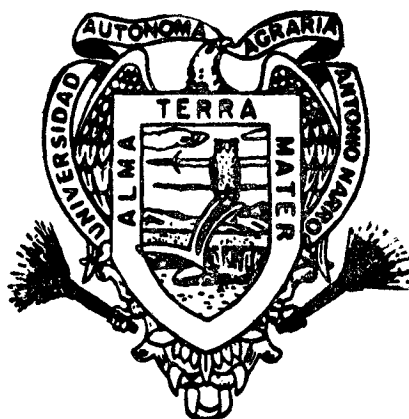


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

División de Agronomía



"MEJORAMIENTO CONVERGENTE DEL HIBRIDO  
DOBLE SUPER ENANO AN-363"

**T E S I S**

Que como requisito parcial para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

presenta

**CARLOS ALBERTO RAMIREZ MANDUJANO**

Buenvista, Saltillo Coahuila., 1984.

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

M A E S T R O   E N   C I E N C I A S

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

CONSEJO PARTICULAR,

*Roberto Guevara*

ING. M.C. JOSE GPE. RODRIGUEZ VALDEZ  
CONSEJERO

*p.a. Hans Raj Chaudhary*  
DR. HANS RAJ CHAUDHARY  
ASESOR

*Gustavo Olivares S*  
ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES S  
ASESOR

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



*Jesús Torralba Elguezabal*  
DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL  
SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO

## D E D I C A T O R I A

A la memoria de mi madre

Emma Mandujano de Ramírez

A mi padre y mis hermanos

Alfredo Ramírez Gomez

Maria Eugenia

Guillermo Eduardo

Margarita Elena

Emma Laura

Ramon Gerardo

Dario Alejandro

Lucila Teresa

Martha Elisa

Francisco Javier

A mi esposa

Maria Guadalupe Caliz

A la memoria del

Dr. Mario Castro Gil

Al Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN

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

Al Ing. Jose Gpe. Rodriguez por su valiosa orientación y sugerencias en la ejecución y revisión del presente trabajo.

Al Ing. Gustavo Olivares por su apoyo, su ayuda y sus valiosas sugerencias en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Hans Raj Chaudhary por sus valiosas sugerencias en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Jose R. Gomez por su orientación y valiosa ayuda, sin la cual no hubiera sido posible realizar el presente trabajo.

Al Dr. Angel Martínez Garza por su invaluable ayuda y sugerencias para el análisis de datos.

Al personal del Instituto Mexicano del Maíz dentro del cual se llevó a cabo el presente trabajo.

## C O N T E N I D O

	pag.
Lista de cuadros .....	vi
1. Introducción .....	1
2. Objetivo .....	3
3. Revisión de literatura .....	4
3.1 Breve historia del maíz híbrido .....	4
3.2 Obtención de mejores combinaciones híbridas .....	5
4. Materiales y métodos .....	12
4.1 Origen del material genético .....	12
4.2 Desarrollo del trabajo .....	14
4.3 Diseño experimental .....	14
4.4 Toma de datos en el campo .....	15
4.5 Análisis estadístico .....	16
5. Resultados y discusión .....	20
5.1 Análisis de varianza .....	20
5.2 Comparación de medias de rendimiento .	37
5.3 Predicción de híbridos .....	52
6. Conclusiones .....	55
7. Recomendaciones .....	56
Referencias .....	57

L I S T A   D E   C U A D R O S

Cuadro No.	pag.
1 Análisis de varianza para Celaya .....	21
2 Análisis de varianza para Torreón .....	26
3 Análisis de varianza para Río Bravo .....	29
4 Análisis de varianza combinado .....	33
5 Rendimiento promedio de las mejores 25 cru- zas simples y el AN-363 en Celaya .....	39
6 Rendimiento promedio de las mejores 25 cru- zas simples y el AN-363 en Torreón .....	40
7 Rendimiento promedio de las mejores 25 cru- zas simples y el AN-363 en Río Bravo .....	41
8 Rendimiento promedio de las mejores 25 cru- zas simples y el AN-363 a través de locali- dades .....	42
9 Esquema de distribución de las mejores 25 cruzas simples en Celaya .....	43
10 Esquema de distribución de las mejores 25 cruzas simples en Torreón .....	44
11 Esquema de distribución de las mejores 25 cruzas simples en Río Bravo .....	45
12 Esquema de distribución de las mejores 25 cruzas simples a través de localidades ...	46
13 Rendimiento promedio de las cruzas formadas con cada línea en Celaya .....	47
14 Rendimiento promedio de las cruzas formadas con cada línea en Torreón .....	48

