVO E	BLANCO 86	WAC 687	BR 57
3	DORADO M	BJ 83	NK 232	H 8508
4	DORADO DR	NK 2884	RB 3030	NK 232
5	H 8508	BRAVO E	WAC 692	NK 2670
6	DK 38	TOPAZ	NK 266	NK 180
7	BR 57	ORO EXTRA	DORADO M	DORADO DR
8	NK 180	WAC 687	BJ 83	WAC 692
9	NK 232	RB 3030	BRAVO E	ORO T
10	NK 266	H 8508	ORO	BLANCO 86
11	NK 2670	DK 38	NK 180	ORO EXTRA
12	NK 2884	NK 2670	BR 57	BJ 83
13	ORO	WAC 692	BLANCO 86	BRAVO E
14	ORO T	BR 57	TOPAZ	RB 3030
15	ORO EXTRA	ORO T	DK 38	DORADO M
16	WAC 687	NK 232	H 8508	NK 266
17	WAC 692	NK 266	DORADO DR	DK 38
18	BJ 83	NK 180	NK 2884	ORO
19	BLANCO 86	DORADO DR	NK 2670	TOPAZ
20	RB 3030	DORADO M	ORO T	WAC 687

### 3.4. Desarrollo del experimento.

3.4.1 análisis de suelo. El suelo donde se llevó a cabo el experimento es de textura arcillosa (36.74% arena, 15.28% limo y 47.98% arcilla), siendo su pH de 7.0 (neutro).

3.4.2 preparación del suelo. Con una anticipación de 18 días a la siembra, se realizó un barbecho a una profundidad de 20 cm. con la finalidad de incorporar residuos orgánicos, destruir organismos dañinos y aflojar la capa arable del suelo.

3.4.3 siembra. La siembra se efectuó después de dar un rastreo y surcar el terreno, mediante el sistema a chorrillo, dejando la semilla en el fondo del surco a una profundidad de 3 cm., tapándola con el pié. Se utilizó una densidad de siembra de 15 Kg. por hectárea, obteniéndose una población de 20 plantas por metro lineal. La fecha de siembra fué el 23 de julio.

3.4.4 plagas del suelo. Al encontrarse larvas de gallina ciega, *Phillophaga* spp., se aplicó para su combate Basudin polvo al 2% en dosis de 30 Kg. por hectárea, mezclado con el fertilizante, dirigiéndolo al fondo del surco antes de depositar la semilla.

3.4.5 fertilización. Se empleó el tratamiento 100-00-00, usando como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio al 20.5%, realizándose dos aplicaciones a chorrillo en partes

iguales: al momento de la siembra y a los 37 días después.

3.4.6 control de maleza. Originalmente se planeó la aplicación de herbicida preemergente al siguiente día de la siembra, sin embargo por la presencia de lluvia continua fué hasta el tercer día en que se realizó esta labor, cubriendo la totalidad del terreno con Gesaprim Combi en dosis de 2.5 Kg. por Ha. Con esta aplicación se lograron buenos resultados, evitando la nacencia de las malas hierbas que predominan en la región y que son: zacate "pitillo", *Isophorus unisetus*; "tacote", *Helianthus annus* y "mala mujer", *Solanum* sp.

3.4.7 control de plagas del follaje. Ante la presencia de gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, se efectuaron dos aplicaciones de Sevín 80% polvo humectable, en dosis de 2.5 Kg. por Ha., la primera a los 40 días de la siembra y la segunda 7 días después de la primera.

3.4.8 cosecha. Se realizó en forma manual el día 2 de noviembre, a los 103 días de la siembra, cortando las panojas de las parcelas útiles, cuando el grano presentó un contenido aproximado del 12 % de humedad en la parte media y baja de la panoja, estimándose esto en la práctica cuando tronaban los granos al ser mordidos, depositando la producción obtenida por parcela útil en bolsas de polipropileno.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1 Análisis de varianza.

