

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Estimación de los Parámetros de Estabilidad y su Aplicación en la Producción de Semillas Híbridas de Sorgo, Rio Bravo, Tamps.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALIDAD FITOTECNIA
P R E S E N T A
ARTURO VALLEJO MERCADO
GUADALAJARA, JAL., 1980.

Esta investigación de tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aceptada como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN FITOTECNIA

Las Agujas, Jalisco. Enero de 1980

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR: ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR: ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

ASESOR: ING. FLORENCIO RECENDIZ HURTADO

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Héctor H. Puente Berón, Especialista en sorgo y Jefe del Departamento de Producción de PRONASE en Río Bravo, Tam., por su orientación durante todo el desarrollo de la tesis, y por la revisión del manuscrito original.

A la Productora Nacional de Semillas, por las facilidades proporcionadas para la realización de esta tesis.

Al Ing. Antonio Sandoval Madrigal, Catedrático de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por la revisión del manuscrito definitivo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS COMPAÑEROS Y MAESTROS

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	11
RESUMEN	1Vii
I INTRODUCCION	1
1.1 Panorama general	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Objetivo	4
II REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Origen del sorgo híbrido	5
2.2 Características de la floración del sorgo	8
2.3 Relación Genotipo - Medio ambiente	10
2.4 Modelos estadísticos	11
III MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Materiales	17
3.2 Métodos	17
IV RESULTADOS	22
4.1 Gráficas de predicción de la floración	23
V DISCUSION	30
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
VII BIBLIOGRAFIA	34
VIII APENDICE	37

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

- CUADRO No. 1 CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LAS VARIEDADES Y/O LINEAS POR AMBIENTE DE PRUEBA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.
- CUADRO No. 2 ANALISIS DE VARIANZA APROPIADO PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_1 y sdi^2)
- CUADRO No. 3 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_1 y sdi^2).
- FIGURA No. 1 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO CHICHIMECA.
- FIGURA No. 2 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO OLMECA.
- FIGURA No. 3 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO TEPEHUA.
- FIGURA No. 4 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO PUREPECHA.
- FIGURA No. 5 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO NAHUATL.
- FIGURA No. 6 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO OTOMI.

CUADRO No. 1.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA PRIMERA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VA--RIANZA.

CUADRO No. 2.■ TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA SEGUNDA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VA--RIANZA.

CUADRO No. 3.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA TERCERA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VA--RIANZA.

CUADRO No. 4.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA CUARTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VA---RIANZA.

CUADRO No. 5.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA QUINTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VA---RIANZA.

CUADRO No. 6.■ TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA SEXTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

RESUMEN

El personal técnico encargado de los programas de producción de semilla híbrida de sorgo, tanto por desconocimiento de la diversidad en comportamiento de las líneas progenitoras bajo las diferentes condiciones ambientales en que se les siembra, como por el desconocimiento de las técnicas más adecuadas para identificar y clasificar a los materiales de acuerdo a su estabilidad en la floración en ambientes específicos, se ha valido unicamente de las gráficas de predicción elaboradas mediante cálculos de regresión con los datos de días a floración obtenidos de las diferentes fechas de siembra de los materiales, sin considerar que dichas líneas pueden comportarse de diferente manera en diferentes años, de acuerdo a las condiciones ambientales que se presenten.

Para tratar de dar solución a estas deficiencias y encontrar la técnica más adecuada para clasificar e identificar a los progenitores por su consistencia y estabilidad en sus floraciones se recurrió a los parámetros de estabilidad desarrollados por Eberhar y Russel (1966), los que con pequeñas modificaciones han resultado el mejor método para identificar a las líneas y/o variedades estables e inestables en sus floraciones. Esta clasificación es muy importante, ya que permite conocer a los progenitores de un híbrido y predecir su comportamiento bajo cualquier condición ambiental.

En el presente trabajo se utilizaron los progenitores - de los primeros seis híbridos de sorgo generados por el INIA (Chichimeca, Olmeca, Tepehua, Purepecha, Nahuatl y Otomí). Se sembraron experimentos de fechas de siembra en Río Bravo, Tam. durante - los años de 1975, 1976, 1977 y 1978. Analizándose únicamente el - número de días a floración, por ser el principal objetivo de esta investigación. Se observó durante estos años que los días a flor fueron variables de acuerdo a las condiciones del medio ambiente - que prevalecieron en los diferentes años.

Finalmente en base a la discusión general de resultados se concluye que:

- 1.- Todos los híbridos se pueden producir con seguridad en la estabilidad de sus progenitores con excepción del OTOMI, el cual tiene como progenitor masculino la línea SBR-4; la cual de -- acuerdo al valor de su desviación de regresión resultó inconsistente y no es predecible su comportamiento.

1. INTRODUCCION

1.1 PANORAMA GENERAL.

La producción de semilla híbrida de sorgo se ha convertido en una empresa muy redituable, de tal manera que a la fecha existen catorce compañías que se dedican a su producción y comercialización en el país, llegándose a sembrar la cifra récord aproximadamente de 15,000 hectáreas para su obtención en 1978.

1/ La región norte del Estado de Tamaulipas que comprende las localidades de Matamoros, Río Bravo y Valle Hermoso, es la más importante en su producción ya que en esta zona se producen en la actualidad cerca de 14,000 toneladas lo que representa un 80% -- del total producido en el país. Otra región de importancia es la -- del norte del Estado de Sinaloa.

Las necesidades de semilla híbrida de sorgo se han incrementado considerablemente debido al gran aumento de la superficie -- dedicada a su cultivo en los últimos diez años, sembrándose a la fe -- cha cerca de 1.5 millones de hectáreas anuales en todo el país, sobresaliendo Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán y Jalisco. La cantidad de semilla necesaria para cubrir la demanda nacional es de ---- aproximadamente 25,000 toneladas de las cuales un 75% son produci-- das en el país y el resto son importadas.

Para la producción de semilla híbrida de sorgo se utiliza

1/ FUENTE: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). IH. Matamoros, Tam.

un progenitor hembra o productor de semilla con esterilidad citoplásmica y una línea restauradora de la fertilidad como macho o progenitor masculino. De tal manera que para poder producir semilla es necesario que haya una coincidencia en la floración para que la línea estéril sea polinizada por la línea restauradora.

Para llevar a cabo los programas de producción de semilla, es de gran importancia los datos de los días de floración de cada una de las líneas en diferentes fechas de siembra. Esta información es recabada de los resultados de los experimentos de fecha de siembra que se deben hacer todos los años. Con esta información se elaboran gráficas de predicción de la floración y de ahí se parte para determinar los días de siembra de cada uno de los progenitores de un híbrido para tratar de lograr la coincidencia en la floración.

Generalmente en algunos lotes de producción de semilla año tras año se presentan problemas ocasionados precisamente por la falta de coincidencia en la floración de los progenitores, lo cual provoca bajos rendimientos en las cosechas y en algunos casos llega haber poca formación de grano, de tal manera que hace incosteable efectuar la cosecha. Esto ocasiona fuertes pérdidas económicas tanto a los agricultores como a las empresas que se dedican a la producción de semilla híbrida de sorgo.