Cuadro No.	pag.
15 Rendimiento promedio de las cruzas formadas con cada línea en Río Bravo .....	49
16 Rendimiento promedio de las cruzas formadas con cada línea a través de localidades ...	50
17 Rendimiento predicho para cruzas triples y rendimiento observado para el híbrido original AN-363 en Celaya, Torreón y Río Bravo	53
18 Rendimiento predicho para cruzas dobles y rendimiento observado para el híbrido original AN-363 en Celaya, Torreón y Río Bravo	54

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad el maíz es, junto con el trigo y el arroz, uno de los cereales básicos en la alimentación mundial y el más importante en nuestro país y muchos otros de América Latina. En México ha sido el cereal básico desde mucho tiempo antes de la llegada de los españoles. Además parece ser que precisamente nuestro país es el centro de origen de dicho grano y no cabe duda de que los indígenas llevaron a cabo esfuerzos para el mejoramiento del mismo, según se puede constatar comparando las pequeñas mazorcas primitivas de solamente seis centímetros de longitud con las actuales de hasta cuarenta centímetros de la variedad Jala.

En las últimas décadas se han emprendido en nuestro país trabajos sobre el mejoramiento del maíz de riego enfocados principalmente hacia la formación de híbridos de alto rendimiento. Sin embargo no se le ha dado la atención debida al desarrollo continuo de híbridos nuevos que superen a los ya existentes, ya que en áreas agrícolas tan importantes como El Bajío se siguen recomendando los mismos híbridos de hace quince años.

Desde 1971, el programa de mejoramiento de maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" inició proyectos de investigación con la finalidad de modificar la arquitectura de la planta, logrando la creación de híbridos enanos triples y dobles con las siguientes características: 140 días a madurez, plantas con 1.20 m. de altu-



ra a la punta de la espiga, con hojas más cortas y erectas y capaces de soportar una densidad de 130,000 plantas por hectárea (Rodríguez, 1979). Estos híbridos alcanzaron rendimientos hasta de 19.9 toneladas de mazorca por hectárea en varias localidades de El Bajío. Otras características de los mismos son: espiga compacta y entrenudos cortos a lo largo de la mazorca (Castro y col., 1973). Sin embargo, considerando que en general los materiales enanos poseen algunas características indeseables como mala cobertura de la mazorca, ser relativamente tardíos, etc. se decidió mejorar por medio de retrocruzamiento las líneas progenitoras del híbrido doble super enano experimental AN-363, que había mostrado buen comportamiento agronómico. Dicho híbrido es el producto de la siguiente cruz: (SSE 232-1-1-26-6 x SSE 255-1-1) X (SSE 53-1-2-1 x SSE 76-1-5) (Sanchez, 198

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fué determinar por medio de la evaluación en diferentes localidades si la incorporación de genes a las líneas que forman al híbrido por medio de retrocruzamiento es o no efectiva para incrementar la heterosis, lo cual deberá reflejarse en un mayor rendimiento en los híbridos formados con líneas derivadas de las retrocruzas que en el híbrido constituido con las líneas originales, y al mismo tiempo seleccionar líneas para formar nuevos híbridos con fines comerciales.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Breve historia del maíz híbrido

El maíz híbrido, que tanta importancia ha adquirido en la actualidad, tiene un origen relativamente reciente. El primer trabajo al respecto corresponde a Shull (citado por Hallauer y Miranda, 1981), que en 1904 comenzó a hacer experimentos de autofecundación con los cuales obtuvo líneas con un alto grado de homocigocis, observando una progresiva pérdida de vigor en las sucesivas generaciones de autopolinización. Al cruzar entre sí estas líneas se produjo un maíz híbrido de cruce simple que superaba en vigor y rendimiento a las variedades de polinización libre en las que había tenido su origen.

