



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



Facultad de Agricultura

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESPUESTA DEL PERIODO DE INICIACION
DE PANICULA A DIFERENCIACION FLORAL
EN GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum bi-*
color L. Moench) EN LA COSTA DE
NAYARIT.

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
P R E S E N T A
MANUEL VELAZQUEZ ALMARAZ
GUADALAJARA, JALISCO 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Escuela de Agricultura

Sección

Expediente

Número

Octubre 22, 1984.

C. PROFESORES

DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO, Director.

ING. ELIAS SANDOVAL ISLAS, Asesor.

ING. M.C. SALVADOR A. HURTADO Y DE LA PEÑA, Asesor.

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

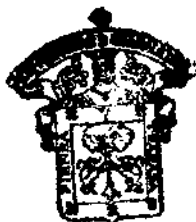
'RESPUESTA DEL PERIODO DE INICIACION DE PANICULA A DIFERENCIACION FLORAL EN GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN LA COSTA DE NAYARIT.'

presentado por el PASANTE MANUEL VELAZQUEZ ALMARAZ han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

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

'PIENSA Y TRABAJA'
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ASTORIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Febrero 13, 1986.

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

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

MANUEL VELAZQUEZ ALMARAZ titulada,

"RESPUESTA DEL PERIODO DE INICIACION DE PANICULA A DIFERENCIACION
FLORAL EN GENOTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN LA -
COSTA DE NAYARIT."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.




DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO




ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ASESOR

ASESOR



ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.



ING. M.C. SALVADOR A. HURTADO Y DE LA PEÑA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

RESUMEN

Con la finalidad de obtener información en el cultivo del sorgo Sorghum bicolor (L) Moench sobre la interacción del genotipo y el tiempo que transcurre de la Iniciación de Panícula -- (IP) a la Diferenciación Floral (DF), etapa señalada como crítica por algunos autores, se llevó a cabo en la costa de Nayarit un estudio en seis híbridos de sorgo de diferente ciclo vegetativo.

Esta investigación tuvo entre otros objetivos importantes encontrar el efecto del ambiente prevaleciente en los trópicos sobre el periodo de IP a DF y determinar si indirectamente este periodo podría servir como índice de selección para rendimiento en este cultivo de amplia importancia en México.

La evaluación se llevo a cabo en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde se realizaron muestreos -- por parcela al aproximarse la fecha de la iniciación de panícula y la diferenciación floral, se determinó la fecha aproximada de este periodo mediante una disección de seis plantas tomadas al azar en el punto de crecimiento. El area foliar se estimó en tres etapas de desarrollo y se midieron algunas características agronómicas como : peso y número de granos, altura de planta, longitud de panoja, anchura de panoja, etc.

Los resultados indicaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, los valores en días transcurridos de IP a DF variaron entre 6.7 a 10.5 días. Los híbridos con valores intermedios (8 a 10 días), mostraron un mayor rendimiento, y la correlación con rendimiento resultó positiva. El ciclo -- del cultivo fue dividido en tres etapas, resultando con una mayor influencia en el rendimiento, la fase de llenado de grano.

La asociación positiva que existió entre los días de IP a DF y rendimiento es indicativo de que la metodología puede resultar valiosa como índice de selección.

AGRADECIMIENTOS

Como la mayoría de los trabajos, este es el resultado del esfuerzo de un grupo de personas, que gracias a su ayuda fue posible su realización.

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes Instituciones y Personas.

A la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por la oportunidad brindada y los conocimientos adquiridos en sus aulas.

A la compañía Investigaciones Agrícolas S. de R. L. por las facilidades brindadas en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Alberto Betancourt Vallejo, porque además de haber aportado sus conocimientos en la realización y corrección del presente trabajo, a contribuido enormemente en mi preparación profesional.

Al Maestro en Ciencias Salvador A. Hurtado y de la Peña y al también Maestro en Ciencias Elías Sandoval Islas, por sus aportaciones en la revisión del presente trabajo y conocimientos aportados durante mi formación profesional.

Al Maestro en Ciencias Salvador de la Paz Cutiérrez, por su motivación y apoyo durante mis estudios.

Al Ing. Oscar A. Rivas Aguilera, por brindarme su amistad, conocimientos y apoyo decidido.

A mis compañeros y amigos, por su ayuda en la toma de datos y conducción del trabajo de campo, especialmente a los Ingenieros: Oscar Rosales P., Alberto Distancia B., Javier Rivera C., Gilberto Ponce L., J. Juan Zamora V., J. José Virgen S., Raul Garibay O., y a todas las personas que de alguna forma contribuyeron en el presente trabajo. Gracias por su ayuda.

DEDICATORIA

A MIS PADRES :

Ana Maria Almaraz Rangel y -
Saturnino Velázquez Navarro.

Con mucho cariño por su -
incansable ayuda, estímulo y
consejos durante todo momen-
to.

A MIS HERMANOS :

J. Jesus, J. Ramón, Herminia,
Altagracia, Nicolas, Esther, -
Esperanza, José y Salvador.

Gracias por alentarme en -
los momentos difíciles.

A SUSANA :

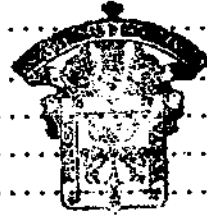
Gracias a su estímulo y
ayuda hizo más facil el
desarrollo de esta te--
sis.



CONTENIDO

Página

	RESUMEN.....	iii
	LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	viii
I	INTRODUCCION.....	1
II	REVISION DE LITERATURA.....	4
	Genética de la la madurez.....	4
	Etapas de desarrollo.....	5
	Etapa vegetativa.....	6
	Etapa reproductiva.....	7
	Iniciación de panícula.....	7
	Etapa de llenado de grano.....	8
	Influencia de la temperatura en el desarrollo..	9
	Efectos del fotoperíodo en el desarrollo.....	11
III	MATERIALES Y METODOS.....	13
	Localización del area de estudio.....	13
	Material genético.....	13
	Diseño Experimental.....	13
	Manejo del cultivo.....	13
	Parametros observados.....	14
	Etapa de Iniciación de Panícula.....	14
	Etapa de Diferenciación Floral.....	14
	Período de Iniciación de Panícula a la Dife-	
	renciación Floral.....	15
	Días a Floración.....	15
	Cosecha.....	15
	Modelo estadístico.....	16
	Análisis de correlación.....	17
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
	Análisis de varianza para la etepa de IP a DF..	18
	Correlaciones para la etapa de IP a DF.....	18
	Etapas de desarrollo.....	28
	Fase vegetativa.....	28



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

	Fase reproductiva.....	31
	Fase de llenado de grano.....	31
	Area foliar.....	31
V	CONCLUSIONES.....	34
VI	LITERATURA CITADA.....	35
VII	APENDICE.....	40



LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
1	Forma general del análisis de varianza para el diseño de bloques al azar	17
2	Coeficiente de correlación lineal simple entre algunas variables estudiadas	26
3	Cuadrados medios para tratamientos y coeficiente de variación en algunos caracteres agronómicos de seis híbridos comerciales de sorgo. Monteón, Nay. -- 1983 I.	29
4	Duración de la fase vegetativa (GS_1), desarrollo de panícula (GS_2) y formación de grano (GS_3) de seis híbridos comerciales de sorgo. Monteón, Nay. -- 1983 I.	30
5	Componentes de rendimiento y algunas características agronómicas de seis híbridos comerciales de sorgo probados bajo condiciones tropicales. Monteón, Nay. 1983 I.	33
Figura		
1	Correlación entre número de días de IP a DF y rendimiento en seis híbridos de sorgo. Monteón, Nay. 1983 I.	19
2	Histograma de frecuencias para el período de iniciación de panícula a diferenciación floral en seis híbridos de diferente ciclo vegetativo de sorgo. Monteón, Nay. 1983 I.	20

Figura		Página
3	Correlación entre días de IP a DF y rendimiento en dos sorgos precoces. Monteón, Nay. 1983 I.	22
4	Correlación entre días de IP a DF y rendimiento en dos sorgos intermedios. Monteón, Nay. 1983 I.	23
5	Correlación entre días de IP a DF y rendimiento en dos sorgos tardíos. Monteón, Nay. 1983 I.	25



LISTA DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

Cuadro		Página
6	Etapas de desarrollo del sorgo y tiempo aproximado de duración. Vanderlip 1972.	40
 Figura		
6	Cambios en los niveles de rendimiento - de los tres mejores cereales de México_ (1948-1980). Earl R. Leng 1982.	41
7	Distribución de las temperaturas máxi-- mas y mínimas promedio mensuales. Monteón, Nay. 1983 I.	42
8	Distribución de la precipitación total_ mensual. Monteón, Nay. 1983 I.	43
9	Etapas de desarrollo de la panícula del sorgo. Easten J. D. University of Nebras_ ka. 1983.	44
10	Correlación entre días a IP y rendimien_ to en seis híbridos de sorgo. Monteón, _ Nay. 1983 I.	47



CAPITULO I

INTRODUCCION

El rendimiento de los cultivos es el resultado de la interacción entre un complejo de componentes de la planta y su respuesta al medio ambiente, por tanto la selección de los genotipos superiores, basada en comportamiento de esos componentes pueden determinar una buena producción y lograr híbridos superiores. En base a lo anterior es necesario estudiar los criterios de selección que sean más eficaces en el proceso de desarrollo del germoplasma con buen potencial, tomando en cuenta la combinación ambiente-desarrollo.

Uno de los cultivos en el que se puede aplicar un gran número de criterios de selección debido a su versatilidad, adaptación y capacidad de rendimiento en diferentes ambientes es el sorgo, cultivo que en un futuro cercano va a ser considerado como uno de los principales granos alimenticios en México.

La importancia del sorgo en nuestro país se inició en 1960 coincidiendo con la introducción de los primeros híbridos, sembrándose entonces 116,000 hectáreas. Para el periodo 1969 - 1971 el area cultivada con sorgo se incrementó a 930,000 hectáreas, con una producción de 6'000,000 de toneladas, ocupando el segundo lugar en volumen de producción y tercero en superficie después del maíz y frijol (Elías C. 1983).

La principal finalidad de introducir este cultivo a México fue el contar con una planta resistente a la sequía y tolerante a ciertas concentraciones de sales que se presentan en muchas regiones áridas y semi-áridas de nuestro país. Lo anterior se basó en que el sorgo es semejante al maíz, con la ventaja de que se pueden tener mejores rendimientos por su mayor eficiencia en la utilización de agua.

