



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

RENDIMIENTO EFICIENCIA DEL AREA FOLIAR Y  
REQUERIMIENTOS TERMICOS DE 49 GENOTIPOS  
DE SORGO (Sorghum bicolor (L) Moench) EN  
TECOMAN COLIMA.

## T E S I S

Que para obtener el Título de  
INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a

**ARTURO VIZCAINO GUARDADO**

M.C. ENRIQUE ROMO CALDERON  
Director de la Tesis.

Cuautitlán Edo. de México, 1983.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

## C O N T E N I D O

	Página
LISTA DE CUADROS.....	Xi
LISTA DE FIGURAS.....	Xiii
CUADROS DEL APENDICE.....	Xo
FIGURAS DEL APENDICE.....	Xo
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Híbridos recomendados en algunas regiones produc toras con características climáticas similares a la Costa de Colima.....	5
2.2. Efecto de la temperatura y fotoperíodo en el -- cultivo de sorgo.....	6
2.3. Indices fisiológicos.....	10
2.4. Unidades calor.....	13
2.5. Madurez fisiológica.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1. Localización de la zona de estudio.....	19
3.1.1. Clima.....	19
3.1.2. Ubicación del experimento.....	21
3.1.3. Suelos.....	21
3.1.4. Hidrología.....	23
3.2. Material genético.....	25
3.3. Diseño experimental.....	27
3.4. Manejo del cultivo.....	27
3.4.1. Preparación del suelo.....	27
3.4.2. Siembra.....	27

	Página
3.4.3. Plagas del suelo.....	28
3.4.4. Fertilización.....	28
3.4.5. Control de malezas.....	28
3.4.6. Control de plagas.....	28
3.4.7. Riegos.....	28
3.5. Toma de datos.....	29
3.5.1. Características vegetativas.....	29
3.5.2. Cosecha.....	30
3.5.3. Índice de área foliar.....	30
3.5.4. Datos climáticos.....	30
3.5.5. Cálculo de unidades calor.....	31
3.5.6. Secuencia de calculo.....	31
3.5.7. Variables y unidades calor calculadas - estimadas.....	32
3.5.8. Análisis estadístico.....	32
3.5.9. Análisis de correlación.....	33
3.5.10. Análisis de regresión.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
4.1. Análisis de varianza para rendimiento de grano...	34
4.2. Prueba de significancia para la variable rendi- miento.....	36
4.3. Análisis de varianza para las características - agronómicas.....	38
4.4. Características agronómicas en los genotipos - sobresalientes y no sobresalientes en rendimiento	40
4.5. Rendimiento en relación con las características agronómicas en genotipos contrastantes.....	44
4.6. Unidades calor acumuladas a floración y tasa de crecimiento (b) para los genotipos estudiados....	46
4.7. Tasa de crecimiento y su relación con las carac- terísticas estudiadas.....	48
4.8. Análisis de las correlaciones encontradas entre las variables en estudio.....	51
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	58
VII. APENDICE.....	63

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
CUADRO 1.	Análisis de varianza, coeficiente de variación y diferencia mínima significativa para el rendimiento de sorgo en grano. Tecomán, Col. ciclo otoño-invierno 1981/82.....	35
CUADRO 2.	Rendimiento y categoría estadística para un grupo de cinco genotipos con máximos rendimientos. - Tecomán, Col. Ciclo otoño-Invierno 1981/82.....	37
CUADRO 3.	Rendimiento y categoría estadística para un grupo de cinco genotipos con mínimos rendimientos. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	37
CUADRO 4.	Análisis de varianza para las variables estudiadas y nivel de significancia para los que presentan diferencias estadísticamente significativas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	39
CUADRO 5.	Híbridos sobresalientes en rendimiento y categorización de las variables con significancia estadística. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	39
CUADRO 6.	Híbridos de mínimo rendimiento y categoría estadística para las variables que presentaron significancia estadística. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	40

Continuación.

Continuación de la lista de cuadros.

Cuadro	Descripción	Página
CUADRO 7.	Rendimiento, categoría estadística y valores de las variables en estudio para los cinco genotipos estadísticamente superiores. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	42
CUADRO 8.	Rendimiento, categoría estadística y valores de las variables en estudio para los cinco genotipos de menor categoría estadística. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno -- 1981/82.....	43
CUADRO 9.	Rendimiento, categoría estadística y valores para las variables estudiadas en cinco híbridos contrastantes. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	45
CUADRO 10.	Clasificación de los genotipos evaluados de acuerdo con las UC requeridos para floración y valores de la tasa de crecimiento (b). Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno -- 1981/82.....	47
CUADRO 11.	Coefficientes de correlación entre la tasa de crecimiento (b) y las variables en estudio. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	49
CUADRO 12.	Valores de (b) y otras características en genotipos sobresalientes y de mínima categoría estadística. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	50
CUADRO 13.	Coefficientes de correlación entre las diversas características estudiadas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Página
FIGURA 1.	Clasificación climática del - estado de Colima.....	20
FIGURA 2.	División del estado de Colima de acuerdo a su tipo de suelo.....	22
FIGURA 3.	Hidrología del estado de Colima.....	24

## CUADROS DEL APENDICE

Cuadro No.	Descripción	Página
CUADRO A-1.	Rendimiento, categoría estadística y características generales de los genotipos de sorgo estudiados. -- Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	64

## FIGURAS DEL APENDICE

FIGURA 1.	Valores de alturas de planta reales (x) y estimados (.) para el SHE-3269 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	67
FIGURA 2.	Valores de altura de planta reales (x) y estimados (.) para el SHE-3334 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	68
FIGURA 3.	Valores de alturas de planta reales (x) y estimados (.) para el SHE-3247 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	69
FIGURA 4.	Valores de alturas de planta reales (x) y estimados (.) para el SHE-3351 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	70
FIGURA 5.	Valores de alturas de planta reales (x) y estimados (.) para el RB-3030 de acuerdo a una cierta cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. Ciclo otoño-invierno 1981/82.....	71

## R E S U M E N

El estado de Colima, no cuenta con recomendaciones precisas sobre híbridos de sorgo nacionales para sus condiciones ambientales. Actualmente solo se manejan semillas híbridas de compañías privadas de elevado costo y muchas de las veces de pobre adaptación. En el presente trabajo se analiza el comportamiento fenológico y rendimiento potencial de 38 híbridos experimentales y dos híbridos comerciales de INIA generados en Celaya, Gto., cinco híbridos comerciales del mismo Instituto obtenidos en Río Bravo, Tam., además de cuatro híbridos comerciales de Compañías privadas.

El ensayo de evaluación se realizó bajo condiciones de riego en el ciclo otoño-invierno 1981/82 en las instalaciones del Campo Agrícola Experimental Tecomán, ubicado en el Km 35 de la carretera Colima-Manzanillo.

El objeto planteado fué el siguiente: Detectar los híbridos experimentales y comerciales sobresalientes por su rendimiento y características agronómicas en la costa del Estado de Colima, de acuerdo a la eficiencia de su área foliar y requerimientos térmicos para floración y madurez fisiológica.

La potencialidad de rendimiento se analizó comparando el área foliar funcional en cada genotipo al momento de la floración, misma que se estima midiendo el largo y ancho de todas las hojas funcionales en cinco plantas por parcela de dos repeticiones, utilizando la fórmula largo x an-

cho x 0.75 (Stikler et al 1961).

Con el área foliar en antesis (AFA) y el rendimiento económico (RE) de cada genotipo se calculó su eficiencia de área foliar (EAF) por m<sup>2</sup> con la fórmula:  $EAF = \frac{RE}{AFA}$  (Mendoza et al 1978).

Por otra parte, y con el mismo fin, se analizó la correlación existente entre las variables rendimiento económico, unidades calor a floración, unidades calor a madurez fisiológica, unidades calor del período de llenado de grano, altura de planta, número de hojas a floración, área foliar en antesis y eficiencia del área foliar.

El análisis del crecimiento para los cinco híbridos sobresalientes se hizo a partir de cinco lecturas de altura tomadas en diferentes etapas del cultivo. Con ellas se calcularon coeficientes de regresión b (tasa de crecimiento), tomando como base por una parte las unidades calor acumuladas a dichas etapas (variable independiente) calculadas por el método de la curva seno-modificada (Allen, J.C. 1976), con una temperatura base inicial de 10°C; y como variable dependiente se tomó la altura de planta. La tasa de crecimiento se utilizó en la estimación de las alturas de planta para una cierta cantidad de calor acumulado de acuerdo a la fórmula:  $Y = \frac{K}{1+e^{a+bx}}$ ; partiendo de las alturas estimadas se elaboraron curvas de comportamiento logístico para los mismos cinco híbridos sobresalientes en rendimiento.

Por otra parte se realizó un análisis de correlación entre la tasa de crecimiento y las demás características en estudio.

Entre los resultados sobresalientes se encontro que:

Las variables que mostraron mayor correlación con el rendimiento económico fueron la EAF y las unidades calor a floración.

La EAF no se incrementa en genotipos con elevada área foliar en antesis.

Las variables ALPL, NHF, AFA y UCMF no presentan significancia estadística en la correlación con el rendimiento.

Las UCPLLG muestran una correlación negativa y altamente significativa con rendimiento.

Los genotipos precoces requieren de un mayor número de UCPLLG y tienden a ser de bajos rendimientos exceptuando los genotipos SHE-3334 y SHE-3248.

Los genotipos tardíos requieren de 911.9 U.C para la floración, los intermedios de 776.9 a 819.0 y los precoces de 699.4 a 745.7 U.C, respectivamente.

La tasa de crecimiento b sólo correlaciona positivamente y significativamente con ALPL. En el caso del rendimiento, el coeficiente de correlación es negativo, pero no significativo.

## I. INTRODUCCION

Según Angeles (1968), el sorgo es un cultivo nuevo en México que fue introducido en 1944 al evaluarse variedades provenientes de E.U., las cuales tuvieron buena adaptación en regiones con altitudes menores a 1,900 msnm.

Los factores más importantes que han contribuido a que se incremente año con año la superficie de cultivo son: la fuerte demanda por la industria pecuaria en expansión, los altos rendimientos mostrados por los híbridos en diferentes regiones ecológicas y la posible mecanización del cultivo desde la siembra hasta la cosecha, lo que representa un ahorro considerable en los costos de producción.

En la actualidad, el sorgo es el tercer cultivo de importancia nacional después del maíz y el frijol. En 1980 se sembraron 1'579.000\* hectáreas, de las cuales las 3/4 partes se concentraron en los estados de Tamaulipas, Guanajuato, Jalisco y Sinaloa. Por otro lado el 95% de las semillas híbridas utilizadas provinieron de compañías de E.U. y el 5% de la Productora Nacional de Semillas, esto ha traído como consecuencia una fuerte fuga de divisas al extranjero, por lo que sería conveniente que en un futuro próximo dicha relación sea invertida con la utilización de híbridos mexicanos que continuamente se están generando y evaluando en diferentes zonas ecológicas del país.

---

\* Secretaría de Programación y Presupuesto 1981.

El sorgo en el estado de Colima ocupa el tercer lugar en importancia dentro de los cultivos anuales, siendo superado únicamente por el maíz y el arroz. En 1981 se cultivaron 2,608 hectáreas de sorgo con un volumen de producción de 6,260 toneladas\*. Aproximadamente el 20% de la superficie sembrada con sorgo se realiza bajo condiciones de riego y el 80% bajo temporal. El 63% de la superficie cultivada bajo riego se localiza en la zona costera del estado que comprende los municipios de Tecomán, Armería, Manzanillo e Ixtlahuacán. El 37% restante se localiza en la zona centro de la entidad que comprende los municipios de Colima y Coquimatlán. El sorgo de otoño-invierno es rotado con arroz de temporal con auxilio de riego.

Actualmente, en la zona costera y dentro del municipio de Tecomán Cd, en sus límites con el estado de Michoacán, se está construyendo sobre el Rfo Coahuayana una presa derivadora denominada "Callejones" que irrigará dentro de la entidad una superficie de 10,338 hectáreas. Por las características edáficas y climáticas de la región, estas áreas son de un alto potencial de producción para el cultivo del sorgo. Se ha observado en estas áreas que el sorgo por su ciclo vegetativo corto, permite una preparación oportuna del terreno para las siembras de arroz en el ciclo siguiente, además de que consume poca agua y los excedentes pueden destinarse al cultivo de arroz en el ciclo primavera-verano.

La clasificación de los sorgos en precoces, intermedios y tardíos observada en sus centros de origen, puede variar al pobarlos en zonas con diferente régimen térmico. En el estado de Colima es común encontrar híbridos precoces o intermedios que inicialmente se definen como tardíos,

---

\* SARH, Representación en el Estado de Colima 1981.

y viceversa. Esto ocasiona serios problemas en el crecimiento y producción del cultivo. Los rendimientos del sorgo en Colima son de 2.1 ton/ha en condiciones de temporal y de 3.0 ton/ha bajo riego.

En la actualidad, y para las condiciones ecológicas del estado, no se cuenta con recomendaciones concretas de variedades nacionales; en el mercado se manejan únicamente híbridos importados y de compañías privadas, que son de un costo elevado y en ocasiones de pobre adaptación; cuando algunos de estos híbridos muestran rendimiento aceptables, es común que en ciclos posteriores no se tengan a la venta, expediéndose en su lugar híbridos de reciente introducción.

Por lo anterior, en el presente trabajo se pretende evaluar sorgos híbridos experimentales y comerciales generados por INIA y Compañías privadas con el objeto de comparar su adaptabilidad y potencialidad de rendimiento bajo las condiciones climáticas de la región. Asimismo, se pretende determinar su ciclo vegetativo de acuerdo a las unidades calor acumuladas a floración y madurez fisiológica.

#### OBJETIVOS:

1. Determinar para la zona de la costa del estado de Colima los híbridos experimentales y comerciales sobresalientes por su adaptabilidad y rendimiento.
2. Determinar el potencial de rendimiento de los genotipos de acuerdo con la eficiencia del área foliar que manifiesten.
3. Conocer los diferentes grados de precocidad en los genotipos por medio de las unidades calor acumuladas a floración, bajo

las condiciones térmicas locales.

Las hipótesis que se concideran en este estudio son las siguientes:

1. Existen híbridos de sorgo que superan en adaptación y rendimiento a los usados actualmente por el agricultor.
2. La eficiencia del área foliar está directamente ligada con la capacidad de rendimiento de los genotipos.
3. El criterio que emplea las unidades calor acumuladas a floración es más objetivo que los días calendario para la clasificación de la precocidad.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Híbridos recomendados en algunas regiones productoras con características climáticas similares a la Costa de Colima.