En base a esto, en 1908 Shull indicó que una población ordinaria de maíz estaba formada por muchos híbridos complejos y que el fitogenetista debía luchar por preservar las mejores combinaciones. En 1909 Shull presentó un plan que consistía en autofecundar plantas para producir líneas puras y cruzar dichas líneas para obtener plantas híbridas de producción uniforme. En 1909, East presentó un trabajo sobre autofecundaciones en maíz con resultados similares a los de Shull. En 1918 Jones sugirió el cruzamiento entre dos híbridos vigorosos de cruce simple para la producción costeable de semilla comercial. En 1920 se dió gran impulso a la obtención de líneas autofecundadas para la formación de híbridos y en 1945 más del 90 % del

maíz sembrado en la faja maicera de los Estados Unidos era híbrido (Hallauer y Miranda, 1981).

### 3.2 Obtención de mejores combinaciones híbridas

Si se desea lograr combinaciones híbridas superiores es necesario tener presente el concepto de heterosis o vigor híbrido. Se dice que existe heterosis cuando la  $F_1$  de un cruzamiento supera en vigor al promedio de los progenitores (Hallauer y Miranda, 1981). Poey (1980) indicó que en el maíz se descubrió que los genotipos heterocigóticos tenían mayor vigor y por lo tanto eran más rendidores que los homocigóticos y que en base a este conocimiento se desarrolló el método de hibridación que consiste en producir líneas homocigóticas por autofecundación para luego cruzarlas y lograr mayor proporción de heterocigocis produciendo así la heterosis.

El mismo Shull es el autor de la teoría de la sobredominancia, también conocida como teoría del estímulo fisiológico, de acuerdo a la cual la heterosis es el resultado directo de la heterocigocis. No obstante, en la actualidad la evidencia favorece más a la hipótesis alternativa propuesta por Bruce en 1910 conocida como teoría de la dominancia, según la cual la heterosis es debida a la acumulación de factores dominantes favorables, por lo cual la heterosis aparecerá si los progenitores difieren en sus frecuencias génicas y existe dominancia (Hallauer y Miranda, 1981).

Falconer (1970) y Hallauer y Miranda (1981) coinciden con Bruce en afirmar que para que se presente la heterosis en la  $F_1$  es necesario que existan diferencias en las frecuencias génicas y algún grado de dominancia. Estos últimos añaden que el efecto heterótico en la  $F_1$  es debido al número de loci contrastantes donde  $p = 0$  y  $r = 1$  o viceversa, siendo  $p$  y  $r$  las frecuencias génicas para el mismo locus en cada progenitor, además del nivel de dominancia en cada locus.

De lo anterior se puede concluir que hay mayor probabilidad de encontrar heterosis entre menor parentesco exista entre los progenitores ya que de este modo se puede esperar mayor diferencia en las frecuencias génicas de los mismos.

Para incrementar la heterosis entre dos determinados progenitores es necesario entonces aumentar el número de loci contrastantes, si se trata de líneas endocriadas o aumentar la diferencia entre las frecuencias génicas si se trata de poblaciones. En ambos casos, de acuerdo a la teoría de la dominancia, también es recomendable la incorporación de nuevos genes dominantes favorables a cada progenitor.

Para lograr este objetivo ya se han propuesto algunas metodologías como las que se citan a continuación:

Mejoramiento convergente, propuesto por Richey (1927), que consiste en retrocruzar repetidamente la  $F_1$  de dos líneas que combinan bien hacia ambos progenitores para incorporar a cada uno genes deseables del otro.

Selección gamética, propuesta por Stadler (1944) que consiste en fecundar una línea con una mezcla de polen para identificar a las plantas que han recibido gametos superiores por medio de cruza de prueba en la  $F_1$  y derivar de ellas nuevas líneas por autofecundación.

Retrocruzamiento, que incorpora a la línea o población genes deseables seleccionados en un donador conservando las características previamente existentes (Brigs y Allard, 1953). Este método ha sido ampliamente utilizado, sobre todo en especies autógamias.