El incremento de la superficie sembrada con sorgo se ha debido entre otros factores a la gran demanda de ese grano -- por parte de la industria pecuaria y a su extraordinaria adaptación, que va desde los 0 a 1,800 msnm y recientemente se -- han obtenido sorgos tolerantes al frío, por lo que su rango de adaptación puede ir mas allá de los 2,000 msnm, debido a -- que los rendimientos de sorgo en nuestro país son casi el doble que los del maíz (sorgo 3,428 kg/ha; maíz 1,800 kg/ha), -- a propiciado que el sorgo este desplazando a este último en -- lugares de buena precipitación y en areas de riego, contraria -- mente a la idea de su introducción.

En la actualidad las investigaciones que se han llevado a cabo en este grano se han concentrado en el mejoramiento y manejo general del cultivo, con el proposito de obtener un máximo rendimiento bajo condiciones de manejo óptimas. El mejoramiento e investigación en areas de baja precipitación y con problemas de sales ha sido en general poco importante, lo mismo que los estudios de la fisiología del sorgo, como por ejemplo la transición floral, que se han realizado a baja escala, en parte debido a la carencia de personal especializado y/o -- a las limitadas facilidades de laboratorio. Por consiguiente se considera necesario llevar a cabo estudios fisiológicos -- que permitan entender algunos fenómenos como el rendimiento, -- para estar en condiciones de utilizar la metodología en la obtención de mejores genotipos.

Este trabajo se inició con la finalidad de obtener información en seis híbridos comerciales sobre la interacción del genotipo y el tiempo que transcurre de la iniciación de la panícula (IP) a la diferenciación floral (DF). Para tal fin se llevó a cabo un análisis morfológico disectando algunas plantas en el punto de crecimiento y por medio del microscopio se determinó la fecha en que aproximadamente el híbrido muestreado mostraba el estadio iniciación de panícula, en igual forma se procedió para la diferenciación floral. Este periodo es --

definido por algunos investigadores como crítico dado que el rendimiento está genéticamente establecido en ese lapso y - - cualquier influencia como limitaciones de agua, temperatura, etc., determinan que el rendimiento baje o se eleve; por lo mismo las respuestas de los genotipos en el lapso de IP a DF son diferentes en ambientes contrastantes.

Por lo anterior los objetivos planteados fueron los siguientes:

1.- Determinar la longitud del periodo de IP a DF en sorgos de diferente ciclo vegetativo bajo condiciones tropicales sin limitaciones de humedad.

2.- Determinar si hay diferencia en rendimiento entre -- sorgos que muestren un periodo diferente entre la fecha de -- siembra y la iniciación de la panícula bajo las mismas condiciones del punto No. 1.

3.- Analizar la correlación entre el rendimiento y sus - componentes tales como: número de granos por panoja, peso de grano, anchura de panoja, área foliar, días a floración y madurez fisiológica.

4.- Analizar la distribución de la etapa vegetativa, etapa reproductiva y etapa de llenado de grano, así como su correlación con rendimiento para cada uno de los sorgos probados.

Se plantean las hipótesis de que:

1.- Los sorgos probados son una muestra representativa - de los híbridos que se siembran a nivel comercial.

2.- Es posible utilizar la metodología empleada en esta investigación en otros materiales y en otros ambientes con fi nes de selección para rendimiento de este cultivo.

CAPITULO II
REVISION DE LITERATURA

La mayoría de los cereales se adaptan a zonas tropicales y templadas y suelen ser más productivos en éstas últimas, debido a que el mejoramiento genético se ha llevado a cabo en países desarrollados localizados en esas latitudes.

El sorgo es una planta de día corto originaria del trófico, el movimiento de la planta hacia zonas templadas en general provoca reacciones como florecimiento tardío y crecimiento exagerado o no llegan a florecer aunque algunos sorgos, -- presentan la capacidad de adaptarse a áreas extensas, debido a la capacidad de no ser relativamente afectadas por el fotoperiodo y temperatura, Miller and Thomas (1985).

Generalmente los sorgos adaptados a las áreas templadas tienen un desarrollo precoz en el trópico. Las condiciones -- que prevalecen en los ambientes tropicales para la producción del sorgo de acuerdo a los autores citados se mencionan a continuación: a) día corto (generalmente entre 11 y 13 horas); - b) temperaturas medias altas; c) cambios bajos de temperatura diurna; d) humedad relativa alta; e) maduración del cultivo - durante los días largos.

Génética de la madurez

Quinby y Karper (1945), estudiaron la herencia de tres genes (Ma_1 , Ma_2 , Ma_3), que influyen en la madurez del milo -- Sorghum vulgare, Pers ^{1/}, especie del mismo género que el -- sorgo. Estos investigadores obtuvieron cuatro fenotipos de madurez: precoz, intermedio, tardío y muy tardío y ocho genotipos, como resultado de varias combinaciones entre colectas --

1/ Anteriormente los sorgos cultivados se clasificaban como S. vulgare, la clasificación correcta actual es S. bicolor. Betancourt V. A. (1986) comunicación personal.

diferentes. La expresión de los genes Ma_2 y Ma_3 depende de la presencia de Ma_1 ya que su expresión homocigótica recesiva -- ma_1 causa que todos los genotipos sean de madurez precoz.

Cuatro genes ligados a esta característica son los que genéticamente determinan el ciclo de madurez del sorgo. Quinby (1967), fue el iniciador de la investigación en la madurez del sorgo, identificando cuatro loci que influyen en la madurez, Ma_1 , Ma_2 , Ma_3 y Ma_4 (House 1982).

Los sorgos tropicalmente adaptados poseen alelos dominantes en los genes de maduración por lo cual florecen cuando el día se vuelve suficientemente corto. Las mutaciones a formas recesivas de estos cuatro alelos, causan el florecimiento bajo fotoperiodos largos en el verano de las áreas templadas, - W. Morgan y C. Pao (1983).

La combinación de diferentes genotipos de maduración de numerosas variedades dieron como resultado las combinaciones de dominantes y recesivos en los cuatro loci (Quinby 1967), - presentando una variación del periodo a floración que para este caso, en Texas, abarcó desde los 40 a los 90 días.

Etapas de desarrollo

El crecimiento y desarrollo de la planta de sorgo es similar a los otros cereales y generalmente requiere de 100 a - 140 días para cumplir su ciclo.

Las definiciones y descripciones de los estadios de crecimiento de las plantas cultivadas son valiosos instrumentos en la investigación, educación y para la industria. Los estadios de crecimiento en algunas plantas cultivadas han sido de finidos por Vanderlip y Reeves (1972), para Sorghum bicolor - (L) Moench, Hanway (1963) para Zea mays L. Fukes (1941), Lorge (1954) y Jensen y Lund (1971) para cereales.

El crecimiento y producción de materia seca en el sorgo de grano, ha sido reportado en varios trabajos. Vanderlip y Reeves (1972) define 10 estadios de desarrollo para el sorgo de grano, desde emergencia a madurez fisiológica; estos estadios se presentan en el apéndice de éste trabajo.

Walden y Flowerday (1979) presentan una descripción detallada de los 10 estadios de desarrollo en que se divide el trigo Triticum aestivum L., lo mismo que Maiti y Bidinger (1983), para el mijo perla Pennisetum americanum (L.) Luke. Estos autores dividen el ciclo de crecimiento de P. americanum en tres fases principales de desarrollo: Fase vegetativa (EC_1), que va desde la emergencia a la iniciación del tallo principal; la fase de desarrollo de la panícula (EC_2), que abarca desde la iniciación de la panícula hasta la floración del tallo principal; y la fase de llenado de grano (EC_3), que inicia en la floración y termina en la madurez fisiológica.

Etapa vegetativa

Esta fase inicia con la emergencia de la plántula y continúa hasta el momento de la iniciación de panícula (IP), Maiti et al (1984).

Durante esta fase las plantas establecen su sistema radical primario y producen raíces adventicias, todas las hojas se inician durante esta fase en las variedades precoces, y 6 ó 7 hojas están completamente extendidas al final de esta fase, Maiti (1984).

La planta permanece en ésta etapa durante 30 ó 40 días - después de este periodo el crecimiento ocurre mediante alargamiento de las células (House 1982), la duración del periodo vegetativo y el tamaño final de la planta están determinados por el tiempo que transcurra antes de que se inicie la yema floral, Quinby y Karper (1945).

Durante éste periodo la planta usa el alimento almacenado en el endospermo, al tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse, el mesocotilo muere y el sistema radical mayor se desarrolla. En las variedades que normalmente amacollan, los hijuelos se desarrollan al final de ésta fase.

Etapa Reproductiva

Las correlaciones muy altas de rendimiento de grano con el número de semillas por unidad de area: muestran la importancia de ésta etapa, en la que los procesos de desarrollo de la panoja pueden determinar el rendimiento, Wilson y Eastin -- (1982).

Iniciación de Panícula

En esta etapa el punto de crecimiento cambió de la etapa vegetativa a la reproductiva, esto es de desarrollo de primordios foliares al desarrollo de primordios florales (Ver Figura No.9 del apéndice). Este cambio puede reconocerse por el hecho de que el ápice toma forma de domo y se desarrolla un estrangulamiento en la base, Maiti y Bidinger (1983).

El tiempo de crecimiento es importante en la determinación del tamaño final de los órganos de las plantas, si el punto de crecimiento vegetativo incrementa su tamaño a medida que pasa el tiempo, una panoja que se origina en el punto de crecimiento más antiguo será mayor que la originada en uno más joven, Quinby y Schertz (1975), mencionan la asociación entre bajos rendimientos y periodos de crecimiento breve que se observan tanto en los trópicos como en las zonas templadas.

La iniciación de panícula es promovida por los días cortos aún cuando no necesariamente es independiente de la temperatura, Wilson y Eastin (1982), Martin (1975), señala que la determinación de la fecha de iniciación floral es más difícil y menos exacta, debido a que el fotoperiodo y la temperatura pueden cambiar el orden relativo de la maduración.

Quinby y Schertz (1975) señala que el lapso de crecimiento depende de la longitud del periodo de iniciación floral que es controlado por algunos genes con efectos importantes. Si la iniciación floral es rápida, la planta tiene pocas hojas, la panoja se forma con rapidez y es pequeña. Si la iniciación floral es tardía, la planta tiene más hojas, la panoja se desarrolla más tarde y su tamaño es mayor.

