

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**



## **CARACTERIZACIÓN DE HÍBRIDOS DE SORGO EN EL BAJÍO**

**JOSEFINA LETICIA FREGOSO FRANCO**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL**

**Zapopan, Jalisco, diciembre del 2003**

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL

Tutor:

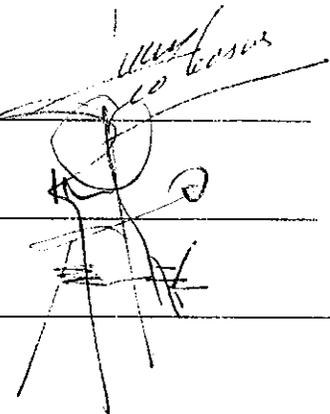
Dr. Juan Francisco Casas Salas \_\_\_\_\_

Asesor:

M.C. Ramón Rodríguez Ruvalcaba \_\_\_\_\_

Asesor:

M.C. Aurelio Pérez González \_\_\_\_\_



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aurelio Pérez González', is written over three horizontal lines. The signature is somewhat stylized and overlaps the lines.

Zapopan Jal., diciembre 2003

## DEDICATORIAS

A mi padre Dios:

Que lo que soy se lo debo a Él.

A la memoria de mi Padre:

Que se esforzó para que yo tuviera una herencia de por vida, mi Educación gracias, Padre nunca te olvido.

A mi Madre:

Gracias por el apoyo, cariño y esfuerzo siempre incondicional en mi formación Dios te bendiga Madre.

A mis Hermanos:

Gustavo, Martha, Gabriela, Rosa y Patricia por el apoyo, moral recibido durante mi vida los amo hermanos.

A mis Sobrinos:

Gus, Sandy, Yesy, Gera, Jass, Cesarin, Alan, Gabrielito y Monse. Los quiero mucho hijos.

A mis Cuñados(a)

Gracias por el apoyo que me brindaron para realizar esta Tesis Dios los guie por el mejor camino de su vida.

A mis amigos y compañeros de trabajo:

Ofelia, Liliana, Patricia G. Patricia Z. Alberto R. Roberto G. J. Sepúlveda Rosa, Jesús y a todos los maestros y secretarias, .Gracias por su amistad y por el apoyo moral y de trabajo Dios los Bendiga.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis  
Dr. Juan Francisco Casas Salas.

Por su valiosa asesoría, orientación, conocimiento y por todo el apoyo que recibí en el momento adecuado en la elaboración de esta tesis, Gracias maestro. Que Dios lo cuide mucho

A mis Asesores  
MC. Ramón Rodríguez Ruvalcaba  
MC. Aurelio Pérez González  
M.C. Diego Vargas Canela

Por su apoyo, amistad y asesoría brindada en la realización de esta tesis.

A mi compañero  
MC. Francisco Bernal Martínez

Por su asesoría y orientación incondicional durante el proceso y elaboración de esta tesis

A todos los Maestros que siempre me apoyaron incondicionalmente y por su valiosa orientación la cual recibí durante mi vida profesional, muchas gracias.

A mí muy querida Universidad de Guadalajara, ya que me brinda su apoyo y que me ha permitido crecer como universitario y ser orgullosamente parte de su personal docente.

Muchas Gracias

## C O N T E N I D O

PAGINA **CUCBA**



LISTA DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS		
	RESUMEN	
I	INTRODUCCION	1
	Hipótesis y objetivos	3
II	REVISION DE LITERATURA	
	2.1 Adaptación de cultivos	4
	2.2. Análisis de crecimiento y parámetro fisicotécnicos	4
	2.3. Características agronómicas del sorgo	6
	2.3.1. Floración	6
	2.3.2. Altura de planta	9
	2.3.3. Rendimiento	11
III	MATERIALES Y METODOS	
	3.1. Material Genético	13
	3.2. Correlación Lineal	13
	3.3. Variables Medidas	15
	3.4. Distribuciones de Frecuencia	15
	3.5. Histograma y Polígono de Frecuencia	15
	3.6 Determinación de la Precocidad	16
IV	RESULTADOS	
	4.1. Distribuciones y Polígonos de Frecuencia	17
	4.1.1. Rendimiento de Grano	17
	4.1.2. Días a Floración	21
	4.1.3. Altura de Planta	25
	4.2. Histograma y Polígono de Frecuencia	26
	4.3. Determinación de la Precocidad	29
	4.4. Correlación Lineal	32
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
VI	LITERATURA CITADA	

## Lista de cuadros y figuras

Cuadro 1 Rendimiento de grano kg/ha de híbrido de sorgo	17
Cuadro 2 Días a floración de híbridos de sorgo	22
Cuadro 3 Altura de planta cm híbrido de sorgo	27
Cuadro 4 Correlación entre rendimiento y variables agronómicas en Celaya, Guanajuato	36
Cuadro 5 Correlación entre rendimiento y variables agronómicas en Abasolo, Guanajuato	38
Cuadro 6 Correlación entre rendimiento y variables agronómicas Angamacutiro, Michoacán	41
Cuadro 7 Correlación entre rendimiento y variables agronómicas Combinado	43
Figura 1 Polígono de frecuencia de rendimiento de grano en Celaya Guanajuato	18
Figura 2 Polígono de frecuencia de rendimiento de grano en Angamacutiro, Michoacán	19
Figura 3 Polígono de frecuencia de rendimiento de grano en Abasolo Guanajuato	20
Figura 4 Polígono de frecuencia de rendimiento de grano en el Bajío	21
Figura 5 Polígono de frecuencia de días a floración en Celaya Guanajuato	23
Figura 6 Polígono de frecuencia de días a floración en Abasolo Guanajuato	24
Figura 7 Polígono de frecuencia de días a floración en Angamacutiro Michoacán	25
Figura 8 Polígono de frecuencia de días a floración en el Bajío	26
Figura 9 Polígono de frecuencia de altura de planta en Celaya Guanajuato	28
Figura 10 Polígono de frecuencia de altura de planta en Abasolo Guanajuato	29
Figura 11 Polígono de frecuencia de altura de planta en Angamacutiro	31

## Michoacán

Figura 12 Polígono de frecuencia de altura de planta en el Bajío	32
Figura 13 Precocidad de sorgo en Celaya, Guanajuato	33
Figura 14 Precocidad de sorgo en Abasolo, Guanajuato	33
Figura 15 Precocidad de sorgo en Angamacutiro, Michoacán	34
Figura 16 Precocidad de sorgo en el Bajío	35
Figura 17 Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en Celaya Guanajuato	37
Figura 18 Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en Celaya, Guanajuato	38
Figura 19 Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en Abasolo, Guanajuato	39
Figura 20 Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en Abasolo, Guanajuato	40
Figura 21 Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en Angamacutiro, Michoacán	42
Figura 22 Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en Angamacutiro, Michoacán	43
Figura 23 Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en el Bajío	44
Figura 24 Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en el Bajío	45

## RESUMEN

El sorgo es uno de los cereales más importantes en el mundo, en regiones del Bajío ha sustituido al maíz y otros cultivos por sus altos rendimientos y su redituabilidad. La evaluación de este trabajo se realizó en el Bajío de México, Guanajuato y Michoacán, de temporal ya que cuenta con 6,030 ha para este cultivo y condiciones edáficas y climáticas propicias para este cultivo. Pretendiéndose con los resultados de esta evaluación comprobar si existe asociación entre las variables Precocidad en días a floración, Rendimiento de grano en kg/ha y Altura de planta en cm. Se aplicaron parámetros estadísticos, sobre los datos de 12 experimentos que se sembraron en esta región para caracterizar los híbridos en precoces intermedios y tardíos más utilizados en la región. El presente trabajo tiene como objetivos evaluar la asociación entre precocidad y rendimiento de grano y baja altura de planta. Y clasificar la precocidad de diferentes sorgos sembrados con base a días a floración. Se plantea la hipótesis de que un genotipo de madurez precoz, con una capacidad de rendimiento igual a una de madurez tardía produce más grano por unida de área, así como también un ingreso económico más alto por unidad de área. En este trabajo el material genético utilizado fueron 380 de híbridos de sorgo. Los datos obtenidos en campo se analizaron aplicando métodos estadísticos como: distribuciones de frecuencia, análisis de correlación lineal, la distribución y observar el comportamiento de la población.

## ABSTRACT

Sorghum is one of the most important cereals in the world, in the bajio region it has substituted maize and other crops due to its high yields and profitability. The evaluation of this assay was made in the rain station in the bajio region of Mexico (Guanajuato and Michoacan), since they count with 6,030 hectares and proper soil and climatic conditions for this crop. We pretend with the results of this assay to demonstrate if there is an association between the next variables: precocity in days to flowering and yield of grain in kilogram/hectare, as height of plant in centimeters. Statistical parameters were applied on the data of the twelve experiments sowed in this region to characterize the hybrids used in this region in precocious, intermediate and late. The present work has as objectives the evaluation of the association between precocity and yield of grain and low height of plant as the classification the precocity of different sorghums sowed based on days to flowering. Our hypothesis is that the genotype of precocious maturation, with a capacity of yield same to a late maturation produces more grain by unit area, as well as a higher economical income by unit area. In this work the genetic material used were 380 sorghum hybrids. The data obtained in field were analyzed applying statistical methods as: frequency distribution, linear interrelation, and observance of population behavior.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Escape a la sequía es el mecanismo que permite a un cultivo pasar por las etapas de crecimiento que determinan su rendimiento durante periodos de humedad adecuada. Esta adaptación ha sido ampliamente seleccionada para sistemas de agricultura de temporal. Madurez precoz y sensibilidad al fotoperíodo son dos caracteres alternos que aseguran la terminación de las etapas reproductivas sensibles a la sequía, durante periodos de humedad adecuada. Un rápido establecimiento de plántulas permite al cultivo obtener un rápido crecimiento dentro de la estación del cultivo (Sneep & Hendriksen, 1979).

Se han hecho esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo de cultivares con: rápida germinación de semilla, rápido y riguroso establecimiento de plántulas, rápido crecimiento de la planta, fuerte crecimiento de raíces, buena capacidad de competencia con maleza (dada por un pronto cierre de surco por las hojas), resistencia a patógenos del suelo y baja sensibilidad a la fitotoxicidad de herbicidas, Por lo tanto es deseable que los cultivares modernos se mejoren para cultivo mecanizado: Semilla uniforme en tamaño, factibilidad de polinización, germinación y emergencia uniforme, altura de planta y de panoja para cosecha combinada, un rápido crecimiento y genotipo relativamente precoz en su maduración pueden ser el requerimiento ideal.

El acame es inducido inicialmente por el peso de las hojas y los tallos mismos y el peso de grano en la maduración. Acame más serio ocurre cuando hay fuertes vientos y las gotas de lluvia golpean las hojas y los tallos. Para reducir la estrés en el tallo, el centro de gravedad de la planta debe ser reducido. Otros caracteres

asociados con la resistencia al acame son internudos, básales cortos, tallos delgados y simétricos, hojas erectas, vaina gruesa de la hoja que abraza al entrenudo. La disminución en la altura de la planta es un factor importante que confiere resistencia al acame y respuesta al nitrógeno. Las hojas erectas asociadas en la altura de planta baja, reducen la pérdida de agua durante lluvias más cortas y la respuesta al nitrógeno está asociada con un alto índice de cosecha. Un menor crecimiento vegetativo, generalmente asociado con el cultivo bajo condiciones de temporal y baja fertilización permiten modificar el microclima alrededor de la planta y conducir a una menor infestación de insectos o patógenos o ambos (Casas *et al.*, 2001).

La falta de aplicación de agua de riego a cultivos de temporal no permite una fertilización alta y un mayor rendimiento de los cultivos, por lo que requiere también una modificación de la planta. Es decir, la baja fertilidad de los suelos está frecuentemente asociada con la limitada humedad del suelo. Mientras que las condiciones de alta fertilidad ha recibido mucha atención y ha sido practicada por muchos años, la producción eficiente de cultivos bajo condiciones de baja fertilidad ha sido más teórica que práctica. Los cultivares adaptados a baja fertilidad del suelo generalmente tienen buena capacidad para establecerse, hojas delgadas y verde pálido, un amplio período de crecimiento, buena resistencia a sequía o un gran sistema radicular, un bajo índice de cosecha y un período corto de llenado de grano (Sneep & Hendriksen, 1979).

Debido a que los campos de temporal tienden a secar más rápido que los campos irrigados y el agua de riego incrementa el costo de la producción del cultivo, se plantea la hipótesis de que un genotipo de madurez precoz con una capacidad de rendimiento igual a una de madurez tardía produce más grano por unidad de área.

Con base en lo anterior podemos decir que las áreas de temporal con una estación de cultivo limitada, la madurez precoz y la altura de planta son importantes, por lo que el presente trabajo tienen como objetivos; a) Investigar la asociación entre rendimiento de grano, precocidad y altura de la planta, y b) Clasificar la precocidad de diferentes sorgos sembrados con base a días a floración.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### **2.1 Adaptación de cultivos**

En el orden de obtener ingresos favorables de una fertilización alta, un amplio aporte de humedad de suelo es necesario. Cuando la humedad del suelo es limitante, el nivel de fertilidad también como el de la densidad de población de cultivo, necesitan ajustarse armoniosamente. Generalmente hablando, la respuesta al nitrógeno está correlacionada con hojas delgadas y madurez temprana.

Como la aplicación del agua de riego y la alta fertilización en general conducen a 1) un follaje más denso y cerrado, teniendo cambios en el microclima alrededor de la planta, 2) susceptibilidad al acame, 3) predisposición de la planta a plagas y enfermedades, 4) crecimiento de maleza más intenso y 5) cambios en la calidad del cultivo. Entonces se debe poner mucha atención a un cultivo precoz riguroso o alta capacidad de amacollo (cereales menores), resistencia al acame, resistencia a las enfermedades y plagas, afectados por el nitrógeno, el índice de cocea y cambios en la calidad del cultivo debidas al contenido de nitrógeno.

#### **2.2 Análisis del crecimiento y parámetros fisiotécnicos**

Varios autores definen el crecimiento en forma diferente, pero la mayoría indica que se caracterizan por un incremento de peso seco o fresco, que hay duplicación de protoplasma. multiplicación celular, un aumento permanente en el volumen y un aumento de tamaño de diversos órganos de la planta. El crecimiento puede estudiarse de muchas maneras; la más usual es medir alguna parte de la

planta o la planta completa a intervalos de tiempo.

Al graficar esta información se obtiene casi siempre una curva sigmoidea, cualquiera que sea el órgano de estudio o a la especie que pertenece. En esta forma de expresar el crecimiento se han reconocido tres fases: logarítmica o inicial, de máximo crecimiento o lineal y de senectud o final (Salisbury y Parke, 1954; Salisbury y Ross, 1959; Bastin, 1970; Milthorpe y Moorby, 1974; Leopold y Kidman, 1975) entre otros.

Watson (1952) indicó que como el rendimiento es el peso por unidad de superficie del producto cosechado o de una de sus partes, es más lógico basar un análisis del rendimiento en los cambios de peso que ocurren durante el crecimiento que en cambios morfológicos. En los análisis de crecimiento el peso total acumulado por la planta (rendimiento biológico), el peso seco de diferentes órganos de importancia económica (rendimiento económico) y el área foliar, se obtiene al principio y al final de un periodo de crecimiento de la planta.