Para incrementar la heterosis entre dos poblaciones por medio del aumento de las diferencias en las frecuencias génicas se ha empleado la selección recíproca recurrente propuesta por Comstock y col. (1949), que consiste en cruzar plantas de ambas poblaciones para seleccionar en cada una las autofecundaciones de las plantas que produzcan las mejores cruza en base a la evaluación de estas en un diseño experimental.

Eberhart y col. (1967) desarrollaron un sistema que llamaron comprensivo que parte de dos poblaciones cuya cruza muestra heterosis y en las cuales se hace selección recurrente para aumentar la frecuencia de genes favorables, pretendiendo que tanto las poblaciones como su cruza mejoren después de cada ciclo de selección. El objetivo es liberar una variedad comercial en alguna de las siguientes formas: a) cruzamiento interpoblacional; b) híbridos simples, triples o dobles formados con líneas derivadas en cada ciclo de selección; o c) una variedad sintética cons-

tituida por una generación avanzada de la cruza interpoblacional.

Eberhart (1972), apoyando la teoría de la dominancia, señala que el progreso en el mejoramiento de los híbridos es proporcional al avance en el mejoramiento de las poblaciones utilizadas para la extracción de líneas. Menciona, igual que Shull, que un híbrido no es mas que un genotipo que puede estar presente en la población de polinización libre. Entonces la superioridad de los híbridos resulta del hecho de que las líneas parentales homocigóticas pueden producirse y conservarse de modo que con las pruebas adecuadas puedan identificarse y reproducirse aquellos genotipos que tienen rendimientos superiores. Una vez que los híbridos sobresalientes de la población original son identificados es difícil encontrar híbridos superiores a ellos a menos que la población base sea mejorada por selección recurrente.

Bauman (1977) hace énfasis en el mejoramiento de las líneas que entran en la composición de los híbridos. En su opinión, un programa de maíz bien balanceado debe incluir el desarrollo de: a) fuente de germoplasma mejorado; b) nuevas líneas superiores; y c) mejoramiento de las líneas ya existentes. Menciona que él estima que en los Estados Unidos aproximadamente un ochenta por ciento del trabajo en los programas de mejoramiento se dedica a la mejora de las líneas ya existentes. También dice que los pasos para mejorar las líneas son: a) cruzamiento con una fuente que contenga los genes deseados; b) algún número de retro-

cruzas que dependerá de que tan similar se quiera que sea la línea mejorada a la original; y c) probar las líneas mejoradas en combinaciones híbridas. Finaliza diciendo que al mejorar las líneas se puede lograr con éxito un aumento en el rendimiento, resistencia al acame, resistencia a enfermedades y modificar precocidad y altura de planta y mazorca en las líneas mejoradas y sus híbridos.

Algunos de los resultados obtenidos al respecto son los siguientes:

Moll y Stuber (1971) reportan un marcado incremento en la heterosis en una craza varietal al emplear selección recíproca recurrente en las variedades progenitoras. Señalan que el incremento en rendimiento obtenido en cada población no fué debido a la selección recíproca recurrente.

Penny y Eberhart (1971) aplicando selección recíproca recurrente obtuvieron un aumento en el rendimiento de la craza varietal (R)BSSS x BSCB1(R), aunque dicho aumento fué menor que el esperado.

Eberhart y col. (1973) reportan un incremento lineal en rendimiento de 4.3 % en la craza varietal BSSS x BSCB1 después de cinco ciclos de selección recíproca recurrente. Señalan también que no hubo incremento en el rendimiento en cada población. Posteriormente Hallauer y Martin (1980) reportan un incremento promedio del rendimiento de 2.97 % por ciclo para la misma craza varietal al completar siete ciclos de selección recurrente.

Respecto al mejoramiento de líneas, Kuhn y



Stucker (1976) obtuvieron resultados positivos en un programa de retrocruzadas para incrementar el número de mazorcas por planta, longitud de mazorca y profundidad de grano en cinco líneas de maíz seleccionadas por su buena aptitud combinatoria general. Mencionan que las cruzas simples entre las líneas mejoradas fueron más rendidoras que las correspondientes cruzas simples entre las líneas originales.