Maiti y Bidinger (1983) señalan que durante esta etapa la panícula sufre una serie de cambios morfológicos y de desarrollo, los cuales incluyen, el desarrollo de espiguillas, florulas, glumas, estigmas, anteras y finalmente la emergencia de los estigmas y polinización, la cual marca el final de esta etapa.

Betancourt 1985 *, señala que el periodo de iniciación de panícula a diferenciación floral en las áreas templadas o sub-tropicales comprende un periodo de 9 a 12 días para los sorgos más productivos y menor o mayor número de días para los sorgos de potencial de rendimiento moderado o bajo.

Etapa de Llenado de Grano

Angus (comunicación personal) citado por Wilson y Eastin (1982), mencionan que la duración total de la etapa de llenado de grano es altamente variable, debido a la interacción genotipo medio ambiente.

Seethorana (comunicación personal), citado por Wilson y Eastin (1982), registro duraciones de esta etapa de 31 a 56 días en 48 líneas.

Villarreal (1979), encontró correlaciones significativas entre el rendimiento y la duración del periodo de llenado, Jiménez (1979) concluye que una duración más prolongada en la

* Comunicación Personal.

etapa del llenado de grano origina rendimientos económicos -- mas altos, resultados similares han sido encontrados por Castillo (1980).

Maunder (1972), no encontró una correlación significativa entre el número de días a floración y el número de días -- de llenado, sugiriendo que esta última etapa puede modificarse por mejoramiento; Betancourt (1986) 1/, indica que el número de días de llenado, varía en los sorgos de adaptación tropical en el sentido de que su tasa de desarrollo es más rápida que la de los sorgos con adaptación templada, cuando ambos tipos de sorgo se desarrollan en los trópicos.

House (1982), mencionó que durante esta etapa la semilla pasa por tres estados: 1) lechoso; 2) masoso suave; y 3) maso so duro, esta etapa dura alrededor de 30 días desde la fecundación hasta la madurez fisiológica del grano; aunque en algunas areas como el Bajío este periodo se extiende hasta 35-38 días y eso probablemente determina que la producción de sorgo por unidad de superficie sea la más alta del mundo (Betancourt 1985 2/ .

Influencia de la Temperatura en el Desarrollo

La temperatura, tanto como el fotoperiodo y humedad son los principales factores que determinan la adaptación de los diferentes genotipos de sorgo. Las altas y bajas temperaturas pueden reducir sustancialmente los rendimientos, afectando el desarrollo y causando problemas de esterilidad.

Caddel y Weibel (1971), determinaron la influencia de la temperatura en el desarrollo, estos autores señalan que las -

1/ Comunicación Personal .

2/ Comunicación Personal .

Temperaturas nocturnas de 16° y 21° C afectaron el tiempo requerido para la iniciación floral bajo fotoperiodo de 12 a 14 horas, pero el efecto de la temperatura nocturna en la respuesta fotoperiodica del sorgo depende tanto de la variedad como de la temperatura diurna. Las temperaturas del día (27° y 32° C), fueron mas importantes para determinar la longitud del periodo floral.

Foernd (1972), citado por Miller (1979), señala que las altas temperaturas en el periodo de germinación a iniciación floral resultan en bajos rendimientos y que plantas expuestas a altas temperaturas después de la iniciación floral y en estadíos avanzados de desarrollo de la panícula, inducen aborto en las flores.

Eastin (1976), indica que las temperaturas nocturnas de alrededor de 5° C por encima del óptimo pueden reducir los rendimientos en un 25 %, mientras que temperaturas de 10° C por encima del óptimo pueden reducir los rendimientos en más de la mitad. Los genotipos pueden mostrar diferencias en cuanto a su respuesta a las altas temperaturas, por lo que hay inferencia genética y potencial de selección en cuanto a genotipos poco sensitivos a las altas temperaturas. Resultados similares fueron encontrados por Ogunlela (1979), este autor determinó la sensibilidad del rendimiento durante diferentes estadíos de desarrollo de la panícula mediante el arreglo de las temperaturas nocturnas elevándolas 5° C sobre la ambiental cubriendo cerca de un mes entre la iniciación de panícula y la formación de la bota. En sus resultados encontró una reducción del 28 % a los tratamientos sometidos durante la primera semana después de la iniciación.

Livera y Carballo (1976), señalan que el sorgo para germinar necesita temperaturas mínimas de 8° a 10° C y de 27° a 32° C para su buen desarrollo, por lo tanto es difícil que prospere en regiones con bajas temperaturas. Observaron que -

las bajas temperaturas que ocurren en los valles altos de México afectaron el cultivo de sorgo, prolongando el ciclo vegetativo e impidiendo la formación de grano y en algunos genotipos son insensibles a los efectos de las bajas temperaturas, no variando su ciclo vegetativo en las diferentes localidades de prueba, estos genotipos, en términos generales producen -- grano hasta una altitud máxima de 2,350 msnm y una temperatura promedio mínima diaria durante el periodo de desarrollo -- del cultivo de 8.7° C.

House (1982), señala la importancia de la temperatura en el crecimiento del sorgo, menciona que crece muy lentamente a temperaturas abajo de 15° C y tiene problemas de esterilidad, lo mismo que a temperaturas mayores de 40° C y baja humedad.

Efectos del Fotoperiodo

Se considera al sorgo como una planta de día corto debido a que fotoperiodos largos retardan la floración. Sin embargo algunas variedades pueden florecer en condiciones de luz permanente, Lane (1963). La sensibilidad del sorgo al fotoperiodo en Puerto Rico fue mencionado por Miller *et al* (1968) , al estudiar los efectos del fotoperiodo en sorgos de diferentes genotipos de maduración, sembrados cada mes del año, señalan que para los meses de octubre y noviembre cuando el fotoperiodo decrece, solo hubo tres días de diferencia en floración y para el mes de abril cuando el fotoperiodo crece presentaron un rango de 41 días a floración.

Caddel y Weibel (1971), estudiaron tres variedades de -- sorgo bajo fotoperiodos de 10, 12 y 14 horas y combinaciones de 27° y 32° C de temperatura diurna y 16° y 21° C de temperatura nocturna, los autores mencionados encontraron que las variedades estudiadas se inclinaron hacia un inicio de floración temprana bajo fotoperiodos de 10 horas en todas las combinaciones de temperatura. La respuesta a 12 horas diarias -- fue altamente dependiente de la temperatura diurna y nocturna.

Los fotoperiodos de 14 horas diarias generalmente causaron -- una demora significativa en la iniciación floral y antesis.

Martin (1975), indica que fotoperiodos de 10 a 11 horas son óptimos para adelantar el comienzo de la floración y los lapsos más breves o más largos demoran la floración.



CAPITULO III MATERIALES Y METODOS

Localización del Area de Estudio

El Monteón, Nay., se encuentra situado a los $20^{\circ} 37'$ de latitud norte y $105^{\circ} 15'$ de longitud oeste, la altura sobre el nivel del mar es de 5 m. con una precipitación media anual de 1,490 mm. como promedio de 30 años, siendo julio, agosto y septiembre los meses más lluviosos, la temperatura media anual es de 26.1° C en promedio de 29 años, presentando las temperaturas más altas en los meses de julio a octubre (Figura No. 7 y 8 del apéndice).

Material Genético

El material genético utilizado en el presente estudio es ta constituido por los híbridos comerciales: NK 233, NK 266, WAC 698, D 55, Purepecha y Jade; estos híbridos son dos de ciclo vegetativo corto, dos de ciclo vegetativo intermedio y dos de ciclo vegetativo largo, respectivamente, cuando se siembran en areas subtropicales o templadas.

Diseño Experimental

El diseño utilizado fue Bloques al azar con seis tratamientos (híbridos), y cuatro repeticiones.

La unidad experimental fue de 24 m^2 . que comprende seis surcos de 5 m. de largo y una distancia entre surcos de 0.80 m. como parcela útil se tomaron los dos surcos centrales.

Manejo del Cultivo

La preparación del terreno comprendió un barbecho y dos pasos de rastra, realizándose un riego ocho días antes de la siembra, para tener el terreno a punto en la fecha de siembra que fue el 5 de diciembre de 1983.

La densidad de siembra utilizada fue de 14 kg/ha , al -- momento de la siembra se empleó Furadan 5 % G para el control de plagas del suelo. La dosis de fertilización fue 140-60-00.

El control de malas hierbas se realizó mediante dos cultivos y un deshierbe manual, para el combate de plagas se usó Lorsban 480 E, 30 días después de la siembra y Rogor 40 % durante la floración. Durante el ciclo del cultivo se dieron -- los riegos necesarios para mantener la humedad del suelo.

Parámetros Observados

Etapa de Iniciación de Panícula (IP)

Se muestrearon seis plantas de los cuatro surcos orilleros de cada parcela, anotando la fecha en la que se presentó la Iniciación de la Panícula, los muestreos se hicieron cada tercer día o todos los días cuando se presentó la fecha de la IP.

Las observaciones de la IP fueron hechas con la utilización de un microscopio de disección y comparando el estadio de desarrollo de la panícula con diapositivas en secuencia -- del desarrollo de la panícula. A las mismas seis plantas cuando estuvieron en IP se les tomo el area foliar (L X A X 0.75)* y materia seca.

Etapa de Diferenciación Floral

Las determinaciones de esta etapa de desarrollo se hicieron mediante muestreos iguales al punto anterior (IP), anotando la fecha en la que se presentó. También fueron hechas las determinaciones de area foliar y materia seca.

* El valor 0.75 es una constante determinada en otros trabajos de investigación.

Periodo de Iniciación de Panícula (IP) a Diferenciación
Floral (DF)

Este periodo se tomó en base al número de días que -
transcurrieron de la IP a la DF.

Días a Floración

Se marcaron seis plantas en los cuatro surcos orille-
ros de cada parcela y se tomaron lecturas de: a) inicio de -
floración: cuando el 50% de las plantas de la parcela hayan_
iniciado la antesis; b) final de floración: cuando el 50% de
las plantas de la parcela hayan terminado la antesis; c) ini
cio de madurez fisiológica: se contó en base a los días - -
transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 % de
las plantas presenten en la punta de la panoja, el punto ne-
gro situado en la base del grano y d) final de madurez fisio
lógica: cuando el 50 % de las plantas presentó el punto ne-
gro en los granos de la base de la panoja.

En esta etapa se tomó el area foliar y materia seca en
seis plantas al iniciar la floración.