##### 4.1.1 características agronómicas.

En el cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos en los análisis de varianza practicados a las características agronómicas de los genotipos en estudio. Como puede apreciarse, quedó de manifiesto que las diferencias fueron altamente significativas entre tratamientos para Días a Floración, Días a Madurez Fisiológica, Altura de Planta, Longitud de Panoja y Excursión de la Panoja; en tanto que para Ancho de la Panoja y Area Foliar las diferencias fueron significativas. Por otra parte, en el mismo cuadro se observa que para las variables Peso y Volumen del Grano no se encontró significancia. Independientemente de la variación genética, que es lógico encontrar entre híbridos formados con diferentes progenitores, la cual se manifestó estadísticamente a través de este análisis, la variación de estas variables se vió influenciada, además, por las condiciones climáticas y edáficas del sitio experimental, ya que, como se dijo anteriormente, existió una deficiente distribución de la precipitación a través del ciclo del cultivo. Por otra parte, la distribución de la humedad y fertilidad del suelo influyeron de manera determinante en el resultado final; esto mismo puede corroborarse por la alta significancia encontrada para bloques en el análisis

estadístico para la variable Rendimiento de Grano. No obstante que cada uno de los genotipos posee características agronómicas estables bajo condiciones normales de precipitación, existen variables como la Excursión de la Panoja, que nos dan un índice o parámetro para determinar en que grado los factores ambientales han afectado el desarrollo normal de un genotipo, ya que su longitud se ve reducida hasta hacerse prácticamente nula en genotipos susceptibles a la sequia, como lo es Blanco 86.

4.1.2 rendimiento. En el cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza realizado para la variable Rendimiento de Grano al 12% de humedad. Como se puede observar, se obtuvieron diferencias altamente significativas para tratamientos y bloques; en cuanto a este ultimo factor puede decirse que el diseño experimental utilizado fué el adecuado, ya que controló en parte los efectos que se derivaron tanto por las diferencias en la fertilidad del suelo, como por la distribución de la humedad entre bloques. En cuanto a tratamientos, la alta significancia entre ellos es una manifestación de las diferencias en el potencial genético de rendimiento, entre los híbridos y variedades utilizadas. Por lo que respecta al coeficiente de variación obtenido, que es del 25%, esto es consecuencia de la deficiente e irregular distribución de la precipitación, así como de la desuniforme distribución de la

humedad y fertilidad en el suelo.

#### 4.2 Comparación de medias.

Para la comparación de rendimientos medios entre genotipos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En el cuadro 4 se presentan los rendimientos en kilogramos por hectárea, de los genotipos evaluados. Puede observarse que el híbrido Asgrow Bravo E obtuvo la máxima categoría estadística, con un rendimiento de 6,883 kg/ha., seguido por los híbridos NK 180, WAC 692, Oro Extra y Asgrow Topaz, con un rendimiento medio de 5,619 kg/ha. En este mismo cuadro se aprecia que el grupo de genotipos con menor categoría estadística son H 8508, Dekalb BR 57, 8J83 (T), Dekalb DK 38 y Blanco 86 (T), con un rendimiento medio de 2,380 kg/ha., el cual es 189% inferior al del híbrido de máxima categoría. Estos rendimientos son el resultado del potencial genético de los genotipos, además de la oportunidad de la precipitación pluvial dentro del ciclo vegetativo de cada uno de ellos, misma que se indica en la Figura 6.

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS ESTUDIADAS Y NIVEL DE SIGNIFICANCIA. COQUIMATLAN, COL. CICLO P.V. 1987.

VARIABLE	GL	CME	SIGNIFICANCIA
FLORACION	19	3.8649	**
MAD. FISIOLOGICA	19	6.0440	**
ALTURA DE PLANTA	19	30.2526	**
LONG. DE PANOJA	19	3.3142	**
ANCHO DE PANOJA	19	1.0440	*
AREA FOLIAR	19	5.8275	*
EXC. DE LA PANOJA	19	7.5850	**
PESO DEL GRANO	2	10.8888	NS
VOLUMEN DEL GRANO	2	18.5291	NS

\* SIGNIFICATIVO AL 5% DE PROBABILIDAD.