Otro punto que hay que considerar es el efecto que tiene la selección durante el proceso de endocría sobre la aptitud combinatoria de las líneas. Sprague y Tatum (1942) citados por Griffing (1956) definen aptitud combinatoria general como el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas y aptitud combinatoria específica como el concepto que se emplea para designar aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones se comportan relativamente mejor o peor de lo que podría esperarse en base al comportamiento promedio de las líneas involucradas.

Al respecto, Sprague y Miller (1952) concluyeron que la selección visual durante el desarrollo de las líneas no fué efectiva para modificar la aptitud combinatoria de las mismas. Osler y col. (1958) reportaron que la selección visual si fué efectiva para aumentar el rendimiento en los híbridos en el 57 % de las cruzas entre materiales locales x locales, locales x introducidos e introducidos x introducidos. Brown (1967) concluyó que la selección visual practicada durante el desarrollo de las líneas endocriadas tiene poco, si es que algun efecto, en el rendimiento de las líneas en combinaciones híbridas. Sin em-

bargo sí se logra modificar otras características de alta heredabilidad como es la resistencia al acame. Según los resultados de su trabajo, es probable que la aptitud combinatoria sea heredable.

La conclusión de lo anterior no modifica la afirmación que hizo Jenkins (1935) de que la aptitud combinatoria de las líneas se mantiene relativamente estable a lo largo de las sucesivas generaciones de autofecundación. Hallauer y Miranda (1981) señalan que varios reportes posteriores han llegado a la misma conclusión que Jenkins y que por lo tanto las líneas pueden ser descartadas y seleccionadas en base a cruces de prueba hechas en las primeras generaciones de autofecundación.

#### 4. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1 Origen del material genético

En 1975 se inició el mejoramiento de las cuatro líneas progenitoras del híbrido AN-363 con el objeto de aumentar el vigor y el rendimiento, así como mejorar sus características agronómicas. En los años 1975 y 1976 se cruzaron las cuatro líneas progenitoras con materiales genéticos de todo el programa de mejoramiento de maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", siendo diferentes los materiales empleados con las líneas SSE 255 y SSE 232 a los utilizados con las líneas SSE 53 y SSE 76. En 1977 se hizo una retrocruza hacia las líneas originales y se procedió a derivar por autofecundación líneas que se les llamó recobradas, formando cuatro grupos, uno por cada línea original.

En 1979 se evaluaron en tres localidades en El Bajío y una en Trópico seco, las cruzas de prueba de las líneas recobradas de los cuatro grupos, las cuales se formaron empleando como probador la correspondiente cruza simple contraria del híbrido original. En base a estas evaluaciones se seleccionaron ocho líneas del grupo derivado de SSE 255, siete de SSE 232, ocho de SSE 53 y siete de SSE 76, las cuales se enlistan a continuación.

## Derivadas de SSE 255

255- 7- 9  
 255-16-16  
 255-18-19  
 255-18-20  
 255-31-37  
 255-40-43  
 255-39-42  
 255- 3-23

## Derivadas de SSE 232

232-10-11  
 232-22-23  
 232-31-24  
 232-33-30  
 232-37-32  
 232-13-16  
 232-32-25

En lo sucesivo al conjunto de estas quince líneas se le llamará grupo A, el cual estará dividido en dos sub-grupos: 255 y 232.

## Derivadas de SSE 53

53- 8- 5  
 53- 9- 8  
 53-17-19  
 53-18-21  
 53-33-34  
 53-36-37  
 53-25-40  
 53- 9-41

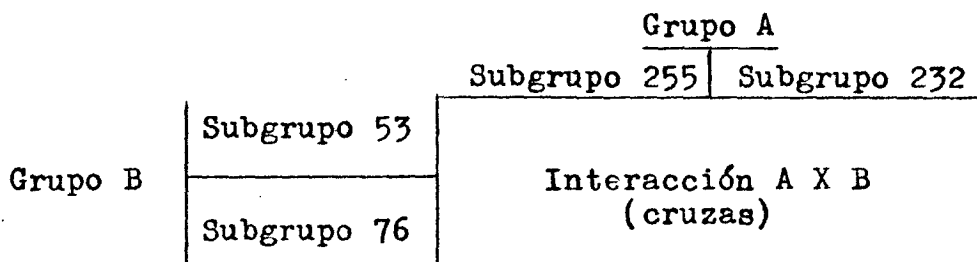
## Derivadas de SSE 76

76-12-12  
 76-16-15  
 76-22-25  
 76-23-26  
 76-24-29  
 76-25-30  
 76-24-28

En lo sucesivo al conjunto de estas quince líneas se le llamará grupo B, el cual estará dividido en dos sub-grupos: 53 y 76.