También pueden obtenerse otras medidas de capacidad y la eficiencia de crecimiento y rendimiento, como sugieren Ozbun *et al.*, (1976) al realizar análisis del crecimiento simplificados: a estos análisis se les consideran técnicas adjuntas a los ensayos de rendimientos tradicionales y requieren la obtención de los siguientes datos, de preferencia al terminarse la madurez fisiológica:

- Número de días a madurez fisiológica. Rendimiento biológico,
- Rendimiento económico.

Con esta información se puede calcular:

- Rendimiento económico/Ha/Día (RE/Ha/DMF).
- Rendimiento biológico/Ha/Día (RB/Ha/DMF).

En forma adicional pueden obtenerse datos más completos como:

- Mediciones de peso seco y área foliar en la floración.
- Mediciones de peso seco y área foliar en una etapa anterior a la abscisión de las hojas.

González (1997) estudió las fases vegetativas en los sorgos tolerantes y susceptibles al frío, en dos localidades con temperatura media diferente. Señaló que las temperaturas bajas aceleran la iniciación floral de los genotipos tolerantes, mientras que las temperaturas altas retrasan: lo contrario ocurre con los sorgos susceptibles, lo que demuestra que también el genotipo es importante para determinar la duración de una fase en el ciclo de la vida de la planta.

## **2.3 Características agronómicas del sorgo**

### **2.3.1 Floración**

Stphens y Quinby (1934) informaron, entre las primeras investigaciones sobre la biología floral del sorgo, que en el cultivar Feterita se requieren temperaturas tibias (24 a 29 °C) para que haya antésis; dichas temperaturas se presentan por la noche en su área de estudio. Encontrando también que los principales factores que mantienen la periodicidad de la floración son temperatura y ausencia de luz.

Quinby y Karpenter (1954), estudiando los genes de madurez encontraron que fotoperíodos de 10 horas inducen a iniciación floral simultáneamente en todos los genotipos de maduración de milo, que resultan casi del mismo tamaño, mientras en fotoperíodos largos de 14 horas los distintos genotipos varían de tamaño. Determinaron que para las condiciones de Texas bajas temperaturas y fotoperíodos cortos originan un gran desarrollo de variedades relativamente insensibles al

fotoperíodo y temperaturas abajo del óptimo aceleran la iniciación floral teniendo como resultado plantas más grandes y productivas.

Wamers (1963), buscando correlación entre tiempo al 50% de floración y periodo total de cosecha, encontró una alta correlación entre el contenido de humedad del grano y el tiempo a floración, pero esta se redujo a medida de que los muestreos se acercaron a la madurez la correlación obtenida con la totalidad de las variedades fue muy superior a la calculada separando los materiales por grupo de floración similar. Este investigador concluyó que la floración es buen indicador de la maduración, pero que el diferente comportamiento de secado debe ser considerado.

Pauli *et al* (1964), determinaron los periodos a diferenciación floral al 50 % y a madurez fisiológica, utilizando 6 variedades y dos híbridos sembrados en dos localidades a diferente altitud, durante cuatro años y en diferentes fechas de siembra. Estos autores concluyeron que con fechas de siembra temprana se alarga el tiempo a diferenciación y de ésta a la floración reduciéndose el de floración a madurez fisiológica separando los resultados para localidades, se observó que el ciclo se alargó en aquella a mayor altitud al igual que las fechas de siembra temprana por presentar en ambos casos temperaturas más bajas; se nota entre las variedades, que entre más bajas sean las temperaturas, menor es el contenido de humedad del grano al alcanzar la madurez fisiológica y a igualdad de días a floración, el periodo de madurez varía.

Quinby (1967) señaló que los genotipos para maduración de numerosas variedades de sorgo son conocidos en estas variedades, las combinaciones de dominantes y recesivos en los cuatro locus genéticos resultan en un intervalo de floración de 40 a 90 días, en variedades del área de Texas. Las diferencias en

tiempo de floración de las variedades que son similares en sus relaciones de dominancia y recesividad en los cuatro loci genéticos, son presumiblemente.

Miller *et al* (1968) trabajando en Puerto Rico con cultivares tropicales y seleccionados para las condiciones de Texas, concluyeron que los sorgos deben separarse en grupos de madurez atendiendo al fotoperíodo aparente que inhibe la formación del primordio floral. Dichos grupos estuvieron delimitados por el efecto del fotoperíodo del primer mes después de la siembra. Obtuvieron también correlación entre altura de planta y floración. Los sorgos seleccionados para Texas mostraron asociación más pobre en los meses con días largos, lo cual demuestra que los últimos tienen un fotoperíodo crítico más bajo.

Martín (1970) menciona estudios que han indicado que aun siendo el sorgo planta de día corto hay cultivares que pueden florecer bajo luz continua y que el fotoperíodo óptimo para acelerar la floración es alrededor de 10 a 11 horas. Fotoperíodos más cortos o largos retrasan la floración aunque estimulan el periodo vegetativo y el grupo Broomcom es de los menos sensitivos del fotoperíodo.

Quinby *et al.*, (1973) trabajaron con 12 cultivares y observaron que la localidad con temperatura promedio en junio de 37.8 °C máxima y de 17.6 °C mínima, condujeron a floraciones en menos de 60 días, mientras en otra localidad con máximas y mínimas de 30.3 y 7.3 °C las floraciones fueron de 60 a 86 días. Estos mismos cultivares sometidos a regímenes de 32/29°C y 17/11 °C con dos fotoperíodos de fitotron indicaron que hay marcadas diferencias entre cada sorgo, dependiendo de su genotipo para su madurez. Los datos obtenidos por ellos indicaron que altas temperaturas nocturnas promueven la iniciación foliar, como también bajo el régimen de 17/11 °C se presentó dicho fenómeno, concluyeron que

altas temperaturas estimulan el crecimiento vegetativo aunque inhiben la iniciación floral.

Poehlman (1976), señala que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral. Las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, un número mayor de entrenudos y hojas y serán de floración y maduración más tardías que las variedades que el brote floral se inicie con rapidez.

Lañe (1963) informó que la longitud del día necesaria para retardar la floración de un milo precoz fue de 13 horas. En milos intermedios 12.5 horas y en milos ultra tardíos de 21 horas.

### **2.3.2 Altura de planta**

Martel y Martín (1938) compararon el desarrollo de plantas de sorgo en dos fechas de siembra determinando que del 10 al 15% del peso seco final de toda la planta se produjo en la primera mitad del ciclo, luego compararon el sorgo con el maíz y milo, encontrando que el peso seco por tallo es función logarítmica de la masa activa de la semilla y que el peso seco de la planta durante el ciclo varía en forma sigmoideal con respecto al tiempo.

Swanson (1941) estudió área foliar por tallo, altura de planta, tamaño y número y concluyó que el área foliar fue la componente de mayor influencia, necesitándose para la producción de un bushel de grano, de 4,000 a 11,400 pies cuadrados de área foliar, haciendo notar que el área foliar se incrementa con las lluvias abundantes durante el periodo de crecimiento vegetativo; según Dalton

(1967), el periodo de siembra a la floración es la etapa de mayor injerencia en el rendimiento para condiciones favorables.

Quinby y Karpenter (1954) hacen notar que el gene  $dw_3$  es inestable en algunas variedades, y la inestabilidad del enanismo causa que ocurran plantas altas en la población; Por otra parte, el gene para maduración  $ma_1$  y el gene par altura de planta  $dw_2$  están cerradamente ligados.

Coleman y Belcher (1952) en Florida, obtuvieron una alta correlación entre la longitud del día y la altura de la planta en 5 de los 6 cultivos estudiados, indicando esto que la altura de la planta tiende a aumentar en los días más largos. Este mismo estudio indicó que hay una alta correlación negativa entre la longitud del día y los días a antésis en todos los cultivares considerados en el trabajo, lo cual significa que a menor longitud del día es mayor el número de días a antésis. No encontrando información precisa acerca de la influencia del fotoperiodo sobre el número de hojas. Para las condiciones del mencionado estudio del fotoperiodo de más de 11 horas provocaron reducción en el número de días antésis y aumento en la altura de la planta, días con menos horas luz tuvieron efecto opuesto al mencionado. Por otro lado, encontraron una alta correlación negativa entre el promedio de temperatura diaria 30 días después de la siembra y el número de días antésis. Encontraron también que en 5 de los 6 cultivares estudiados, la altura de la planta se incrementó al elevarse la temperatura; el cultivar restante presentó un efecto opuesto, o sea su altura se redujo con el alza de la temperatura. Para 4 de los 6 cultivares hubo una correlación positiva entre temperatura y número de hojas en antésis.

Quinby y Karper (1954) determinaron que para las condiciones de Texas, bajas temperaturas y fotoperiodos cortos originan un gran desarrollo de variedades

relativamente insensibles al fotoperíodo. Indicaron también que temperaturas abajo del óptimo que aceleran la iniciación floral da por resultado plantas más grandes y productivas.

Poehlman (1972), señala que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral. Las variedades que tarden mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, numero mayor de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con rapidez. También señala este autor, que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral. Las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, numero mayor de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con rapidez.

### **2.3.3 Rendimiento.**

Quinby y Karper (1954) demostraron que una de las características relacionadas con el rendimiento del sorgo es la altura de planta y esta condicionada por cuatro genes mayores, concluyeron que los genes se heredan independientemente y que la altura es parcialmente dominante sobre el enanismo.

Atkins *et al.*, (1968), estudiaron la relación entre el peso seco de la panoja, porcentaje de trillado y rendimiento de grano en sorgo obteniéndose coeficientes de correlación de 0.91 a 1 para la asociación peso panoja con peso de grano trillado, lo cual indica que el peso de panojas sin trillar puede ser útil como un criterio efectivo

de comparación del rendimiento relativo del grano entre un grupo de híbridos. Sin embargo la variabilidad que se encontró entre los híbridos, localidades y años para porcentaje de grano de la panoja, sugiere que el uso de porcentaje de trillado único para estimar el rendimiento real de los pesos secos de panojas sin trillas para todos los híbridos, en todas las localidades o para cualquier año, no es confiable.

Liang *et al.*, (1969) al correlacionar caracteres de diversos genotipos, incluyendo poblaciones segregantes y líneas de sorgo, encontraron que el rendimiento de grano estuvo relacionado positiva y significativamente con el peso de la panoja, número de granos, los días de antésis y el número de hojas, pero correlacionó negativamente con el porcentaje de germinación y el porcentaje de proteínas.

Poehlman (1972) señala que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral. Las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, número mayor de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con rapidez.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Material genético.

Se utilizó una base de datos de 380 híbridos, evaluados en tres localidades en la zona del Bajío; Celaya y Abasolo, Guanajuato y Angamancutiro, Michoacán, los cuales sirvieron para hacer un estudio del comportamiento y análisis de correlación individual y conjunto de la información obtenida sobre rendimiento, días a floración y altura de planta (2003).

#### 3.2 Correlación Lineal.

La correlación simple estudia el grado de variación simultánea de variables. El término se debe a Pearson (1954) y se usa para aquellos casos en los que los cambios de una variable van asociados con cambios de otra variable. Se puede dar una relación concreta entre dichas variables. Se pueden dar correlación cuando dos variables cambian juntas, en tal forma que una variable va asociada con un incremento de la otra variable y correlacionada positivamente.

Para el segundo caso, si el aumento de una variable conlleva a una disminución en la otra variable, se dice que está correlacionada negativamente. Se puede dar el caso de no haber relación entre las dos variables; entonces se dice que son variables independientes o de que no están correlacionadas.

La correlación se expresa por el coeficiente de correlación ( $r$ ), que tiene valores extremos de +1 y de -1, mismos que indican el grado de asociación de dos

variables. Se pueden presentar varios casos.

1.- Cuando el valor del coeficiente es cero o estima cero, las variables son independientes, no hay correlación.

2-- Cuando el valor del coeficiente es de +1, se da una correlación positiva y perfecta, o por el contrario, existe una correlación negativa y perfecta si el coeficiente de correlación es -1.

3.- Cuando los valores están entre 0 y +1 ó 0 y -1, sugieren cierto grado de asociación positivamente o negativamente.

El coeficiente de determinación es el valor que se emplea para la estimación de la intensidad de la asociación entre dos variables que están correlacionadas.

Para el análisis de la correlación entre el rendimiento de grano y altura de planta y el rendimiento de grano y días a floración. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Donde:

$r$  = Coeficiente de correlación

$\sum xy$  = Sumatoria de productos de las desviaciones de x por las y

$\sum x^2$  = Sumatoria de las desviaciones de x al cuadrado

$\sum y^2$  = Sumatoria de las desviaciones de y al cuadrado

Se llevo a cabo la prueba de hipótesis para cada correlación, mediante una prueba de T, cuya formula es la siguiente:

$$t_c = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}}$$

Donde:

$T_c$  = T Calculada

r = Correlación

$r^2$  = Correlación al cuadrado

n-2 = Grados de libertad

### 3.3 Variables medidas

**Rendimiento de grano.** Dado en kilogramos por hectárea.

**Floración femenina.** Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas en la parcela presentaron cualquier estado de floración.

**Altura de planta.** Medida desde el ras del suelo hasta el inicio de la ramificación de la panoja.

### 3.4 Distribuciones de frecuencia

Una distribución de frecuencias es una herramienta que nos permite organizar datos en forma útil que permita conocer sus características esenciales y simplificar ciertos análisis tales como el porcentaje de datos que pertenecen a una categoría o clase así como el total de datos que se este estudiando, la variación de los mismos y otros estadísticos más.

Aquí se entenderá a la frecuencia de una medida o de una categoría, como el número de veces que aparecen en una serie de datos y que generalmente se utiliza en variables cualitativas y discretas

Los valores de una variable sirven para describir o clasificar individuos o distinguir entre ellos.

### **3.5 Histograma y polígono de frecuencia**

Estos son métodos usuales para presentar una cantidad considerable de información, recolectada como datos cuantitativos. El histograma representa gráficamente los datos con valores de clase, los puntos medios de intervalo de clase, a lo largo del eje de las X y con rectángulos sobre los intervalos de clase para representar la frecuencia y la distribución. Se hicieron los histogramas para rendimiento, altura de planta y floración, por localidad y en forma combinada.

El polígono de frecuencia se construye localizando el punto medio de cada intervalo de clase, y marcando un punto medio en la altura de la frecuencia correspondiente al intervalo. Estos puntos se unen luego con líneas rectas. El polígono de frecuencia tiende a sugerir a la curva suave de la población de donde se extrajo la muestra. Se hicieron los polígonos de frecuencia para rendimiento, altura de planta y floración, por localidad y en forma combinada.

### **3.6 Determinación de la precocidad.**

La precocidad de los híbridos de sorgo con base a días a floración se determinó a través de la obtención de tres clases, para clasificar a los sorgos como precoces, intermedios y tardíos, en las tres localidades y en el análisis combinado, aplicando la fórmula de la regla de:

$$\text{Sturges No. de IC} = 3.3 (\log. N) + 1$$

Para la concentración de datos y el análisis de la información se utilizaron los programas de computación, Excel, Word y el paquete SAS.