Cosecha

Se cosecharon de los dos surcos centrales tres metros_
de cada uno, para un total de seis metros, anotando algunos_
datos agronómicos como: a) altura de planta: se tomó desde -
la base de la planta hasta la punta de la panoja (promedio -
de diez muestras); b) altura de la hoja bandera: en las mis-
mas diez plantas se tomó la altura del cuello de la planta a
la hoja bandera obteniendo el promedio aritmético; c) altura
de la base de la panoja: promedio de las mismas diez plantas
de la longitud entre el suelo y la base de la panoja; d) anch-
ura de panoja: se consideraron diez panojas para sacar el_
valor promedio de la anchura de panoja en la parte media de -
la misma; e) longitud de panoja: se determinó tomando diez -

plantas al azar por parcela experimental y midiendo desde la base de la panoja hasta la punta de la misma; f) en las mismas diez plantas se tomó la longitud desde la última hoja -- hasta la base de la panoja.

Posteriormente se procedió a trillar las panojas cosechadas y pesar el grano de cada parcela obteniéndose el peso de mil semillas en cinco muestreos por parcela y el número de granos por panoja en el mismo número de muestreos. El peso de campo se ajustó a un 12 % de humedad comercial.

Modelo Estadístico

Se realizó el análisis de varianza a partir del modelo lineal siguiente, correspondiente a bloques al azar.

$$X_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, n$ Tratamientos

$j = 1, 2, \dots, n$ Repeticiones

X_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición

μ = Media General

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} = Error aleatorio

El cuadro general del análisis de varianza se muestra a continuación:

Cuadro No. 1 : Forma general del analisis de varianza para el diseño de bloques al azar.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada
Tratamientos	t-1	SCT	SCT/t-1	CMT/CME
Repeticiones	r-1	SCr	SCr/r-1	CMr/CME
Error	(t-1) (r-1)	SCE	SCE/(t-1)(r-1)	
Total	rt-1	SCT		

Analisis de Correlación

Se llevo a cabo el analisis de correlación simple para los caracteres tomados. Para dicho analisis de correlación se utilizó la siguiente fórmula :

$$r = \frac{n (E xy) - (Ex) (Ey)}{\sqrt{n(Ex^2) - (x)^2} \cdot \sqrt{n(Ey^2) - (y)^2}}$$

Donde :

r = Coeficiente de correlación lineal

n = Número de observaciones

x = Variable independiente

y = Variable dependiente

E = Sumatoria desde i = 1 hasta i = n



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del presente trabajo se muestran de acuerdo a las características de mayor interés de los híbridos de sorgo probados para posteriormente presentar los análisis estadísticos de esas determinaciones con los componentes de rendimiento que se midieron en esta investigación.

Análisis de Varianza para la Etapa de IP a DF

Los valores de F calculada para tratamientos indicaron una diferencia altamente significativa; estos resultados están básicamente de acuerdo a los reportados por Caddel y Weibel (1971), estos autores señalan que la variedad es la que determina en parte la respuesta al medio ambiente, y estas diferencias se manifiestan porque se probaron tres grupos de diferente ciclo vegetativo. Los valores entre número de días de IP a DF mostraron un rango de 6.7 a 10.5 días, como promedio para cada híbrido, obteniéndose los mayores rendimientos en valores intermedios, es decir, cercanos a 9 días, que de acuerdo con Betancourt (1985), estos valores intermedios también producen mayor rendimiento en zonas templadas, como es el caso del área de Zapopan y La Barca que son similares en condiciones climáticas.

Correlaciones para la Etapa de IP a DF

La correlación de los valores de IP a DF resultó positiva (0.296), lo que indica una asociación positiva con rendimiento, aunque el valor no fue significativo. La figura No.1 muestra una mayor concentración en los valores intermedios, si estos valores se presentan en distribución de frecuencias se tiene más o menos una distribución normal (Figura No.2). Se observa también que los valores de IP a DF de 8 a 10 días mostraron el mayor rendimiento y los valores menores de 8 o mayores de 10 días determinaron que se presentara una disminu

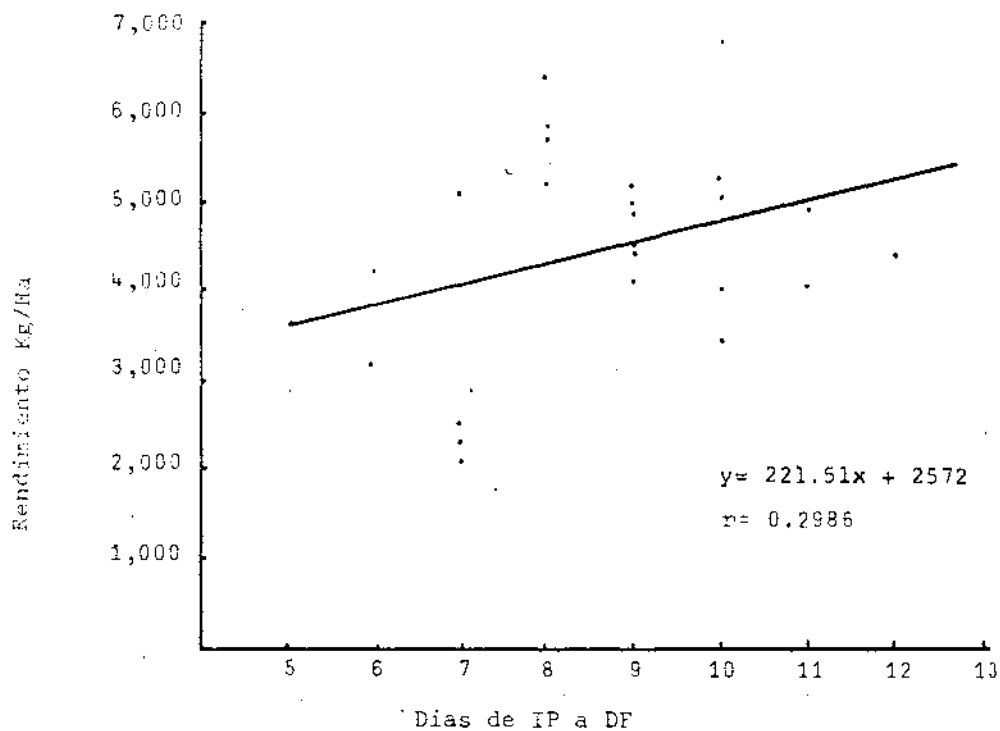


Figura No. 1: Correlación entre número de días de IP a DF
y Rendimiento en seis híbridos de Sorgo.
Monteón, Nay. 1983 I.

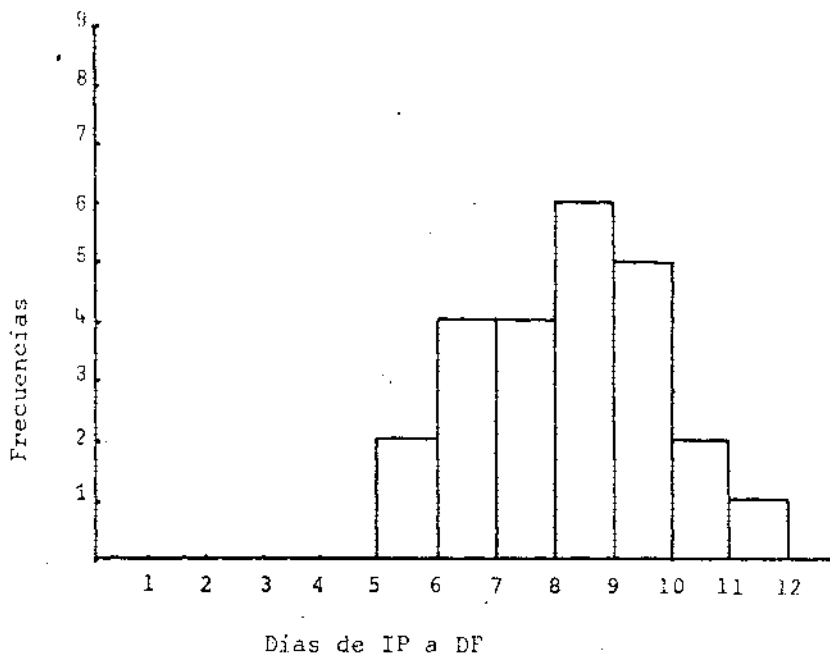


Figura No. 2: Histograma de Frecuencias para el período de Iniciación de Panicula a Diferenciación Floral en seis híbridos de diferente ciclo vegetativo de sorgo.

Monteón, Nay. 1983 I.

ción en el rendimiento. Algunos valores que no mostrarán las tendencias ya mencionadas fueron debido a que posiblemente se vieron afectadas por el fotoperiodo y la temperatura, ya que de acuerdo con Martin (1975), estos factores pueden cambiar el orden relativo de la maduración, otra posibilidad de que estos valores no correspondan a lo esperado puede ser debido a errores de muestreo.

La asociación de valores bajos de IP a DF con bajo rendimiento concuerdan con lo señalado por Quinby y Schertz (1975), y esta asociación se observa tanto en los trópicos como en las zonas templadas; y puesto que el rendimiento queda establecido en este período crítico, un valor bajo correspondería a efectos de desadaptación o stress.

El análisis de correlación para IP a DF en los sorgos precoces (NK 233 y NK 266), se presentan en la figura No. 3. Este análisis mostró la misma tendencia de pocos días de IP a DF con bajo rendimiento debido a que estos híbridos son de adaptación templada*, es probable que los valores notoriamente desviados que se observan sean producto de poca capacidad de amortiguamiento contra el medio ambiente tropical.

La correlación para los sorgos intermedios (WAC 698 y D 55), confirma que los valores intermedios muestran mayor rendimiento y conforme crece el número de días entre IP y DF, los rendimientos bajan. Estos sorgos son de origen templado por tropical, lo que puede explicar en parte que hayan mostrado más estabilidad en la tendencia de la recta en cuanto a valores observados. Se puede observar un valor diferente a los encontrados (Figura No. 4), aunque se puede considerar que permanece en el rango de 8 a 10 días, señalado anterior

* Sorgos afectados por temperaturas nocturnas altas del suelo, que originan alta fotorespiración.