#### 4.2 Desarrollo del trabajo

Durante el ciclo agrícola 1979-1980 se hicieron, en Tepalcingo, Mor., las cruzas posibles entre las quince líneas del grupo A y las quince del grupo B, de acuerdo al siguiente esquema:



Las cruzas efectuadas entre los dos grupos de líneas recobradas fueron llevadas a evaluación en Torreón, Coah. en 1980 y en Río Bravo, Tamps. y Celaya, Gto. en 1981. El híbrido original AN-363, el AN-360 y el sintético VAN-361 fueron incluidos en las evaluaciones como testigos. Como no se logró obtener semilla suficiente de todas las cruzas, no todas estuvieron presentes en las evaluaciones. Algunas cruzas solamente estuvieron representadas en una o dos localidades.

#### 4.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo las evaluaciones fué empleado el diseño bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental consistió de dos surcos de 21 plantas en Torreón y Celaya, y de un solo surco de 21 plantas en Río

Bravo, que es la localidad en que muestran menor adaptación los materiales empleados. El número de plantas por parcela útil fué de 38 y 19 respectivamente. En las tres localidades la densidad de siembra fué de 86,000 plantas por hectárea. La preparación del terreno, fertilización y labores culturales fueron hechas de acuerdo a las recomendaciones para los materiales enanos.

#### 4.4 Toma de datos en el campo

A continuación se enlistan los datos que fueron tomados y el criterio seguido en cada caso.

1. Rendimiento en mazorca: se tomó el peso de campo al momento de la cosecha y se determinó la humedad del grano con un determinador steinlite para ajustarlo al 15.5 % de humedad.

2. Días a floración masculina: se tomó como fecha de floración el momento en que la mitad de las plantas de la parcela presentaban anteras y derramaban polen.

3. Días a floración femenina: se consideró como fecha de floración cuando la mitad de las plantas de la parcela presentaban estigmas en el jilote.

4. Altura de planta: se midió de la base del tallo hasta la hoja bandera, en una muestra de cinco plantas tomadas al azar dentro de la parcela.

5. Altura de mazorca: se midió de la base del tallo al entrenudo de donde emerge la mazorca principal, en cinco plantas tomadas al azar dentro de la parcela.

6. Acame de raíz: se tomó en base al número de plantas dobladas desde la base del tallo.

7. Acame de tallo: se tomó en base al número de plantas dobladas entre la base del tallo y el entrenudo en que emerge la mazorca principal.

8. Pudrición de mazorca: fué tomado en base al número de mazorcas podridas.

9. Mala cobertura de mazorca: fué tomado en base al número de mazorcas con cobertura incompleta en la punta.

10. Hojas arriba de la mazorca: el número de hojas situadas por arriba de la mazorca principal en cinco plantas tomadas al azar dentro de la parcela.

11. Hileras de grano: el número de hileras de grano en cinco mazorcas tomadas al azar en la parcela.

12. Granos por hilera: el número de granos por hilera en cinco mazorcas tomadas al azar en la parcela.

13. Ramas en la espiga: el número de ramas en la espiga de cinco plantas tomadas al azar dentro de la parcela.

Los datos de altura de planta, hojas arriba de la mazorca, hileras de grano, granos por hilera y ramas en la espiga solamente fueron tomados en Río Bravo y en Celaya.

#### 4.5 Análisis estadístico

El análisis de varianza por localidades y combinado fué llevado a cabo en la computadora del Centro de Eg

tadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapin go, empleando el sistema S.A.S. El modelo estadístico se- guido para el análisis de varianza en cada localidad es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1 \dots \dots \dots a$  (líneas del grupo A)

$j = 1 \dots \dots \dots b$  (líneas del grupo B)

$k = 1 \dots \dots \dots r$  (repeticiones)

Donde:

$Y_{ijk}$  es la observación para la  $i$ -ésima línea del grupo A cruzada con la  $j$ -ésima línea del grupo B en la  $k$ -ésima repetición.