Carballo et al (1973), recomiendan para los estados de Guerrero y Morelos en siembras de riego los siguientes híbridos tardíos: TE-88, DEKALB F-61, TE-77, NK-SAVANNA, DIAMEX 112-R y DIAMEX 123-R; intermedios: ASGROW DOBLE TX, FUNK'S 788-A, ASGROW AMARAK R-12, ND-210, ND-227; precoces: DEKALB D-50A, ND-310, ASGROW AMARAK R-10'

Williams et al (1978) recomiendan para la región de Abasco, Tamaulipas, los híbridos de sorgo para riego siguientes. Tardíos: DEKALB BR-57, INIA-CHICHIMECÁ, INIA-OLMECA, INIA-TEPEHUA, ASGROW JUMBO C; intermedios: WAC-694, COBESA ACCO R-109, ASGROW DOBLE TX; precoces: NK-SAVANNA, DEKALB DD-50, INIA-OTOMI, WAC-692.

Valdivia (1980) indica que para siembras de riego en Nayarit en los meses de enero y febrero o después de que se coseche el frijol, los híbridos de sorgo que han sido más productivos en dos años de evaluación y con la aplicación de dos riegos de auxilio son: HORIZON-74, ORO-T, NK-280, ASGROW DORADO M, ASGROW DORADO, ASGROW DOBLE TX. Por otra parte, las mejores variedades para humedad residual son: tardíos; MASTER PAJARERO, DEKALB D-55, TE-DINERO, INIA-TEPEHUA, FUNK'S G-722DR, DEKALB BR-57; intermedios: ASGROW EMERALD, INIA-OLMECA, ASGROW DOBLE TX, ASGROW GRANADA Y ORO EXTRA.

Rodríguez et al (1970) establecen que para condiciones de temporal en el norte de Sinaloa, los sorgos que se recomiendan son: DEKALB 50-A, DEKALB C-446, NK-210, NK-222 y HEGARI.

Ron (1975), mediante ensayos de rendimiento determinó que para el estado de Morelos bajo condiciones de temporal, sobresalen los siguientes híbridos: Tardíos: INIA-PUREPECHA, DEKALB BR-64, ASGROW DOBLE TX y ASGROW DORADO. Dentro de los intermedios destacan INIA-NAHUATL, NK-SAVANNA, DEKALB DD-50 y TE-666.

Avila et al (1978) recomiendan la región del Valle del Fuerte, Sinaloa, en siembras de riego del 1º de enero al 15 de febrero los siguientes híbridos tardíos: ASGROW DOBLE TX, TE-88; intermedios: AMAK R-12, NK-210, TEXAS 660, COSECHERO-B, NK-221; precoces: DEKALB 50-A, OROMEX-331, AMAK-R10, UTE, PAWNEE y NK-125.

## 2.2. Efecto de la temperatura y fotoperíodo en el cultivo de sorgo.

Demario y Pascale (1971), determinaron que la temperatura del aire es el elemento bioclimático más importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Así también los mismos autores mencionan que cualquiera que sea la disponibilidad lumínica, de alimentación o de agua, existen niveles de temperatura por debajo y por encima de los cuales el crecimiento de los cultivos no se manifiesta.

Bierhuizen (1970, citado por Livera 1979), señala que cuando se conocen los requerimientos de temperaturas 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 ( Q10 ) y el crecimiento muestra

una respuesta lineal entre la temperatura mínima y óptima, La fotosíntesis tiene un rango de temperatura óptimo 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 desarrollo de sorgo para grano bajo condiciones iguales de manejo agronómico, disponibilidad de agua y fotoperíodo. Este autor observó que la temperatura afectó las tasas de crecimiento y desarrollo de las plantas. Los genotipos sembrados en Chapingo requirieron el doble de días para alcanzar la iniciación floral que en Zacatepec. Por otro lado, determinó que el número total de hojas entre genotipos fue muy diferente, los sorgos precoces tuvieron menos hojas que los tardíos en ambas localidades.

En Argentina, Murphy y Sierra (1962), encontraron que a una misma temperatura media diaria se pueden tener diferentes efectos en el cultivo de sorgo si las temperaturas máximas y mínimas del día son diferentes. De acuerdo a lo anterior, para estudios similares según estos autores, debe considerarse lo siguiente:

- a). El efecto separado de las temperaturas máximas y mínimas diarias para evidenciar sus influencias, las que resultan enmascaradas cuando se utiliza la temperatura media diaria.
- b). La velocidad de reacción de las plantas aumenta en forma curvilínea con el aumento de la temperatura.

- c). Las curvas de temperatura máxima y mínima muestran una acción retardadora por exceso y por defecto que debe contabilizarse con signos negativos en la suma de temperaturas efectivas.
- d). En este cultivo, el efecto de la temperatura mínima diaria considerado como parámetro técnico aislado, tiene mayor influencia en la velocidad de desarrollo que las temperaturas máximas o medias diarias.

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 formación de semilla son normales si hay humedad disponible en el suelo a temperaturas de 40-43°C y 30-40 por ciento de humedad relativa.

Miller et al (1963), estudiaron el fotoperfodo crítico en sorgos tropicales y en sorgos de E. U. y encontraron que éste retrasa la floración. El fotoperfodo crítico fue más corto en sorgos tropicales que en los de E. U. Con relación a la edad en la cual el sorgo es sensitivo a los ciclos fotoinductivos, Caddel y Weibel (1972), encontraron que los días cortos aplicados a plantas de 15 días de edad apresuraron la iniciación floral. Mientras que fotoperfodos largos en una edad entre 15 y 20 días la retrasaron. También mencionan que cinco fotoperfodos cortos fueron suficientes para inducir la iniciación floral en plantas de 15 días de edad.

Estos investigadores indican que los resultados pueden diferir en regímenes de temperaturas distintas al que utilizaron (33-21°C), ya que la temperatura tiene gran influencia en el fotoperíodo.

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

Quinby et al (1973), también encontraron interacción entre temperatura y fotoperíodo al estudiar la influencia de estos factores sobre la antesis y número de hojas del sorgo. Independientemente del fotoperíodo, 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.

En un experimento de siembra en sorgo, Paulli et al (1964), determinaron que en siembras tempranas ocurrió lo siguiente:

- a). Se prolongó el tiempo entre siembra e iniciación floral.
- b). Se prolongó el tiempo entre iniciación floral y floración media.
- c). Se redujo el tiempo de floración media a madurez fisiológica
- d). Aumentaron los días de la siembra a la madurez fisiológica

Clegg (1977) establece que con relación a la intercepción de luz visible, en el caso del sorgo, un 80% es interceptado por el 50% del área foliar y que de esta área foliar resulta el rendimiento económico.

Papper y Prine (1972), al estudiar la intensidad luminosa, - determinaron dos períodos críticos del sorgo donde la baja intensidad luminosa afecta los componentes de rendimiento. El primer período crítico comprende dos semanas antes de que alcance un 50% de antesis y el segundo período comprende el estado lechoso y masoso del grano, tres semanas posteriores al 50% de antesis. Durante el primer período crítico, se redujo el número de granos por panoja y en el segundo, el grano fue más ligero - con ningún o poco cambio en el número de granos por panoja.

### 2.3. Indices fisiológicos.

Mendoza y Ortíz (1972) indican que no solamente debe tomarse en cuenta el rendimiento por unidad de superficie como índice para seleccionar el material sobresaliente de los programas de mejoramiento, sino - que es necesario considerar el fenotipo de la planta, es decir, características tales como área foliar, altura de planta, desarrollo vegetativo, precocidad, relaciones de peso seco, respuesta a los distintos medios ambientales, etc. y criterios de eficiencia en los procesos fisiológicos de la planta para lograr la producción de grano.

Tanaka y Yamaguchi (1972) trabajando sobre patrones generales de crecimiento en maíz, dividen el crecimiento en 4 fases: 1) fase vegetativa inicial, donde ocurre la diferenciación de las hojas y la produc-

ción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse, ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos, o la elongación de los entrenudos, ó ambos. 2). Fase vegetativa activa, se desarrollan las hojas, el culmo y el primordio de los órganos reproductivos. Primeramente ocurre en incremento activo del peso de las hojas y posteriormente del culmo. Esta fase termina con la emisión de los estigmas. 3). Fase inicial de llenado del grano, se caracteriza porque el incremento de las hojas y culmo disminuye la 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 ( $AS_1$ ), que comprende desde la germinación hasta la iniciación floral, de desarrollo de la panícula ( $AS_2$ ) de iniciación floral a antesis, y llenado del grano ( $AS_3$ ) de antesis a madurez fisiológica. Este mismo autor y colaboradores (1975-1976) mencionaron que la etapa  $AS_1$  tolera tensiones ambientales apreciables sin reducir mucho el rendimiento; mientras que  $AS_2$  es el período más sensitivo y crítico en el que se determina el número de granos y que se correlaciona positivamente con rendimiento. También mencionan que la etapa de llenado del grano es un período crítico, pues ahí se determina el peso del grano.

Beratto (1974) citado por Wong (1979), en un estudio realizado en trigo sobre la influencia de la duración del ciclo vegetativo en algunos parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento de grano,

encontró que las variedades tardías tuvieron mayor producción de materia seca que las variedades intermedias y estas superaron en producción de materia seca a las precoces; sin embargo, las variedades intermedias -- fueron las que tuvieron los mejores rendimientos de grano, y presentaron mayor número de granos por espiguillas y por lo tanto mayor número de granos por  $m^2$ , ya que se mantuvo la densidad de siembra constante.

El mismo autor al estudiar el comportamiento de las características agronómicas, los índices fisiológicos y los patrones de crecimiento en 50 genotipos de sorgo, encontró que al correlacionar el rendimiento económico con las características agronómicas y los índices de eficiencia, la mayor relación con el rendimiento para los primeros fueron: días a floración, días a madurez fisiológica ahijamiento, número de granos por panoja, rendimiento biológico y área foliar. Con respecto a los índices de eficiencia calculados, todos mostraron correlación positiva,.

Jiménez y Mendoza (1981) establecen que el conocimiento del área foliar de un cultivo es de gran importancia en los trabajos de tipo fisiotécnico, porque permite estimar la magnitud del aparato fotosintético de la planta; en consecuencia se puede conocer el nivel de eficiencia de un genotipo para producir y distribuir productos de la fotosíntesis en las partes de la planta con interés económico. Los mismos investigadores citan que el primer autor que usó la fórmula largo x ancho x 0.75 para la estimación del área foliar en maíz fue Montgomery. De acuerdo con Stickler, Wearden y Pauli (1961) consignaron que la ecuación es válida también para sorgo.

Castillo (1977) cita a Fischer y Wilson (1971) quienes utilizando  $C_{14}$  como rastreador cuantificaron que los fotosintatos producidos desde la aparición de la tercera hoja hasta antesis, sólo contribuyeron en el 12% de la producción de grano. En otro estudio publicado el mismo año y que comprende todo el ciclo vegetativo, el cálculo de la contribución de las 4 hojas superiores al peso del grano fue de 82% en un experimento y de 87.6% en otro y la panoja lo hizo con 1% pues las hojas inferiores se avejentaron durante el llenado del grano y aunque la quinta, sexta y séptima hojas permanecieron verdes no contribuyeron.

#### 2.4. Unidades calor (U.C).

De acuerdo con Wang (1960) los primeros trabajos tendientes a interpretar los procesos vitales de los vegetales datan de la primera mitad del siglo XVIII y fueron concebidos por investigadores europeos, sobre la idea de que una planta alcanza un estado de crecimiento o desarrollo dado cuando ha recibido una cierta cantidad de calor, sin considerar la duración del período. Este razonamiento dió origen a la teoría de las unidades calóricas basada en la sumatoria de las temperaturas diarias del aire entre fases del crecimiento vegetal o durante la estación total de crecimiento, con el propósito de obtener un valor considerado constante para un cultivo, cualquiera que fuera el lugar o época de siembra. Esta aproximación al problema considera que las temperaturas del aire representan la energía disponible que las plantas habrán de utilizar para su ciclo evolutivo.

Inicialmente se pensó que la acumulación de calor en los vegetales comenzaba cuando la temperatura del aire superaba los  $0^{\circ}\text{C}$ , más tarde se estimó que el umbral térmico debería ser algo mayor que  $0^{\circ}\text{C}$  y variable de acuerdo con la especie. Esta idea dió origen al llamado método del índice residual. Las temperaturas efectivas acumuladas diariamente se obtenían sustrayendo el valor del umbral térmico a la temperatura media del aire. Nuttonson (1953), Holmes y Roberson (1959), Wang (1963).

Holmes y Robertson (1959) señalaron que tal como la base teórica del método supone, el crecimiento de muchos cultivos agrícolas puede ser estimado por medio de una relación lineal que abarque los rangos de temperaturas existentes en las regiones templadas. Además, si los cálculos son realizados a partir de mediciones obtenidas en abrigos meteorológicos convencionales, las diferencias entre esas temperaturas y las de los tejidos vegetales y el ambiente inmediato que circunda a la planta están correlacionados entre sí y no causan grandes errores.

La suma de temperaturas fueron usadas por muchos investigadores con modificaciones para adaptarse a diferentes especies cultivadas o para mejorarlas. Gilmore y Rogers (1958) hicieron notar que aún cuando las unidades de temperatura fueran iguales a cero en un determinado día, las plantas estarían activas durante algún lapso si la temperatura máxima supera el umbral térmico.

Sierra y Murphy (1977), en un estudio de la expresión de la temperatura y fotoperíodo sobre el desarrollo del sorgo, utilizaron un modelo lineal y otro curvilíneo, para la cuantificación de los requerimientos térmicos del cultivo durante el subperíodo nacimiento-panojamiento.

El modelo lineal fue el método U.S.W.B y el curvilíneo el modelo SIMUR,, obteniendo el menor coeficiente de variación con el método SIMUR 2.5/7.5

Pascale (1972) menciona que las sumas de temperaturas efectivas necesarias para desarrollar disminuyen a medida que se atrasa la fecha de siembra en los cultivos anuales estivales, pues los fotoperíodos más cortos que actúan sobre los tejidos verdes, inducen a las plantas para un desarrollo cada vez más acelerado.

Shaw y Thom (1951), trabajando en la fenología del maíz, determinaron que con el aumento de la temperatura del aire, si el suelo dispone de humedad suficiente, se acorta el intervalo que va de siembra a aparición de las plantas. Comprobaron que por cada grado Fahrenheit (0.55°C) de aumento experimentado por la temperatura media en los 60 días posteriores a la siembra, la duración del período hasta panojamiento se acortó en 3 días.

Aspiazú (1971) menciona que en nuestros días es de gran interés agrícola la predicción de fases fenológicas en los vegetales, pues de esta manera se define con más claridad la cantidad de unidades calor y el tiempo en días requeridos para que se cumpla cada etapa fenológica de una especie en particular. Asimismo, indica que mediante la medición de los componentes del ambiente que hacen variar el número de días para que las plantas alcancen una determinada fase de desarrollo, se puede hacer una clasificación más precisa de los materiales de una especie, no importando la época del año o región geográfica donde se establezcan, ya que la marcha de muchos procesos fisiológicos depende en gran medida de como son -

satisfechos sus requerimientos por el complejo particular de condiciones externas.