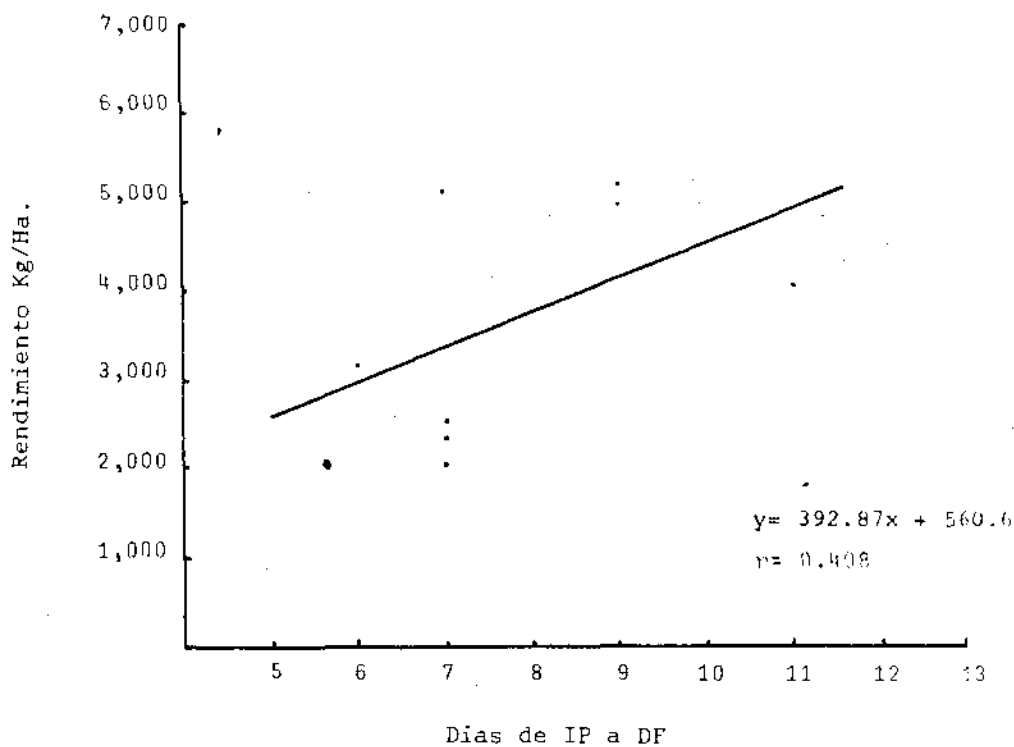


Figura No. 3: Correlación entre días de IP a DF y Rendimiento en dos sorgos precoces. Monteón, Nay. 1983 I.

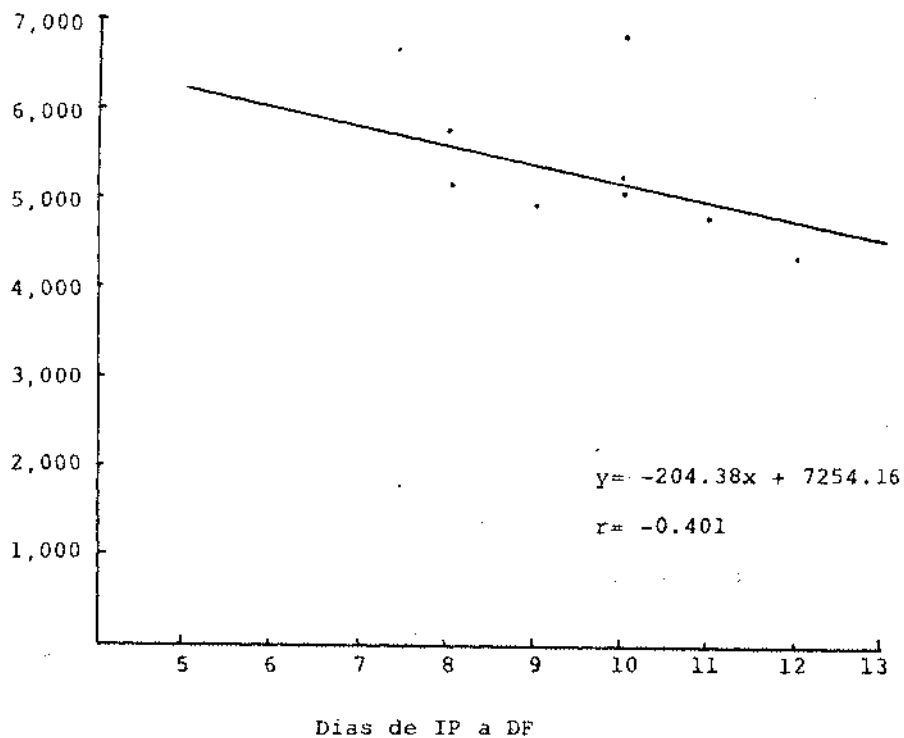


Figura No. 4: Correlación entre días de IP a DF y rendimiento en dos sorgos intermedios.
Monteón, Nay. 1983 I.

mente como el más productivo para los sorgos de cualquier ciclo vegetativo.

Para los sorgos tardíos (Purepecha y Jade), la tendencia se presentó igual que para los intermedios (Figura No. 5), -- aunque posiblemente debido a su germoplasma de origen templado muestren menor estabilidad. La correlación negativa - - - (-0.392), muestra que los valores intermedios nuevamente fueron los mejores. No fue posible estimar los valores de IP a DF en sorgos tropicales (de adaptación tropical)* es probable que estos sorgos muestren valores alrededor de 11 a 15 días cuando se siembren en el trópico.

Las correlaciones de IP a DF con algunas variables estudiadas se muestran en el Cuadro No. 2, el valor de correlación encontrado con floración 0.649 resultó altamente significativo, indicando que en general a mayor precocidad menor es el número de días de IP a DF y viceversa, hasta un cierto valor para posteriormente volver a decrecer, con días a madurez fisiológica resultó altamente significativo (0.561), alargándose el periodo de siembra a madurez fisiológica, a mayor número de días entre IP y DF.

Con respecto a la variable número de granos por panoja, se observó un valor (0.643), altamente significativo y con el peso de grano el valor encontrado fue negativo (-0.344), el resultado de estos dos últimos valores muestra un desbalance entre el número de granos por panoja y el peso específico de grano, Betancourt (1975)**. De acuerdo a las correlaciones encontradas puede ser más importante para rendimiento un alto número de granos por panoja, que un alto peso específico de grano.

* Sorgos que presentan baja o nula fotorrespiración bajo condiciones tropicales.

** Comunicación Personal.

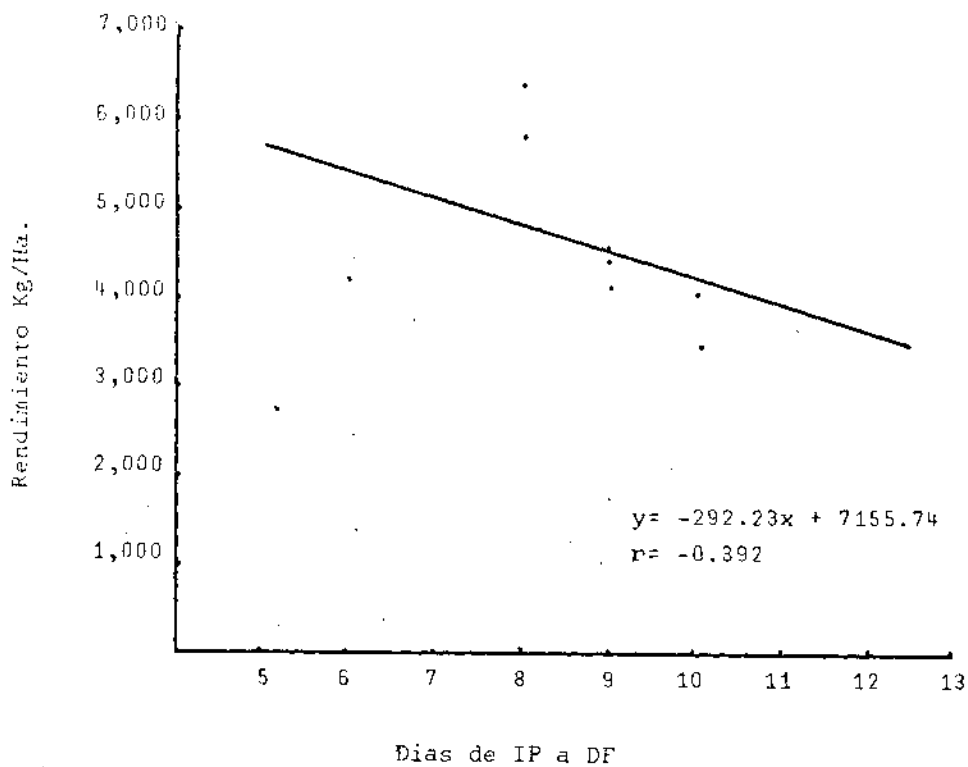


Figura No. 5: Correlación entre días de IP a DF y Rendimiento en dos Sorgos Tardíos.
Monteón, Nay. 1983 I.

Cuadro N. 2: Coeficientes de correlación lineal simple entre algunas variables estudiadas.

	IP-DF	MSIP	AFIP	FL	MSFL	AFFL	MF	NSP	PMS	REND.	^{1/}
IP	0.387	0.114	0.092	0.827 **	0.440 *	0.378	0.843 **	0.551 **	-0.477 *	0.416 *	
IP-DF		0.217	0.198	0.649 **	0.454 *	0.295	0.561 **	0.643 **	-0.344	0.298	
MSIP			0.960 **	0.124	0.217	0.169	0.275	0.254	0.003	0.309	
AFIP				0.136	0.147	0.215	0.309	0.229	0.137	0.360	
FL					0.466 *	0.518 *	0.868 **	0.692 **	-0.517 *	0.331	
MSFL						0.628 **	0.478 *	0.265	0.138	0.292	
AFFL							0.436 *	0.243	-0.048	0.609 **	
MF								0.596 **	-0.370	0.626 **	
NSP									-0.719 **	0.340	
PMS										-0.190	

* significativo ** altamente significativo

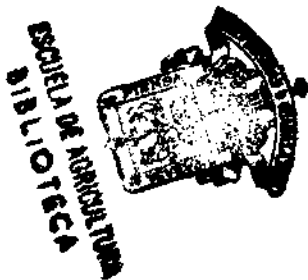
- 1/
- IP : Días a iniciación de panícula
 - IP-DF : Días de iniciación de panícula a diferenciación floral
 - MSIP : Materia seca en iniciación de panícula (gms)
 - AFIP : Area foliar en iniciación de panícula (cm²)
 - FL : Días a floración
 - MSFL : Materia seca en floración (cm²)
 - AFFL : Area foliar en floración (cm²)
 - MF : Días a madurez fisiológica

Cont.