$\mu$  es el efecto de la media.

$\alpha_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima línea del grupo A.

$\beta_j$  es el efecto de la  $j$ -ésima línea del grupo B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  es el efecto de la cruza de la  $i$ -ésima línea del grupo A con la  $j$ -ésima línea del grupo B.

$\gamma_k$  es el efecto de la  $k$ -ésima repetición.

$\epsilon_{ijk}$  es el efecto del error experimental.



El modelo estadístico seguido para el análisis de varianza combinado es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{k(1)} + \Delta_l \\ + (\alpha\Delta)_{il} + (\beta\Delta)_{jl} + (\alpha\beta\Delta)_{ijl} + E_{ijkl}$$

$i = 1 \dots \dots \dots a$  (líneas del grupo A)

$j = 1 \dots \dots \dots b$  (líneas del grupo B)

$k = 1 \dots \dots \dots r$  (repeticiones)

$l = 1 \dots \dots \dots 1$  (localidades)

Donde:

$Y_{ijkl}$  es la observación para la  $i$ -ésima línea del grupo A cruzada con la  $j$ -ésima línea del grupo B en la  $k$ -ésima repetición en la  $l$ -ésima localidad.

$\mu$  es el efecto de la media.

$\alpha_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima línea del grupo A.

$\beta_j$  es el efecto de la  $j$ -ésima línea del grupo B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  es el efecto de la cruce de la  $i$ -ésima línea del grupo A con la  $j$ -ésima línea del grupo B.

$\delta_{k(1)}$  es el efecto de la  $k$ -ésima repetición anidada en la  $l$ -ésima localidad.

- $\Delta_1$  es el efecto de la 1-ésima localidad.
- $(\alpha\Delta)_{i1}$  es el efecto de la interacción de la i-ésima línea del grupo A con la 1-ésima localidad.
- $(\beta\Delta)_{j1}$  es el efecto de la interacción de la j-ésima línea del grupo B con la 1-ésima localidad.
- $(\alpha\beta\Delta)_{ij1}$  es el efecto de la interacción de la cruce de la i-ésima línea del grupo A con la j-ésima línea del grupo B con la 1-ésima localidad.
- $\epsilon_{ijkl}$  es el efecto del error experimental.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Análisis de varianza

A continuación se muestran los cuadros de análisis de varianza para cada una de las características medidas.

En el cuadro No. 1 se presenta el resultado del análisis de varianza para Celaya, en el que se puede ver lo siguiente:

Respecto al rendimiento, tanto el contraste entre los subgrupos 255 y 232 como entre 53 y 76 fueron no significativos, lo cual quiere decir que los subgrupos son estadísticamente iguales entre si, lo que puede deberse a que el material genético introducido fué el mismo para los dos subgrupos de cada grupo. Sin embargo, la significancia para los grupos A y B indica que las líneas de cada grupo son diferentes entre si y que pueden seleccionarse las que hayan mostrado ser estadísticamente superiores con la finalidad de formar híbridos. Esto se muestra más adelante, en la sección 5.2 y en el cuadro No. 13, donde se comparan las medias de rendimiento. Por el momento se puede apreciar que los genes introducidos por retrocruzamiento, que constituyen el 25 % del total de estas líneas, proporcionaron una variabilidad estadísticamente significativa dentro de ambos grupos. La significancia para la interacción A x B indica diferencias dentro del conjunto de las cruzas simples y que algunos pares de líneas se complementan mejor