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS**

**4.1 Distribuciones y polígonos de frecuencia.**

**4.1.1 Rendimiento de grano.**

En la Cuadro 1 se muestran la desviación estándar, valores medios, máximos y mínimos del rendimiento de grano (kg/ha) en las localidades de Celaya y Abasolo, Guanajuato, y Angamacutiro, Michoacán. Aquí se observa que en Celaya se obtuvieron los rendimientos más altos, con una media de 8,233 kg/ha y a nivel regional se obtuvo una media de 7,389 kg/ha.

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg/ha) de híbridos de sorgo.

Localidad	Desviación estándar	Media Kg/ha	Máximo Kg/ha	Mínimo Kg/ha
Celaya, Gto.	681	8,233	10,999	6,133
Angamacutiro, Mich.	1121	7,645	11,105	3,134
Abasolo, Gto.	1096	6,289	8,945	2,702
Combinado	1279	7,389	11,105	2,702

En la Figura 1 se observa que la población de híbridos de sorgo en Celaya, Gto. sigue una curva normal con inicio en los valores de 6,133 y 7,157, aumentando la población hacia el centro y alto de la curva, con valores de 7,413 y 9,206 y decreciendo con menos población y valores de 9,718 y 10,742.

En la Figura 2 que corresponde a la localidad de Angamacutiro, Mich. se observa la curva de sigmoidea de normalidad con una población normal, esta mas cargada hacia la derecha, iniciando con valores de 3,134 y 6,490, y la población mayor de híbridos de sorgo

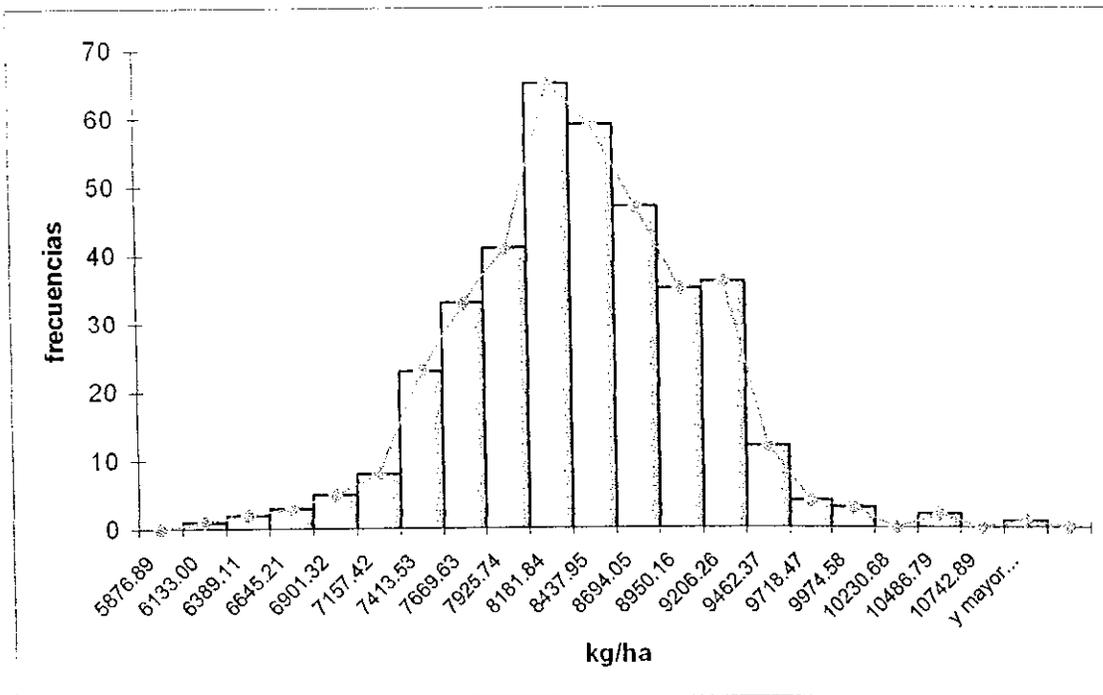


Figura 1. Polígono de frecuencia de rendimiento de grano (kg/ha) en Celaya, Gto.

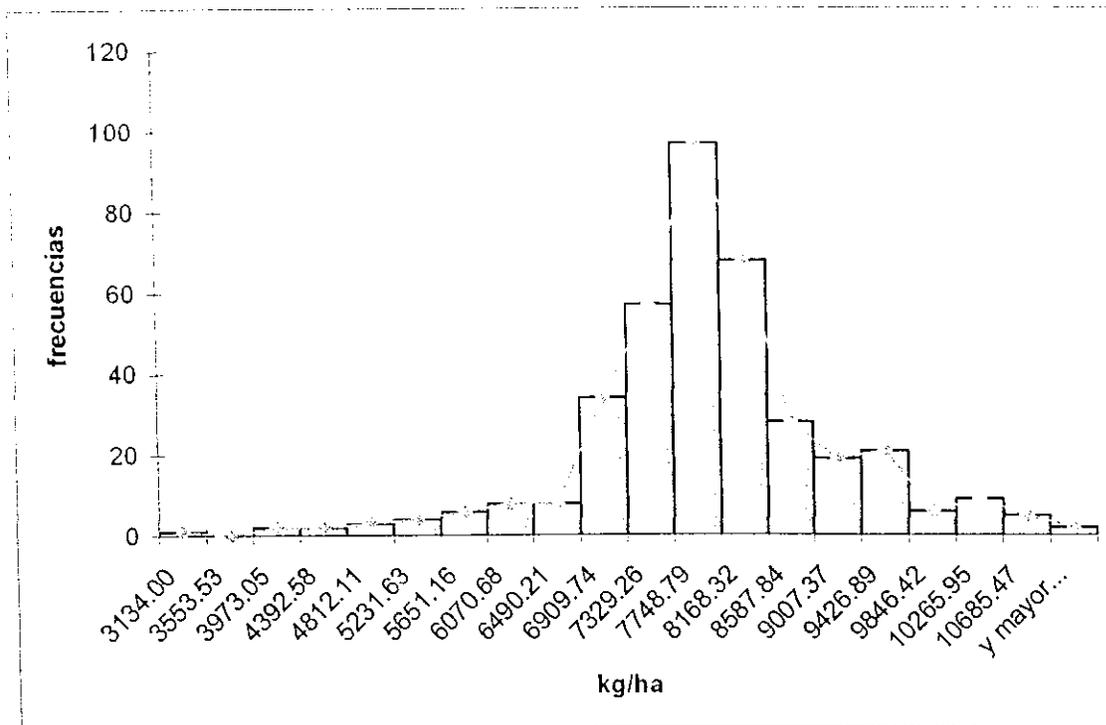


Figura 2. Polígono de frecuencia de rendimiento de grano en Angamacutiro, Mich.

En lo ancho y alto de la curva se observan valores que van de 7,329 y 9,007 kg/ha, y decreciendo con valores de 9,846 y 10,685 Kg/ha.

En la Figura 3 se observa la frecuencia del rendimiento de grano en Abasolo, Gto. con una distribución normal iniciando la curva con valores de 2,702- 4,673 kg/ha aumentando en ancho y alto con valores de 5,330 y 7,302 kg/ha y decreciendo con valores de 7,959 y 8,616 kg/ha.

En la Figura 4 se observa el polígono del rendimiento del conjunto de localidades, con una distribución normal, iniciando la curva con valores de 2,702 y 5,503 kg/ha aumentando en ancho y alto con valores de 5,504 y 8,303 kg/ha. y decreciendo con valores de 8,616 y 11,07 kg/ha.

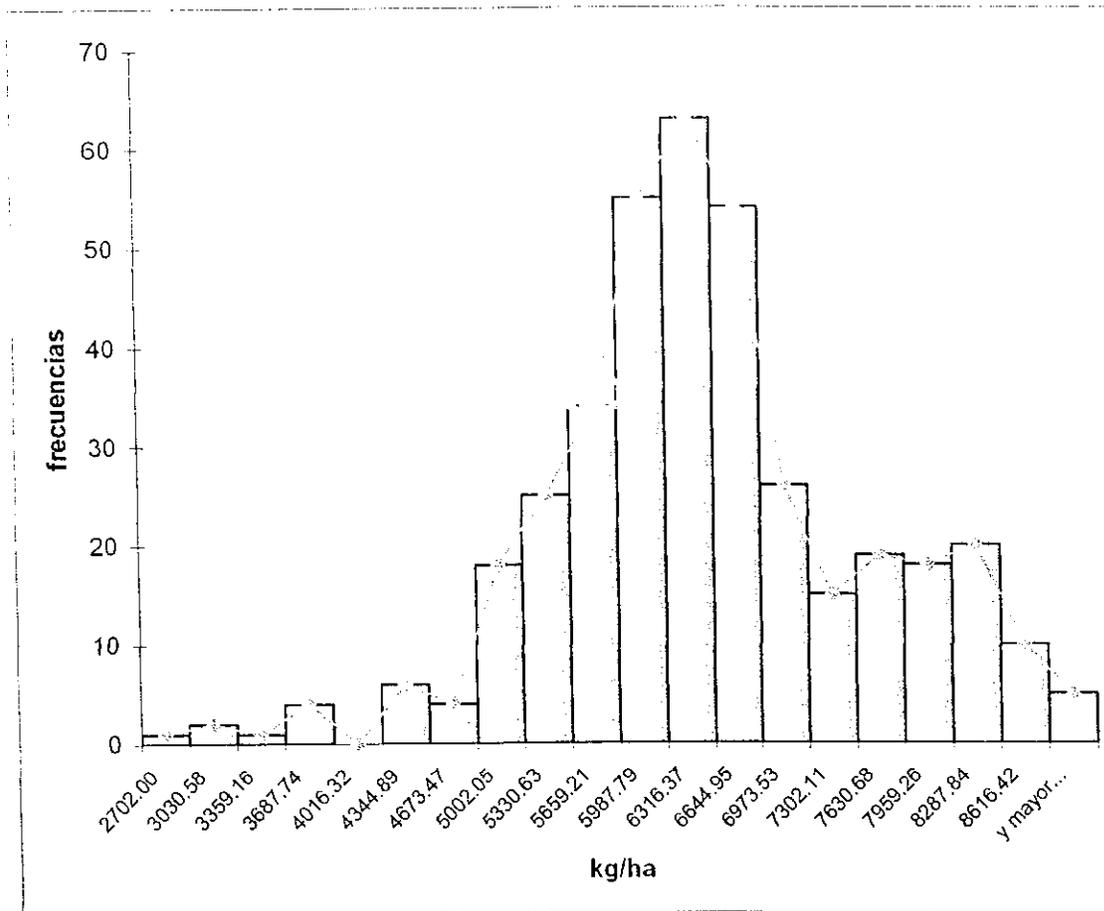


Figura 3. Polígono de frecuencia de rendimiento de grano (kg/ha) en Abasolo, Gto.

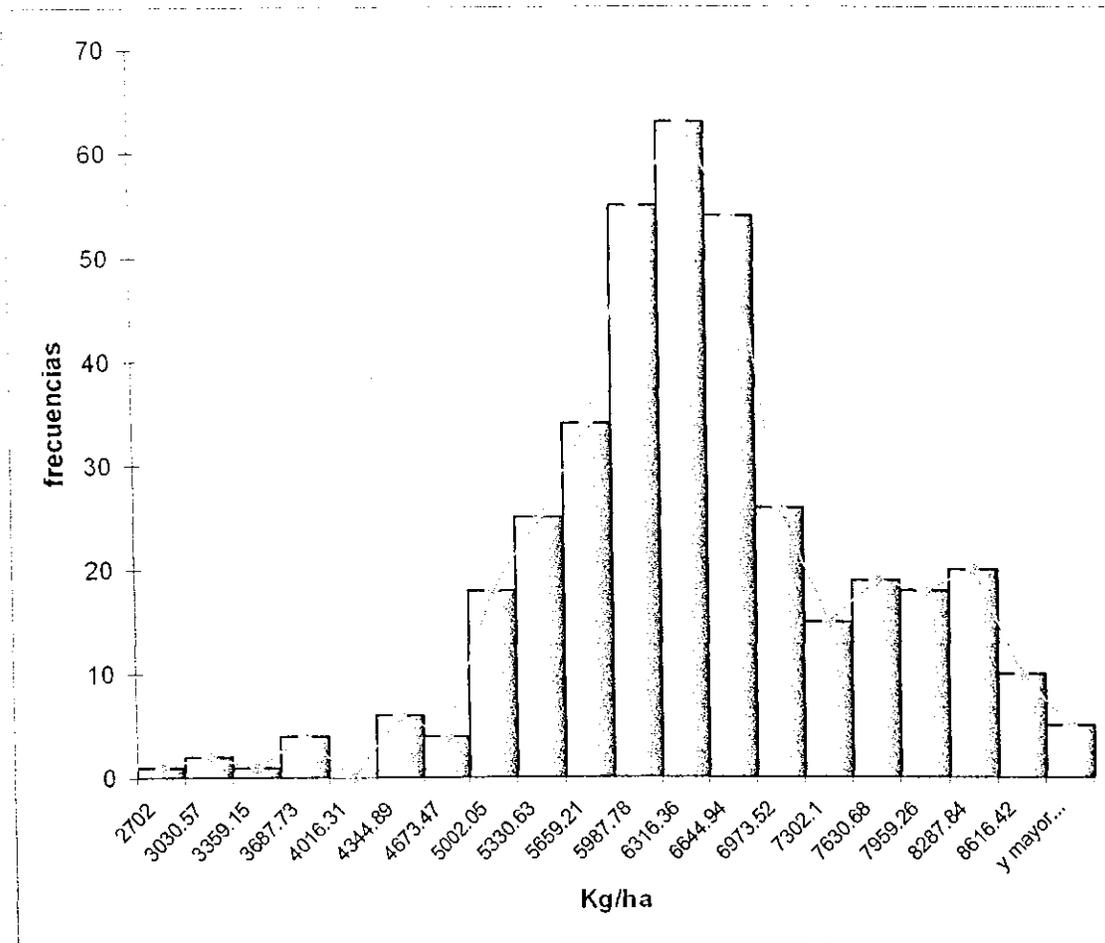


Figura 4. Polígono de frecuencia de rendimiento de grano (kg/ha) en el Bajío.

De acuerdo a los niveles de los rendimientos medios de los híbridos utilizados en esta evaluación se observó que hubo diferencias altamente significativas entre las medias del rendimiento de grano, con una alfa del 5%, comprobándose la hipótesis de que un genotipo de madurez precoz con una capacidad de rendimiento igual a una de madurez tardía produce mas grano por unidad de área ya que en las localidades mencionadas el rendimiento se pudo ver afectado por la competencia de

maleza, enfermedades y baja fertilización con periodos de sequía altos y la diversidad de los genotipos utilizados.

#### 4.1.2 Días a floración.

En el Cuadro 2 se presentan la desviación estándar, valores medios, máximos y mínimos de días a floración en las localidades de Celaya y Abasolo, Guanajuato, y como de Angamacutiro, Michoacán, donde se observa el mayor promedio es en Abasolo, Gto. y la menor valor en Angamacutiro, aunque el valor más bajo de floración se tuvo en Celaya, Gto. Con 56 días.

Cuadro2. Días a floración de híbridos de sorgo.