La falta en la coincidencia motivada por el adelanto a --

atraso de uno de los progenitores, es debido en la mayoría de los casos a que las variedades y/o líneas resultan altamente sensibles al fotoperíodo y temperatura; y como esta sensibilidad difiere entre las líneas dá como resultado que el comportamiento de los progenitores de un híbrido no sea el esperado en lo que a días a floración se refiere.

Las fallas en la coincidencia reflejan de hecho, la falta de conocimiento del comportamiento de los materiales por parte del personal técnico de las empresas, y una forma de evitar estos errores es evaluar los materiales en fechas de siembra durante varios ciclos para conocer las interacciones genético-ambientales y poder determinar su comportamiento.

1.2 ANTECEDENTES.

Los primeros trabajos de hibridación en el país se iniciaron en 1956 en Cd. Obregón, Son. y cerca de La Piedad, Mich. --- (adelantos de la investigación, 1956-1957), Sin embargo fué hasta 1972 cuando el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas ---- (INIA) hizo entrega a PRONASE de nueve líneas de sorgo para grano, las cuales son progenitoras de los primeros seis híbridos formados por investigadores mexicanos.

En ese mismo año de 1972, PRONASE llevó a cabo el programa de incrementación de los materiales originales entregados por el

INIA, para poder contar con semilla básica necesaria para iniciar la producción de semilla certificada en escala comercial.

A principios de 1973, PRONASE inició sus programas de -- producción de semilla híbrida de sorgo, siendo las áreas seleccionadas las regiones de Río Bravo, Tam. y Los Mochis, Sin., observándose que la mayor parte de los materiales se adaptaron para su producción en el área de Río Bravo y muy pocos se adaptan a las condiciones ambientales de Los Mochis.

1.3 OBJETIVO.

Conociendo que las condiciones ambientales pueden ser variables de un año a otro en una misma región, y con el objeto de conocer la interacción genético-ambiental de los progenitores de los primeros seis híbridos mexicanos cuando se les cultiva en diferentes ambientes, se planeó efectuar el presente trabajo de obtención de los parámetros de estabilidad en la región productora de semilla de Río Bravo, Tam.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DEL SORGO HIBRIDO.

EL aprovechamiento del vigor híbrido en los sorgos estuvo limitado por mucho tiempo, por la dificultad de producirse en escala comercial. El uso de pinzas para emascular flores una por una y enseguida efectuar la polinización a mano para producir un híbrido resultaba antieconómico, pues se obtenían muy pocos granos, inclusive el método de emasculación masiva mediante el uso de agua caliente, - solo permitía obtener semilla insuficiente para hacer estudios genéticos y pequeñas pruebas de campo, pero para producción comercial de híbridos resulta deficiente, (Stephens and Quinby, 1933).

En 1947 la Estación de Experimentación Agrícola de Texas, aprobó un programa de investigación elaborado por J.C. Stephens y J. R. Quinby, el cual consistía en buscar otros métodos para la producción de semilla híbrida de sorgo trabajando con la esterilidad masculina de DAY e investigando en busca de la esterilidad masculina citoplásmica, (Quinby, 1973).

En el verano de 1951, se encontró que la esterilidad masculina de DAY es transmitida por herencia genética, y que se puede utilizar para la producción de semilla híbrida mediante una cruce -- triple (Stephens et al, 1952). La esterilidad masculina de DAY desarrollada por la Estación Experimental de Texas estuvo disponible a quien se la solicitara en 1953.

La investigación en busca de la esterilidad masculina citoplásmica en sorgo tuvo éxito, ya que en 1950 Stephens encontró la primera planta de sorgo con este tipo de esterilidad en la segunda generación de la población de Milo x Kafir. Continuando con la investigación (Stephens and Holland, 1954) descubrieron que en las -- cruzas en las cuales se utilizaba la variedad Milo como progenitor femenino y la variedad Kafir como macho, en la F_2 aparecía androste rilidad parcial. Por medio de cruzas regresivas con Kafir se amentó la esterilidad y ya en la segunda crusa regresiva se obtuvo más del 99% de esterilidad masculina. Este fué el resultado de la in-- troducción de cromosomas de Kafir al citoplasma del Milo.

Cuando se usó el tipo Milo como progenitor productor de polen, se restauró la fertilidad en las plantas con esterilidad masculina.

La Estación Experimental de Texas distribuyó material -- con esterilidad masculina citoplásmica a quien se lo solicitara en 1954. Varios campos experimentales y varias compañías productoras de semillas comenzaron sus programas de producción de sorgos híbridos a partir de esa distribución.

La esterilidad masculina citoplásmica proporciona un me-- dio más satisfactorio para la producción de sorgos híbridos que la esterilidad masculina controlada genéticamente de la variedad DAY.

Las fuentes progenitoras son de conservación más fácil y solamente se necesitan dos lotes aislados para producir el híbrido, en lugar de tres utilizando la esterilidad de DAY.

El éxito del uso de los sorgos híbridos, realmente principió con el descubrimiento de este tipo de esterilidad citoplásmica, ya que la producción de semillas híbridas se simplificó notablemente por la cual se ha formulado el siguiente procedimiento (POEHLMAN, -- 1965):

1.- Conservación y multiplicación de la línea con esterilidad masculina citoplásmica. La línea A con esterilidad masculina se cultiva en un campo aislado y se poliniza con la línea B. Esta línea es idéntica a la A excepto que tiene fertilidad masculina.

2.- Lote de cruzamiento para la producción de semilla de Cruza Simple. La línea A con esterilidad masculina se cultiva en un segundo campo aislado y se poliniza con la línea R. Esta línea tiene fertilidad masculina y genes restauradoras del polen.

3.- Uso de la semilla de Cruza Simple. La semilla híbrida de cruza simple (A x R) se vende a los agricultores para producción comercial.

Esquemáticamente el sistema se representa en la siguiente forma:

MANTENIMIENTO DE LA LINEA A.

LINEA A.	X	LINEA B.
estéril		fértil, no restaurador
(\square ms_c ms_c)		(\circ ms_c ms_c)

HIBRIDACION.

LINEA A.	X	LINEA B.
estéril		fértil, restaurador
(\square ms_c ms_c)		(\circ ó Ms_c Ms_c)

HIBRIDO COMERCIAL TOTALMENTE FERTIL.

(\square Ms_c ms_c)

SIMBOLOS:

\circ = CITOPLASMA NORMAL

\square = CITOPLASMA ANORMAL

ms_c = FACTOR RESPONSABLE DE LA ESTERILIDAD

Ms_c = FACTOR RESTAURADOR DE LA FERTILIDAD

2.2 CARACTERISTICAS DE LA FLORACION DEL SORGO.

El sorgo se considera como una planta de día corto, debido a que fotoperíodos largos (noches cortas), retardan la floración (Martín, 1970). El fotoperíodo óptimo para acelerar la floración es aproximadamente de 10 a 11 horas-luz diarias; fotoperíodos más cortos

o más largos del óptimo retardan la floración. Fotoperíodos arriba de 11 a 12 horas-luz estimulan el desarrollo vegetativo pero provocan retraso en la floración (Kenlman, 1959).

La presencia de días cortos después de que la planta tiene 15 días de nacida, aceleran la iniciación de la floración, mientras que los días largos cuando la planta tiene entre 15 y 20 días de nacida demoran la floración (Coddell y Beebel citados por Dogget, 1970). De este modo, la sensibilidad fotoperiódica es obtenida alrededor de los 15 días de nacidas las plantas.