Suponiendo una variación lineal en la marcha de la temperatura del aire, desde la mínima hasta la máxima. Lindsey y Newman (1956) calcularon geométricamente una fórmula para computar las temperaturas residuales diarios cuando la temperatura base se encuentre comprendida entre las temperaturas extremas. Estos mismos investigadores indican que la variación lineal de la marcha térmica diaria es una suposición para simplificar el cómputo, porque en realidad, la onda térmica diaria tiene un carácter sinuoidal que podría introducir alguna diferencia en los resultados tal como fue señalado por Arnold en 1960.

Allen (1969) propuso el método de la curva seno modificada para calcular los grados diarios de calor acumulados, donde se considera que la fenología y desarrollo de muchos organismos es consecuencia de una escala de tiempo, la cual es dependiente de la temperatura.

La más general de las suposiciones determina que los rangos de desenvolvimiento es alguna función de la temperatura.

$$\frac{da}{dt} = F(T(t))$$

Cuando  $a$  es un período y  $T(t)$  es temperatura y tiempo, el monto acumulado en el desenvolvimiento de un tiempo cero a un tiempo  $r$  es:

$$\Delta a = \int_0^r \frac{f(T(t))}{f(T(t)=0)} dt$$

Esto es solamente la situación de como los organismos integran los efectos de la temperatura de acuerdo a alguna función  $f$  particular de estas especies, en la que el porcentaje de desenvolvimiento no puede ser negativo. Se asume que el término  $f(T(t))$  propuesto por Stinner et al (1974) tiene una curva sinoidal.

Si  $f$  tiene una función lineal, el porcentaje de desarrollo es proporcional a la temperatura, por encima del umbral; y la edad del organismo es proporcional al área acumulada bajo la temperatura contra el tiempo graficada arriba del umbral.

#### 2.5. Madurez fisiológica.

Wall y Williams (1975) mencionan que cuando las variedades difieren en el período de madurez es porque responden en forma distinta al fotoperíodo y a la temperatura. Esta diferencia entre ambos factores aparentemente es controlada por cuatro loci, con una serie alelica para cada uno.

Quinby (1967) menciona que se conocen los genes de maduración de numerosas variedades que dan como resultado una variación en el período de floración en Texas de 40 a 90 días. Se piensa que la diferencia en tiempo a floración, en variedades que son similares en su relación dominantes y recesivos en los cuatro loci, se debe a que difieren también para los alelos en los loci de maduración. Se cree que los alelos múltiples en cada locus son distintos en su respuesta a la temperatura y en provocar diferencias en el tiempo de la floración.

En maíz, sorgo y otros cultivos se toman los días desde la siembra a la floración (DF) como un indicador de la madurez relativa de los genotipos. Sin embargo, Eastin et al (1973) mencionan que el rendimiento es esencialmente una función de la duración del período de llenado del grano y la eficiencia metabólica durante este período, siempre y cuando la capacidad de la demanda no sea factor limitante; debido a esto, -- señalan que hay necesidad de determinar la madurez fisiológica para estimar el período de llenado del grano (PLLG) ó el factor tiempo como componente del rendimiento. Los mismos autores mencionan que en sorgo también puede determinarse la madurez fisiológica mediante la identificación de la capa negra en el área placentar, cercana al punto de unión del grano, ya que su presencia está asociada con el corte de la traslocación de -- asimilados al grano, lo cual demostraron utilizando  $C_{14}$ .

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización de la zona de estudio

##### 3.1.1. Clima

El clima del estado de Colima en su generalidad se clasifica como Awgi (Koppen modificado por García, 1973) con las siguientes características:

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

w = Lluvias de verano con período seco en invierno.

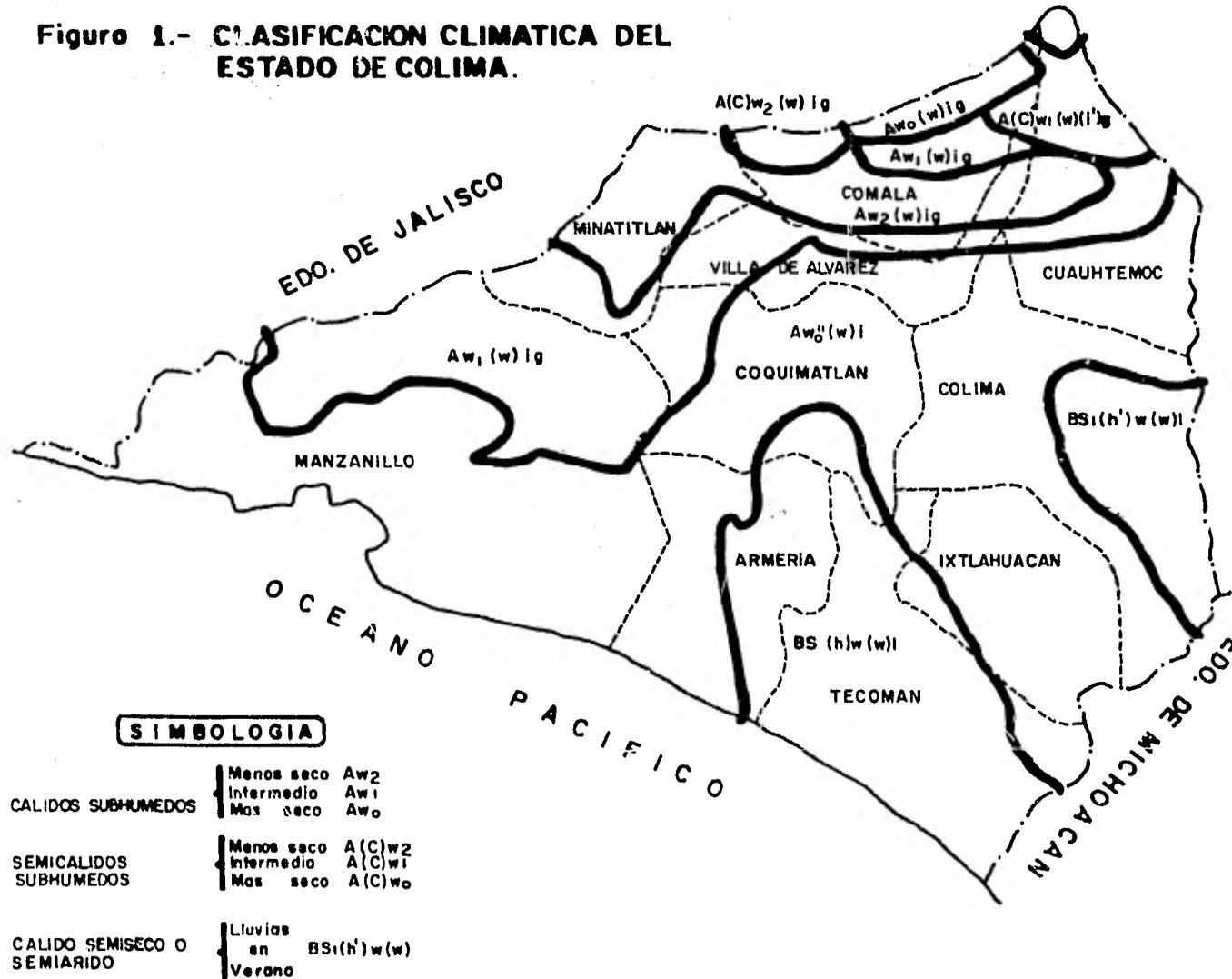
g = La temperatura anual tiene una variación de tipo ganges con la máxima temperatura antes del solsticio de verano.

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

Debido a la orografía del terreno como elemento que modifica los factores temperatura y precipitación, el clima del estado se subdivide en 3 zonas principales que son: Aw<sub>0</sub>(w)ig, (Zona Costa y parte del Centro); Aw<sub>1</sub>(w)ig, (Zona Centro y parte del Norte) y Aw<sub>2</sub>(w)ig, (Zona Norte). Figura 1.

La zona de estudio está enclavada en la Zona Costera que com-

**Figuro 1.- CLASIFICACION CLIMATICA DEL ESTADO DE COLIMA.**



prende los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán. De acuerdo con Koppen modificado por García (1973) el clima es  $Aw_0(w)ig$  (cálido subhúmedo, con lluvias de verano, precipitación invernal inferior al 5% del total anual, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor a  $5^{\circ}C$ , con el mes más caliente antes del solsticio de verano). Dentro de la misma zona y en la región costera y centro del municipio de Tecomán, existe una variante al clima anterior (Ver Figura 1) debido principalmente a la precipitación que tiene un promedio anual de 754.8 mm, este clima se clasifica como  $Bs_1(h')w(w)i$ ; cálido seco, con lluvias de verano y precipitación invernal menor al 5% del total anual, oscilación de las temperaturas medias mensuales menor a  $5^{\circ}C$ .

### 3.1.2. Ubicación del experimento

El experimento se estableció en el área Centro del municipio de Tecomán en el ciclo otoño-invierno 1981/82, en terrenos del Campo Agrícola Experimental Tecomán, ubicado en el Km 35 de la carretera Colima-Manzanillo. Las coordenadas geográficas son LN  $18^{\circ}55'$ , longitud  $103^{\circ}53'$ ; y una altura de 35 msnm, con las siguientes características climáticas: temperatura media anual  $26.5^{\circ}C$ , media de máxima  $35.5^{\circ}C$ , media de mínima  $17.1^{\circ}C$ .

### 3.1.3. Suelos

Los suelos del territorio estatal se encuentran agrupados en cinco regiones naturales (Ver Figura 2) que son: Región del Valle de Colima, Región de la Cuenca del Río Armería, Región del Salado, Región Occidental, Región de la depresión del Río Marabasco y Región de la Costa.

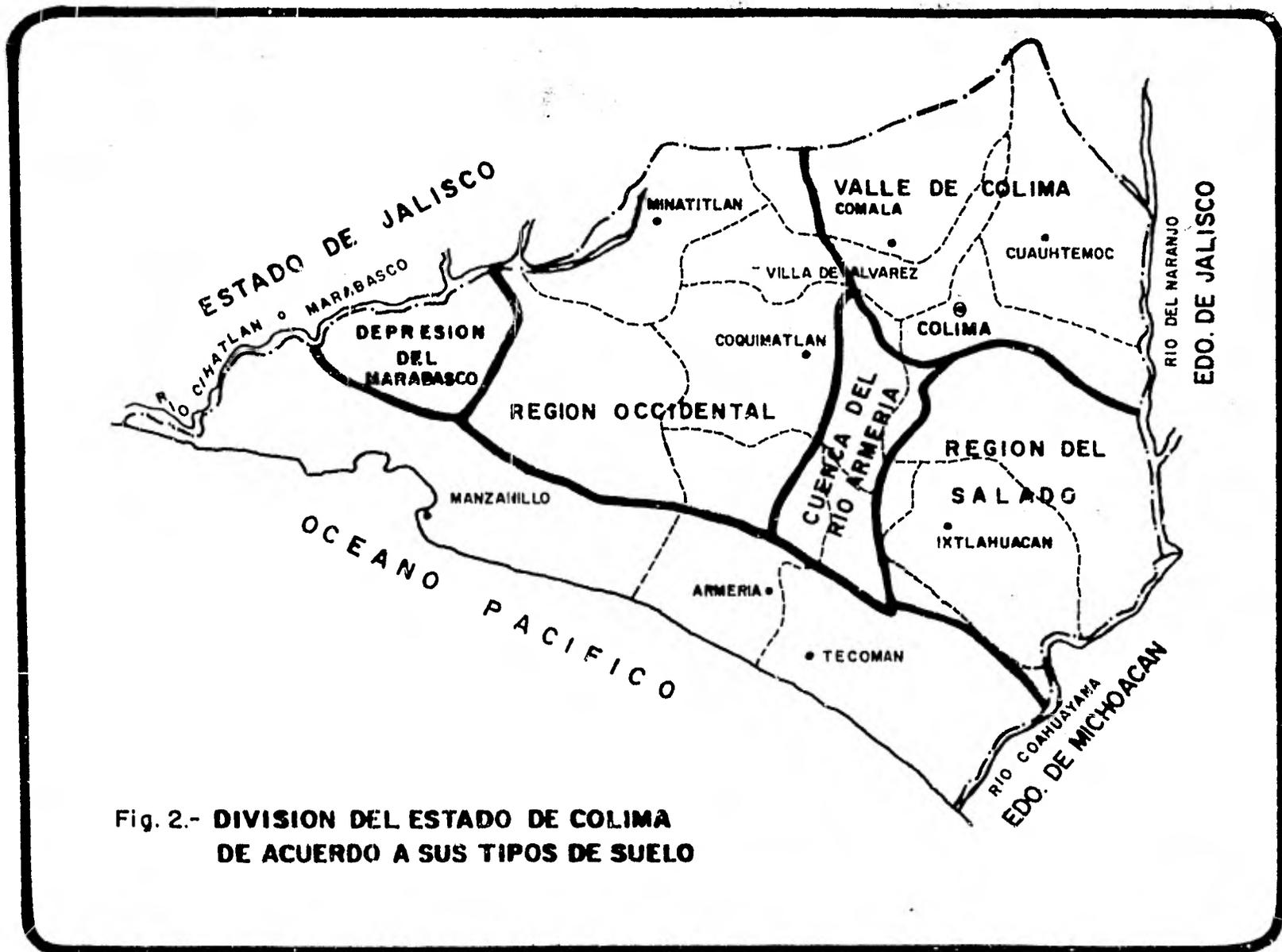


Fig. 2.- DIVISION DEL ESTADO DE COLIMA DE ACUERDO A SUS TIPOS DE SUELO

### Suelos de Región Costa.

Estos suelos son en su mayoría de origen aluvial, formados de diferente modo: por las crecientes de los Ríos Armería y Coahuayana, los formados por depósitos de material y arrastre de los cerros, los que se originaron en los depósitos de arena del Océano y los de formación mixta. Son suelos profundos con textura que varía de franco-arenosa en el Valle de Tecomán y Armería, hasta franco-arcillo-limosos al norte y oeste del municipio de Tecomán, norte de Armería y oeste de Manzanillo.

El pH varía de 7.5 hasta 8.5, no existiendo problemas de salinidad, sinó en pequeñas áreas bajas de topografía plana y con problemas de drenaje.

El contenido de nitrógeno es bajo y el de fósforo muy variable observándose por lo general altos contenidos de potasio y calcio.

#### 3.1.4. Hidrología.

Los recursos hidráulicos con que cuenta la entidad se aprovechan mediante tres cuencas hidrográficas constituidas por los Ríos Cihuatlán, Armería y Coahuayana (Ver figura 3).