	Desviación estándar	Media	Máximo	Mínimo
Celaya, Gto.	4.55223	72	83	56
Abasolo, Gto.	5.28884	73	98	64
Angamacutiro, Mich.	3.91640	70	91	59
Combinado	4.72489	72	98	56

En la Figura 5 se observa el polígono de la distribución de días a floración en Celaya, Gto., que inicia la curva con 56 a 67 y valores altos de 70 a 73, decreciendo en el valor 75 y aumentando de nuevo en el valor 78 a 81.

En la Figura 6 se presentan los datos de la localidad de Abasolo, Gto., donde la curva sigmoidea de normalidad, que inicia con una distribución normal, cargada hacia la izquierda con valores de 64 a 67, con la mayor población en alto y ancho de

la curva con valores de 64 a 67, aumentando la floración en los valores 71 a 81 y decreciendo en 85 a 96.

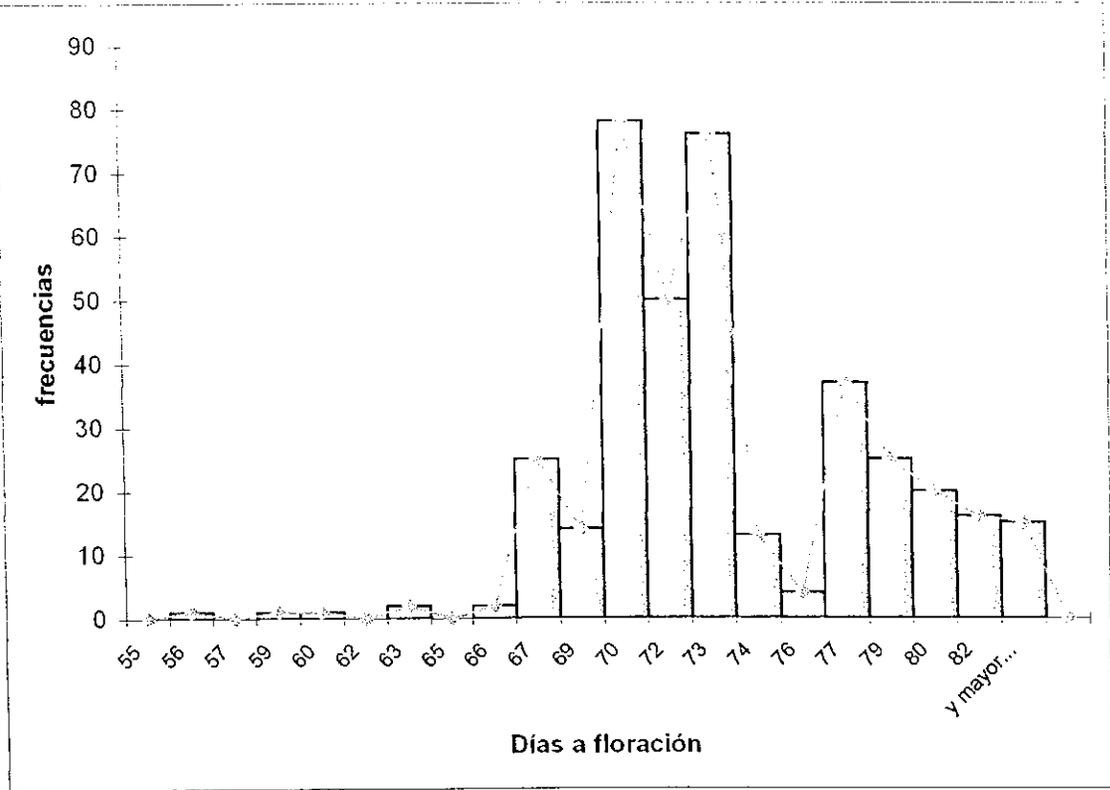


Figura 5. Polígono de frecuencia de días a floración en Celaya, Gto..

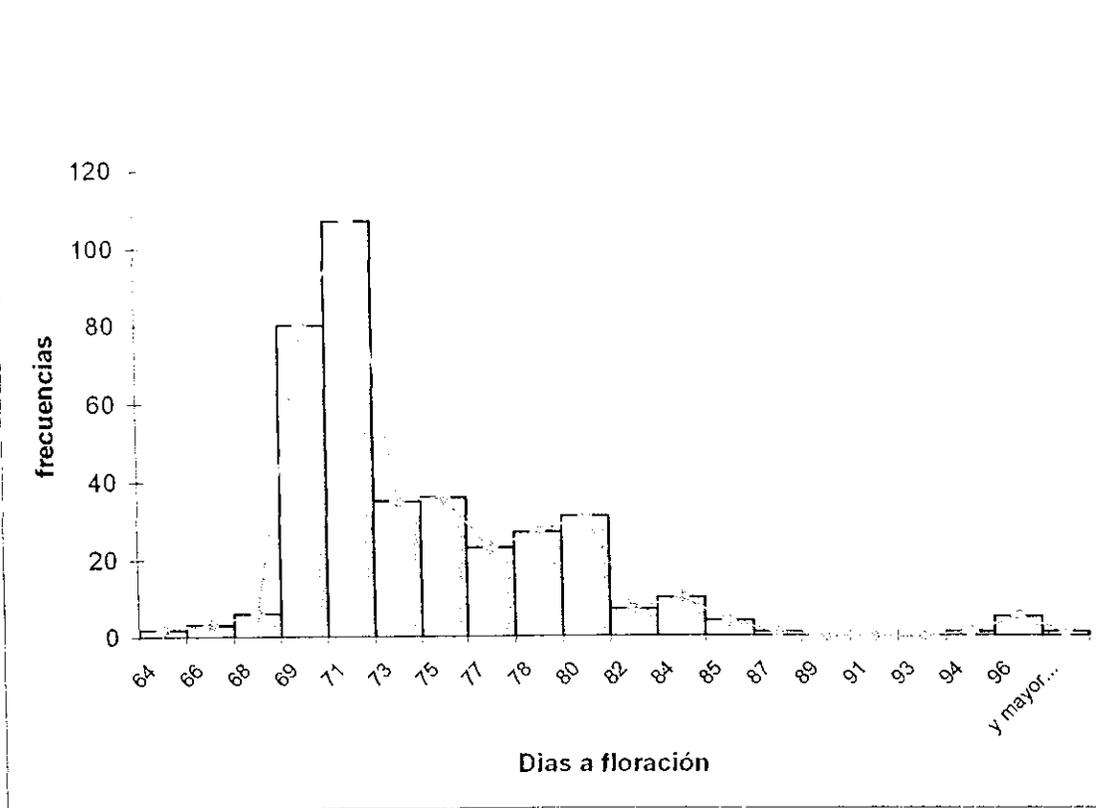


Figura 6. Polígono de frecuencia de días a floración en Abasolo, Gto.  
 En la Figura 7 se presenta la distribución de los días a floración en Angamacutiro, Michoacán, donde se observa una distribución diferente iniciando la curva con valores de 59 a 65, con un aumento de la curva con valores de 69 a 72, decreciendo con valores de 65 a 78 y aumentando nuevamente en el valor de 79 y decreciendo en valores de 82 a 89 días.

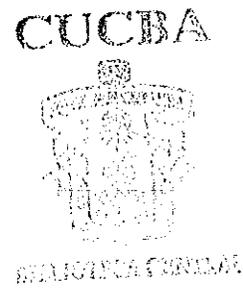
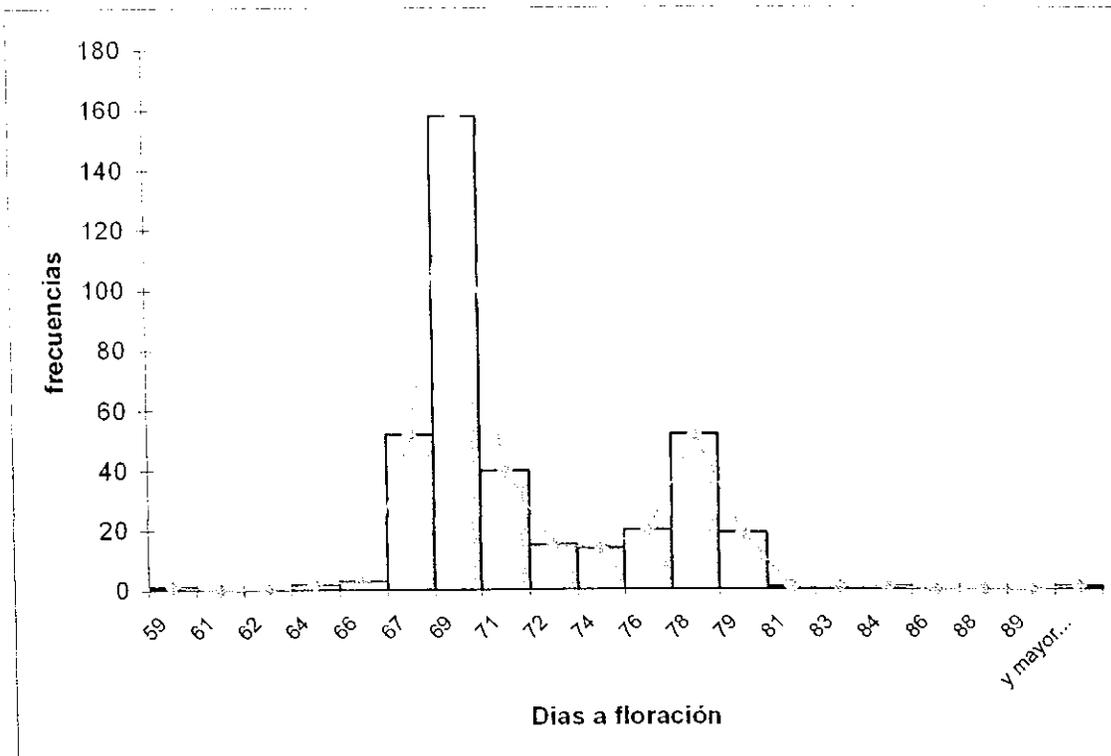


Figura 7 Polígono de frecuencia de días a floración en Angamacutiro Mich.

En la Figura 8 se muestra la distribución de días a floración del análisis combinado donde se observa una distribución diferente a las figuras los concretamente anteriores, ya que el inicio la curva es de 98 a 122 días y valores altos de 123 a 125 días y decreciendo en el día 157 y aumentando de nuevo en el valor 158 a 188 días

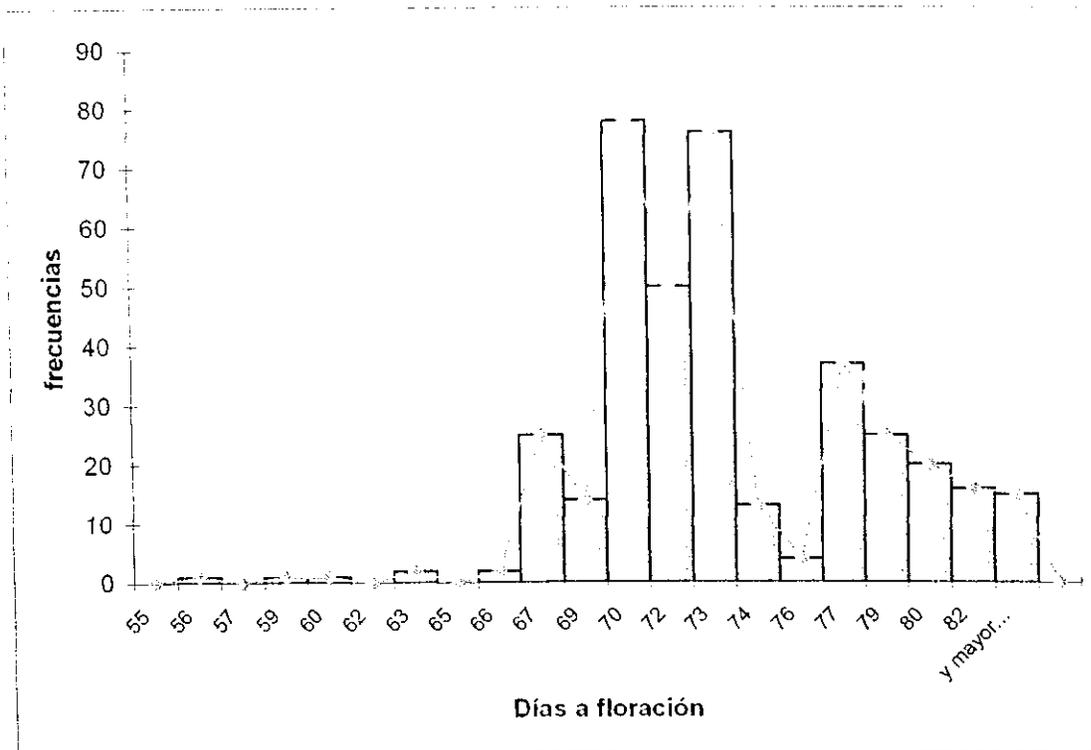


Figura 8. Polígono de frecuencia de días a floración en el Bajío.

Este comportamiento es apoyado por Quimby *et al.* (1973) quienes encontraron que con base a temperaturas medias de 17.5° a 37.8° C. hay marcadas diferencias entre híbridos, presentando un promedio de días a floración, de 60 a 86 días, siendo muy similares nuestros resultados encontrados en las diferentes localidades, ya que caen dentro del ese rango ya que se obtuvieron valores mínimos de 56 a 82 días en Celaya, aunque en las otras localidades los valores encontrados, fueron de 64 a 100 días. Por otro lado, las diferencias en los días a floración de las diferentes localidades, se dan principalmente por la respuesta en la precocidad de los genotipos de los híbridos de sorgo, al fotoperíodo, a las temperatura medias anuales, el periodo reproductivo y la humedad que en ese momento persista, ya que

estos factores evitan que la planta entre en dormancia y frene su periodo reproductivo. Por consiguiente, los resultados encontrados en Celaya nos permitió clasificar e identificar los híbridos de sorgo más precoces con rendimientos promedio altos, no así para las otras localidades que presentaron periodos de floración mas tardía con rendimiento de grano bajo, permitiéndonos cumplir el segundo objetivo en esta investigación.

Por otro lado, parece existir una alta correlación negativa entre la longitud del día y los días a floración en todos los cultivares considerados en el trabajo, lo cual significa que a menor longitud del día es mayor el número de días a antesis.

#### 4.1.3 Altura de planta

En el Cuadro 3 se muestran las distribuciones de frecuencia de altura de planta y sus desviaciones estándar, valores medios, máximos y mínimos en las localidades de Celaya, Gto., Abasolo, Gto., y Angamacutiro, Michoacán. Aquí se observa que las plantas más altas se encuentran en Angamacutiro y las más bajas en Celaya, sin embargo la altura mínima se encuentra en Abasolo, Gto.

Cuadro 3. Altura de planta (cm) de híbridos de sorgo.