El proceso de floración de una espiguilla de sorgo puede llevarse en un tiempo de 20 a 30 minutos, pero las flores con frecuencia permanecen abiertas durante 2 o 3 horas. Las tres anteras de una flor de sorgo normal generalmente contienen 15,000 granos de polen; una sola panoja de 3,000 espiguillas produce entonces 45 millones de granos (Wall and Ross, 1975).

En sorgo la primera flor en abrirse es la terminal, o la segunda de la ramificación más elevada de la panoja, y por lo común las flores que están en cualquier plano horizontal, dentro de la panoja, se abren al mismo tiempo (Stephens y Quinby, 1934). La progresión de la floración es de arriba hacia abajo.

La floración ocurre principalmente en las primeras horas del día. La antesis mayor se produce generalmente a las 2 de la ma

fiana o antes. El frío o la humedad la retardan (Quinby y otros, -- 1958).

El tiempo requerido para la dehiscencia de todas las flores de la panoja es de siete días como promedio, la floración máxima ocurre entre el tercer y sexto días y se completa en cuatro a nueve días (Graham, 1916). Con el objeto de conocer el tiempo de receptividad del estigma en sorgos con esterilidad citoplásmica masculina, Ross W.M. (1956) investigó y observó que los estigmas de sorgo permanecen receptivos hasta 10 días después de que abren. Además encontró que existen diferencias entre variedades. También el viento seco y caliente puede disminuir la duración de la receptividad del estigma.

2.3 RELACION GENOTIPO MEDIO AMBIENTE.

Los conceptos de fenotipo (aparencia o forma) y genotipo (constitución interna o genética) fueron expresados por Johannsen -- (1909) quien reconoció la importancia del ambiente en los procesos de desarrollo; este autor consideró que los genes por sí solos no -- son responsables de las dotaciones personales de un individuo, ya que el ambiente también interviene en la determinación de la "situación de la vida" con relación a la interacción genotipo-medio ambiente, -- Márquez (1974) dice que este fenómeno no es sino el comportamiento -- relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientales.

Las variaciones ambientales según Allard y Bradshaw - - (1964) pueden ser divididas en dos grupos: Variaciones predecibles y Variaciones impredecibles. Dentro del primer grupo se encuentran todas aquellas características permanentes del medio ambiente, en tanto que impredecibles, son todas aquellas fluctuaciones en función del tiempo, tales como la cantidad y distribución de la lluvia y temperaturas.

Estos dos investigadores denominan a una variedad como "buena amortiguadora" o con buena flexibilidad, cuando puede ajustar su condición genotípica y fisiotípica en respuesta a fluctuaciones transitorias del medio ambiente y distinguen dos tipos de flexibilidad:

1.- "Flexibilidad individual", que es cuando los individuos por sí mismos pueden ser de buena flexibilidad, de tal forma que cada miembro de la población tiene una buena adaptación al rango de medios ambientales en donde han sido probados.

2.- "Flexibilidad poblacional", que surge de las interacciones de diferentes genotipos, cada uno de ellos adaptado a determinado rango de distintos ambientes.

2.4 MODELOS ESTADISTICOS.

Para estimar la magnitud de estas interacciones, se han propuesto diferentes métodos estadísticos:

Finlay y Wilkinson (1963), estudiaron la adaptación de 277 variedades de cebada, para ello utilizaron los rendimientos de grano de diferentes localidades del sur de Australia.

Ellos hicieron la regresión lineal del rendimiento individual de cada variedad sobre el rendimiento promedio de todas las variedades en cada localidad.

Mencionan que son índices importantes en el análisis de adaptación, el coeficiente de regresión (b) de los rendimientos promedio de las variedades sobre la media del vivero en cada localidad y, el promedio de rendimiento de la variedad en todos los ambientes; definen además estabilidad promedio cuando " b " es igual a la unidad y está asociado a bajo rendimiento, esto indica que la variedad está pobremente adaptada a todos los medios ambientales de prueba. - Valores de " b " mayores que la unidad describen variedades con mayor sensibilidad a los cambios ambientales e indica adaptación a medios ambientes de alto rendimiento, en tanto valores menores que uno se presentan en genotipos de mayor resistencia (en respuesta) a los cambios ambientales e indican que las variedades se adaptan a medios ambientales de bajo rendimiento, finalmente ellos describen a una variedad "ideal" como aquella que tiene adaptabilidad general, o sea alto rendimiento en todos los ambientes.

Trabajando con datos de altura de planta de dos líneas -

híbridas de Nicotiana rústica, cultivadas en diferentes medios ambientes, Bucio (1966) desarrolló un modelo para estimar los componentes de variación genética, ambiental y de interacción genético-ambiental y encontró que el efecto ambiental y el efecto de interacción genético-ambiental están relacionados linealmente. Bucio - señala que cuando el efecto ambiental es positivo, o sea cuando el comportamiento general de las líneas es mejor en promedio, los genotipos con mayor expresión del carácter serán más fácilmente detectados, de donde se espera que los genotipos más deseables tengan un comportamiento mejor en los mejores ambientes, por el contrario, cuando el comportamiento general de las líneas es menor -- que el promedio, o sea que el efecto ambiental es negativo, habrá poca posibilidad de reconocer los mejores genotipos y esto dependerá del tamaño relativo de los efectos genéticos, de los efectos ambientales y de su interacción.

Bucio (1966) citado por Márquez (1974) a diferencia de Finlay y Wilkinson, considera índices ambientales como desviaciones del promedio general de ambientes, en donde la suma de los índices es cero, y establece la regresión de los efectos de interacción sobre los índices ambientales, dando así una estimación del modo de como interaccionan cada variedad con los ambientes a que se somete.

Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo estadístico, que define parámetros de estabilidad para estimar el comportamiento de una variedad a través de un amplio rango de medios ambientes.

El modelo estadístico es el siguiente: $V_{ij} = U_i + B_i I_j + d_{ij}$ --

donde:

V_{ij} = media varietal de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.

U_i = media de la i -ésima variedad sobre todos los ambientes.

B_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.

d_{ij} = desviación de regresión de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.

I_j = índice ambiental obtenido por sustraer el rendimiento promedio de todas las variedades en todos los ambientes de el rendimiento promedio de todas las variedades en un ambiente particular.

O sea propusieron como índice ambiental al promedio de todas las variedades en ese lugar menos la media general y consideran como imposible un índice ambiental obtenido de factores tales como lluvia, temperatura, fertilidad del suelo, etc., ellos definen a una

variedad como estable cuando tiene un coeficiente de regresión ---- igual a la unidad ($b_1 = 1.0$) desviaciones de la línea de regresión tan pequeñas como sea posible ($s^2_{di} = 0$), y un promedio mayor que la media general, y mencionan que para condiciones de cultivo de -- maíz en los Estados Unidos, el mejorador necesita este tipo de va-- riedades.