Los de mayor importancia tanto por la superficie irrigada como por la aportación a los acuíferos subterráneos son:

Río Armería. En Colima sus afluentes principales son los Ríos de la Lumbre, San Palmar, Comala y Colima; su escurrimiento medio anual se estima en 1,057 millones de metros cúbicos. En esta cuenca se localiza el Distrito de Riego No. 53 que se abastece de la presa de alma-

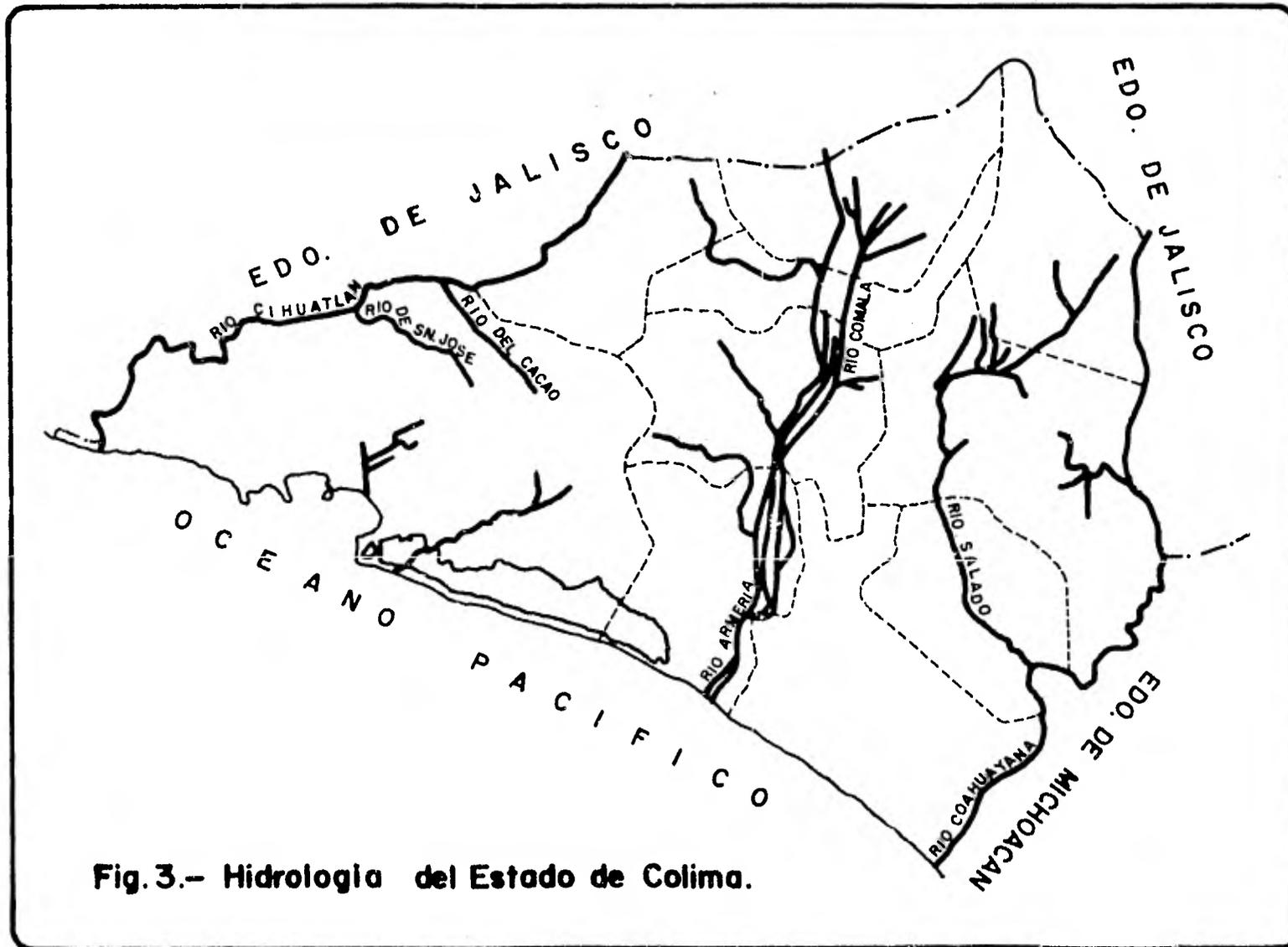


Fig. 3.- Hidrologia del Estado de Colima.

cenamiento Basilio Vadillo (Las Piedras); por medio de la derivadora Peñitas, irriga parte del Valle de Colima y Pueblo Juárez, en una superficie de 12,860 hectáreas, y la presa derivadora Gregorio Torres Quintero (Jala) que beneficia la planicie costera de Tecomán en 10,190 hectáreas.

Río Coahuayana (Naranjo o Tuxpan): Sirve de límite entre los estados de Colima, Jalisco y Michoacán; su escurrimiento medio anual se estima en 1,883 millones de metros cúbicos. En Colima tiene de afluentes el Río Salado, y el arroyo del Zarco. Las aguas del Río Coahuayana se aprovechan para irrigar una superficie amplia del Valle de Tecomán, que sumada a las áreas de riego del norte de la cuenca representan 8,925 hectáreas.

Actualmente y sobre el mismo Río Coahuayana se encuentra en proceso de construcción una presa derivadora denominada Callejones que beneficiará al Valle de Tecomán en una superficie de 10,338 hectáreas.

### 3.2. Material genético utilizado.

Los genotipos utilizados y el lugar de su procedencia se citan a continuación:

## Híbridos experimentales del Campo Agrícola Experimental Celaya.

Genealogía	Origen B-79-R	Genealogía	Origen B-79-R	Genealogía	Origen B-79-R
SHE-3163	5 A	SHE-3239	98 A	SHE-3330	189 A
SHE-3165	8 A	SHE-3240	99 A	SHE-3350	209 A
SHE-3173	23 A	SHE-3247	106 A	SHE-3351	210 A
SHE-3176	28 A	SHE-3248	107 A	SHE-3336	225 A
SHE-3187	42 A	SHE-3269	128 A	SHE-3368	227 A
SHE-3194	51 A	SHE-3254	113 A	SHE-3369	221 A
SHE-3213	72 A	SHE-3309	168 A	SHE-3370	229 A
SHE-3214	73 A	SHE-3314	173 A	SHE-3371	230 A
SHE-3436	295 A	SHE-3275	134 A	SHE-3372	231 A
SHE-3177	29 A	SHE-3334	193 A	SHE-3374	233 A
SHE-3230	89 A	SHE-3535	194 A	R20AxTX430	18 A
SHE-3224	83 A	SHE-3322	181 A	B22 x AXTX430	20 A
SHE-3235	94 A	SHE-3326	185 A		

## Híbridos comerciales del Campo Agrícola Experimental Celaya.

<u>Genealogía</u>	<u>Origen</u>
INIA-Purepecha	B-77R
INIA-Tecual	TEP-76AR-13x16

## Híbridos comerciales del Campo Agrícola Experimental Río Bravo

<u>Genealogía</u>	<u>Origen B-79-R</u>
INIA-RB-3030	4 A
INIA-RB-3006	25 A
INIA-RB-2020	PNS 80
INIA-RB-307	16 A
INIA-RB-457	22 A

## Híbridos comerciales de Compañías Privadas

<u>Genealogía</u>	<u>Origen</u>
ASGROW GRANADA	ASGROW-80
ASGROW DOUBLE TX	ASGROW-79
NK-280	NK-80
NK-285	NK-79

Todos los genotipos fueron proporcionados por la Coordinación Nacional de Sorgo del INIA.

### 3.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en latice simple duplicado 7 x 7 con las siguientes características: parcela experimental, 2 surcos de 5 m de longitud y 0,75 m entre surcos; parcela útil, 2 surcos de 3 m de longitud y 0,75 m entre surcos.

### 3.4. Manejo del cultivo

#### 3.4.1. Preparación del suelo

Se realizó un barbecho profundo con arado de sicos y poste - riormente se procedió a bordear el terreno para el riego de remojo, estas labores se realizaron con 15 y 8 días de anticipación a la siembra, respectivamente.

#### 3.4.2. Siembra

Se dieron dos pasos de rastra y posteriormente se surco, estas labores se efectuaron el mismo día de la siembra (5 de enero de 1982). La

siembra se realizó a chorrillo depositando la semilla en el fondo del surco y tapando con el pie.

#### 3.4.3. Plagas del suelo

Se aplicó Basudin polvo al 2% en dosis de 40 kg/ha, depositando en banda en el fondo del surco antes de tapar la semilla.

#### 3.4.4. Fertilización

Se empleo la fórmula 120-60-00, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo a chorrillo en el fondo del surco al momento de la siembra; el resto del nitrógeno se aplicó en la escarda.

#### 3.4.5 Control de Malezas

Al momento de la siembra se aplico el herbicida preemergente Gesaprim combi 2.5 kg/ha, cubriendo completamente el terreno. A los 28 días de establecido el cultivo se efectuó una escarda con aporque.

#### 3.4.6. Control de plangas

A los 37 días de desarrollo del cultivo se realizó una aplicación de insecticida contra el Gusano Cogollero, utilizando Lorsban 480 E 0.75 lts/ha. En la etapa de floración a los 65 y 68 días después de la siembra se hicieron aplicaciones contra la mosca midge con el mismo insecticida y dosis.

#### 3.4.7. Riegos

Se dió un riego de remojo 8 días antes de la siembra y posteriormente se realizaron 5 riegos de auxilio a los 8, 30, 50, 72 y 87 días

después de la siembra, respectivamente.

### 3.5. Toma de datos

#### 3.5.1. Características vegetativas

Se utilizó una muestra de 5 plantas por parcela en la repeticiones I y III midiéndose sobre ellas las siguientes características:

Altura de planta (ALPL). Se tomaron cinco lecturas a partir de los 14 días de nacida hasta la aparición de la hoja bandera, midiendo desde la base de la planta hasta la última hoja. Un último dato se tomó al momento de la cosecha desde la base de la planta hasta la punta de la panoja.

Excursión (EXC). Expresa en centímetros, tomándose del límite superior de la vaina en la hoja bandera, al inicio de la presencia de ramas secundarias y espiguillas en la panoja.

Días a floración (D.F). Se tomó contando el número de días transcurridos entre la fecha de siembra y la fecha en que aproximadamente un 50% de las plantas presentaban antesis en el tercio medio de la panoja.

Días a madurez fisiológica (DMF). Se hicieron muestreos continuos en la última etapa del período de llenado de grano para detectar la capa negra del grano en el tercio medio de la panoja, determinando así los días a madurez fisiológica.

Período de llenado de grano (PLLG). Se calculó por diferencia entre los días a madurez fisiológica y días a floración.

Número de hojas a floración (NHF). Se determinó contando las hojas funcionales promedio de cada genotipo al momento de la floración.

Area foliar en antesis (AFA). Al momento de la antesis, se calculó el área foliar por hoja usando la fórmula  $L \times A \times .75$  (Stikler - et al 1961) y sumando la de todas las hojas funcionales se obtuvo el área foliar total por planta que posteriormente se promedió.

### 3.5.2. Cosecha

La cosecha se inició cuando las parcelas presentaron aproximadamente un contenido de humedad del 12% en el grano. Se cosecharon 6 m lineales por parcela eliminando 1 m en las cabeceras.

Rendimiento (RTO). El rendimiento de grano por parcela útil se obtuvo al desgranar las panojas, procediendo inmediatamente a pesar ca da muestra y uniformizando su contenido de humedad al 12%.

### 3.5.3. Indice de eficiencia foliar

Eficiencia del área foliar (EAF). Con los datos obtenidos de rendimiento y área foliar en antesis se calculó la eficiencia del área foliar en promedio por  $m^2$  (Mendoza et al 1978) de la siguiente manera:

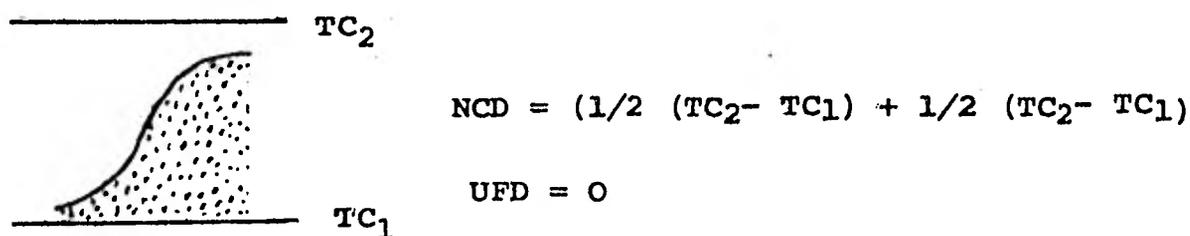
$$EAF = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Area foliar en antesis}}$$

### 3.5.4. Datos climáticos

Temperaturas. Se tomaron lecturas diarias de temperaturas máxima y mínimas en un termómetro tipo SIX, marca TAYLOR, efectuándose dichas lecturas a las 8:00 A.M.

### 3.5.5. Cálculo de unidades calor acumuladas

Se utilizó el método de la curva seno modificada para estimación de unidades calor acumuladas propuesto por el Dr. J.C. Allen (1976). El método supone que los ciclos de temperatura observadas es aproximada - mente una curvas seno. En el presente cálculo se utilizó el caso número - tres, el cual considera una temperatura crítica superior ( $TC_2$ ) por encima y una temperatura crítica inferior ( $TC_1$ ) por abajo de las temperaturas observadas respectivamente, la representación gráfica es la siguiente:



### 3.5.6. Secuencia de cálculo

La acumulación de unidades calor y frío en base a las temperaturas máximas y mínimas del día, y la mínima del día posterior con respecto a la temperatura crítica ( $TC_1$ ) = 10°C (Sierra y Murphy 1977) sería de - la siguiente manera:

1. Determinar el valor de la temperatura crítica  $TC_1 = 10^\circ C$ .
2. Determinar los valores de la temperatura máxima del día anterior ( $T_{m\acute{a}x_1}$ ) y la máxima y mínima del presente día ( $T_{m\acute{a}x_2}$  y  $T_{m\acute{i}n}$ ), respectivamente.
3. Calcular el valor de Y de acuerdo a la siguiente fórmula:  

$$Y = T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n} - 2(TC_1).$$
4. Si  $T_{m\acute{i}n}$  es mayor a la ( $TC_1$ ) entonces:  $UC = 0.25 Y$ .

Se repite este proceso para los dos valores de  $T_{\text{máx}}$  (del día anterior y del presente día, con la  $T_{\text{mín}}$  del presente día) pues estamos calculando las UC para medios días, por lo que al final es necesario sumar y obtener las UC del día.

Es conveniente aclarar que en este caso no habrá acumulación de frío, puesto que las temperaturas mínimas son mayores que  $TC_1$ .

### 3.5.7. Variables y UC calculadas estimadas

Unidades calor a floración (UCF). Con los datos diarios de temperatura máxima y mínima se estimaron las UC acumuladas a floración con el método de Allen (1976), caso tres descrito anteriormente.

Unidades calor a madurez fisiológica (UCMF). Se procedió de la misma manera que en el caso anterior, estimando las UC acumuladas hasta la aparición de la capa negra en la parte media de la panoja.

Unidades calor del período de llenado de grano (UCPLLG). Se obtuvo por diferencia entre las UCMF y las UCF.

Tasa o ritmo de crecimiento (TCTO). Se calculó por medio de una regresión lineal entre las UC acumuladas a cada fecha de toma de datos de altura y el valor de estas.