	Desviación estándar	Media	Máximo	Mínimo
Celaya, Gto.	6.87584	127.55	162	104
Abasolo, Gto.	7.60003	127.37	157	98
Angamacutiro, Mich.	9.96139	136.82	187	104
Combinado	9.35331	130.58	187	98

En la Figura 9 se presenta la distribución de la altura de planta para la localidad de Celaya, Gto. Donde se observa una distribución normal e inicio de la curva con valores de 104 a 119 cm y el mayor aumento de población de híbridos

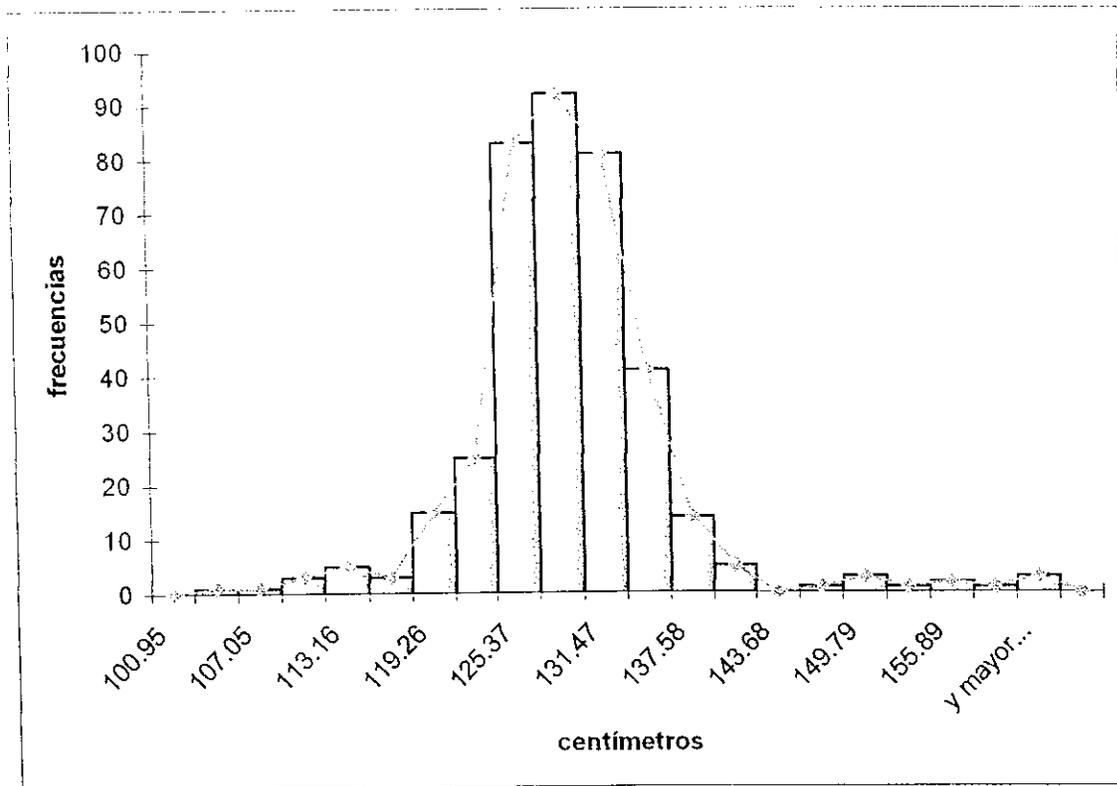


Figura 9. Polígono de frecuencia de altura de planta en Celaya, Gto.

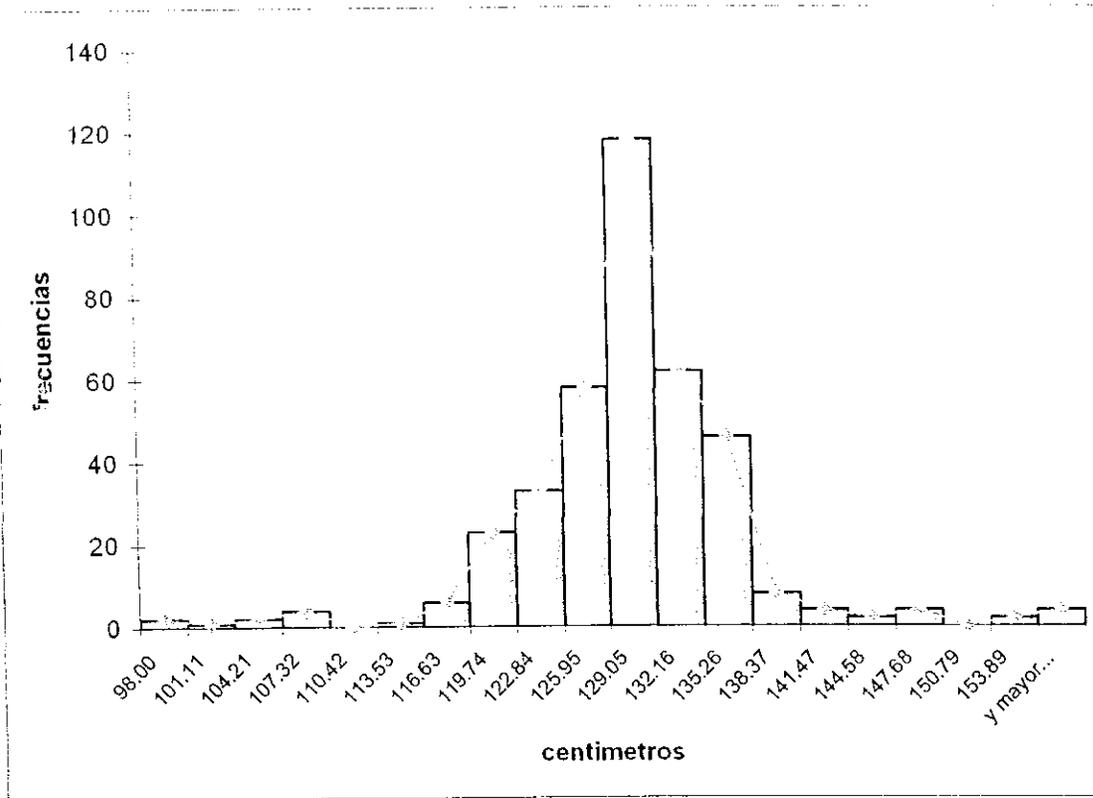


Figura 10. Polígono de frecuencia de altura de planta en Abasolo, Gto. de sorgo y valores de 122 a 140 cm. y decrecimiento de la curva con valores bajos de 143 a 158 cm.

En la localidad de Abasolo, Gto. (Figura 10), su distribución nos muestra que el inicio de la curva se presenta con valores de 96 a 116 cm de altura, y la mayor población en alto y ancho de la curva con valores de 112 a 135 cm, y decreciendo con valores de 141 a 153 cm.

En la Figura 11 se presenta el polígono de frecuencia de altura de planta para la localidad de Angamacutiro, Mich., con una distribución normal iniciando la curva con valores de 112 a 121 cm de altura de planta, se ubican dentro de la curva sigmoidea y con el mayor numero de población, con valores de 130 a 147 cm, y decreciendo con valores de 156 a 182 cm.

En la Figura 12 se muestra en el polígono de frecuencia del análisis combinado de altura de planta, que la curva inicia con valores de 96 a 116 cm de altura de planta, y la mayor población en alto y dentro de lo ancho de la curva sigmoidea con valores de 112 a 135 cm, y decreciendo con valores de 141 a 153 cm.

Esta información concuerda con lo encontrado por Coleman y Belcher (1952), que demostraron que hay cierta asociación de esta variable con la longitud del día, indicando que la altura de la planta tiende a aumentar en los días más largos. También existe la teoría de que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral (Poehlman, 1972). Es decir, las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, número mayor de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con rapidez, aunque esta teoría no se pudo confirmar en el análisis de este trabajo.

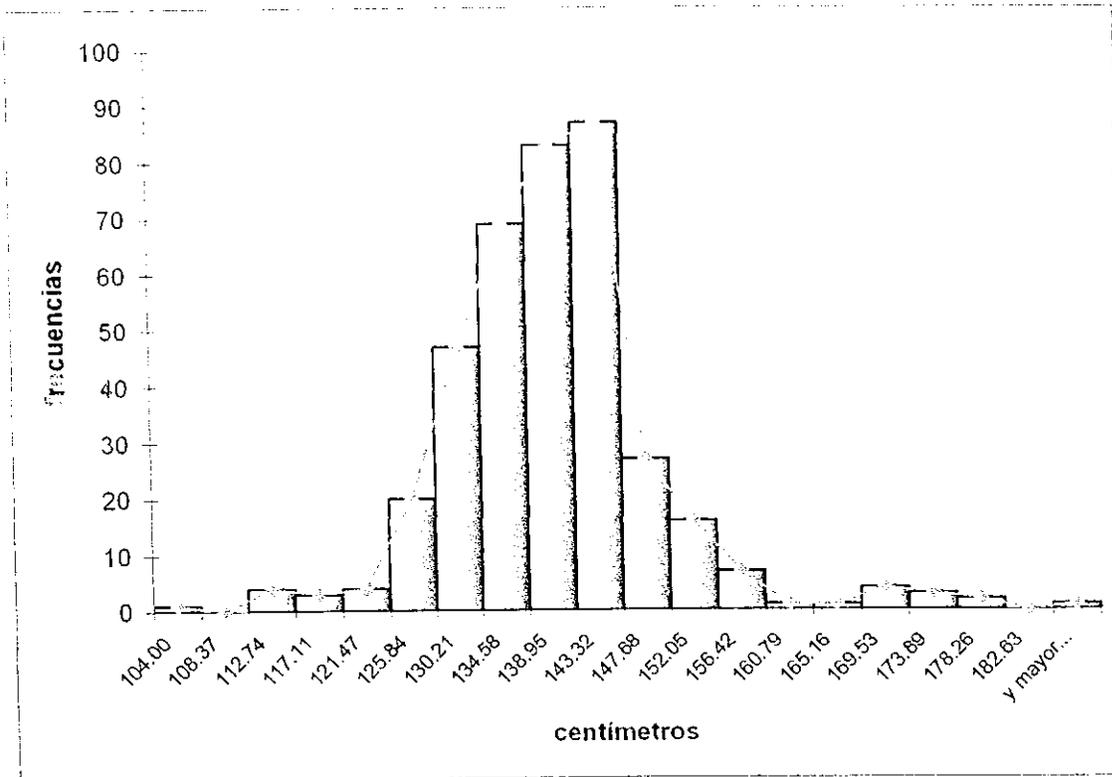


Figura 11. Polígono de frecuencia de altura de planta en Angamacutiro, Mich.

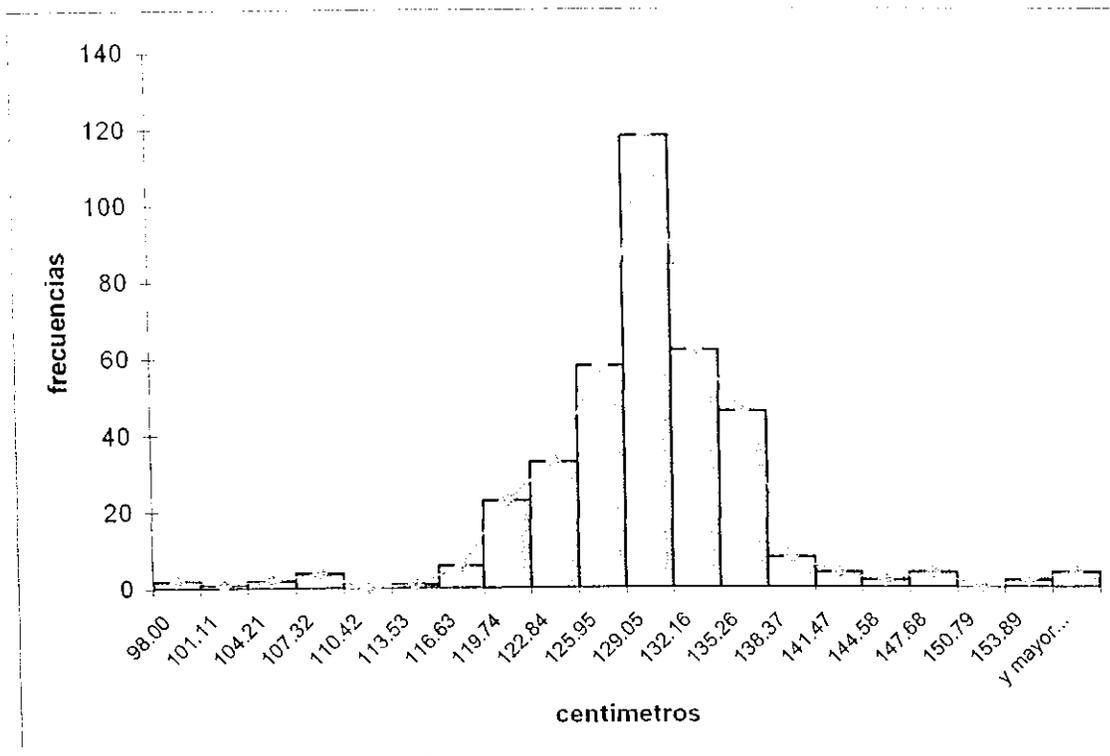


Figura 12. Polígono de frecuencia de altura de planta en el Bajío.

#### 4.3 Determinación de la precocidad

Los valores gráficos que se obtuvieron en la determinación de la precocidad en híbridos de sorgo en las localidades evaluadas del Bajío, permiten diferenciar a los sorgos en precoces, intermedios y tardíos.

En Celaya, Gto., la precocidad encontrada se clasifica de la siguiente manera:

- (1) precoces de 56 a 64 días a floración,
- (2) intermedios de 65 a 73 días a floración y
- (3) tardíos de 74 a 82 días a floración, como se observa en la figura 13.

En la localidad de Abasolo, Gto. (Figura 14), los sorgos se clasificaron de la siguiente manera: (1) precoces de 64 a 75 días a floración, (2) intermedios de 76-87 días y (3) tardíos de 88 a 99 días.

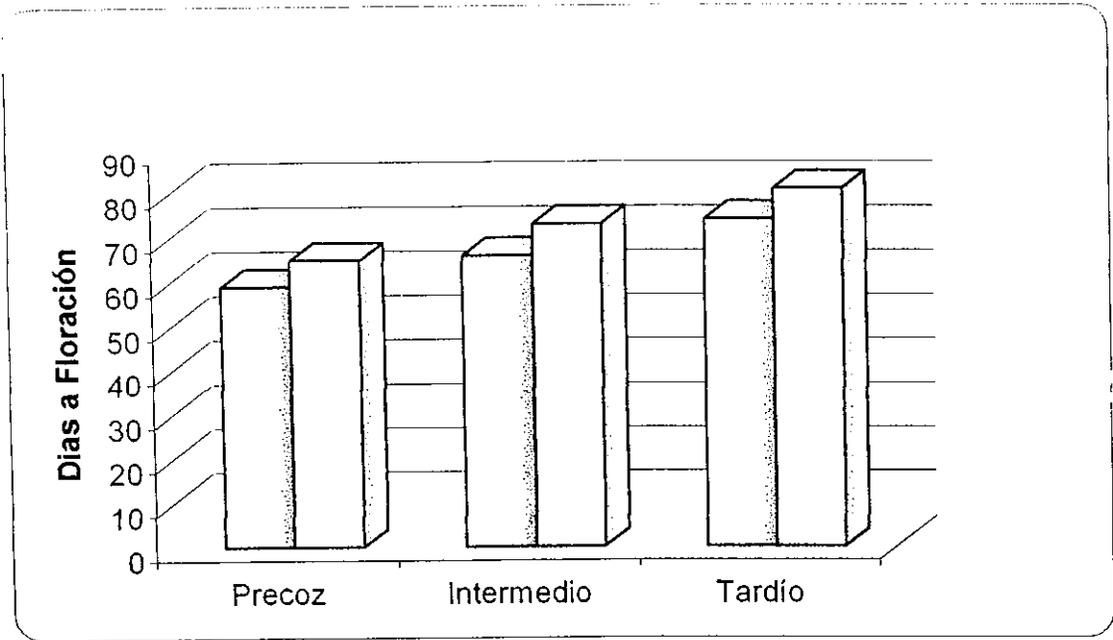


Figura 13. Precocidad de sorgos en Celaya, Gto.