Aplicando el modelo propuesto por Eberhart y Russell --- (1966), Carballo (1970) evaluó la respuesta de variedades de maíz a diferentes medios ambientales. El utilizó el criterio de estabilidad basado en la media de rendimiento, el valor del coeficiente de regresión y la magnitud de las desviaciones de regresión, tal como lo propusieron los autores del modelo, para hacer una clasificación de las variedades. Esto es así:

CATEGORIA	b_1	s_{di}^2	DESCRIPCION
a)	= 1	= 0	Variedad estable.
b)	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes, - inconsistente.
c)	< 1	= 0	Responde mejor en ambientes desfavorables consistente.
d)	< 1	> 0	Responde mejor en ambientes desfavora--- bles, inconsistente.
e)	> 1	= 0	Responde mejor en buenos ambientes, con- sistente.
f)	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes, in-- consistente.

Según sus resultados, Carballó (1970) concluye que el método fué efectivo para conocer la respuesta de las variedades ante los cambios ambientales e identificó variedades deseables por su estabilidad y rendimiento elevado. Considera que el concepto de variedad deseable debiera definirlo el mejorador en función de las características del medio ambiente de su región.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES.

El material utilizado fué el de nueve líneas que son -- progenitoras de seis híbridos de sorgo creados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

<u>HIBRIDO</u>	<u>HEMBRA</u>	<u>MACHO</u>
CHICHIMECA	SBA-1	SBR-1
OLMECA	SBA-2	SBR-1
TEPEHUA	SBA-4	SBR-1
PUREPECHA	SBA-3	SBR-2
NAHUATL	SBA-5	SBR-3
OTOMI	SBA-5	SBR-4

El restaurador SBR-1 es común para tres híbridos y la línea estéril SBA-5 para dos.

3.2 METODOS.

Se sembraron experimentos de fechas de siembra en Río Bravo, Tam. durante los años de 1975, 1976, 1977 y 1978.

El diseño experimental usado fué el de "bloques al azar" con dos repeticiones. La parcela experimental fué de tres surcos de cinco metros de largo; la primera fecha de siembra fué el 15 de febrero de (1975); posteriormente se sembraron cinco fechas más -- con intervalos entre fechas de diez días. Una repetición la constituyeron seis sub-bloques, correspondiendo cada uno a una fecha --

de siembra. Estos sub-bloques se sembraron en forma sucesiva de la primera a la última fecha de siembra, en cada repetición. Las nueve líneas de sorgo se sortearon al azar dentro de cada sub-bloque. De la misma manera se procedió durante los años de 1976, 1977 y --- 1978.

El único dato que se analizó fue el de días a flor, por ser el principal objetivo de esta investigación.

Los días a flor para cada línea, se tomaron del surco -- central de cada parcela. Se contaron los días comprendidos de la - fecha de siembra hasta que aproximadamente el 50% de las plantas es tuviesen derramando polen, en el caso de los progenitores masculi-- nos, o que estuviesen receptivas en el caso de las hembras estéri-- les.

CUADRO 1. CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LAS VARIEDADES Y/O LINEAS POR AMBIENTE DE PRUEBA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

LINEAS	AMBIENTES (Fechas de Siembra)						SUMA	Y _i
	FEB. 15	FEB. 25	MAR. 7	MAR. 17	MAR. 27	ABR. 6		
SBA-1	77	71	68	65	62	59	402	67
SBA-2	78	73	69	67	62	59	408	68
SBA-3	82	76	75	71	68	63	435	73
SBA-4	76	69	68	66	61	59	399	67
SBA-5	76	69	66	65	61	57	394	66
SBR-1	81	74	72	71	66	62	426	71
SBR-2	80	74	72	69	65	62	422	70
SBR-3	74	68	67	65	61	57	392	65
SBR-4	75	72	66	67	61	58	399	67
	699	646	623	606	567	536	3677	68.0925
Y. _j	77.666	71.778	69.222	67.333	63.000	59.556		
I _j	9.5735	3.6855	1.1295	-0.7595	-5.0925	-8.5365		

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA APROPIADO PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_1 y Sd_1^2)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO
TOTAL	$nv-1$	$\sum_1 \sum_j y_{ij}^2 - F C$	
VARIETADES (v)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_1 y_1^2 - F C$	CM1
AMBIENTE (A)	$(v-1) \cdot \left. \begin{matrix} n-1 \\ (n-1) \end{matrix} \right\} v(n-1)$	$\sum_1 \sum_j y_{ij}^2 - y_{i.}^2/n$	
AMBIENTE (lineal)	1	$\frac{1}{v} \left(\sum_j y_{.j} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	
V X A (lineal)	$v-1$	$\sum_1 \left[\left(\sum_j y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 - SCA(1/n) \right]$	CM2
DESVIACIONES PONDERADAS	$v(n-2)$	$\sum_1 \sum_j d_{ij}^2$	CM3
Variedad 1	$n-2$	$\left[\sum_j y_{1j}^2 - \frac{(y_{1.})^2}{n} \right] - \left(\sum_j y_{1j} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	
⋮	⋮	⋮	
Variedad v	$n-2$	$\left[\sum_j y_{vj}^2 - \frac{(y_{v.})^2}{n} \right] - \left(\sum_j y_{vj} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$	
ERROR PONDERADO	$n(r-1) (v-1)$		

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_1 y SD_1^2).

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F _c	F _r	
T O T A L	53	2197				
VARIETADES (v)	8	316	39.50	61.38**	2.99	2.18
AMBIENTE (A)	45	1880	41.78			
AMBIENTE (lineal)	1	22.88	22.88			
V X A (Lineal)	8	1834	229.25			
DESVIACIONES PONDERADAS	36	23.17	0.64	0.35	2.11	1.69
VARIETADES 1	4	2.13	0.53	0.29	3.83	2.61
VARIETADES 2	4	1.53	0.38	0.21	N.S.	
VARIETADES 3	4	3.58	0.89	0.48	N.S.	
VARIETADES 4	4	2.20	0.55	0.30	N.S.	
VARIETADES 5	4	1.47	0.37	0.20	N.S.	
VARIETADES 6	4	1.38	0.34	0.18	N.S.	
VARIETADES 7	4	0.72	0.18	0.10	N.S.	
VARIETADES 8	4	1.42	0.35	0.20	N.S.	
VARIETADES 9	4	8.75	2.19	1.17	N.S.	
ERROR PONDERADO	48		1.86			

IV.- RESULTADOS

Los valores obtenidos de los coeficientes de regresión y su interpretación son los siguientes:

b1 = 1.0048	responde bien en ambientes favorables
b2 = 1.0852	responde bien en ambientes favorables
b3 = 1.0288	responde bien en ambientes favorables
b4 = 0.9435	responde bien en ambientes desfavorables
b5 = 1.0191	responde bien en buenos ambientes
b6 = 1.0209	responde bien en buenos ambientes
b7 = 1.0665	responde bien en buenos ambientes
b8 = 0.9137	responde bien en ambientes desfavorables
b9 = 0.9775	responde bien en ambientes desfavorables

Los valores de las desviaciones de regresión y su interpretación son los siguientes:

Sd^2_1 = -1.3305	Consistente
Sd^2_2 = -1.4805	Consistente
Sd^2_3 = -0.9688	Consistente
Sd^2_4 = -1.3125	Consistente
Sd^2_5 = -1.4960	Consistente
Sd^2_6 = -1.5181	Consistente
Sd^2_7 = -1.6834	Consistente
Sd^2_8 = -1.5085	Consistente
Sd^2_9 = -0.3243	Inconsistente

4.1 Gráficas de predicción de la floración.

El comportamiento de cada línea en cada ambiente puede -
predecirse usando los estimadores de los parámetros V_i , B_i como:

$$Y_{ij} = \bar{X}_i + b_i I_j$$

FIGURA No. 3 GRAFICA DE PREDICION DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO CHICHIMEGA.