### 3.5.8. Análisis estadístico

Se practicó un análisis de varianza para rendimiento de grano con el propósito de conocer la significancia estadística de las diferencias encontradas entre los tratamientos estudiados, al 5 y 1% de probabili

dad de error. Para la comparación de los rendimientos medios entre tratamientos se uso la prueba de Duncan a' 5% de probabilidad de error.

#### 3.5.9. Análisis de correlación

Se realizó un análisis de correlación entre las variables estudiadas y el rendimiento, con el fin de ver el grado de asociación que guardan entre sí, mediante las fórmulas que mencionan Little y Jakson (1981).

#### 3.5.10. Análisis de regresión

Se hizo un análisis de regresión entre los diferentes valores de alturas y las unidades calor requeridas a cada una de estas etapas, esto con el fin de obtener el coeficiente b (ritmo de crecimiento) que posteriormente se correlacionó con las demás variables. Por otra parte, se utilizó en la elaboración de curvas logísticas de predicción de alturas, tomando unidades calor como variable independiente y la altura como dependiente.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Análisis de varianza.

Al realizar el análisis de varianza para la variable rendimiento de grano, como se puede observar en el Cuadro 1, se obtuvieron diferencias altamente significativas entre bloques y bloques incompletos, esto se puede atribuir a que no existió homogeneidad entre ellos, debido a que el suelo donde se realizó el experimento presenta un ligero desnivel de norte a sur, mismo que afectó la distribución del agua de riego, además del natural gradiente de fertilidad; sin embargo, la diferencia altamente significativa en ambos casos, indica que los efectos se controlaron en forma eficiente con el diseño utilizado.

Para variedades también se encontraron diferencias altamente significativas como resultado de la diferente expresión genética de los híbridos.

El coeficiente de variación obtenido se puede considerar normal debido al elevado número de genotipos evaluados y a las diferencias en fertilidad y humedad del suelo ya mencionadas.

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA, COEFICIENTE DE VARIACION Y DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA EL RENDIMIENTO DE SORGO EN GRANO. TECOMAN, COL. CICLO OTOÑO-INVIerno 1981/82.

Causas de la variación.	G.L	SC	CM	F	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>
BLOQUES	3	12.3659	4.1219	16.99**	3.92	6.85
COMPONENTE A	12	21.5860				
COMPONENTE B	12	11.0198				
BLOQ. INCOMP.	24	32.6053	1.3586	5.358**	1.61	1.95
VARIEDADES	48	44.3878	0.9247	3.8116**	1.50	1.76
ERROR	120	29.1171	0.2426			
TOTAL :	195	118.4761				

\*\* Significativo al 1% de probabilidad  
 CV = 16.51%  
 DMS = 907.0 kg

#### 4.2. Prueba de significancia para la variable rendimiento.

Para la comparación de los rendimientos medios entre tratamientos se usó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 2, se muestra el grupo sobresaliente cuyos rendimientos promedios superan en un 13.26% y 17.44% a los híbridos ASGROW DOBLE TX y ASGROW GRANADA, respectivamente, que son los testigos regionales. En el mismo Cuadro 2 se puede apreciar que el grupo sobresaliente - al 5% de probabilidad está integrado por cinco genotipos, de ellos, cuatro son híbridos experimentales (SHE-3269, SHE-3334, SHE-3247 y SHE-3351) y un híbrido comercial (INIA-RB-3030), con rendimientos que varían de 8,858 a 8,020 kg/ha. En cambio en el Cuadro 3, se observa que los rendimientos para un grupo de cinco genotipos con las mínimas categorías estadísticas varían de 5,310 a 4,295 kg/ha, siendo en promedio un 43% inferiores al grupo sobresaliente; este grupo está integrado por los genotipos: --- SHE-3187; los testigos de INIA, TECUAL y RB-2020; y de Compañías privadas NK-285 y NK-280.

Por otra parte en el Cuadro A-1 del apéndice, se aprecia como los testigos INIA-RB-3006 e INIA PUREPECHA fueron superados en un 13.26 y 33.86%, respectivamente en relación a los rendimientos promedios del grupo sobresaliente, siendo el primero de ellos un híbrido recomendado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas para la zona de estudio.

CUADRO 2. RENDIMIENTO Y CATEGORIA ESTADISTICA PARA UN GRUPO DE CINCO GENOTIPOS CON MAXIMOS RENDIMIENTOS. TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIerno 1981/82.

Genotipo	Origen	Rendimiento ( kg/ha )	Categoría
SHE-3269	128 A	8,858	a
SHE-3334	193 A	8,461	a b
SHE-3247	106 A	8,412	a b
SHE-3351	210 A	8,265	a b
RB- 3030	4 A	8,020	a b

CUADRO 3. RENDIMIENTO Y CATEGORIA ESTADISTICA PARA UN GRUPO DE CINCO GENOTIPOS CON MINIMOS RENDIMIENTOS. TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIerno 1981/82.

Genotipo	Origen	Rendimiento ( kg/ha )	Categoría
INIA-TECUAL	TEP-76AR-13x16	5,310	i j
INIA-RB-2020	PNS-80	5,130	i j k
NK-285	NK-79	4,921	j k
INIA-SHE-3187	42-A	4,610	k
NK-280	NK-80	4,295	k

#### 4.3. Análisis de varianza para las características agronómicas.

En el Cuadro 4 se encuentran los resultados del análisis de varianza practicado a las características agronómicas estudiadas. Como puede apreciarse, las variables UCF y TCTO resultaron significativas, en tanto que UCPLLG y EAF fueron altamente significativas. En el caso de UCF y UCPLLG, las diferencias son debidas a la variación que manifestaron los genotipos en relación a sus requerimientos de calor para la floración y de ésta a la madurez fisiológica. Para la TCTO las diferencias están dadas por la variación que en velocidad de crecimiento tienen los genotipos a través del tiempo. En cuanto a la eficiencia del área foliar, la significancia encontrada se debe a la diferente potencialidad de rendimiento de los genotipos en relación a su área foliar.

Respecto a la ALPL, NHF, AFA y UCMF, no se encontraron diferencias significativas, o sea que los híbridos en estudio se comportaron en forma similar para cada una de ellas.

En los Cuadros 5 y 6 se encuentran tabuladas las categorías estadísticas de los híbridos sobresalientes y de mínimos rendimientos, para cada una de las variables en las que se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los híbridos de máximo rendimiento requirieron de un mayor número de UCF (tardíos) y menores para UCPLLG. La tasa de crecimiento tiende a ser superior en este grupo, esto aunado a que son tardíos trae como consecuencia una mayor acumulación de fotosintátos que al ser traslocados al grano dan una EAF elevada, que posteriormente se traduce en rendimiento.

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS Y NIVEL DE SIGNIFICANCIA PARA LAS QUE PRESENTAN DIFERENCIAS ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS.  
TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

Variable	G.L.	CME	Significancia	LS
ALPL	48	3.607	NS	
NHF	48	79.740	NS	
AFA	48	0.0353	NS	
UCF	46	0.4891	*	114.26
UCMF	46	0.0271	NS	
UCPLLG	46	0.1793	**	169.10
EAF	46	0.5730	**	1.2368
TCTO	46	0.0529	*	0.3757

NS = No significativo.

\* = Significancia al 5% de probabilidad.

\*\* = Significancia al 1% de probabilidad.

CUADRO 5. HIBRIDOS SOBRESALIENTES EN RENDIMIENTO Y CATEGORIZACION DE LAS VARIABLES CON SIGNIFICANCIA ESTADISTICA.  
TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

Híbrido	UCF	UCPLLG	EAF	TCTO
SHE-3269	a	i	a	b c
SHE-3334	n	f	a	a b
SHE-3247	a	g	a	c
SHE-3351	a	g	a b	c
RB- 3030	a	i	a	a b

CUADRO 6. HIBRIDOS DE MINIMOS RENDIMIENTOS Y CATEGORIA ESTADISTICA PARA LAS VARIABLES QUE PRESENTARON SIGNIFICANCIA ESTADISTICA. TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

Híbrido	UCF	UCPLLG	EAF	TCTO
TEQUAL	b	h	c d	c
RB-2020	b	h	c d	c
NK-285	b	c	c d	c
SHE-3187	b	b	e	b c
NK-280	b	e	d	b c

4.4. Características agronómicas en los genotipos sobresalientes y no sobresalientes en rendimiento.

Las diferencias fundamentales para las variables en estudio - en genotipos sobresalientes y de mínima categoría estadística fueron en - relación a EAF, UCF, UCPLLG, ya que ALPL, NHF y UCMF (Cuadros 7 y 8), -- fueron prácticamente iguales; esto corrobora los resultados del análisis de varianza para las características agronómicas (Cuadro 4). El grupo - sobresaliente presenta una EAF promedio de  $7.5 \text{ kg/m}^2$  y para el grupo de mínimos rendimientos la misma es de  $4.5 \text{ kg/m}^2$  (Cuadros 7 y 8), esto reafirma el alto coeficiente encontrado en el análisis de correlación para esta variable respecto al rendimiento (Cuadro 13).

Lo anterior indica que el potencial de rendimiento de un - - híbrido, radica fundamentalmente en su capacidad de elaboración y distribución de fotosintatos (EAF) a las partes de la planta con interés econó-

mico, en este caso el grano en formación, sin que importe demasiado la ALPL, NHF y AFA de dichos genotipos.

Para las UCF se observa que los híbridos del grupo sobresaliente tienden a ser tardíos para alcanzar la floración, con un promedio de 857.2 UC; en comparación con los genotipos no sobresalientes que tienden a ser precoces, con un promedio de 770.6 UC (Cuadros 7 y 8); lo anterior coincide con lo indicado por diversos autores, entre ellos Dalton (1967) y Castillo (1977), quienes reportan que el rendimiento correlaciona positivamente con días a floración, es decir, que los genotipos tardíos a esta fase son los de mayores rendimientos y viceversa.

En el caso de las UCPLLG, se tiene que los genotipos sobresalientes presentan valores promedio más reducidos (496.2 UC) para esta variable, en comparación con los genotipos de mínimas categorías que requirieron de 573 UC en promedio (Cuadros 7 y 8).

Resultados similares fueron reportados por Wong (1979), quién establece que en sorgo se observan períodos de llenado más largos en genotipos precoces, tanto en riego como en sequía, y que esto se debe posiblemente a que los genotipos tardíos acumulan mayor cantidad de fotosintátos que al ser translocados al grano hacen que éste alcance más rápido su tamaño final. Pero difiere de lo indicado por Eastin (1972) quién no encontró esta asociación y menciona que existe una correlación positiva entre período de llenado de grano (días) y rendimiento.

CUADRO 7. RENDIMIENTO, CATEGORIA ESTADISTICA Y VALORES DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA LOS CINCO GENOTIPOS ESTADISTICAMENTE SUPERIORES. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981/82. TECOMAN, COL.

Trat	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL cm	NHF	A.F.A. cm <sup>2</sup> /PTt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	UCF	U.C.M.F	UCPLLG	Exc. cm	Tipo pan.	Color grano	Categoria estadíst.
24	SHE-3269	8,858	128.3	6.2	1156.3	7.6	911.9	1368.0	456.1	22.3	SC	B	a
29	SHE-3334	8,461	132.1	6.4	1109.8	7.6	745.7	1309.0	563.3	28.6	SC	B	a b
22	SHE-3247	8,412	141.8	6.2	1092.8	7.7	805.0	1309.0	504.0	23.4	SC	R	a b
35	SHE-3351	8,265	132.0	5.7	1150.0	7.1	911.9	1413.3	501.4	21.6	SC	B	a b
1	RB- 3030	8,020	125.6	6.3	1053.0	7.6	911.9	1368.0	456.1	25.1	C	N	a b

$\Sigma$ =	42,016	659.8	30.8	5561.9	37.6	4286.0	6767.0	2481.0
$\bar{X}$ =	8,403	131.9	6.1	1112.3	7.5	857.2	1353.4	496.2

CUADRO 8. RENDIMIENTO, CATEGORIA ESTADISTICA Y VALORES DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA LOS CINCO GENOTIPOS DE MENOR CATEGORIA ESTADISTICA, TECOMAN, COL. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

Trat.	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL CM	N.H.F	A.F.A cm <sup>2</sup> /plt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	U.C.F	U.M.M.F	UCPLLG	Exc, cm	Tipo pan.	Color grano	Categoría estadist.
47	TEQUAL	5,310	125.5	6.1	1035.3	5.1	776.9	1263.9	487.0	27.2	C	R	i j
48	RB-2020	5,130	129.0	6.2	1079.1	4.7	776.9	1263.9	487.0	23.5	SC	R	i j k
49	NK-285	4,921	132.5	5.7	960.1	5.1	776.9	1413.3	636.4	21.8	SC	R	j k
11	SHE-3187	4,610	123.8	6.2	1370.9	3.3	745.7	1413.3	667.6	23.5	SC	C	k
43	NK-280	4,295	123.4	5.9	937.4	4.5	776.9	1368.0	591.1	28.9	SC	R	k

$\Sigma =$	24,266	634.2	30.1	5382.5	22.5	3853.0	6722.0	2869.0
$\bar{X} =$	4,853	126.8	6.0	1076.5	4.5	770.6	1344.4	573.8

#### 4.5. Rendimiento en relación con las características agronómicas estudiadas en genotipos contrastantes.

En el Cuadro 9, se analizan los híbridos que presentaron - - mayor variabilidad en los valores de las características estudiadas; así por ejemplo, se tienen genotipos como el SHE-3330 y SHE-3350 que manifestaron los valores promedio de área foliar en antesis más elevados (1353  $\text{cm}^2/\text{planta}$ ), con valores de eficiencia del área foliar reducidos (5.5  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), por otra parte, son de floración tardía (911.9 UC) y con período de llenado de grano corto (456.1 UC). Aún cuando el rendimiento promedio de estos genotipos (7,388  $\text{kg}/\text{ha}$ ) es prácticamente igual al de los genotipos SHE-3248, SHE-3371 e INIA-RB-3006 (7,432  $\text{kg}/\text{ha}$ ), a los primeros se les puede considerar en desventaja, debido principalmente a que los últimos - con un AFA de 967  $\text{cm}^2/\text{planta}$  en promedio (29% inferior), tienen una EAF - 28% superior. Esto confirma lo indicado por diversos investigadores, en el sentido de que no se debe tomar el rendimiento económico como parámetro único en la selección de materiales sobresalientes, sino que deben - tenerse en cuenta criterios de eficiencia fisiológica. Lo anterior se - aprecia más claramente en el caso del SHE-3248, que tiene juntamente con el INIA-PUREPECHA la mayor precocidad a floración (644 unidades calor) y la menor a madurez fisiológica con 1263.9 UC, (Cuadro A-1 del apéndice) Sin embargo, el SHE-3248 presentó la más elevada EAF de la totalidad de - genotipos evaluados (7.8  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) con una AFA reducida (973  $\text{cm}^2/\text{planta}$ ).

Esto puede ser de gran utilidad en la selección de genotipos con alta EAF, reducida AFA y ciclo vegetativo corto, ya que permite en un momento dado, incrementar la densidad de plantas por hectárea, que junto con una adecuada dosis de fertilización aumenten el rendimiento.