NSP : Número de semillas por panoja

PMS : Peso de mil semillas (grs)

REND : Rendimiento (Kg/ha)



Quinby y Schertz (1975), mencionan que organos que se desarrollan en puntos mas antiguos serán mayores que los que se originan en puntos de crecimiento mas breves, esto puede explicar la correlación positiva entre días de IP a DF con rendimiento y número de granos por panoja, ya que el periodo de formación de los organos florales es mayor.

Etapas de Desarrollo

La duración del ciclo del cultivo desde la siembra hasta la madurez fisiológica, fue dividida en tres etapas, de acuerdo con Vanerlip (1972). Estas etapas son GS₁ o fase vegetativa; GS₂ fase de desarrollo de la panícula o reproductivo y GS₃ fase de formación de grano.

Fase Vegetativa

El número de días de esta fase esta determinado con la presencia de la IP, Maiti et al (1984), permaneciendo entre 30 y 40 días en esta etapa (House 1982).

Para esta etapa se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, debido a la diferencia genética señalada entre los híbridos (Cuadro No. 3). El coeficiente de variación fue de 4.89, los valores observados variaron entre 23 y 31 días con un valor de 28.2 como promedio para el híbrido más productivo (Cuadro No. 4).

La correlación entre la duración de esta etapa y rendimiento resultó significativa, el valor encontrado fue de 0.416. Esta etapa esta muy correlacionada con GS₂ y GS₃, los valores encontrados con estas dos fases fueron de 0.827 y 0.843 respectivamente. Los valores encontrados pueden deberse a que en general se señala a cada etapa con una duración del 30 % del periodo de desarrollo total, Vanderlip (1972).

Cuadro No. 3: Cuadrados medios para tratamientos y coeficiente de variación en algunos caracteres agronómicos de seis híbridos comerciales de sorgo. Monteón, Nay. 1983. I.

Caracter	Cuadrado Medio	FC	Coef. de Var.	Coef. de Corr. con Rend.
Días de IP a DF	6.4	4.6 **	13.4	0.298 NS
Días a IP	19.0	10.7 **	4.9	0.416 *
Area foliar en IP	8088.6	8.1 **	16.4	0.360 NS
Días a DF	41.1	16.3 **	4.4	0.439 *
Area foliar en DF	6341.6	0.9 NS	16.8	0.089 NS
Inicio de Flor.	45.6	19.6 **	2.6	0.502 **
Area foliar en FL	115967.6	6.7 **	12.8	0.609 **
Termino de Flor.	44.5	21.3 **	2.2	0.015 NS
Peso de mil sem.	56.8	8.5 **	7.6	-0.190 NS
Semillas/panoja	231670.0	5.3 **	22.1	0.340 NS
Ancho de panoja	0.9	2.3 NS	11.4	0.249 NS
Long. de panoja	14.4	4.6 *	7.6	0.195 NS
Altura de planta	1165.1	17.9 **	5.6	0.547 **
Altura Hoja B.	913.2	17.5 **	8.3	0.624 **
M. Fisiologica	188.7	35.1 **	2.4	0.626 **

* Significativo

** Altamente significativo

NS No significativo



Cuadro No. 4 : Duración de la Fase Vegetativa (GS_1), Desarrollo de Panícula (GS_2) y Formación de Grano (GS_3) de seis híbridos comerciales de sorgo. Monteón, -
Nay. 1983 I.

HIBRIDO	GS_1	GS_2	GS_3	DAF/1	DMF/2
NK 233	23.7	32.0	27.5	55.7	83.2
NK 266	25.2	36.3	35.2	61.5	96.7
WAC 698	28.2	34.3	37.7	62.5	100.2
D 55	29.2	36.8	34.2	66.0	100.2
PUREPECHA	28.2	34.8	36.7	63.0	99.7
JADE	28.5	34.7	38.0	63.2	101.2
\bar{X}	27.21	34.8	34.8	62.0	96.9
C.V.	4.89	3.73	6.17	2.17	2.4
r/3	0.41 *	0.43 *	0.56 **	0.33 NS	0.62 **

1 : Dias a floración ($GS_1 + GS_2$)

2 : Dias a madurez fisiológica (DAF + GS_3)

3 : Correlación con rendimiento

* Significativo

** Altamente significativo

NS No significativo

Fase Reproductiva

Wilson y Eastin, señalan la importancia de esta etapa en los procesos de desarrollo del grano. Esta etapa muestra una duración de 32 días para el sorgo mas precoz y de 36.8 para el mas tardío. Las diferencias encontradas resultan altamente significativas entre tratamientos y el coeficiente de variación de 3.73 (Cuadro No. 4).

La correlación de esta etapa con rendimiento fue de - 0.434 significativo al 95 % y 0.868 altamente significativo con madurez fisiológica, esta etapa concluye con la floración del cultivo.

Fase de Llenado del Grano

De acuerdo con las observaciones encontradas, tenemos -- que para la GS₃ hubo variaciones para los seis híbridos desde la siembra hasta el final de esta fase de 83.2 a 101.2 días - (Cuadro No. 4), mostrando diferencias altamente significativas entre tratamientos. La duración de esta etapa presentó variaciones desde 27.5 a 38.0 días, de los tres periodos este fue el que mostro el valor mas alto de correlación con rendimiento (0.563) altamente significativo, lo que indica que esta etapa es la mas importante en el rendimiento, como lo señala Jiménez (1979), Villarreal (1979), Castillo (1980) y Betancourt (1985).

Maunder (1972), sugiere que esta etapa puede modificarse por mejoramiento, debido a que no encontró una correlación -- significativa con rendimiento.

Area Foliar

El análisis de varianza muestra diferencias altamente -- significativas para tratamientos en el area foliar, en IP y - floración y no significativa para la etapa de DF (Cuadro No.3) el area foliar en la etapa de floración mostró variaciones --

desde 776 cm². a 1,166 cm². como promedio en los seis híbridos.

Las correlaciones con rendimiento en la etapa de IP fueron de 0.360 no significativas, en DF 0.089 no significativas y en floración 0.609 altamente significativa, mostrando la importancia del area foliar en las últimas etapas de desarrollo de la planta, sobre todo en el llenado de grano. La correlación con los días a madurez fisiológica mostró un valor de -- 0.436 altamente significativo, los argumentos citados pueden reafirmarse dado que algunos resultados con híbridos de sorgo probados en La Barca, Jalisco, durante los tres últimos años, muestran una asociación notoria entre el rendimiento y la resistencia a los patógenos foliares o rendimiento y baja senescencia foliar o de la planta. Los híbridos con area foliar intacta o menos dañada debido a los factores mencionados anteriormente son los de mayor rendimiento y popularidad en el -- area citada, cuyo microclima favorece en alta proporción a la incidencia de la mayor parte de los patógenos que atacan al sorgo.



Cuadro No. 5 : Componentes de rendimiento y algunas características agronómicas de seis híbridos comerciales de sorgo probados bajo condiciones tropicales. Monteón, Nay. 1983 I.

Híbrido	IP	IP-DF	FL	AFFL	NSPP	LONP	MF	REND ^{a/}
WAC 698	28.2	9.0	62.5	1109	922	22.7	100.2	5672
D 55	29.2	10.5	66.0	1162	1331	25.7	100.2	4851
JADE	28.5	8.4	63.2	866	1065	21.7	101.2	4798
NK 266	25.2	9.0	61.5	1166	854	25.2	96.7	4783
PUREPECHA	28.2	9.2	63.0	1139	882	23.7	99.7	4421
NK 233	23.7	6.7	55.7	776	606	21.0	83.2	2538

a/

IP : Iniciación de Panícula (días).

IP-DF : Iniciación de Panícula a Diferenciación Floral (días).

FL : Floración (días).

NSPP : Número de semillas por panoja.

LONP : Longitud de panoja (cm.).

AFFL : Área foliar en floración (cm.²).

MF : Madurez fisiológica (días).

REND : Rendimiento (kg/ha).

CAPITULO V
CONCLUSIONES

- 1.- Existen respuestas diferentes de híbridos de sorgo en - - cuanto al periodo de IP a DF para un ambiente dado, los - de mejor respuesta manifestaron rangos intermedios de duración entre esas etapas.
- 2.- Los sorgos con germoplasma de adaptación intermedia tropical templada manifestaron rangos intermedios entre los valores extremos encontrados, lo que explica en parte su -- amplia adaptación.
- 3.- Existe una asociación positiva entre el periodo de IP a - DF y el ciclo total del cultivo.
- 4.- El sorgo de menor rendimiento mostró el valor de IP a DF mas bajo.
- 5.- La metodología como índice de selección para rendimiento_ podría ser valiosa si se cuenta con personal entrenado en la determinación de esos valores críticos, IP y DF.
- 6.- La importancia del area foliar en el rendimiento solo se puede detectar hasta el momento de la floración.
- 7.- En futuras investigaciones convendría utilizar sorgos de adaptación completamente tropical en comparación a los -- templados por tropical y completamente templados para establecer si existen o no diferencias entre los valores de IP a DF cuando se compara el templado por tropical con el completamente tropical utilizando ambientes contrastantes; trópico como sub-trópico y valles altos, estos resultados podrían ser aplicables a las areas que se estratificuen - en base a los rangos IP a DF.

CAPITULO VI
LITERATURA CITADA

- 1.- Betancourt V., A. 1983. Situación actual de la producción de sorgo. In : Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato, Gto.
- 2.- _____ 1983. Guía para elaborar la tesis profesional.- Trabajo inédito. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- 3.- Brauer H., O. 1980. Fitogenética aplicada. Primera edición. Cuarta impresión. Limusa, México.
- 4.- Caddel J.L. and D.E. Weibel. 1971. Effects of photoperiod and temperature on the development of sorghum. Agr. Jr. 63: 799 - 803.
- 5.- Casas S., J.F. 1983. Componentes de rendimiento y su interacción en sorgo para grano. Sorghum bicolor-(L) Moench. In : Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin América. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT-CIMMYT. México.p. 178 -183.
- 6.- _____ y Jiménez C.,A. 1982. Componentes de rendimiento en líneas de sorgo con diferente aptitud combinatoria. IX Congreso Nacional de Fitogenética .p. 39.
- 7.- Cisar C. and H. L. Flowerday. 1979. Floral initiation - and development in cultivars of oats. Crop Sci. 18: 461 - 464.
- 8.- Eastin J. D., Adhopte V. González and V. B. Ogunlela -- 1983. Physiological characteristics of adaptation in sorghum. In : Proceeding of the plant -- breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin América. Sponsored by INTSORMIL-INIA-ICRISAT-CIMMYT. México, p. 149 - 158.