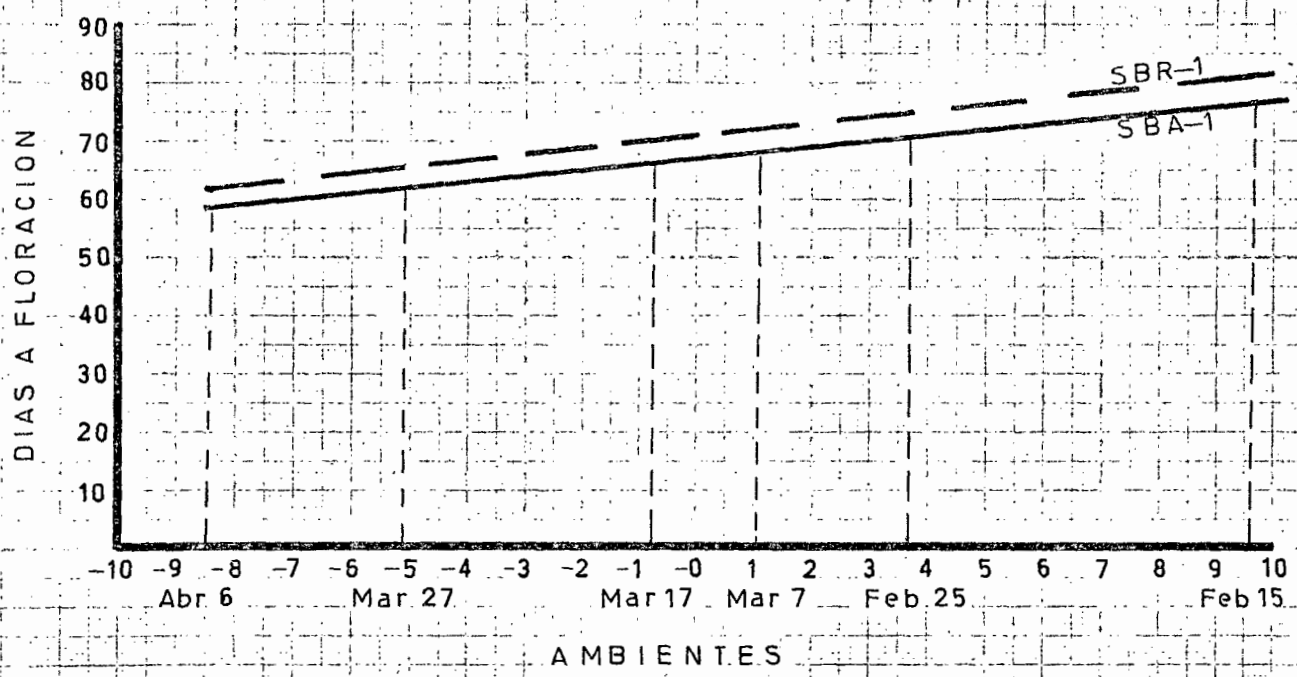


FIGURA No. 2 - GRAFICA DE PREDICCION DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO OLMECA.

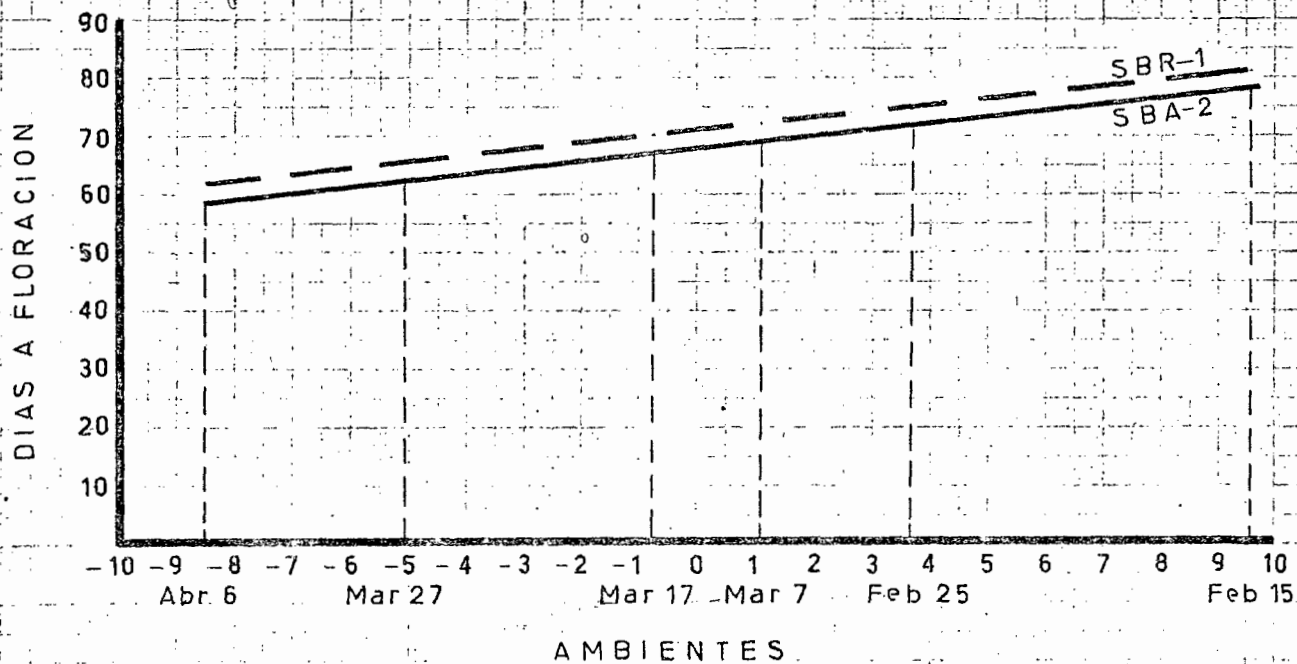


FIGURA No. 6 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS
DEL HIBRIDO TEPEHUA.