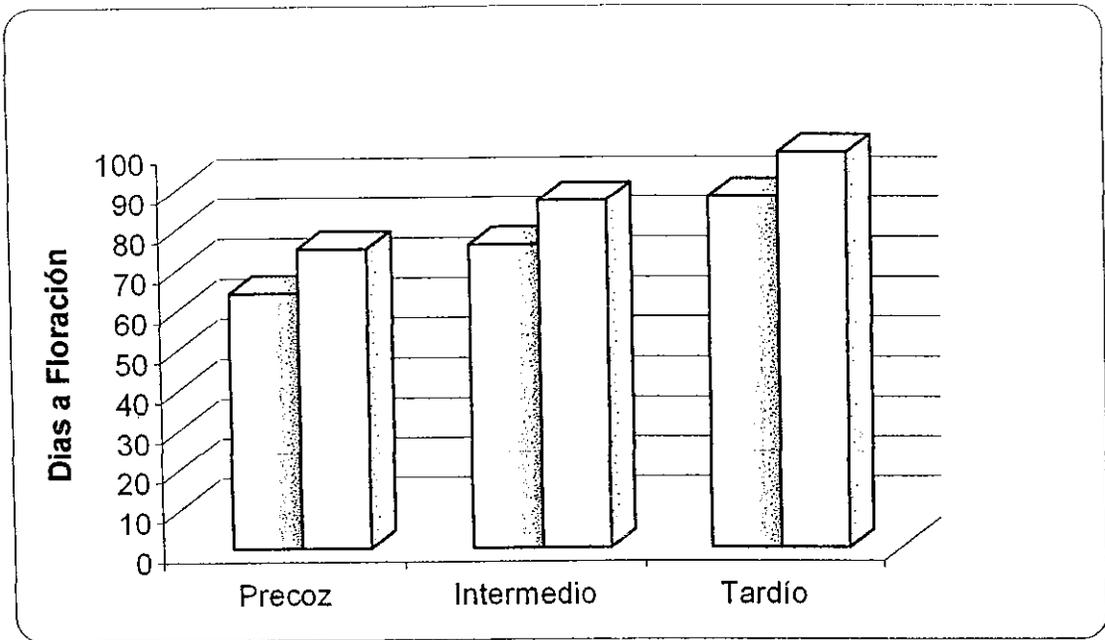


Figura 14. Precocidad de sorgos en Abasolo, Gto.

En el caso de Angamacutiro, Mich. los días a floración se presentaron de la siguiente manera: (1) precoces de 59 a 69. (2) intermedios de 80 a 70 y (3) tardíos de 91 a 81 días, como se observa en la Figura 15.

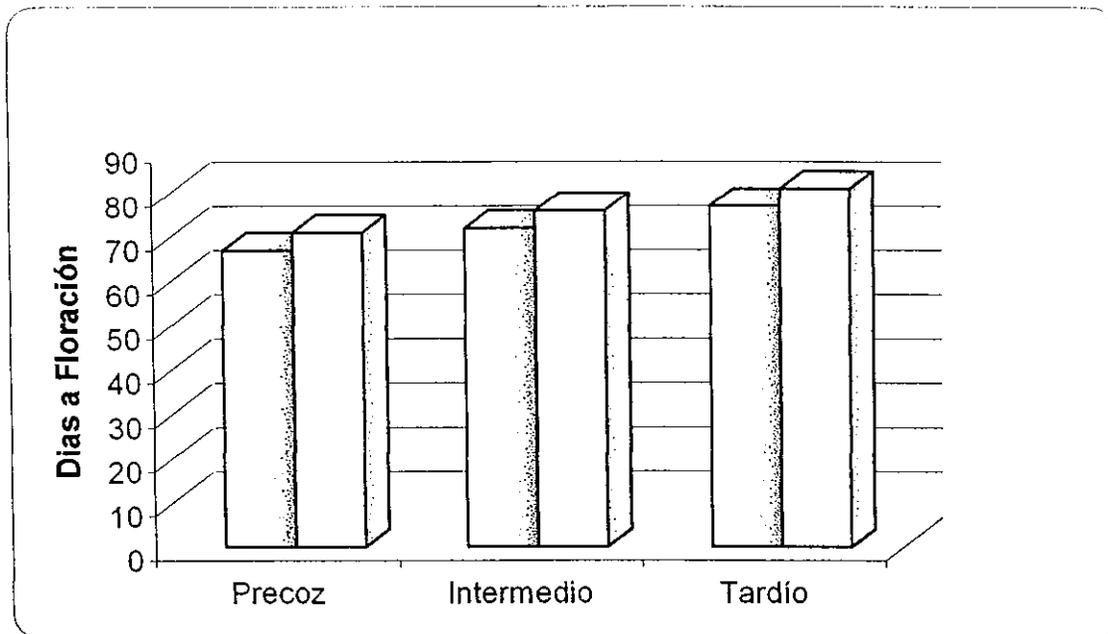


Figura 15. Precocidad de sorgos en Angamacutiro, Mich.

En el análisis combinado (Figura 16), la floración se presentó de la siguiente manera: (1) precoces de 56 a 70 días, (2) intermedios de 85 a 71 días y (3) tardíos de 96 a 100 días.

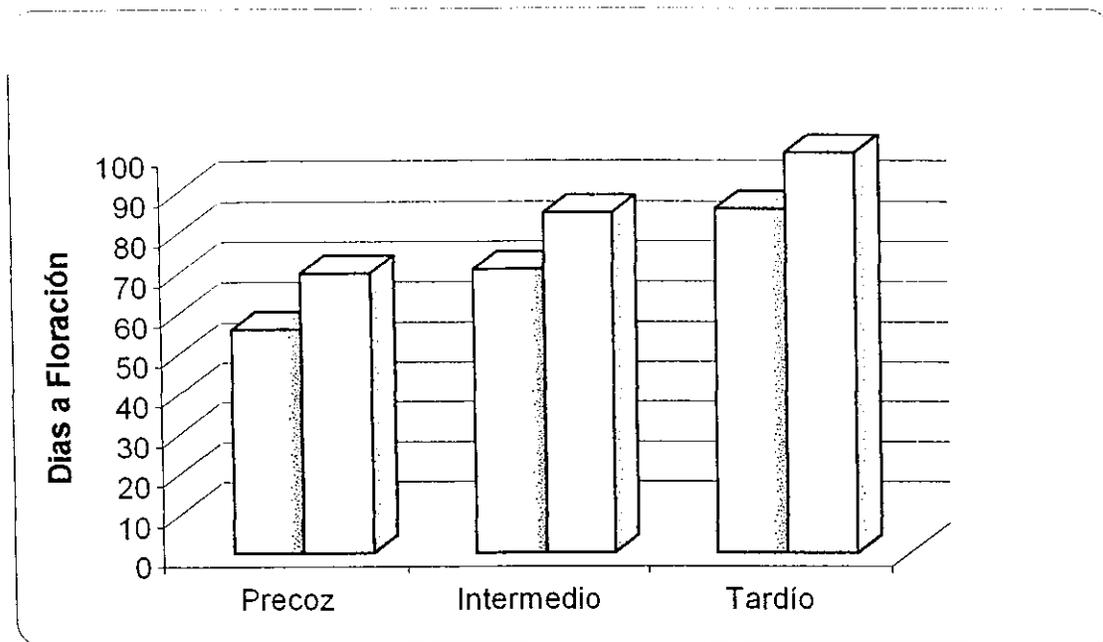


Figura 16. Precocidad de sorgos en el Bajío.

Como ya se explicó anteriormente, el comportamiento de días a floración se da por la respuesta al fotoperiodo y temperatura, Quinby y Karpenter (1954), y que puede estar influenciado además por la fecha de siembra Pauli *et al.* (1964), ya que se ha demostrado que en siembras tempranas (abril) se alarga el tiempo a diferenciación y de ésta a la floración reduciéndose el de floración a madurez fisiológica.

En cuanto a la determinación de la precocidad, Miller *et al* (1968) señaló que los sorgos deben separarse en grupos de madurez atendiendo al fotoperíodo aparente que inhibe la formación del primordio floral. En nuestro trabajo se hizo la clasificación con base al comportamiento en cada localidad y un análisis promedio de las mismas, sin considerar las horas luz y la respuesta de los materiales a esta condición y a la temperatura media. Sin embargo esta clasificación es válida, ya que

fue hecha con datos reales de comportamiento, aunque podría haberse considerado hacer un análisis de correlación entre las variables medidas y las variables climáticas mencionadas.

#### 4.4 Correlación Lineal.

En el análisis de correlación se observó que los híbridos en la localidad de Celaya, Gto., mostraron un alto grado de asociación entre el rendimiento y las variables días a floración y altura de planta, así como cierta asociación positiva entre floración y altura de planta, como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Correlación entre rendimiento y variables agronómicas. Celaya, Gto.

Variable	Rendimiento	Floración	Altura planta
Rendimiento	1.0000	0.33093 .0001	0.41178 .0001
Floración		1.0000	0.20108 .0001
Altura			1.0000

Al observar la gráfica de correlación entre rendimiento de grano y días a floración, se observó que los híbridos siguen una línea de tendencia secuencial y dispersa que inicia a los 2,200 kg/ha. Hasta los 6,200kg/ha (Figura 17).

En esta asociación, la mayoría de las plantas se ubican en los 66 a 75 días a floración con rendimientos de 7,100 y 7,7000 kg/ha. Pocos híbridos con días a floración de 76 a 85 y rendimientos de 8,000 y 9,500 kg/ha. Y los mínimos de 56 a 82 y con un rendimiento de 4,000 y 6,800 kg/ha (Figura 17).

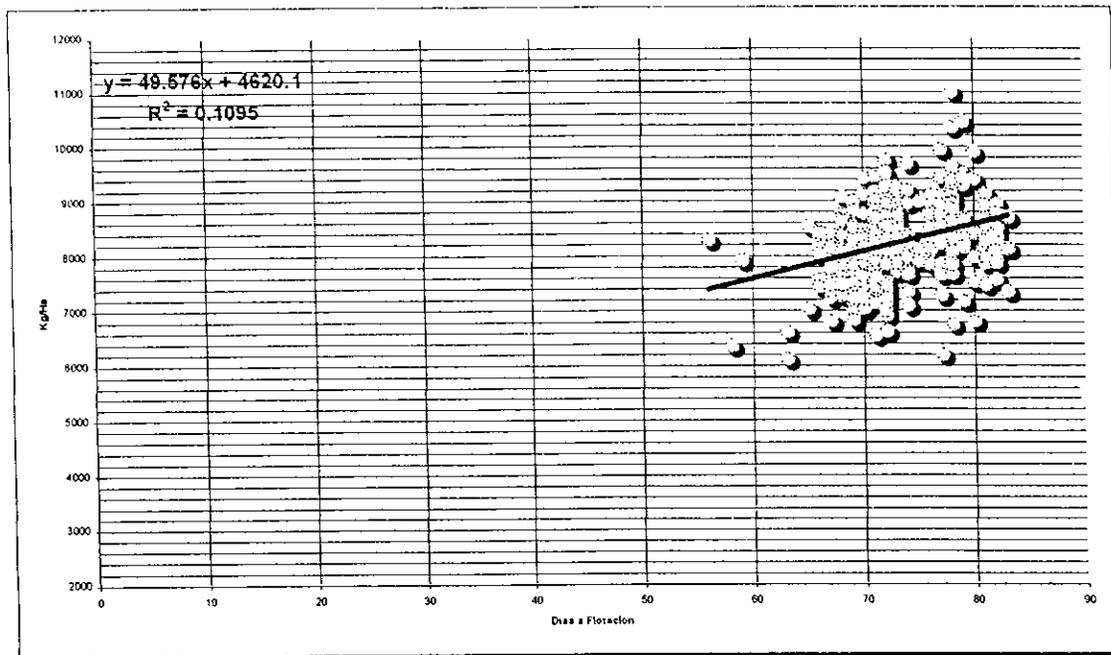


Figura 17. Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en Celaya, Gto.

En la asociación de altura de planta y rendimiento, la mayoría de las plantas se ubican en 118 cm de altura con rendimientos de 6,500 y 95000 kg/ha., otros híbridos con alturas de 1.45 cm y rendimientos de 8,000 y 1,100 kg/ha. y los mínimos de 112 a 114 cm de altura y con un rendimiento de 6,000 y 9,000 (Figura 18).

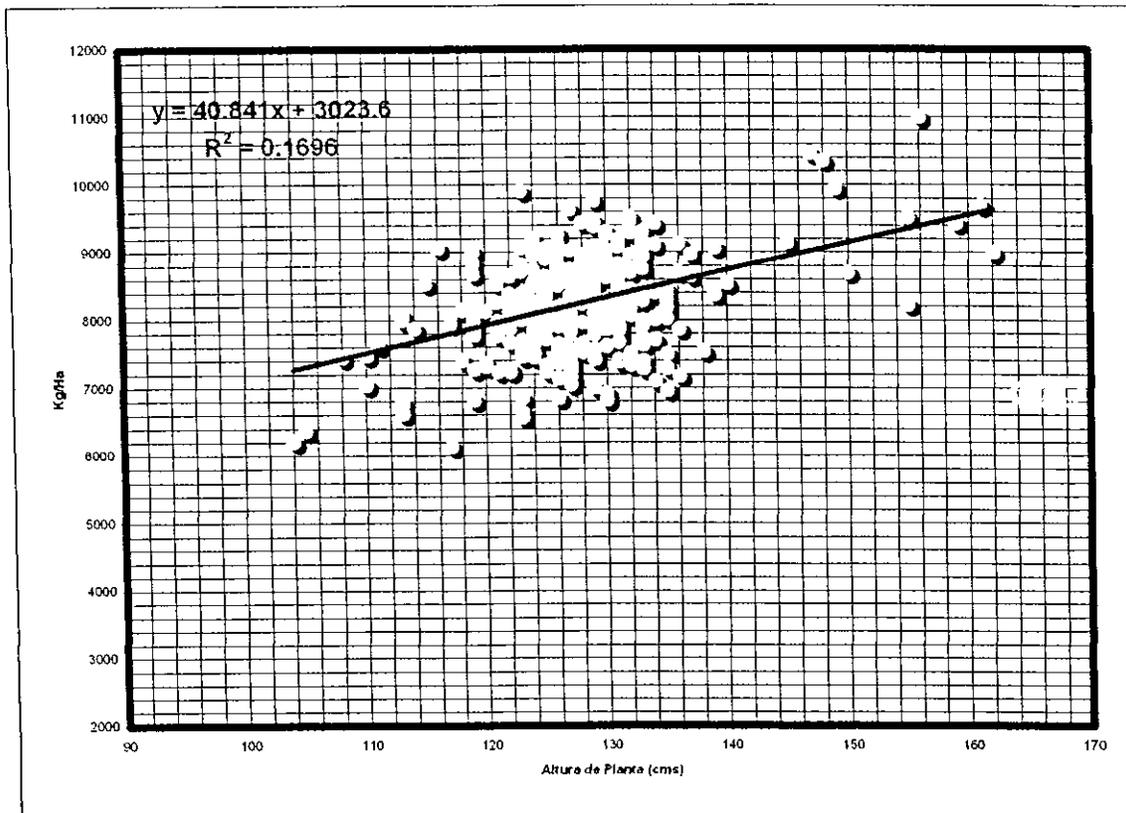


Figura 18. Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en Celaya, Gto.