\*\* SIGNIFICATIVO AL 1% DE PROBABILIDAD.

NS NO SIGNIFICATIVO.

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO AL 12% DE HUMEDAD. COQUIMATLAN, COL. CICLO P.V. 1987

FACTOR DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
TRATAMIENTOS	19	157.65	8.29	6.01	1.76	2.23	**
BLOQUES	3	40.03	13.34	9.66	2.78	4.16	**
ERROR	57	78.69	1.38				
TOTAL	79	276.37					

CV= 25.8%

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO.

CUADRO 4. RENDIMIENTOS POR PARCELA Y MEDIOS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS, KG./HA. COQUIMATLAN, COL. CICLO P.V. 1987.

GENOTIPO	R E P E T I C I O N					X	CATEGORIA ESTADISTICA (TUKEY 5%)
	I	II	III	IV			
BRAVO E	6,978	5,535	6,223	8,799	6,883	a	
NK 180	7,121	6,142	5,119	5,456	5,959	b	
WAC 692	7,209	4,828	5,548	4,490	5,518	bc	
ORO EXTRA	6,642	5,478	5,728	4,171	5,504	bc	
TOPAZ	6,166	6,156	6,099	3,567	5,497	bc	
NK 266	6,613	4,721	5,842	3,683	5,214	cd	
NK 2884	7,229	3,908	5,292	4,256	5,171	cde	
WAC 687	6,622	5,606	4,653	3,574	5,113	cde	
ORO	8,156	5,189	4,142	2,964	5,112	cde	
DORADO M	6,142	5,174	5,294	3,511	5,019	cde	
NK 2670	5,040	5,306	4,906	4,606	4,964	cde	
NK 232	6,413	4,078	4,823	4,424	4,934	cde	
RB 3030	7,606	6,713	2,011	2,249	4,644	de	
ORO T	4,613	5,991	5,136	2,414	4,538	de	
DORADO DR	5,428	4,464	5,692	2,185	4,492	e	
H 8508	4,564	2,485	4,096	3,180	3,581	f	
BR 57	3,612	3,487	1,521	5,385	3,501	f	
BJ 83	2,720	4,714	2,114	0,871	2,604	g	
DK 38	1,621	2,628	2,342	2,280	2,217	g	
BLANCO 86	1,238	0,471	0,271	0,249	0,557	h	