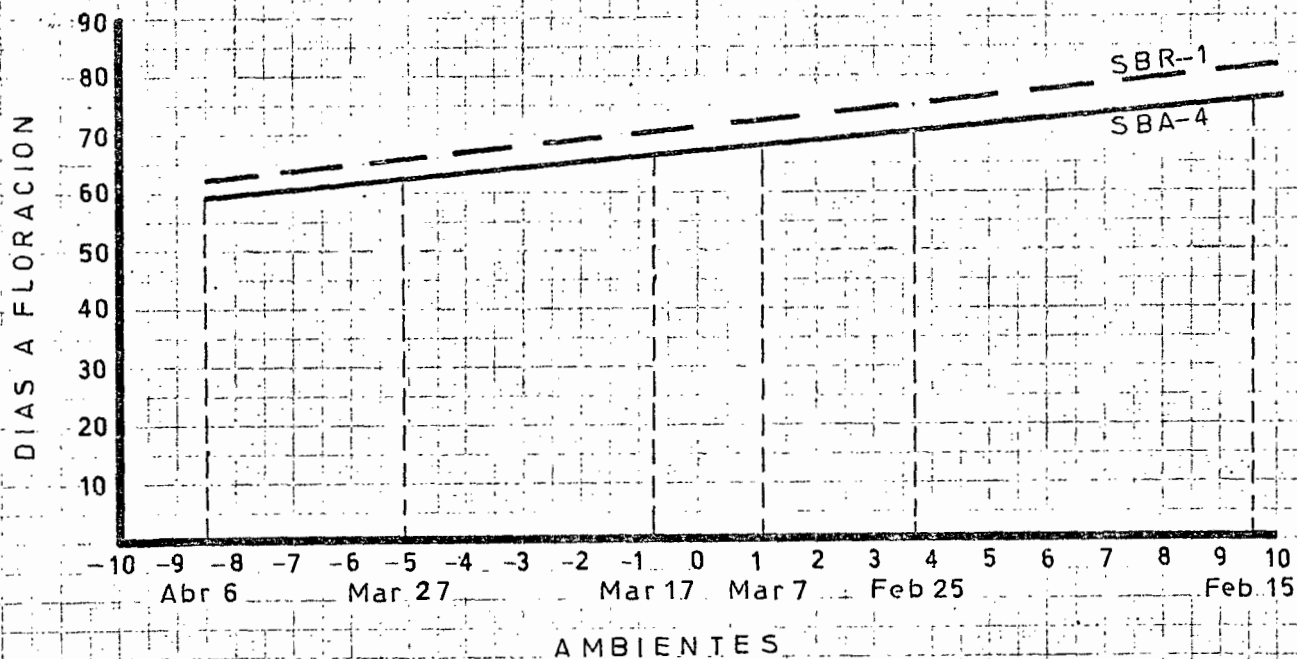


FIGURA No. 4 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LA LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO PUREPECHA.

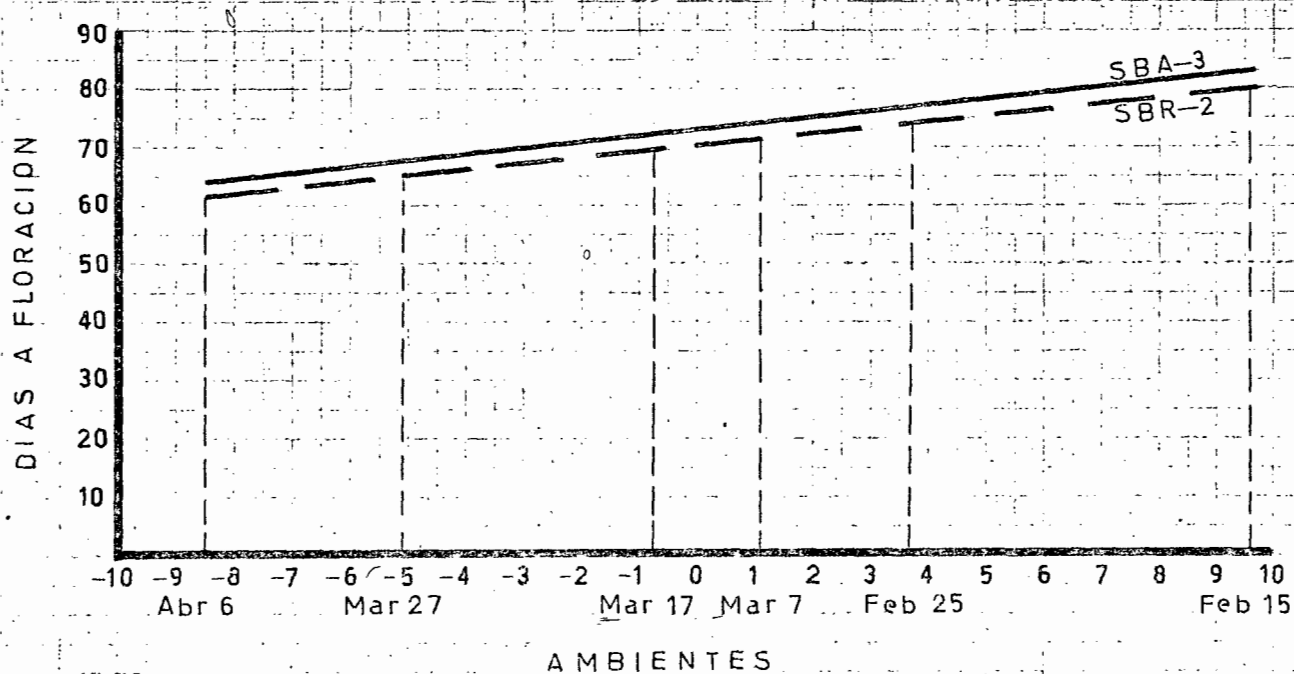


FIGURA No. 5 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO NAHUATL.