En la localidad de Abasolo, Gto., el análisis de correlación mostró que los híbridos tuvieron un alto grado de asociación positivo, entre el rendimiento con las variables de días a floración y altura de planta, así como, entre floración y altura de planta, como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Correlación entre rendimiento y variables agronómicas. Abasolo, Gto.

Variable	Rendimiento	Floración	Altura planta
Rendimiento	1.0000	0.50925 .0001	0.44502 .0001
Floración		1.0000	0.40088 .0001
Altura			1.0000

En esta localidad, los híbridos se dispersan y no siguen una línea de tendencia lineal ya que los valores están ubicados desde los 2,200 kh/ha. en menor cantidad, ya que la mayoría se encuentra entre los valores de rendimiento de 4,200 y 7,200 kg/ha y en regular cantidad de 8,000 a 9,000 kg/ha (Figura 19).

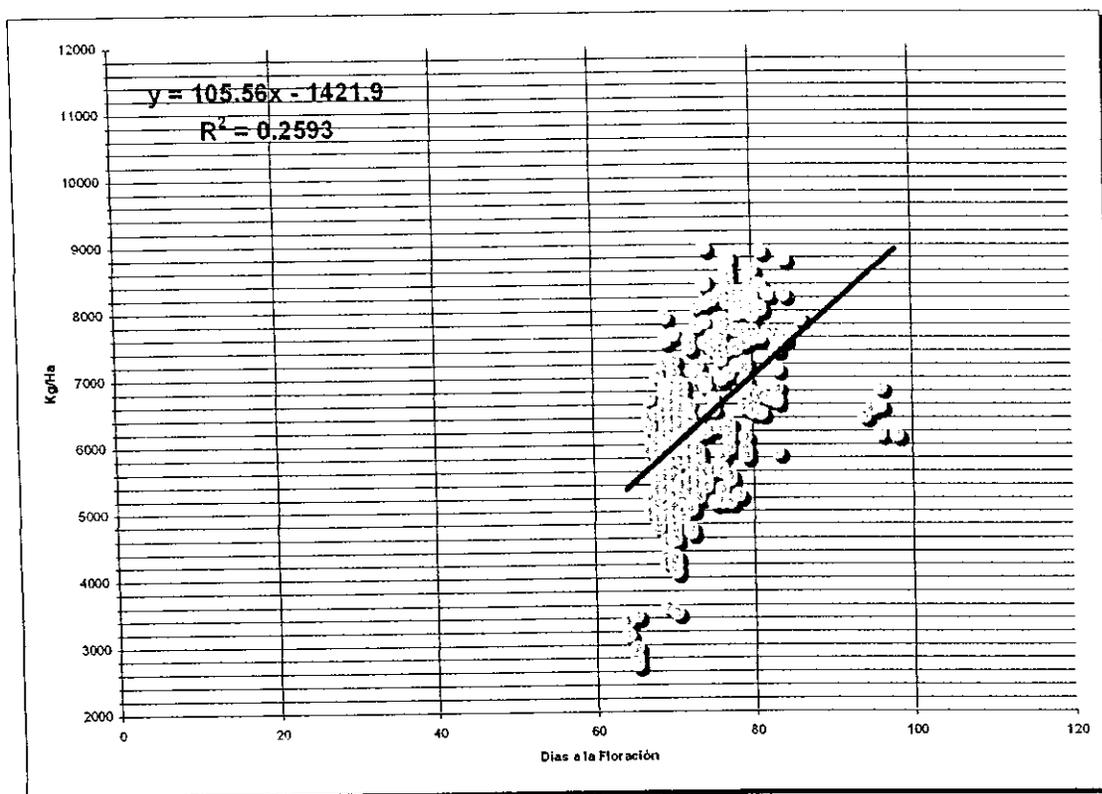


Figura 19. Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en Abasolo, Gto.

En la correlación de días a floración y rendimiento, la mayoría de las plantas se ubican en los 71 a 77 días a floración con rendimientos de 4,790-6,7000 kg/ha.

Pocos híbridos días a floración de 78 a 96 y rendimientos de 2,700-4,800 kg/ha. Y los mínimos de 64 a 70 y con un rendimiento de 6,800 y 8,900 kg/ha (Figura 19).

En la asociación de altura de planta con el rendimiento de grano, la mayoría de las plantas se ubican en 115 cm de altura con rendimientos de 4.000-9000 kg/ha. Pocos híbridos con altura de 1.38 cm y rendimientos de 5,500 y 8,900 kg/ha. Y los mínimos de 90 a 100 cm de altura y con un rendimiento de 2010- 7,100 kg/ha (Figura 20).

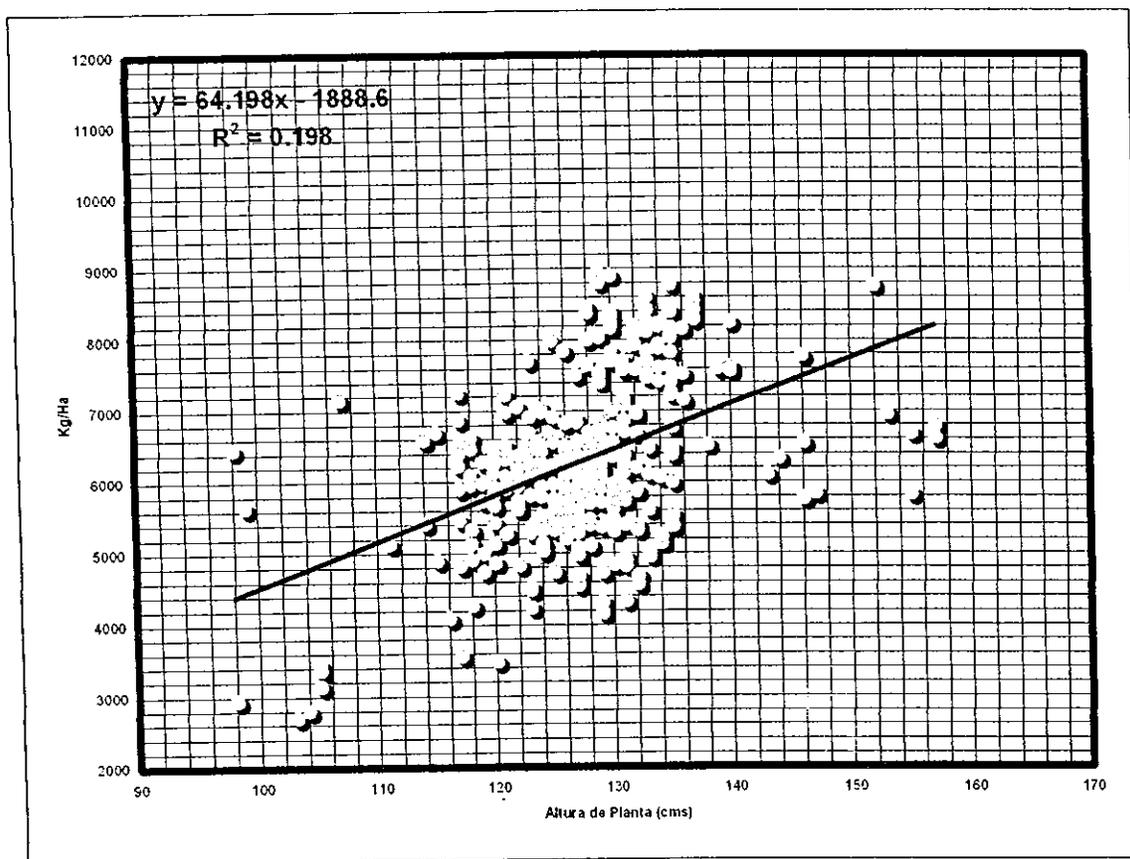


Figura 20. Correlación entre altura y rendimiento de grano en Abasolo, Gto.

En Angamacutiro, Michoacán, el análisis de correlación mostró que los híbridos tuvieron un alto grado de asociación positivo, entre el rendimiento con las variables de días a floración y altura de planta, así como, entre floración y altura de planta, como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Correlación entre rendimiento y variables agronómicas. Angamacutiro, Michoacán.

Variable	Rendimiento	Floración	Altura planta
Rendimiento	1.0000	0.39335 .0001	0.42838 .0001
Floración		1.0000	0.54278 .0001
Altura			1.0000

En esta localidad, la mayoría de híbridos de sorgo se encuentran dispersos con 6,000 a 8,000 kg/ha. y otros entre 9,000 y 1,200 kg/ha., y muy pocos entre 3900 y 5900 kg/ha (Figura 21). En esta asociación, la mayoría de las plantas se ubican en los días a floración 67 y 79 con rendimientos de 6,200 y 1,000 kg/ha. Pocos híbridos con días a floración de 80 a 92 y rendimientos de 9,000 y 10,000 kg/ha. y la mínima cantidad de 58 a 67 y con un rendimiento de 3,000 y 7,200 kg/ha.

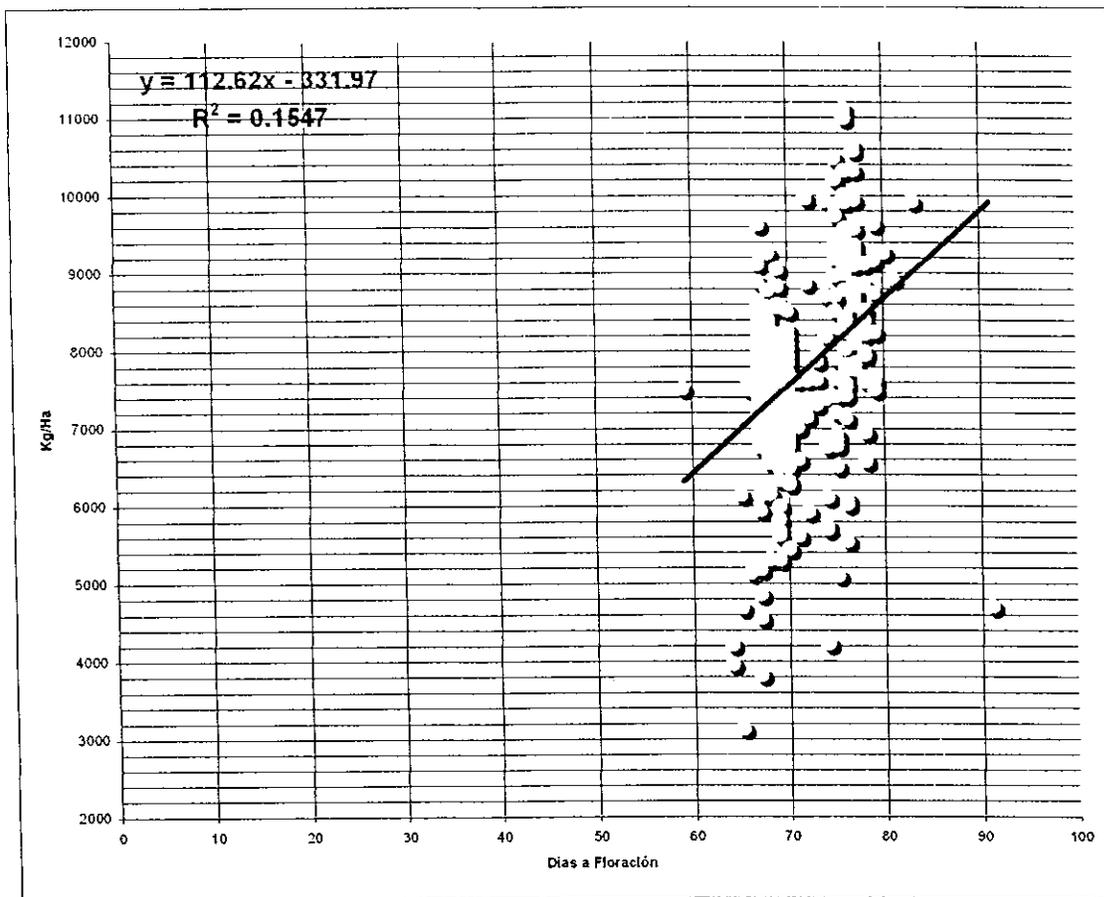


Figura 21. Correlación entre rend. de grano y días a floración en Angamacutiro, Mich.

En la asociación de altura de planta y rendimiento en la Localidad 3 La mayoría de las plantas se ubican en valores de 128 y 157 cm de altura con rendimientos de 6,800-8,200 kg/ha. Pocos híbridos con altura de 158-1.88 cm y rendimientos de 5,500 a 8,400 kg/ha. Y valores mínimos de 98 y 127 cm de altura y con un rendimiento de 2,500 a 2,700 kg/ha (Figura 22).

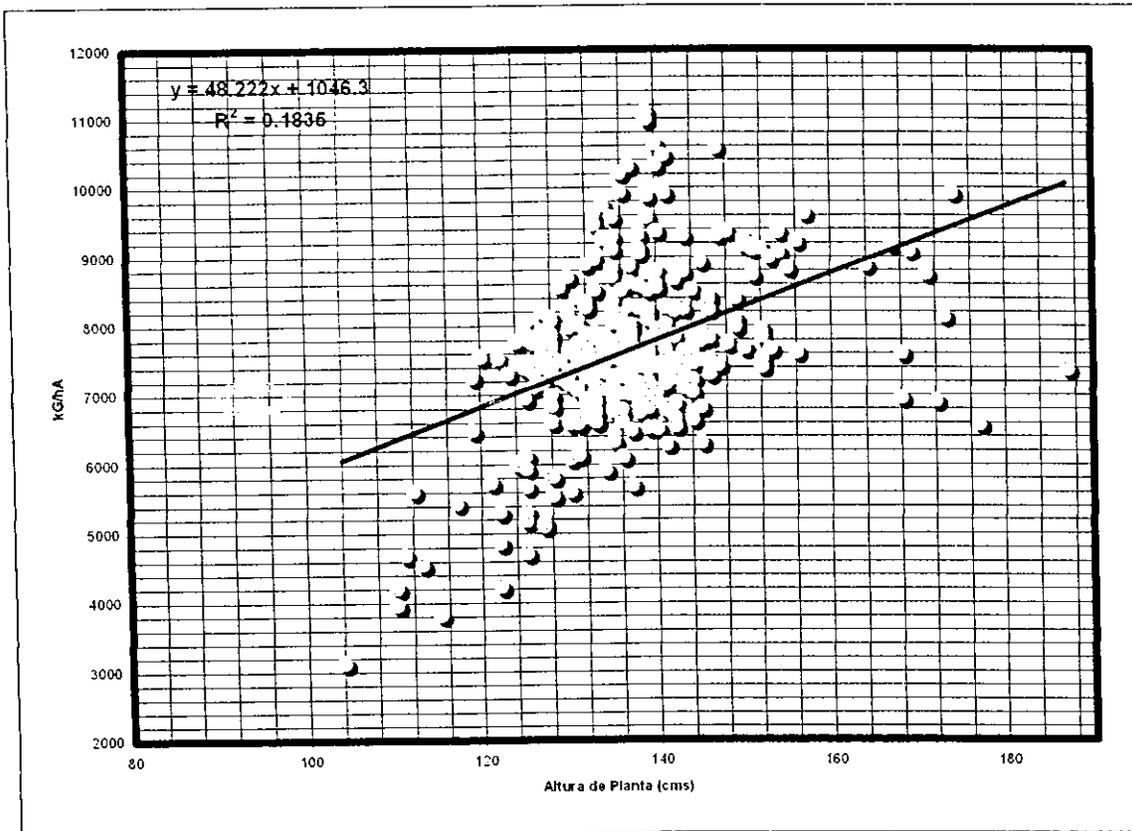


Figura 22. Correlación entre rend. de grano y altura de planta en Angamacutiro, Mich.