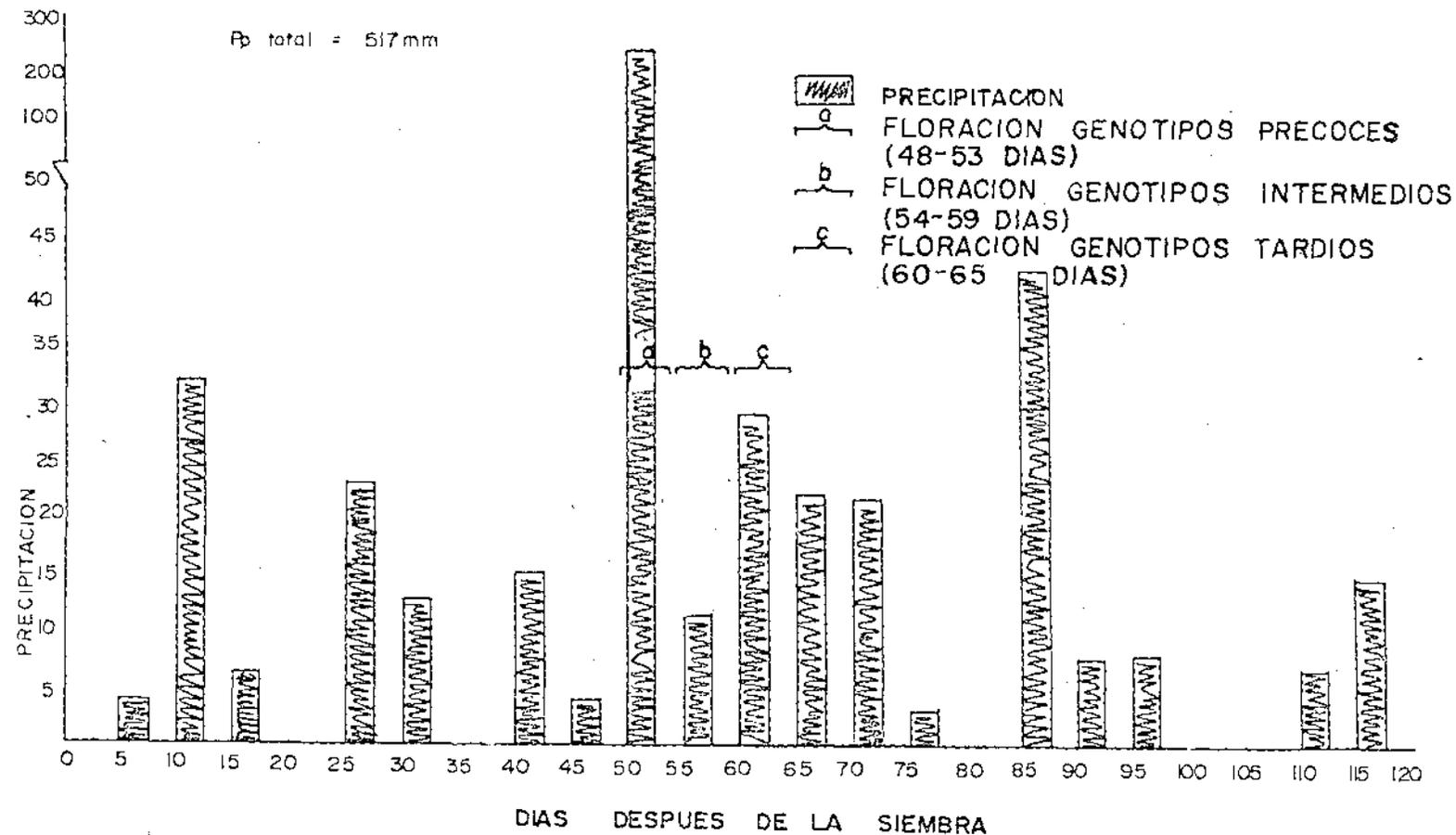


Figura 6. PERIODOS DE FLORACION DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS EN RELACION CON LA PRECIPITACION PLUVIAL OCURRIDA, COQUIMATLAN, COL. CICLO P. 1987

## V. CONCLUSIONES.

1. Todos los materiales llegaron a madurez fisiológica, sobresaliendo el híbrido Asgrow Bravo E, con un rendimiento de 6,883 Kg./Ha., seguido de NK 180, WAC 692, Gro Extra y Asgrow Topaz, con un rendimiento medio de 5,619 Kg./Ha. Se considera que estos materiales pueden ser recomendados para su siembra en la zona de estudio.
2. El testigo, DK 38, presentó un rendimiento de 2,217 Kg./Ha. resultando 18 genotipos superiores al mismo desde un 17% (2,604 Kg./Ha.) a 210% (6,883 Kg./Ha.).
3. Los materiales sobresalientes requirieron para llegar a la floración de 49 a 53 días, catalogándose como precoces, contra 54 a 58 días de los genotipos intermedios y 64 del tardío; con lo cual se acepta la hipótesis de que los híbridos y variedades de ciclo precoz, aprovechan más eficientemente la humedad en zonas de baja precipitación y, en consecuencia, presentan mejores rendimientos. Los materiales intermedios, aun cuando fueron superiores que el tardío, no presentaron un rendimiento importante.
4. Con la adopción de los materiales genéticos sobresalientes en este estudio, así como las recomendaciones técnicas generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, el cultivo del sorgo grano es una alternativa agronómica, requiriéndose sin

embargo, que los productores realicen un análisis de rentabilidad antes de cada ciclo, para poder decidir si se dedican a su explotación, sobre todo por la apertura comercial, que permite la importación de sorgo a precios competitivos a nivel internacional.