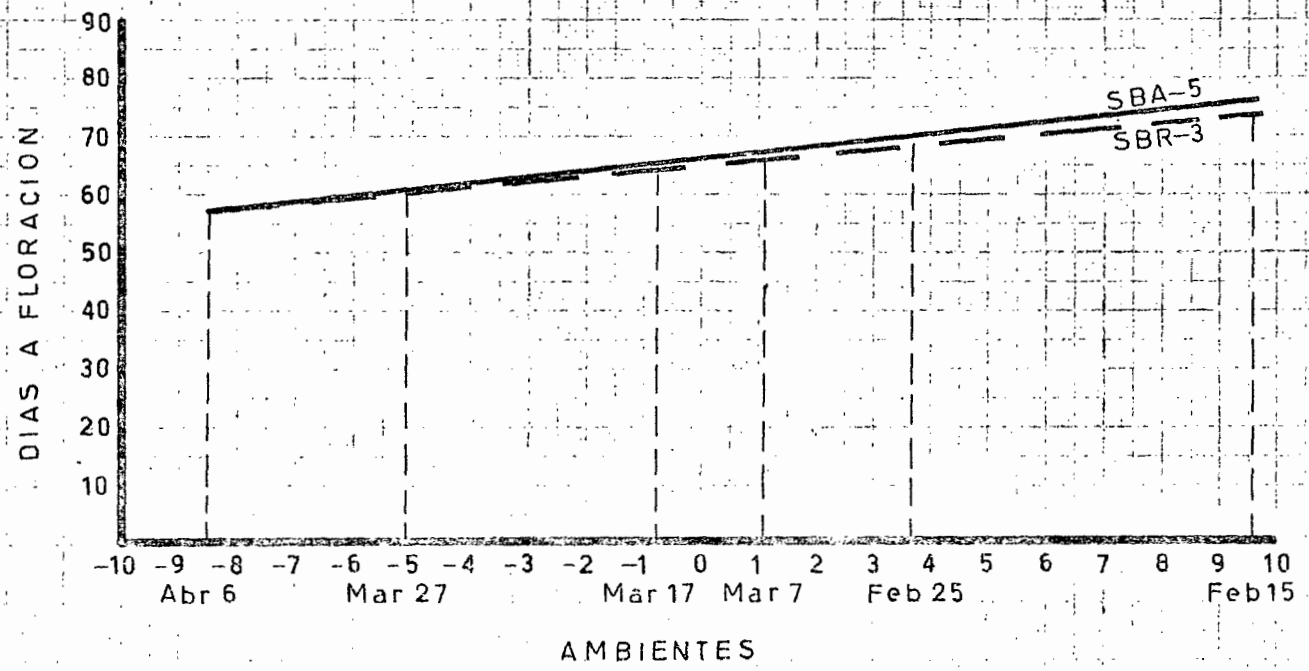
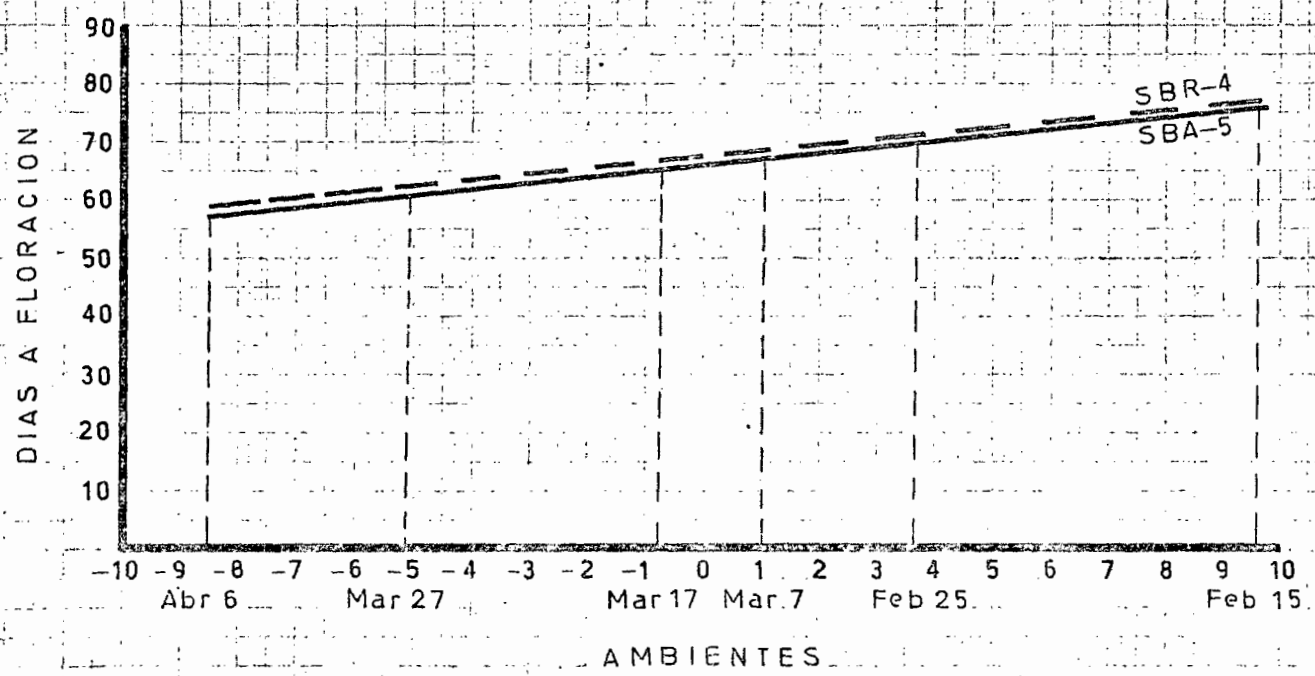


FIGURA No. 1 GRAFICA DE PREDICCIÓN DE LA FLORACION DE LAS LINEAS PROGENITORAS DEL HIBRIDO DTOMI.



V.- DISCUSION

En la región norte de Tamaulipas que comprende los Distritos de Riego #25 y #26 y específicamente el área de influencia de Río Bravo, las condiciones ambientales son muy variables año tras año; y como consecuencia de lo anterior las líneas progenitoras de cada uno de los híbridos presentaron bastante diferencia en sus días a flor en la misma fecha de siembra, pero en diferentes años. Se presentaron variaciones hasta de dieciséis días de diferencia en el caso de la línea SBR-3, en la fecha de siembra del 7 de marzo de los años 1976 a 1978.

Si analizamos los datos de días a flor de las líneas, observamos que la respuesta de las mismas para esta variable tuvo la misma relación durante los cuatro años de prueba para cada par de progenitores. Es decir la diferencia entre la hembra y el macho progenitores de un híbrido se mantuvo constante en las diferentes fechas de siembra aunque hallan variado los días a flor en los años de ensayo.

Por ejemplo, los progenitores del híbrido Purepecha (SBA-3 y SBR-2) mantuvieron la misma relación en la diferencia de días a flor (de 2 a 5) en las diferentes fechas de siembra de los cuatro años de estudio.

En general el comportamiento de los materiales utilizados fue constante, ya que casi todos respondieron de la misma forma

a las condiciones ambientales que se presentaron durante los años - de estudio, con la excepción de la línea SBR-4, la cual de acuerdo al valor de su desviación de regresión resultó ser inconsistente en sus días a flor y por lo tanto no es predecible en comportamiento.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo estipulado en la tabla de clasificación de variedades y según los valores de los parámetros (bi y sdi^2) indican que las líneas en general son muy similares en cuanto a días a floración, habiendo una diferencia de ocho días como máximo entre las líneas SBA-3 y SBR-3, respecto a los coeficientes de regresión todos tienen valores muy cercanos a la unidad, lo cual nos indica que tienen buena respuesta en todos los ambientes; o sea que sus días a floración son muy uniformes en cualquier fecha de siembra. Los valores de las desviaciones de regresión nos indican que todos son consistentes a excepción de la línea SBR-4 la cual es inconsistente o sea que no es predecible su comportamiento.

De acuerdo a esta interpretación de los resultados arrojados, todos los híbridos se pueden producir con seguridad en la estabilidad de sus progenitores con excepción del Otomí, el cual lleva como progenitor masculino la línea SBR-4, con el cual se deberán tomar las debidas precauciones en su siembra y durante su desarrollo.

Todo esto nos lleva a la conclusión de que la región de Río Bravo es óptima para llevar a cabo los programas de producción de semilla híbrida de los sorgos mencionados, ya que los materiales utilizados para este estudio tienen una respuesta similar a las interacciones ambientales de la región de Río Bravo, Tam.

Se recomienda efectuar estos trabajos con los nuevos -
materiales de PRONASE generados por el INIA tanto en la región --
norte de Tamaulipas como en la de Los Mochis, Sin.

VII.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Adelantos en la investigación (Sept. 1, 1956 - Agosto. 31, 1957),
Oficina de Estudios Especiales, Sria. de Agricultura y
Ganadería. México, D.F. : 21 - 34
- 2.- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype
environmental interactions in applied plant breeding.
Crop Sci 4 : 503 - 507.
- 3.- Eucio, A.L. 1966. Environmental and genotype-environmental compo
nents of variability. I. Imbred lines : Heredity 21: -
387 - 397.
- 4.- Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz de el Sa
jío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabili
dad. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgra
duados E.N.A. Chapingo, Mex.
- 5.- Dagger, H. 1970. Sorghum P. 181 Editorial Longmans.
- 6.- Eberhart, S.A. and W.A. Russel 1965. Stability Parameters for --
comparing varieties. Crop. Sci. 6 : 36 - 40.
- 7.- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson 1963. The analysis of adaptation
in a plant breeding programe aust j Agric. Res. 14 : -
742 - 754.
- 8.- Graham, R.J.D. 1916. Pollination and cross-fertilization in the
juar plant (Andropogon sorghum, Brot.) Indian Dept. --
Agr. Mem. Botan. Serv. 8, 201 - 216.