- 9.- Earl R. Leng. 1982. Status of sorghum production as compared to other cereals. In : Sorghum in the --- eighties, ICRISAT. Patancheru, A.P., India. p.- 25 - 32.
- 10.- Elias C., E. 1983. Sorgo una oportunidad. In : Proce--- ding of the plant breeding methods and approa--- ches in sorghum workshop for Latin América. --- INTSORMIL-INIA-ICRISAT-CIMMYT. México. p. 3-7.
- 11.- Francis C.A. 1983. Agronomics components of adaptation- in sorghum. In : Proceeding of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for- Latin América. Sponsord by INTSORMIL-INIA-ICRI- SAT-CIMMYT. México. p. 184 - 185.
- 12.- House L.R. 1982. El sorgo guia para su mejoramiento ge- nético. Universidad Autonoma de Chapingo. Méxi- co.
- 13.- Jacques G. L., Vanderlip and D. P. Whitney. 1975. ---- Growth and nutrient acumulation and distribu--- tion in grain sorghum. 1.- Dry matter produc--- tion and Ca and Mg up take and distribution. -- Agr. Jr. 67: 607 - 611.
- 14.- Jiménez C., A. 1976. Efecto de cinco epocas de siembra- sobre el comportamiento de tres híbridos de sor- go (Sorghum bicolor (L) Moench) en el Valle del Carrizo, Sinaloa. Tesis Profesional, Universi- dad de Guadalajara, Escuela de Agricultura. Gua- dalajara, Jal.
- 15.- _____ 1979. Estabilidad del rendimiento de algunos - componentes fisiotécnicos en sorgo. Tesis M.C.- Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 16.- Livera M., M. y A. Carballo. 1977. Mejoramiento genéti- co del sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) por - tolerancia al frío. Adaptación de genotipos to- lerantes. Agric. Tec. Méx. 4 (1) : 77 - 99.

- 17.- Maiti R. K., González R. H., Alanis L. C. y Rivera P. M. 1983. Aspectos en el establecimiento del cultivo del sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench). In : Taller sobre producción y calidad de sorgo. UANL, - Irapuato, Gto.
- 18.- _____ , S. K. Manohar y P. S. Raju. 1983. Anatomía -- del sorgo. ICRISAT. Patancheru A. P., India. --- UANL Facultad de Agronomía.
- 19.- _____ , F. R. Bidinger. 1983. Crecimiento y desarrollo del mijo perla. ICRISAT. Patancheru A. P. In dia. UANL, Facultad de Agronomía.
- 20.- Marquez S., F. 1976. El problema de la interacción genética ambiental el genotécnia vegetal. Ediciones-Patena A. C. Primera Edición. México.
- 21.- Miller F. R., D. K. Barnes and H. J. Cruzado. 1986. Effect of tropical photoperiods on the growth of - sorghum when grown in 12 monthly plantings. Crop Sci. 8 : 499 - 502.
- 22.- _____ 1979. Sorghum growth and development. Sorghum - breeding program. Texas A & M University College Station, Texas. Miscellaneous Publication 5 p. In press.
- 23.- Orrin J. Webster. 1983. Components of yield their interactions In : Proceeding of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin América. Sponsored by : INTSORMIL-INIA-ICRISAT-CIMMYT. México. p. 173 - 177.
- 24.- Page W. Morgan and Ching-I Pad. 1983. Physiological characteristics of adaptation to photoperiod and -- temperature in sorghum. In : Proceeding of the -- plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin América. Sponsored by : INTSORMIL-INIA-ICRISAT-CIMMYT. México. p. 54 - 56.

- 25.- Phoelman J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. Nicolas Sanchez Durón. Primera edición. Editorial Limusa. México. p. 54 - 56.
- 26.- Quinby J. R. and R. E. Karper. 1945. The inheritance of three genes that influence time of floral initiation and maturity date in milo. Amer. Soc. -- Agron. Jour. 37 : 916 - 936 illus.
- 27.- _____ and _____. 1948. The effects of short photoperiod on sorghum varieties and firsts generation hybrids. J. Agr. Res. 75 : 295 - 300.
- 28.- _____ and _____. 1954. The inheritance of --- height in grain sorghum. Agronomy journal: 46 : 211- 216.
- 29.- Richter G. 1979. Fisiología del metabolismo de las plagas. Trad. Ludwing Muller. Segunda edición. -- CECSA. MEXICO.
- 30.- Tanaka A. y J. Yamaguchi. 1981. Producción de materia - seca, componentes de rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Trad. Josue Kohashi Shibata. Colegio de postgraduados. Chapingo, México.
- 31.- Vanderlip R. L. and H. E. Reeves. 1972. Growth stages - of sorghum (Sorghum bicolor (L) Moench). Agr. - Jr. 64 : 13 - 16.
- 32.- Vega Z., G. 1983. Futuro del sorgo en México. In : Taller sobre producción y calidad de sorgo. Irapuato, Gto.
- 33.- Walden R. P. and A. D. Flowerday. 1979 Growth stages -- and distribution of dry matter, N, P, and K, in winter wheat. Agr. Jr. 71 : 391 - 397.
- 34.- Wall J. S. y Ross W. M. 1975. Producción y usos del sorgo. Trad. Andres O. Battato. Primera edición. - Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.

- 35.- Wilson G. L. and J. D. Eastin. 1982. The plant and its-environment. In : Sorghum in the eighties. ICRI SAT, Patancheru. A. P., India. p. 101 - 128.
- 36.- Zavala G., F. 1984. Estudios sobre crecimiento y desarrollo del sorgo en México. CIA-FAUANL. Marin,- N.L.



CAPITULO VII

A P E N D I C E



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Cuadro No. 6 : Etapas de desarrollo del sorgo y tiempo aproximado de duración. (Vanderlip 1972).

Etapa de Desarrollo		Días despues de la emergencia	Estado de Desarrollo
GS ₁	0	0	Emergencia
	1	10	Tercer hoja
	2	20	Quinta hoja
GS ₂	3	30	Crecimiento del punto de diferenciación
	4	40	Hoja Bandera
	5	50	Bota
GS ₃	6	60	Floración
	7	70	Estado lechoso del-grano
	8	80	Estado masoso del -grano
	9	90	Madurez fisiológica

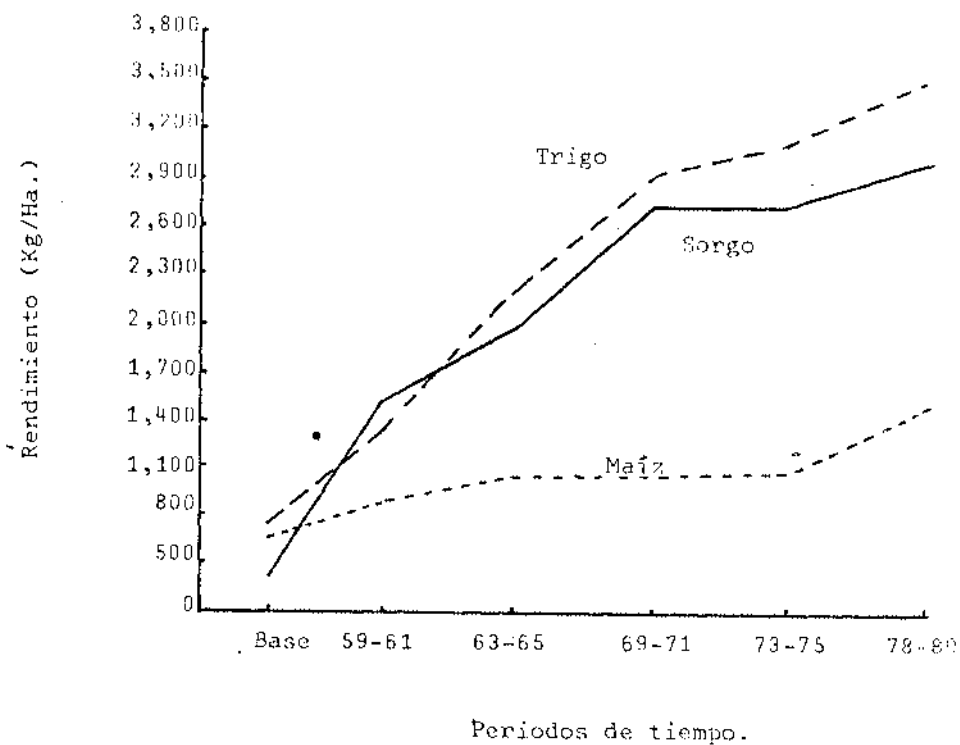


Figura No. 6: Cambios en los niveles de rendimiento de los tres mejores cereales de México (1948-1980).

Earl R. Leng 1982.

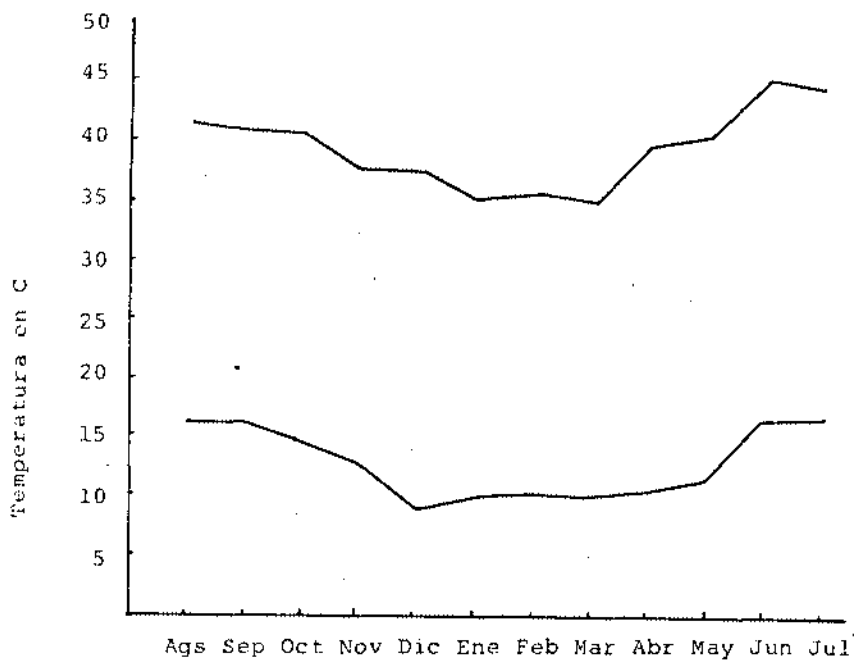


Figura No 7 : Distribución de las temperaturas máximas y mínimas promedio mensuales. Monteón, Nay. 1983 I.