CUADRO 9. RENDIMIENTO, CATEGORIA ESTADISTICA Y VALORES PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN CINCO HIBRIDOS CONTRASTANTES. TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIerno 1981/82.

Trat.	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL cm	NHF	A.F.A cm <sup>2</sup> /plt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	U.C.F	U.C.M.F	UCPLLG	Exc. cm	Tipo pan.	Color grano	Categoría estadíst.
33	SHE-3330	7,568	137.0	6.7	1361.7	5.5	911.9	1368.0	456.1	25.9	C	B	b c d
34	SHE-3350	7,208	116.1	5.9	1356.0	5.5	911.9	1368.0	456.1	15.6	SC	B	c d e
		$\Sigma =$	14,776	253.1	12.6	2706.0	11.0	1823.8	2736.0	312.2			
		$\bar{X} =$	7,388	126.5	6.3	1353.0	5.5	911.9	1368.0	456.1			
23	SHE-3248	7,650	128.4	6.2	973.0	7.8	699.4	1263.9	564.5	16.5	SC	R	b c d
40	SHE-3371	7,359	132.5	5.9	962.3	7.6	911.9	1413.3	501.4	19.3	SC	B	c d e
9	RB-- 3006	7,288	138.9	6.1	966.3	7.5	776.9	1413.3	636.4	19.1	SC	R	c d e
		$\Sigma =$	22,296	399.8	18.2	2901.0	22.9	2388.0	4090.5	1702.3			
		$\bar{X} =$	7,432	133.2	6.0	967.0	7.6	796.0	1363.5	567.4			

4.6. Unidades calor acumuladas a floración y tasa de crecimiento (b) para los genotipos estudiados.

En el Cuadro 10 se encuentran clasificados los híbridos de acuerdo con la UC que requirieron para alcanzar la etapa de floración, así como los valores de tasa de crecimiento (b) para cada uno de ellos. Como se puede apreciar, el grupo que corresponde a los genotipos tardíos, está integrado por 20 materiales, todos ellos con 911.9 UC a floración entre estos son sobresalientes por su rendimiento el SHE-3269, SHE-3351 y RB-3030.

El grupo de genotipos intermedios incluyen 21 materiales mismos que requirieron entre 776.9 y 819.0 UC a floración, en ellos el SHE-3247 pertenece a la primera categoría estadística y el RB-3006 que en el Cuadro A-1 del apéndice ocupa el décimo cuarto lugar en rendimiento.

El grupo de materiales precoces está integrado por 8 genotipos que requirieron de 699.4 a 745.7 UC a floración, entre ellos destaca el SHE-3334 que ocupa las primeras categorías de rendimiento.

En cuanto a la tasa de crecimiento (b) para los genotipos tardíos varió de 1.24 a 2.08; para los intermedios de 1.33 a 1.95 y para los precoces de 1.56 a 2.02 expresados en cm/día respectivamente. El promedio para tardíos y precoces fue prácticamente igual 1.622 y 1.625, respectivamente y para los genotipos precoces dicho promedio fue de 1.760. Lo anterior indica que el incremento en altura de planta entre genotipos tardíos e intermedios es prácticamente igual, siendo ligeramente superior en genotipos precoces.

CUADRO 10. CLASIFICACION DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS DE ACUERDO CON LAS UC REQUERIDAS PARA FLORACION Y VALORES DE LA TASA - DE CRECIMIENTO (b). TECOMAN, COL. CICLO O-I 1981/82..

TARDIOS			INTERMEDIOS			PRECOCES		
Genotipo	UCF	b	Genotipo	UCF	b	Genotipo	UCF	b
SHE-3269	911.9 a	1.64	SHE-3368	819.0 a	1.44	SHE-3334	745.7 b	1.75
SHE-3351	911.9 a	1.38	SHE-3247	805.0 a	1.40	SHE-3194	745.7 b	1.83
RB- 3030	911.9 a	1.76	SHE-3370	805.0 a	1.62	SHE-3213	745.7 b	1.81
SHE-3309	911.9 a	2.08	SHE-3369	805.0 a	1.75	SHE-3436	745.7 b	1.60
SHE-3314	911.9 a	1.73	SHE-3275	776.9 b	1.44	SHE-3187	745.7 b	1.69
SHE-3330	911.9 a	1.41	SHE-3254	776.9 b	1.57	SHE-3248	699.4 bc	1.82
SHE-3336	911.9 a	1.56	RB- 3006	776.9 b	1.89	SHE-3173	699.4 bc	1.56
SHE-3371	911.9 a	1.67	SHE-3163	776.9 b	1.67	PUREPECHA	699.4 bc	2.02
SHE-3350	911.9 a	1.37	B22xAXTX430	776.9 b	1.56			
RB--307	911.9 a	1.47	SHE-3240	776.9 b	1.79			
RB- 457	911.9 a	1.58	B20xAXTX430	776.9 b	1.74			
SHE-3326	911.9 a	1.63	SHE-3239	776.9 b	1.76			
A. DOBLE TX	911.9 a	1.78	SHE-3230	776.9 b	1.75			
SHE-3372	911.9 a	1.64	A. GRANADA.	776.9 b	1.72			
SHE-3374	911.9 a	1.98	SHE-3214	776.9 b	1.95			
SHE-3165	911.9 a	1.54	SHE-3224	776.9 b	1.33			
SHE-3535	911.9 a	1.24	TECUAL.	776.9 b	1.48			
SHE-3177	911.9 a	1.63	RB- 2020	776.9 b	1.55			
SHE-3322	911.9 a	1.56	NK - 285	776.9 b	1.45			
SHE-3176	911.9 a	1.79	NK - 280	776.9 b	1.63			
			SHE-3235	776.9	1.64			

#### 4.7. Tasa de crecimiento y su relación con las características - estudiadas.

Al correlacionar la tasa de crecimiento ( $b$ ) con las demás variables (Cuadro 11), se encontró significancia al 5% de probabilidad con la variable ALPL, es decir, que los genotipos con mayor tasa de crecimiento ( $b$ ) tienen incrementos de altura de planta más elevados por día transcurrido hasta la floración. Para el resto de variables no se encontró significancia estadística, solo una cuarta tendencia positiva con NHF y negativa con UCF. Lo primero sugiere que los genotipos con elevadas ( $b$ ) presentan mayor NHF; y en cuanto a las UCF se deduce que genotipos con ( $b$ ) altas tienen floración precoz.

En el Cuadro 12 se encuentran tabulados los valores de  $b$  y otras características agronómicas de los sorgos con máxima y mínima categoría estadística. Como puede observarse, los valores de  $b$  son prácticamente iguales en los dos grupos; así como también la ALPL y AFA. Las diferencias fundamentales radican en las UCF y EAF que corrobora lo analizado en los Cuadros 7, 8 y 9, en el sentido de que los genotipos con más elevadas UCF y mayor EAF tienen rendimientos superiores a los de floración precoz a excepción del SHE-3334 y SHE-3248.

Por todo lo anterior, se puede decir que la tasa o ritmo de crecimiento no influye sobre el rendimiento final de los genotipos, y que un efecto que se aprecia con mayor claridad es la tendencia a floración precoz en genotipos con elevada tasa de crecimiento.

Por último, en las Figuras 1-A, 2-A, 3-A, 4-A y 5-A del apéndice se presentan las curvas logísticas de alturas estimadas para una --

cierta cantidad de calor acumulado, calculadas a partir de la ecuación:

$$\hat{Y} = \frac{K}{1 + e^{a + bx}}$$

para los genotipos sobresalientes: SHE-3269, SHE-3334, SHE-3247,  
SHE-3351 e INIA-RB-3030.

CUADRO 11. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LA TASA DE CRECIMIENTO (b) Y LAS VARIABLES EN ESTUDIO.  
TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

	VARIABLES							
	ALP	NHF	AFA	UCF	EAF	UCMF	UCPLLG	RTO
b	.3531*	.1527	.0496	-.1945	.0228	.0845	.1426	.0550

\*Significancia al 5% de probabilidad.

CUADRO 12. VALORES DE  $b$  Y OTRAS CARACTERISTICAS EN GENOTIPOS SOBRESALIENTES Y DE MINIMA CATEGORIA ESTADISTICA. TECOMAN, COL. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

Trat.	Genotipo	$b$	ALPL ( cm )	AFA cm <sup>2</sup> /p	EAF kg/m <sup>2</sup>	UCF	Rend, kg/ha	Categ. estadis tica.
24	SHE-3269	1.64	134.5	1156.3	7.6	911.9	8,858	a
29	SHE-3334	1.75	135.9	1109.8	7.6	795.7	8,461	ab
22	SHE-3247	1.40	141.8	1092.8	7.7	805.0	8,412	ab
35	SHE-3351	1.38	132.0	1150.0	7.1	911.9	8,265	ab
1	RB-3030	1.55	125.6	1053.0	7.6	911.9	8,020	ab
$\Sigma =$		7.72	669.8	5561.9	37.6	4286.4		
$\bar{X} =$		1.54	133.9	1112.3	7.5	857.2		
47	TECUAL	1.48	125.5	1035.3	5.1	776.9	5,310	ij
48	RB-2020	1.55	129.0	1079.1	4.7	776.9	5,130	ijk
49	NK-285	1.45	132.5	960.1	5.1	776.9	4,921	jk
11	SHE-3187	1.69	123.8	1370.9	3.3	745.7	4,610	k
43	NK-280	1.63	123.4	937.4	4.5	776.9	4,295	k
$\Sigma =$		7.8	634.2	5382.8	22.7	3853.3		
$\bar{X} =$		1.56	126.8	1076.5	4.5	770.6		

#### 4.8. Análisis de las correlaciones encontradas entre las variables en estudio.

Rendimiento.

Al correlacionar el rendimiento con las características en estudio (Cuadro 13), se tiene que el mayor coeficiente positivo y altamente significativo corresponde a la variable EAF, indicando que el rendimiento de los genotipos se incrementa a medida que lo hace su eficiencia fotosintética. Por el contrario, el coeficiente obtenido con la variable AFA no fue significativo, pues como se aprecia en el Cuadro A-1 del apéndice, los genotipos SHE-3309, SHE-3330, SHE-3350 y SHE-3187, tienen los valores más altos para esta variable y en cuanto a rendimiento están ubicados en la 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y última categoría estadística.

De la misma manera, dentro del Cuadro 13 se puede apreciar que las variables ALPL y NHF, no tienen significancia estadística al correlacionarlas con el rendimiento, por lo que puede decirse que no están ligadas con éste.

Con la variable UCPLLG se tiene un coeficiente negativo y altamente significativo, esto indica que a medida que se incrementan las UC para dicho período, se reducen los rendimientos. Lo anterior se observa en el Cuadro A-1 del apéndice, donde los genotipos precoces que de manera general presentan rendimientos reducidos, tienen valores bajos para UCF y elevados para UCPLLG.

En lo que respecta a UCF, se obtuvo un coeficiente positivo y altamente significativo en relación con el rendimiento, indicando que los

genotipos con mayores UCF (tardíos) son de rendimientos elevados, lo anterior coincide con lo señalado por diversos autores, entre ellos Castillo (1977), en el sentido de que un mayor número de días a floración está asociado con rendimientos superiores.

Para UCMF no se encontró significancia estadística, puesto que no se tiene una tendencia definida para dicha variable.

#### Eficiencia del área foliar.

La variable EAF presentó un índice negativo y altamente significativo al correlacionarse con AFA, de ello puede deducirse que la eficiencia no depende del valor del área foliar en los genotipos, sino de su capacidad genética para producir fotosintatos translocables al grano en formación, ya que existen genotipos de elevada AFA con baja eficiencia fotosintética y viceversa. Para las demás variables en estudio no se encontró significancia en su correlación con la EAF, excepto una cierta tendencia con UCPLLG (Cuadro 13).

#### Area foliar en antesis.

No se encontró significancia estadística con ninguna de las variables y solo manifestó tendencia a incrementarse con el NHF, esto quizá puede deberse a que el área foliar depende en mayor grado del largo y ancho de la hoja y no del número de éstas.

#### Número de hojas en floración.

Para esta variable solo se encontró significancia positiva en

en su relación con UCMF, es decir, que los genotipos con madurez más tardía presentan mayor número de hojas a floración.

#### Altura de planta.

La altura de planta manifiesta tendencia de incremento al correlacionarse con UCMF, no llegando a ser significativa. Las variables UCPLLG y UCF no muestran significancia ni tendencia de incremento, lo que indica que no están asociadas con la altura de planta a floración.

#### Unidades calor del período de llenado de grano.

Esta variable presenta índice positivo y significativo al correlacionarla con UCMF, por lo que puede decirse que la primer variable se incrementa a medida que lo hace la segunda. Por otra parte, con la UCF se obtuvo un índice negativo y altamente significativo, esto es, que las UCPLLG se reducen cuando las UCF aumentan.

#### Unidades calor a madurez fisiológica.

Para esta última variable se encontró un incremento a medida que lo hicieron las UCF, así lo manifiesta el coeficiente de correlación positivo y altamente significativo obtenido.

De acuerdo con el análisis de resultados anterior puede decirse que se cumplieron los objetivos planteados. En primer lugar fueron detectados híbridos nacionales con elevado potencial de rendimiento y buena adaptabilidad, que superan ampliamente a los de compañías privadas usados actualmente por los agricultores; por ello es aceptada la primer-

hipótesis planteada.

En segundo lugar, fue posible determinar la potencialidad de rendimiento de los genotipos por medio de la eficiencia de su área foliar, ya que, como fue analizado, existen híbridos con valores de área foliar bajos y elevada eficiencia que tienen además requerimientos térmicos bajos (precoces e intermedios) que pueden en un momento dado, ayudar a solucionar el problema de preparación oportuna de tierras, para el ciclo primavera-verano, en el cual son ocupados con arroz de temporal auxiliado con riego, además de que por su ciclo corto tienen una menor demanda de agua de riego, cuyos excedentes pueden utilizarse en el arroz. Por todo lo anterior se acepta la segunda hipótesis formulada.

El último objetivo se ha cumplido parcialmente, ya que es necesario comparar estos resultados con los obtenidos en otras regiones del país donde hayan sido probados estos genotipos. No obstante se tiene un ejemplo con el INIA-PUREPECHA que en estado de Morelos, según la revisión bibliográfica es clasificado como tardío y bajo las condiciones térmicas de la Costa de Colima se comporta como precoz.

CUADRO 13. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS DIVERSAS CARACTERISTICAS ESTUDIADAS. TECOMAN, COL. OTOÑO-INVIERNO 1981/82.