En el análisis de correlación combinado se encontró que los híbridos tuvieron cierta asociación positiva entre el rendimiento y las variables de días a floración y altura de planta, así como, entre floración y altura de planta, como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Correlación entre rendimiento y variables agronómicas en el Bajío.

Variable	Rendimiento	Floración	Altura planta
Rendimiento	1.0000	0.27505 .0001	0.36141 .0001
Floración		1.0000	0.22744 .0001
Altura			1.0000

Los puntos de los valores de híbridos de sorgo en esta grafica se encuentran conglomerados sobre la parte central de la grafica con valores de rendimiento que van de los 2,500 y 11,000 kg/ha. Y una disminución gradual de los puntos a medida que se alejan de la parte central de la grafica con 4,800 a 8,900 kg/ha. de este punto (Figura 23). En la asociación Días a floración y rendimiento en el análisis combinado, la mayoría de las plantas se ubican en los 65 a 85 días a floración con rendimientos de 2,500 y 11,000 kg/ha. Pocos híbridos con días a floración de 90 a 100 y rendimientos de 4,500 y 6,500 kg/ha. Y los mínimos de 55 a 60 días y con un rendimiento de 3,300 y 8,000 kg/ha.

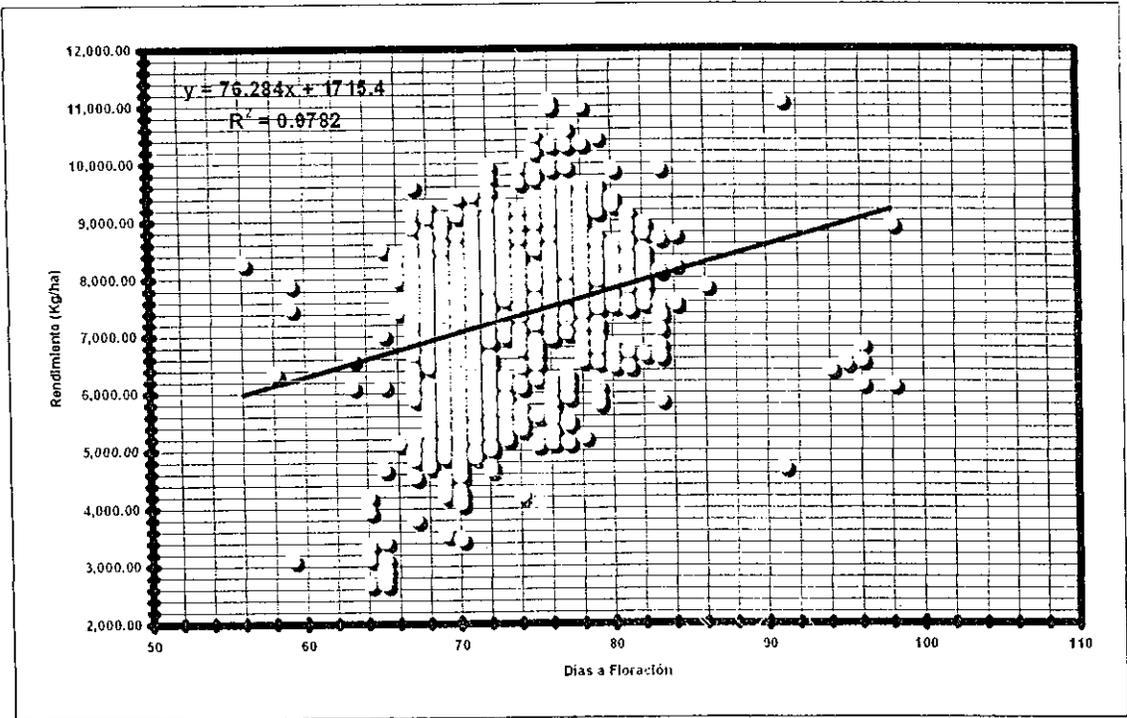


Figura 23. Correlación entre rendimiento de grano y días a floración en el Bajío

En la asociación altura de planta y rendimiento en el análisis combinado, la mayoría de las plantas se ubican en 120 a 155 cm de altura con rendimientos de 6,500 y 1,1000 kg/ha. Pocos híbridos con altura de 1.62 a 1.86 cm y rendimientos de 6,200 y 1,000 kg/ha. Y los mínimos de 102 a 115 cm de altura y con un rendimiento de 2900 y 6,000 kg/ha (Figura 24).

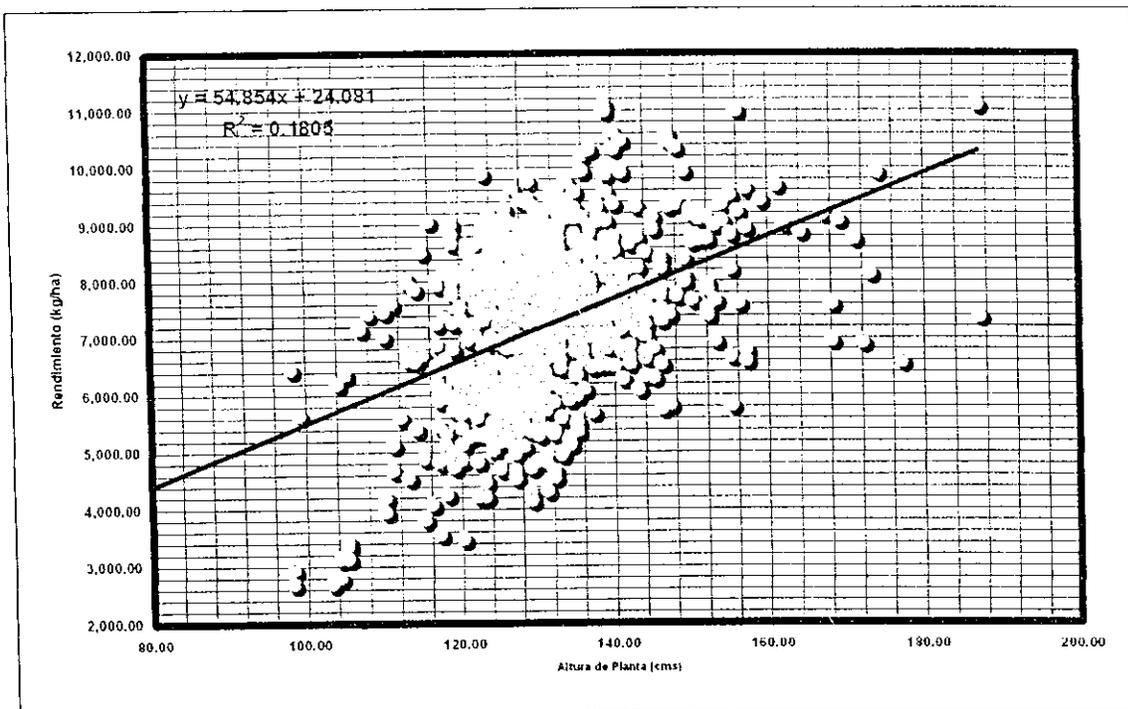


Figura 24. Correlación entre rendimiento de grano y altura de planta en el Bajío.

Los resultados del análisis de correlación concuerdan con los de Liang *et al.* (1969) quienes mencionan que al correlacionar caracteres de diversos genotipos incluyendo poblaciones segregantes y líneas de sorgo, encontraron que el

rendimiento de grano estuvo relacionado positiva y significativamente con los días a floración. También se ha encontrado que en el sorgo la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la iniciación floral Poehlman (1972). Por lo que las variedades que tardan mucho en producir el brote floral tendrán un tallo mucho más grueso, número mayor de entrenudos y hojas, y serán de floración y maduración más tardías que las variedades cuyo brote floral se inicia con mayor rapidez. Además se ha demostrado la altura de planta está altamente relacionada con el rendimiento del sorgo y está condicionada por cuatro genes mayores (Quinby y Karper, 1954).

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

-Se observó una amplia variabilidad en la precocidad con base a los días de floración, pudiendo clasificarse a los híbridos en precoces, intermedios y tardíos.

-La diversidad de rendimiento y días a floración en los genotipos evaluados, permite comprobar la hipótesis de que si existen híbridos de madurez precoz con una capacidad de rendimiento igual a una de madurez tardía produce mas grano por unidad de área.

-El análisis de correlación nos permitió detectar que hubo una alta correlación positiva entre el rendimiento con días a floración y altura de planta en todas las localidades.

-La precocidad es la respuesta del genotipo al fotoperiodo, temperatura y fecha de siembra.

**CAPITULO VI**  
**LITERATURA CITADA.**

- Aguilar, M., I 1975** Efectos de la competencia entre plantas y su eliminación sobre el rendimiento y sus componentes en (Phaseolus vulgaris, L), Variedad Michoacán 12-A-3 Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.
- Atkins, R.S., V. H. Reech, G. M. Beild. And J. S. Kirby. 1968** Interrelationships among dry weight of panicle, threshing porcentaje and grain yield in sorghum. Agron. J. 60: 219-222.
- Beratto, M., E. 1474** Influencia de la longitud del ciclo sobre algunas parámetros fisiológicos y su relación con rendimiento de grano en 10 cultivares de trigo estudiados en Chapingo, Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Capingo, México.
- Casas S J F, J J Sánchez G, J L Ramírez D, J Ron P, S Montes H (2001)** Rendimiento y sus componentes en retrocruzas maíz-teocintle. Rev. Fitotec. Mex. 24: 17-25.
- Collier, J.W. 1963** Caryopsis Development in Several Grain Sorghum varieties and Hibrids. Crop. Ser. Vol. 3 (5) 419-422.
- Conner, A.B., and Karper, R.E. 1927** Hybrid vigor in sorghum. Texas Agri. Exp.Sta. Bul 359.
- Coleman, O. H. And B.A. Belcher. 1952** Some Response of sorgo to short photoperiod and variations on temperature. Agron. J. 44: 35-59.

- Díaz, M., F. 1974 Estudio preliminar sobre algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento de 4 variedades de frijol ( *Vicia faba* L). Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.
- Evans, L.T., and I.F. Wardlam. 1976 Aspectos of the comparative physiology of grain Yield in cereals. Adv. In Agron. 28: 301-359.
- Jiménez, C.A. 1979 Estabilidad del rendimiento y de algunos componentes fisiotécnicos en sorgo Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.
- Karper, R.E. and Stepes, J.C. 1936 Floral Abnormalities in sorghum. Jour. Herd 27: 183-194.
- Lane. H.G. 1963 Effect of light quality on maturity in the milo group of sorghum. Crop. Sci. 3: 469-499.
- Liang, H. L. G., C. B. Overley, and A. J. Casady. 1969 Interrelation among agronomic characters in grain sorghum (*Sorghum vicolor*, L (*Phaseolus vulgaris*, L). Crop Sci. 9:299-302.
- Loma, J. L. DE LA. 1947 *Apuntes de Experimentación Agrícola* (2ª ed.), Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Martin, J. H. 1959 Sorghum and Pearl millet. In Year book of Plant Breeding. 2<sup>nd</sup>. Ed. H. Kappet and W. Rudolph ( Editors) Paul Perry, Berlin. 2: 565-578.
- Martin John H. 1970 History and classification of sorghum. En: Joseph S. Wall and William M. Ross (edit.), Sorghum Production and Utilization.
- Mesquita, B., E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L). Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.

**Miller, F.R., O.K. Barnes, and H. J. Cruzado. 1968** Effect of tropical photoperiods on the growth of sorghum when grow in 12 monthly plantings Crop. Sci. 3: 469-499.

**Pauli, A.W. F.C. Stickley y J.R. Lawless 1964** Developmental Phases of Grain sorghum as Influenced by Variety, Location, and Planting Date Crop. Sci. 3: 496-499.

**Pearson, E. S. y Hartley, H.O 1954** Biometrika Tables for Statistician, Cambridge Press, Vol. I 1954.

**Polehlman, M., J. 1972** Influence of maturity genes on plants growth in sorghum. Crop Sci. 2: 490-492.

**Quinby, J.R. and R. E. Karper. 1945** The inheritance of three that influence time of floral imitation and maturity date in Milo. J. Americ. Soc. Agron. 37: 916-936.

**Quinby, J.R. and R. E. Karper. 1954** The inheritance of three that influence time of floral imitation and maturity date in Milo. J. Americ. Soc. Agron. 37: 9119 - 938.

\_\_\_\_\_. **1948** The effects of short photoperiod on sorghum and first generation hybrids. J. Agr. Res. 15: 295-300.

\_\_\_\_\_. **1954** Inheritance of height in sorghum Agron. J. 46: 212-216.

**Quinby, J.R. and J. H. Martin. 1954** Sorghum Improvement. In Advances in Agronomy. A. G. Norman., Ed. 6: 305-359.

**Quinby , J.R., N.W. Kramer, J.C. Stepens, K.A. Lahr, and R.E. Karper., 1958** Grain sorghum production in Texas. Texas Agri. Exp. Sta. Bul. 912.

- Quinby, J.R. 1967** The maturity genes of sorghum. In *Advances in Agronomy*, A.G. Norman, Ed. Academic Press, Inc. New York. 19 : 267-305
- \_\_\_\_\_. **1971** A triumph of research... sorghum in Texas. College Station. Texas. A & M. University Press.
- Singh, I. O. , and N.C. Stoskopf. 1971** Harvest index in cereales. *Agron. J.* 63:224-226.
- Solórzano, V. E. 1980** Fenología y comportamiento de los componentes del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de haba ( *Vicia faba* L). Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo México.
- Sneep J, A J T Hendriksen (1979)** Plant breeding perspectives 1879-1979. Ed. PUDOC. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. The Netherlands. pp: 242-249.
- Swanson, A.D. 1941** Relation of leaf Area to Grain Yield in Sorghum. *S. of Agron.* Vol. 33 (10): 908-914.
- Warner, Denis. D. 1963** Comparason of methods of Evaluating Relative Maturity in Grain Sorghum Hibrids. *Agron. Jour.* Vol. 56 (6) 547-549.