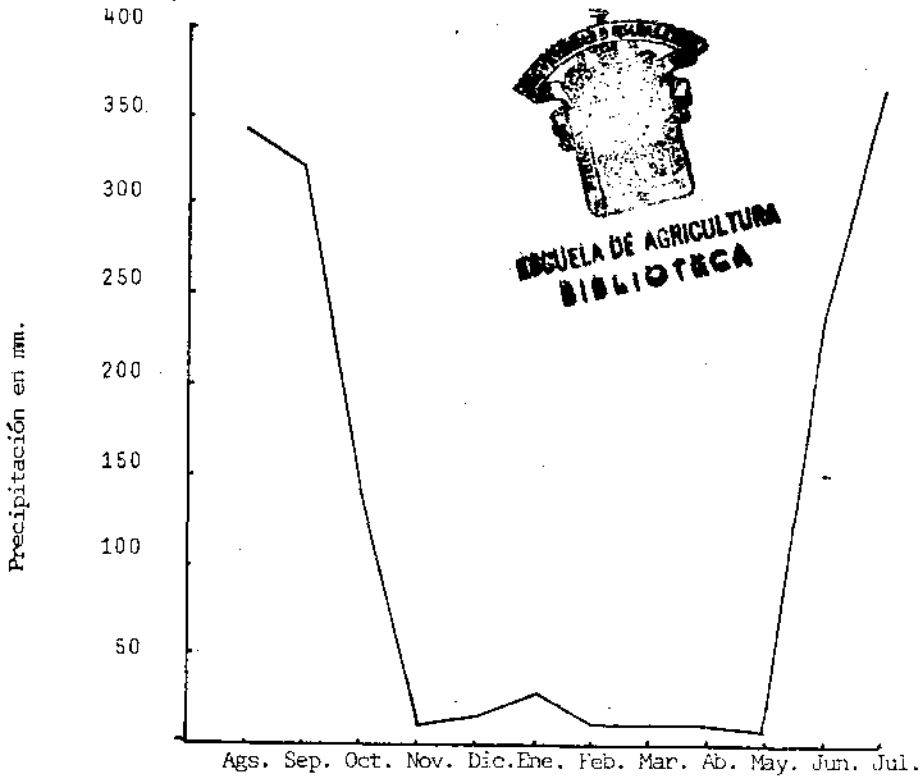


Figura No. 8: Distribución de la Precipitación total mensual. Monteón, Nay. 1963 I.

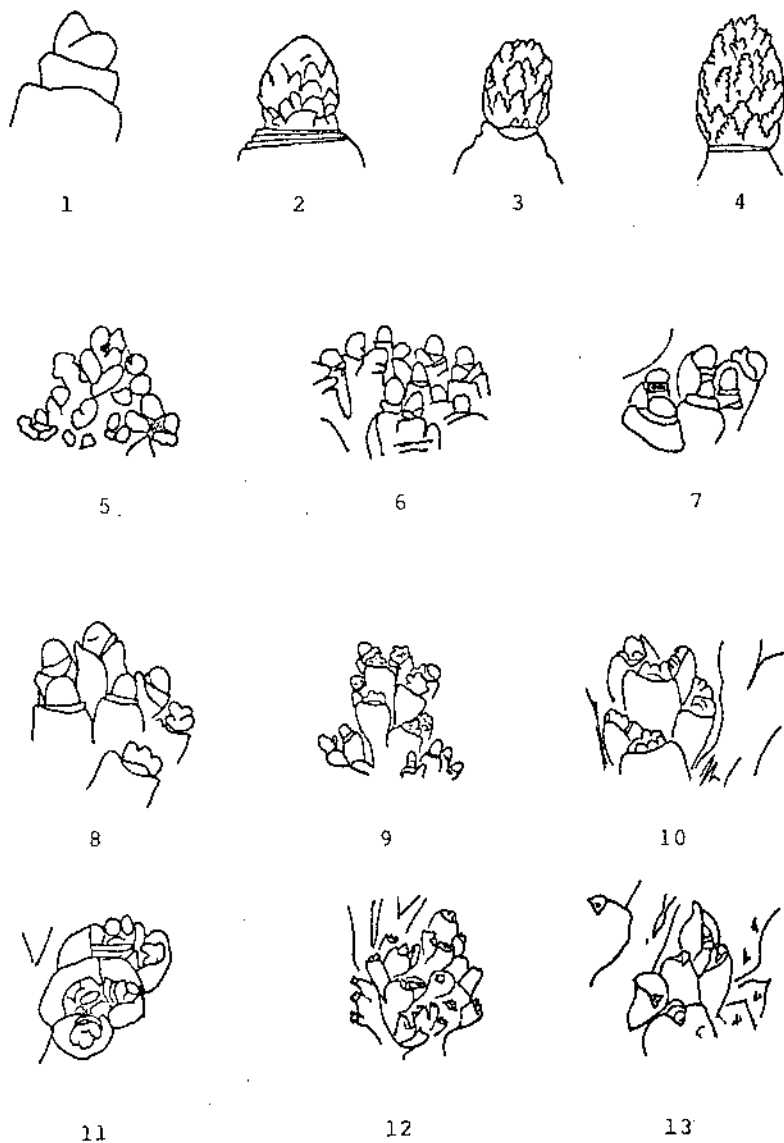


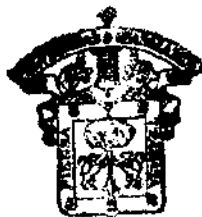
Figura No. 9 : Etapas de desarrollo de la panícula de sorgo.
 Easten J. D. University of Nebraska. 1983.

ETAPAS DE DESARROLLO FLORAL DE LA PANICULA DEL SORGO

- 1) Apice vegetativo del sorgo.
- 2) Principio de la iniciación de panícula (IP) indicada por la aparición de las ramas primordiales en la base de la panícula primaria y continuando hacia el extremo.
- 3) Ramas primordiales de la panícula que se han desarrollado completamente en orden formando las ramas de la panícula.
- 4) El desarrollo de la primordia de la rama de la panícula esta completo y usualmente requiere aproximadamente de 6 a 9 días bajo las condiciones de Lincoln, Nebraska. El siguiente paso sera la aparición de la primordia de la espiguilla.
- 5) La primordia de la espiguilla aparece generalmente en pares, excepto en los puntos de las ramas de la panícula donde las triadas de las espiguillas son comunes. La primordia basal de la rama de la panícula inició - la primordia de la espiguilla primero y el crecimiento es de las ramas basales a la punta del ápice. Sin embargo, dentro de una espiguilla de la rama de la panícula primaria el crecimiento generalmente es de la punta hacia la base. Note el estadio mas avanzado de la punta de la espiguilla primaria donde las glumas - estan apareciendo.
- 6) Las glumas rodeando los pares de espiguillas son prominentes.
- 7) Estadio ligeramente más tardío de desarrollo de la espiguilla.



- 8) La diferenciación floral (DF) es notada por la aparición de la primordia de tres estambres rodeando la primordia del pistilo. Note el estado menos avanzado de DF en la punta de la espiguilla. La DF comienza como dos semanas después de la IP en Nebraska. La DF procede de la punta de la panícula a la base, que es el reverso del desarrollo de la rama de la panícula. La secuencia de floración es en igual forma de la punta a la base.
- 9) Un estadio más avanzado de DF muestra ambos, la primordia de las florecillas y de las espiguillas. En este estadio el raquis de la panícula comienza una elongación substancial.
- 10) Un rápido crecimiento de las glumas ha empezado.
- 11) Vista superior de los componentes de las florecillas.
- 12) Vista más amplia del desarrollo floral donde la elongación de las ramas del raquis está llegando a ser aparente.
- 13) Las glumas están comenzando a crecer alrededor de los estambres y pistilos, escondiéndolos de la vista.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

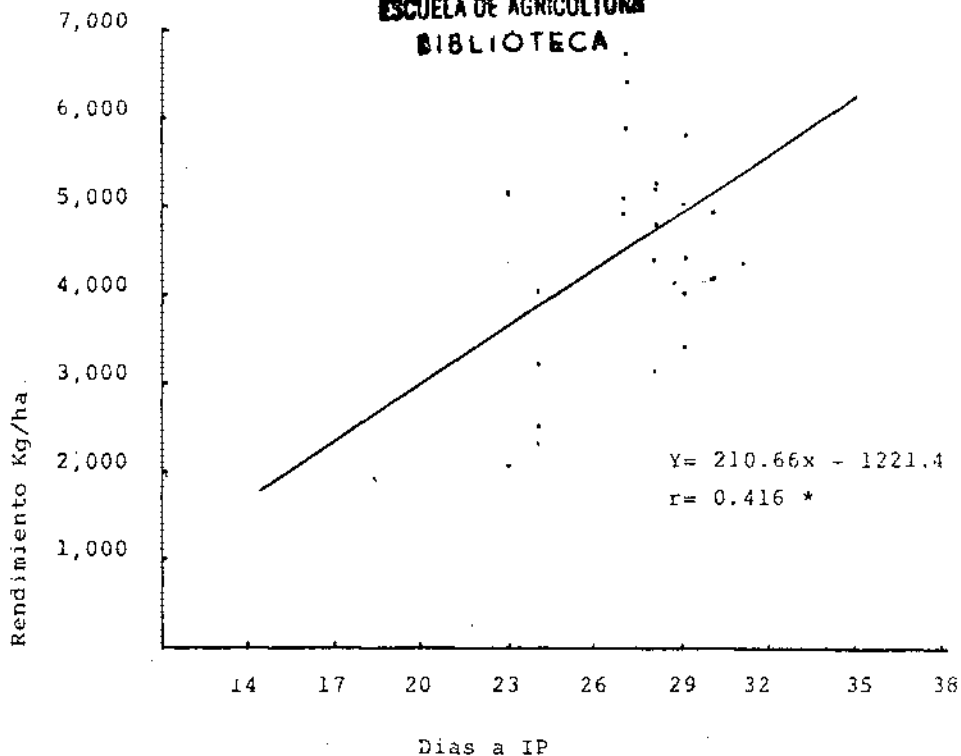


Figura No. 10 : Correlación entre días a IP y rendimiento
en seis híbridos de sorgo. Monteón, Nay.
1983 I.

* significativo.