VARIABLES	RTO	EAF	AFA	NHF	ALPL	UCPLLG	UCMF	UCF
RTO	1.0							
EAF	.7985**	1.0						
AFA	.2183NS	-.3875**	1.0					
NHF	.2569NS	.0404NS	.2685NS	1.0				
ALPL	.1067NS	.0656NS	-.0111NS	.2664NS	1.0			
UCPLLG	-.3895**	-.2474NS	-.0975NS	.793NS	.0794NS	1.0		
UCMF	.0651NS	.0051NS	.1831NS	.2858*	.2360NS	.2924*	1.0	
UCF	.4060**	.2230NS	.1713NS	.1538NS	.0778NS	-.7538**	.4078**	1.0

\* Significativo al 5% de probabilidad.

\*\* Significativo al 1% de probabilidad.

NS No significativo.

## V. CONCLUSIONES

1. Bajo riego y para las condiciones climáticas de la costa del estado de Colima, sobresalen por su rendimiento cinco genotipos de sorgo, entre ellos tres de ciclo tardío: SHE-3269, SHE-3351 e INIA-RB-3030, así como los genotipos SHE-3247 y SHE-3334 de ciclo intermedio y precoz, respectivamente. Por lo anterior es aceptada la primera hipótesis planteada.
2. Dentro de las variables estudiadas, la eficiencia del área foliar (EAF) fue la que mostró una mayor correlación con el rendimiento, juntamente con las unidades calor a floración (UCF) y unidades calor para el período de llenado de grano (UCPLLG). Por lo tanto se acepta la segunda hipótesis formulada.
3. Los genotipos con menor número de UCF, son los que requieren mayores UC para llenado de grano (precoces), y tienden a ser de bajos rendimientos a excepción del SHE-3334 y SHE-3248; este último genotipo presentó la más alta EAF con una AFA reducida.
4. La EAF no se incrementa en genotipos con elevada área foliar en antesis, puesto que es una característica genética

ca propia de cada genotipo, existiendo algunos de ellos con elevada AFA y baja eficiencia y viceversa.

5. Las variables altura de planta, número de hojas en floración y unidades calor a madurez fisiológica no mostraron coeficientes de correlación significativos en su relación con rendimiento.
6. Los genotipos tardíos necesitaron de 911.9 unidades calor para florear; los requerimientos de los intermedios fluctuaron entre 776.9 y 819.0 unidades y para los precoces de 699.4 - 745.7 unidades calor respectivamente.
7. La tasa o ritmo de crecimiento solo correlaciona positiva y significativamente con ALPL, sin que influya el rendimiento. Por otro lado manifiesta una tendencia negativa con unidades calor a floración.

## VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. Allen J,C. 1975. A modified sine wave method for calculation degree days. University of Florida. Agricultural Research and Education Center. P.O. Box 1088. Lake Alfred 33850.
2. Aspiazú C, 1971. Pronóstico de fases en cultivos de maíz dentado mediante sumas de temperaturas. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria B. Aires. 19(3):109-124.
3. Avila V.A. 1970. El cultivo del sorgo en el Valle del Fuerte Campo Agrícola Experimental Culiacán. Circular No. 21.
4. Angeles A.H. 1968. Creación de sorgos híbridos para grano en México. 3er Congreso Nacional de Fitomejoramiento. SOMEFI, CENEINEA, Chapingo, Méx.
5. Burgos J,J. 1952. El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales. Revista Meteoros Año II, Nº 3 - 4, Buenos Aires.
6. Byerly M,K.F. 1982. Uso de la temperatura en la experimentación agrícola. SARH - INIA, Campo Agrícola Experimental La Laguna.

7. Carballo C,A. 1973. Recomendaciones generales para los cultivos de maíz y sorgo en el área de influencia del -- CIAMEC. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Circular CIAMEC N° 40.
8. Castillo G,F. 1977. Correlación entre días a floración, -- ciclo vegetativo y rendimiento en sorgo para grano Sorghum bicolor (L) Moench. Tesis profesional de la Esc. Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.
9. Charles y Arnold 1974. Predicting Stages of sweet corn (Zea mays L.) development. Inter. Soc. Hort. Sci. 99 (6): 501 - 505.
10. De Fina L,A. y Ravello C,A. 1973. Climatología y fenología agrícola. EUDEBA Buenos Aires, Argentina.
11. Damario E,A. y Pascale A,J. 1971. Estimación de suma de -- temperaturas efectivas normales para estudios agroclimáticos. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires. 19 (3): 109 - 124.
12. García E, 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM Instituto de Geografía, -- Dirección General de Publicaciones 2<sup>a</sup> Ed. Corregida y aumentada.

13. González H,V.A. 1977. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo y el crecimiento del sorgo para grano. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx.
14. House L,R. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. Gaceta, S.A. México, D.F.
15. Livera M,M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos - de sorgo (Sorghum bicolor (L)Moench) tolerantes al - frío. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
16. Little M,T. y Hills F,J. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México.
17. Milton P,J. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa, México. Sexta reimpresión.
18. Ostle B, 1979. Estadística aplicada. Editorial Limusa, México, D.F. Sexta reimpresión.
19. Pascale A,J. y Escales A, 1971. Requerimientos bioclimáticos de Agronomía y Veterinaria Buenos Aires. 19 (1-2): 15 - 24.

20. Reyes C,P. 1980. Diseño de experimentos aplicados.  
Editorial Trillas, México, D.F. 2ª Edición.
21. Ron P,J. 1974. Recomendaciones para el cultivo del sorgo -  
en el estado de Morelos. Campo Agrícola Experimental  
Zacatepec.
22. Sierra E,M. y Murphy G,M. 1977. Expresión de la influencia  
de la temperatura y fotoperíodo sobre el desarrollo -  
del sorgo granífero (*Sorghum caffrorum* (Retz) P. Beauv  
Revista de la Facultad de Agronomía (3ª Ed).  
I-III, La Plata.
23. Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981. Manual de  
Estadísticas Básicas del estado de Colima.  
Tomo II. Balderas N° 71, México 1, D.F.
24. Tocaghi H, 1979. El sorgo. Ed. Albatros. Buenos Aires Argent  
tina.
25. Valdivia B,R. 1980. Sorgo de invierno en Nayarit, Campo --  
Agrícola Experimental Santiago Ixcuintla.  
Circular CIAPAN N° 101.
26. Williams A,H. 1976. El cultivo de sorgo para grano en la -  
región de Abasolo, Tamps. Campo Agrícola Experimental  
Las Adjuntas.
27. Wong R,R. 1979. Comportamiento de las características agro-  
nómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimiento

de 50 genotipos de sorgo bajo el esquema riego-sequía.  
Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados  
Chapingo, Méx.

28. Wall S,I. y Ross M,W. 1975. Producción y usos del sorgo.  
Ed. Emisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

VII. APENDICE.

CUADRO A-1. RENDIMIENTO, CATEGORIA ESTADISTICA Y CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS GENOTIPOS DE SORGO ESTUDIADOS , TECOMAN, COL. CICLO OTOÑO-INVIerno 1981/82.

Trat.	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL cm	N.H.F	A.F.A cm <sup>2</sup> /plt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	U.C.F	U.C.M.F	UCPLLG	Exc. cm	Tipo pan.	Color grano	Categoría estadist.
24	SHE-3269	8,858	128.3	6.2	1156.3	7.6	911.9	1358.0	456.1	22.3	SC	B	a
29	SHE-3334	8,461	132.1	6.4	1109.8	7.6	745.7	1309.0	563.3	26.8	SC	B	ab
22	SHE-3247	8,412	141.8	6.2	1092.8	7.7	805.0	1309.0	504.0	23.4	SC	R	ab
35	SHE-3351	8,265	132.0	5.7	1150.0	7.1	911.9	1413.3	501.4	21.6	SC	B	ab
1	RB- 3030	8,020	125.6	6.3	1053.0	7.6	911.9	1368.0	456.1	25.1	C	N	abc
26	SHE-3309	7,743	139.8	6.8	1504.0	5.1	911.9	1413.3	501.4	20.6	SC	B	bcd
23	SHE-3248	7,650	128.4	6.2	973.0	7.8	699.4	1263.9	564.5	16.5	SC	R	bcd
27	SHE-3314	7,650	155.1	6.3	1068.2	7.1	911.9	1368.0	456.1	25.7	C	R	bcd
33	SHE-3330	7,568	137.0	6.7	1361.7	5.5	911.9	1368.0	456.1	25.9	C	B	bcde
28	SHE-3275	7,450	126.4	6.3	1070.5	6.9	776.9	1368.0	591.1	15.7	SC	B	cde
25	SHE-3254	7,445	130.9	6.2	1001.9	7.4	776.9	1263.9	487.0	20.6	C	B	cde
36	SHE-3336	7,439	142.1	6.6	1295.8	5.7	911.9	1368.0	456.1	21.6	C	B	cde
40	SHE-3371	7,359	132.5	5.9	962.3	7.6	911.9	1413.3	501.4	19.3	SC	B	cde
9	RB- 3006	7,288	138.9	6.1	966.3	7.5	776.9	1413.3	636.4	19.1	SC	R	cde
34	SHE-3350	7,208	116.1	5.9	1356.0	5.5	911.9	1368.0	456.1	15.6	SC	B	cde
37	SHE-3368	7,163	120.1	6.1	1170.8	6.1	819.0	1309.0	490.0	19.2	C	B	cde
4	RB- 307	7,117	122.6	6.6	1126.8	6.3	911.9	1368.0	456.1	20.8	SC	C	cdef
7	RB- 457	7,050	121.8	5.5	1242.0	5.6	911.9	1413.3	501.4	22.3	SC	C	def

Continúa.-

## Continuación del Cuadro A-1.

Trat.	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL cm	N.H.F	A.F.A cm <sup>2</sup> /plt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	U.C.F	U.C.M.F	UCPLLG	Exc. cm	Tipo pan.	Color grano	Categoría estadist.
2	SHE-3163	7,045	131.4	6.2	914.2	7.7	776.9	1413.3	636.4	24.2	SC	C	def
6	B22xAxTX430	7,043	136.2	6.7	1092.2	6.4	776.9	1413.3	636.4	24.9	A	C	def
32	SHE-3326	6,925	132.1	6.3	581.1	7.0	911.9	1368.0	456.0	23.6	SC	B	def
21	SHE-3240	6,914	136.9	6.1	1071.9	6.4	776.9	1309.0	532.1	24.3	SC	R	def
45	ASGROW D.TX	6,912	137.5	6.1	967.2	7.1	911.9	1413.3	501.4	27.5	C	R	def
39	SHE-3370	6,890	128.2	6.2	1016.5	6.7	805.0	1368.0	563.0	18.0	SC	R	def
38	SHE-3369	6,872	136.9	6.2	961.4	7.1	805.0	1309.0	504.0	23.8	SC	R	def
41	SHE-3372	6,865	136.5	6.4	992.8	6.9	911.9	1368.0	456.0	21.1	SC	B	def
42	SHE-3374	6,837	139.4	7.1	1014.3	6.7	911.9	1413.3	501.4	23.5	SC	R	def
3	SHE-3165	6,779	132.4	6.3	1023.2	6.6	911.9	1368.0	456.0	26.0	C	C	ef
5	R20XAXTX430	6,708	145.7	6.7	1112.4	6.0	776.9	1413.3	636.4	20.0	SC	C	efg
20	SHE-3239	6,430	134.1	6.6	1032.5	6.2	776.9	1309.0	532.1	24.0	SC	B	fgh
30	SHE-3535	6,403	125.1	6.1	1095.7	5.8	911.9	1413.3	501.4	21.0	SC	B	fgh
19	SHE-3235	6,319	133.8	7.0	1158.6	5.4	776.9	1413.3	636.4	23.3	SC	B	fgh
16	SHE-3177	6,177	123.9	6.2	998.8	6.1	911.9	1368.0	456.1	18.3	A	B	ghi
17	SHE-3230	6,026	136.5	6.0	1044.6	5.7	776.9	1309.0	532.1	24.9	C	B	ghi
8	SHE-3173	5,866	140.7	6.2	981.7	5.9	699.4	1413.3	713.9	29.0	SC	C	ghi
44	ASG. GRANADA	5,817	114.9	5.9	997.7	5.8	776.9	1263.9	487.0	23.2	SC	R	ghi
46	PUREPECHA.	5,557	129.4	5.9	1065.1	5.2	699.4	1263.9	564.5	22.2	SC	R	hi
31	SHE-3322	5,555	134.8	6.1	945.6	5.8	911.9	1413.3	501.4	26.5	C	B	hi
14	SHE-3214	5,528	139.9	5.7	1092.1	5.0	776.9	1309.0	532.1	26.1	SC	C	hij

Continúa.-

## Continuación del Cuadro A-1.

Trat.	Genotipo	Rend. kg/ha	ALPL cm	N.H.F	A.F.A cm <sup>2</sup> /plt	E.A.F kg/m <sup>2</sup>	U.C.F	U.C.M.F	UCPLLG	Exc. cm	Tipo pan.	Color grano	Categoría estadist.
10	SHE-3176	5,497	155.9	6.1	1167.4	4.7	911.9	1368.0	456.1	21.5	A	C	ij
18	SHE-3224	5,426	132.5	6.3	925.4	5.8	776.9	1368.0	591.1	25.0	C	B	ij
12	SHE-3194	5,366	135.8	6.2	1000.0	4.7	745.7	1368.0	622.3	24.4	SC	C	ij
13	SHE-3213	5,337	144.0	6.5	1102.9	4.8	745.7	1413.3	668.0	26.9	SC	C	ij
15	SHE-3436	5,330	129.8	6.2	1117.3	4.7	745.7	1309.0	563.3	22.8	C	B	ij
47	TEQUAL	5,310	125.5	6.1	1035.3	5.1	776.9	1263.9	487.0	27.2	C	R	ij
48	RB-2020	5,130	129.0	6.2	1079.1	4.7	776.9	1263.9	487.0	23.5	SC	R	jk
49	NK-285	4,921	132.5	5.7	960.1	5.1	776.9	1413.3	636.4	21.8	SC	R	jk
11	SHE-3187	4,610	123.8	6.2	1370.9	3.3	745.7	1413.3	667.6	23.5	SC	C	k
43	NK-280	4,295	123.4	5.9	937.4	4.5	776.9	1368.0	591.1	28.9	SC	R	k

Fig. N° 1.- Valores de alturas de planta reales (x) y estimados (•) para el SHE-3269 de acuerdo a una cantidad UC acumuladas.

Tecomán, Col. 0-1-81/82.