- 9.- Johansen, W. 1909. Elemente der exakten erblichkeitslehre, -
1st ed. 515 PP. Jena : Gustav Fisher.
- 10.- Kenlemons, N.C. 1959. Photoperiodicity in Sorghum vulgare ---
Pers. Proefshr. Landb Hoogesch. Wageningen P.B.A. --
1576, 107. April 1960 (German).
- 11.- Marquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético am-
biental en genotecnia vegetal. Ed. Patena, A.C. Cha-
pingo, Mex., P.31.
- 12.- Martín, J.H. 1970. History and Classification of Sorghum bi--
color (Linn) Moench. In sorghum production and utili-
zation. Joseph S. Wall and William M. Ross (Editors),
The AVI-publishing Company, Inc.
- 13.- Pehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas P.
314. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México.
- 14.- Quinby, J.R. et al. 1958. Grain sorghum production in Texas.
Texas Agr. Expt. Sta. Bull. 912.
- 15.- Quinby, J.R. 1973. Sorghum Improvement and the genetics of --
Growth. P. 11-12. Texas A.& M. University Press.
- 16.- Ross, W.M. 1956. Research. Agronomist, Field Crop. Research,-
A.R.S., U.S.D.A.
- 17.- Stephens, J.C. and J.R. Quinby, 1933. Bulk emasculation of --
sorghum flowers. Jour. Amer. Soc. Agron. 25: 233-234.

- 18.- Stephens, J.C. and J.R. Quinby. 1934. Anthesis, pollination, -
and fertilization in grain sorghum Agron. J. 48, ----
267 - 268.
- 19.- Stephens, J.C. G.H. Kuykendall and D.W. GEORGE. 1952. Experi
mental production of hybrid sorghum seed with a three
way cross. Agron. J. 44 : 369 - 373.
- 20.- Stephens. J.C. and R.F. Holland. 1954. Cytoplasmic male-steri-
lity for hybrid sorghum seed production Agron. J. 46:
20 - 33
- 21.- Wall J.C. and W.M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo P.
34. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

VIII.- APENDICE

CUADRO No. 1.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA PRIMERA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	F e b r e r o 15				=	
	(1975)	(1976)	(1977)	(1978)		
	I	II	III	IV		
SBA-1	81	82	74	71	=	308
SBA-2	84	82	75	71	=	312
SBA-3	86	86	82	73	=	327
SBA-4	80	80	74	70	=	304
SBA-5	80	78	74	70	=	302
SBR-1	85	84	81	74	=	324
SBR-2	84	81	80	73	=	318
SBR-3	78	75	74	68	=	295
SBR-4	81	78	74	68	=	301
	739	726	688	638		2791

A N V A			
FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
Total	35	966.973	27.627
Block	3	684.973	228.324
Var.	8	240.723	30.090
Error	24	41.277	1.7198

CUADRO No. 2.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA SEGUNDA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	F e b r e r o 25				=	
	(1975)	(1976)	(1977)	(1978)		
	I	II	III	IV		
SBA-1	70	74	68	70	=	282
SBA-2	73	76	71	73	=	293
SBA-3	74	79	77	75	=	305
SBA-4	70	71	67	69	=	277
SBA-5	70	70	66	69	=	275
SBR-1	73	75	75	73	=	296
SBR-2	72	75	74	74	=	295
SBR-3	68	68	69	67	=	272
SBR-4	72	72	74	69	=	287
	642	660	641	639		2582

A N V A

FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
Total	35	339.222	9.692
Blocks	3	31.666	10.555
Var.	8	249.722	31.215
Error	24	57.834	2.409

CUADRO No. 3.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA TERCERA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	M a r z o 7				=	
	(1975) I	(1976) II	(1977) III	(1978) IV		
SBA-1	68	73	64	66	=	273
SBA-2	69	75	67	63	=	274
SBA-3	76	80	73	70	=	299
SBA-4	70	73	65	64	=	272
SBA-5	65	74	64	61	=	264
SBR-1	72	77	70	67	=	286
SBR-2	74	78	68	66	=	286
SBR-3	65	76	66	60	=	267
SBR-4	65	73	63	63	=	264
	624	679	600	582		2485

A N V A

FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
TOTAL	35	946.973	27.056
Block	3	592.750	197.583
Var.	8	281.723	35.215
Error	24	72.5	3.020

CUADRO No. 4.a TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA CUARTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	M a r z o 17				=	
	(1975)	(1976)	(1977)	(1978)		
	I	II	III	IV		
SBA-1	69	66	61	62	=	258
SBA-2	72	70	64	62	=	268
SBA-3	74	75	69	66	=	284
SBA-4	73	68	61	63	=	265
SBA-5	69	66	62	64	=	261
SBR-1	75	73	69	68	=	285
SBR-2	74	70	69	63	=	276
SBR-3	67	69	62	60	=	258
SBR-4	72	68	60	66	=	266
	645	625	577	574		2421

A N V A			
FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
Total	35	714.75	20.421
Blocks	3	416.083	138.694
Var.	8	215.5	26.937
Error	24	83.167	3.465

CUADRO No. 5.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA QUINTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	M e r z o 27				=	
	(1975) I	(1976) II	(1977) III	(1978) IV		
SBA-1	68	63	59	57	=	247
SBA-2	68	64	60	57	=	249
SBA-3	72	68	68	62	=	270
SBA-4	68	61	60	56	=	245
SBA-5	67	61	58	56	=	242
SBR-1	70	67	68	59	=	264
SBR-2	69	66	67	59	=	261
SBR-3	65	63	61	56	=	245
SBR-4	68	63	58	56	=	245
	615	576	559	518		2268

A N V A

FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
Total	35	800	22.857
Blocks	3	538.888	179.629
Var.	8	207.5	25.937
Error	24	53.612	2.233

CUADRO No. 6.A TABLA DE CONCENTRACION DE LOS DIAS A FLORACION DE LA SEXTA FECHA DE SIEMBRA Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

LINEAS	A b r i l 6				=	
	(1975) I	(1976) II	(1977) III	(1978) IV		
SBA-1	67	59	59	53	=	238
SBA-2	63	60	59	55	=	237
SBA-3	65	63	63	59	=	250
SBA-4	61	59	61	55	=	236
SBA-5	60	58	57	53	=	228
SBR-1	65	62	62	57	=	246
SBR-2	64	62	65	56	=	247
SBR-3	59	56	58	53	=	226
SBR-4	60	60	60	53	=	233
	564	539	544	494		2141

A N V A

FUENTE	G.L.	S.C.	CME.
Total	35	480.972	13.742
Blocks	3	290.972	96.990
Var.	8	140.7222	17.590
Error	24	49.278	2.053