## VI. REVISION BIBLIOGRAFICA.

1. Brauer, O., 1969. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa. México, D.F.
2. Carballo, C.A., 1978. Sorgo en: análisis de los recursos genéticos disponibles a México. SOMEFI. Editor Tarcicio Cervantes. Chapingo, México.
3. Doggett, et al., 1975. El sorgo en Africa. Producción y usos del sorgo. Editorial hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina.
4. García, E., 1976. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México.
5. Hubbell, D.F., 1975. Técnica agropecuaria aplicada a zonas tropicales. Editorial Trillas. México, D.F.
6. Poehlman, J.M., 1975. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México, D.F.
7. Reyes, C.P., 1978. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México, D.F.
8. Robles, S.R., 1976. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México, D.F.
9. Sarh, Inia, Ciab., 1980. Conferencias técnicas (memoria), ciclo p.v. 1980, Tepatitlán, Jalisco, México.
10. Sarh, Inia, Ciapac., 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo

- agropecuaria experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México.
11. Sarh., sin fecha. Inventario de áreas erosionadas, estado de Colima. Dirección de conservación del suelo y agua. México, D.F.
  12. Vázquez, G.G., 1987. Comportamiento de 24 genotipos de sorgo bajo condiciones de temporal en el ejido de 4 esquinas, Ciénega de Chapala, Mich. Tesis de Ing. Agrónomo, UMSNH. Uruapan, Mich.
  13. Vizcaino, G.A., 1983. Rendimiento, eficiencia del área foliar y requerimientos térmicos de 49 genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Tecomán, Col. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. UNAM. Cuautitlán, México.
  14. Wall, J.S. y Ross, W.M., 1975. Producción y usos del sorgo. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina.
  15. Wong, R.R., 1976. Comportamiento de híbridos y variedades de sorgo de grano bajo temporal en la región General Trias-Satevó. Tesis de Ing. Agrónomo. URAAN. Buena Vista, Saltillo, México.

## VII. A P E N D I C E.

ANEXO 1. RENDIMIENTOS DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS DE ACUERDO  
A SU CICLO VEGETATIVO. COQUIMATLAN, COL. CICLO  
P.V. 1987.

GENOTIPO	DF	CICLO VEGETATIVO	REND. KG./HA.
BRAVO E	51	PRECOZ	6,883
NK 180	50	PRECOZ	5,959
WAC 692	50	PRECOZ	5,518
ORO EXTRA	50	PRECOZ	5,504
TOPAZ	52	PRECOZ	5,497
NK 266	50	PRECOZ	5,214
NK 2884	51	PRECOZ	5,171
WAC 687	52	PRECOZ	5,113
ORO	50	PRECOZ	5,112
DORADO M	51	PRECOZ	5,019
NK 2670	49	PRECOZ	4,964
NK 232	50	PRECOZ	4,934
RB 3030	53	PRECOZ	4,644
ORO T	52	PRECOZ	4,538
DORADO DR	51	PRECOZ	4,492
H 8508	53	PRECOZ	3,581
BR 57	56	INTERMEDIO	3,501
BJ 83	54	INTERMEDIO	2,604
DK 38	58	INTERMEDIO	2,217
BLANCO 86	64	TARDIO	0,557

## ANEXO 1. LISTA DE ABREVIATURAS.

1. Ha. = Hectárea.
2. Kg. = Kilogramo.
3. Km. = Kilometro
4. g. = Gramo.
5. m. = Metro.
6. cm. = Centimetro.
7. mm. = Milímetro.
8. Pp. = Precipitación pluvial.
9. Lt. = Litro.
10. ETP= Evapotranspiración potencial.
11. ALPL= Altura de planta.
12. EXC= Excursión.
13. DF= Dias a floración.
14. DMF= Dias a madurez fisiológica.
15. LP= Longitud de panoja.
16. AP= Ancho de panoja.
17. PG= Peso del grano.
18. VG= Volumen del grano.
19. RTO= Rendimiento.
20. CONASUPO= Compañía Nacional de Subsistencias Populares.
21. (T)= Tardío
22. H.P. = Caballos de fuerza.