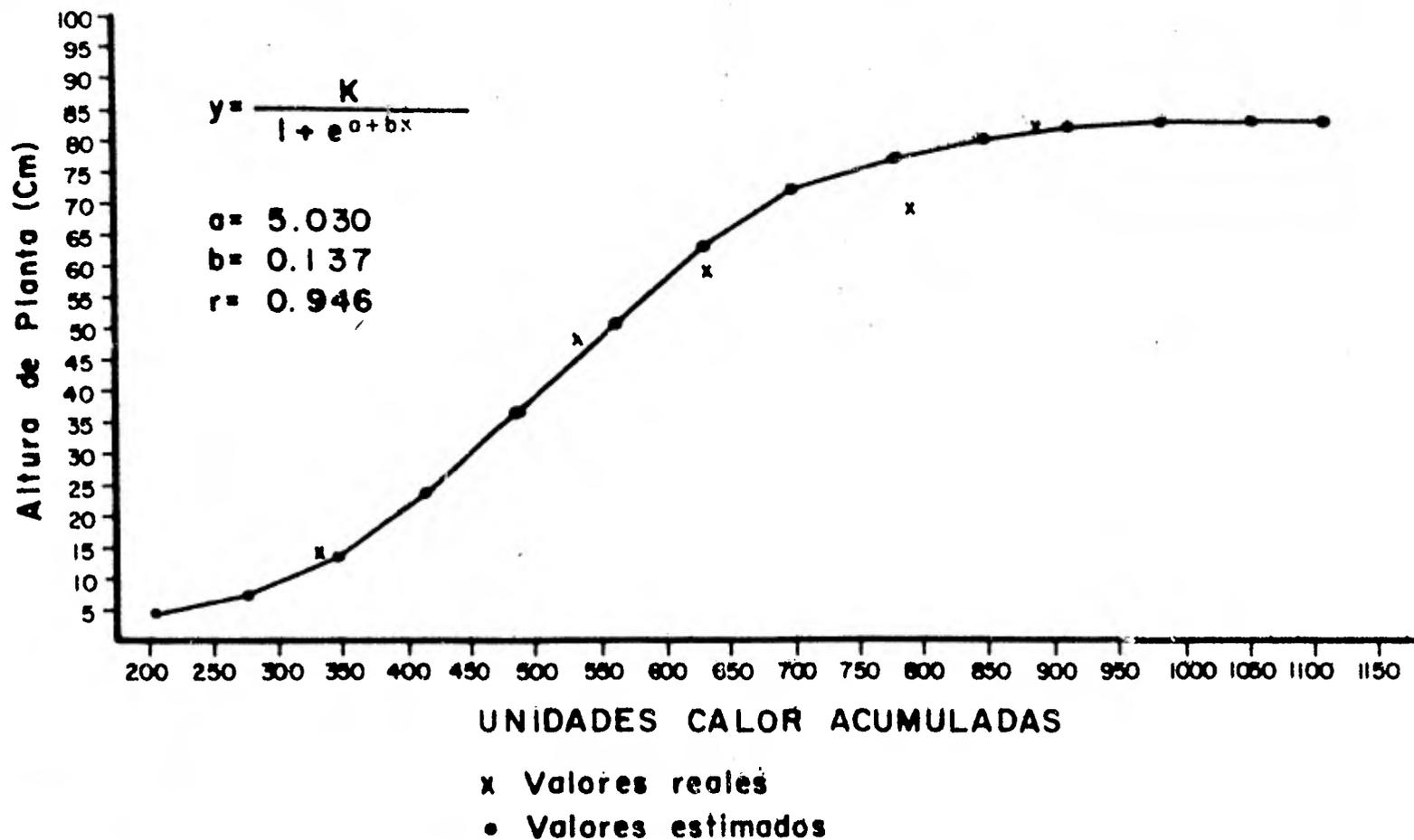


Fig. N<sup>o</sup> 2.- Valores de alturas de planta reales (x) y estimadas (•) para el SHE - 3334 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. 0-1-81/82

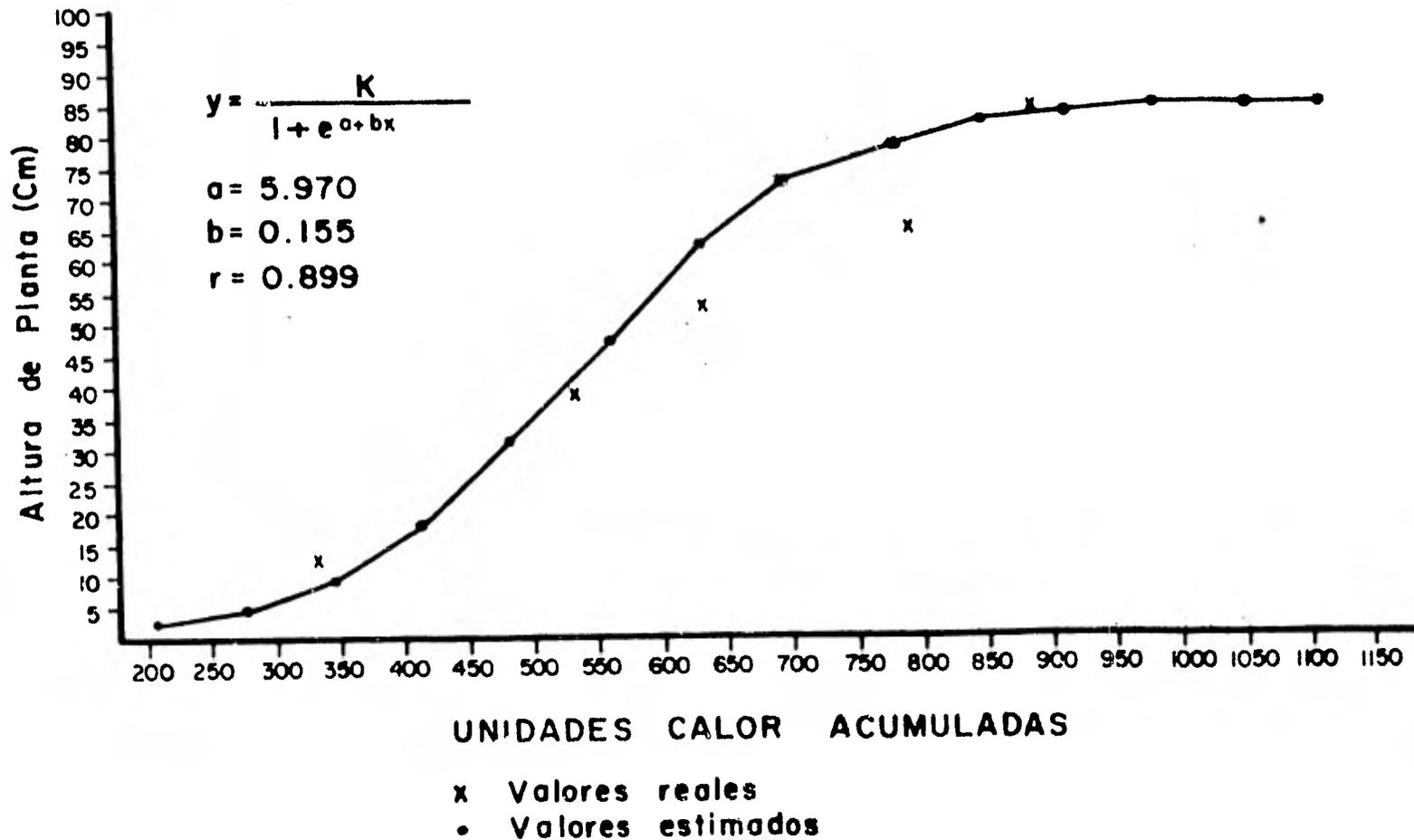
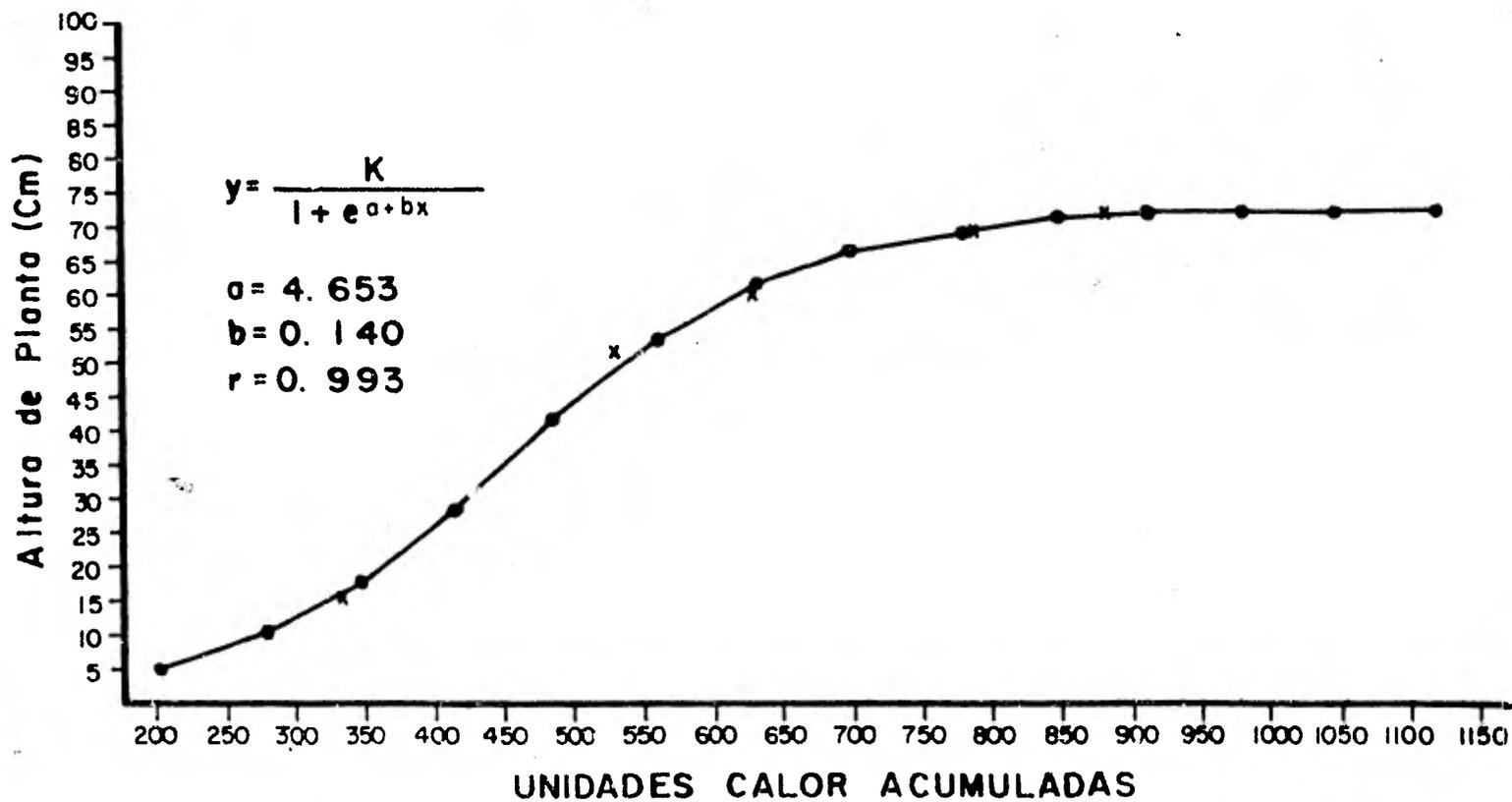


Fig. N° 3.- Valores de alturas de planta reales (x) y estimadas (•) para el SHE - 3247 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. 0-1-81/82.



x Valores reales  
 • Valores estimados

Fig. N° 4.- Valores de altura de planta reales (x) y estimadas (•) para el SHE - 3351 de acuerdo a una cantidad de UC acumuladas. Tecomán, Col. O- 1- 81/82.

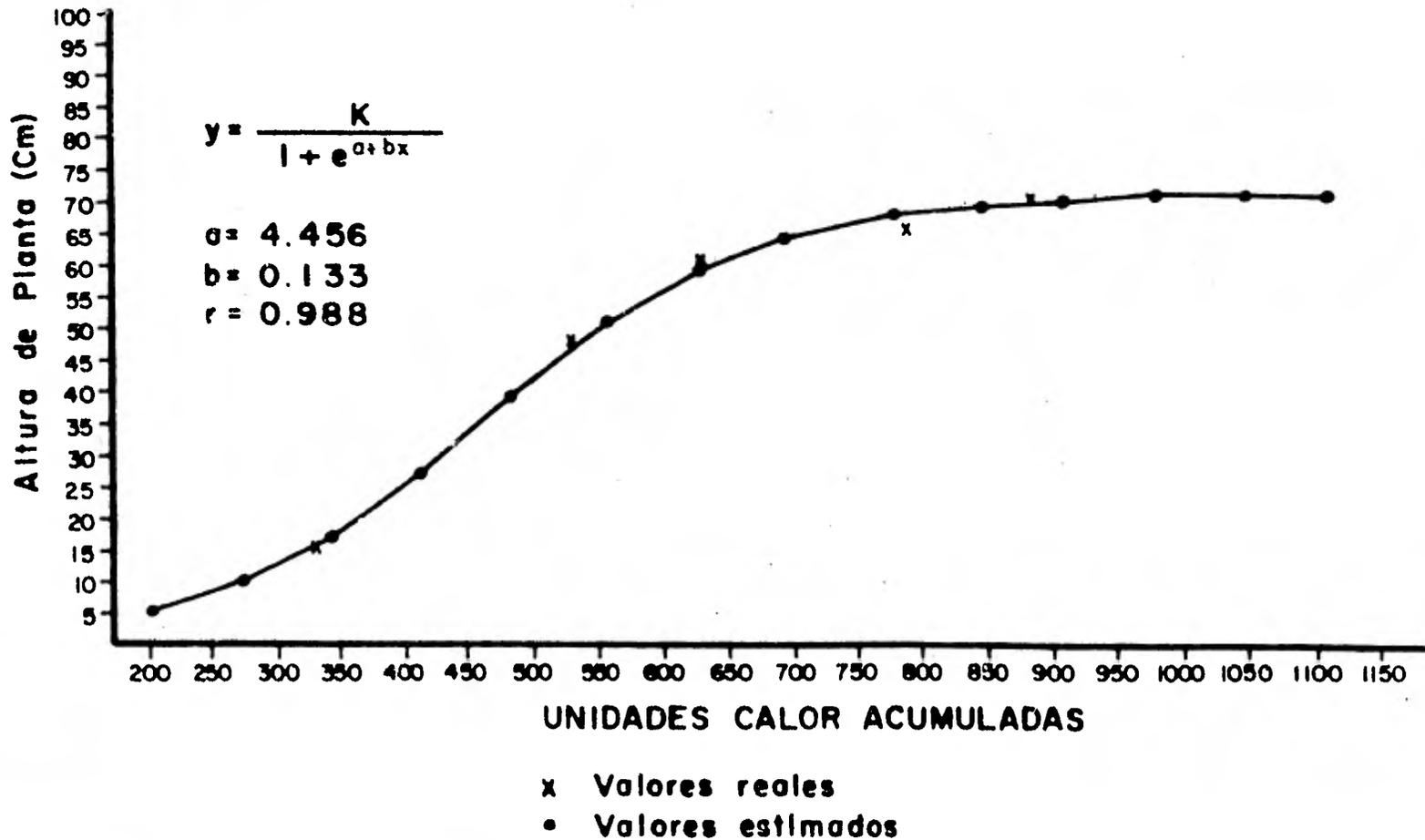


Fig. N° 5. - Valor de alturas de planta reales (x) y estimadas (•) para el RB-3030 de acuerdo a una cantidad de U.C. acumuladas. Tecomán, Col. 0-1-81/82