Cuadro 1. ANALISIS DE VARIANZA

C E L A Y A

CUADRADOS MEDIOS													
F. de V.	f. l.	Rend.	F. M.	F. F.	A. M.	A. R.	A. T.	P. M.	M. C.	A. P.	H. A.	R. E.	H. G.
Cruces	169	6.30 "	4.33 "	3.95 "	119.64 "	16.42 NS	0.29 NS	37.01 "	201.46 "	343.92 "	0.12 "	30.82 "	5.55 "
255 vs 232	1	0.66 NS	21.34 "	16.40 "	856.20 "	237.65 "	0.10 NS	83.74 NS	5.11 NS	146.33 "	0.11 "	1333.99 "	15.77 "
A	13	21.15 "	6.63 "	7.72 "	230.82 "	15.37 NS	0.26 NS	26.67 NS	491.77 "	1069.22 "	0.37 "	110.59 "	18.13 "
53 vs 76	1	2.40 NS	2.04 NS	11.09 "	1132.34 "	1.30 NS	0.42 NS	204.98 "	1728.85 "	9156.67 "	1.18 "	395.56 "	283.79 "
B	13	27.86 "	25.58 "	21.32 "	529.49 "	39.44 "	0.19 NS	42.97 NS	617.65 "	1698.74 "	0.52 "	66.26 "	14.02 "
A x B	141	3.01 "	2.05 "	1.86 "	49.62 "	12.93 NS	0.30 NS	30.80 NS	126.88 "	91.04 "	0.12 NS	10.22 "	1.55 NS
Error	169	2.26	1.14	1.14	27.12	14.03	0.31	26.11	71.57	52.07	0.10	7.03	1.26

Rend. Rendimiento	A. T. Acame de Tallo	R. E. Ramas en Espiga	"	Significativo al nivel .01
F. M. Floración Masculina	P. M. Pudrición de Mazorca	H. G. Hilera de Grano	"	Significativo al nivel .05
F. F. Floración Femenina	M. C. Mala Cobertura	G. H. Granos por Hilera	NS	No significativo
A. M. Altura de Mazorca	A. P. Altura de Planta			
A. R. Acame de Rafz	H. A. Hojas Arriba de la Mazorca			

que otros y que por lo tanto pueden seleccionarse algunas cruza simples para intervenir como tales en la formación de híbridos. Esto es un reflejo de la complementación entre genes introducidos, que indica que el procedimiento seguido es efectivo para la búsqueda de nuevas combinaciones híbridas, dando apoyo a la propuesta de Bauman (1977). De acuerdo a Falconer (1970) y a Hallauer y Miranda (1981) estos resultados indican la existencia de diferencias entre las frecuencias génicas del material genético incorporado al grupo A y el incorporado al grupo B, y algun grado de dominancia en los loci involucrados.

Para días a floración masculina se observa que los subgrupos 53 y 76 son estadísticamente iguales, pero hay diferencias dentro del conjunto de líneas que forman el correspondiente grupo, lo cual indica que hay variación dentro de cada subgrupo aunque en promedio sean similares. Aunque los subgrupos 255 y 232 son diferentes entre si, también dentro del conjunto de sus líneas existe variación significativa. También existen diferencias entre las cruza simples, segun lo indica la significancia para la interacción entre grupos, A x B. Todo esto indica que es posible seleccionar líneas y cruza simples por su precocidad, pero no hay que olvidar que generalmente las líneas más tardías son las más rendidoras.

Para días a floración femenina, altura de la mazorca y número de ramas en la espiga hay diferencias altamente significativas tanto entre subgrupos como dentro de grupos y entre las cruza simples, indicando que se pue-

den seleccionar líneas o cruza simples para cualquiera de estas características. En lo que respecta a precocidad, se debe seleccionar en base a la floración femenina, ya que a diferencia de la floración masculina, se observa alta significancia para todas las fuentes de variación. Hay que señalar que para las tres características hay diferencia respecto a lo observado para rendimiento, ya que los subgrupos de ambos grupos son estadísticamente diferentes entre sí, lo que indica que la complementación de genes para estas características es diferente a la que ocurre para el rendimiento.

Para altura de planta no se observa diferencia entre los subgrupos 255 y 232, aunque sí hay diferencias dentro del conjunto de líneas que forman ambos subgrupos, lo que da oportunidad de selección. Tanto para esta característica como para la precocidad y la altura de la mazorca hay que recordar la alta correlación con el rendimiento y dado que en este caso los resultados del análisis de varianza para días a floración masculina y altura de planta son más similares en base a la significancia a los de rendimiento que a los de floración femenina y altura de mazorca, se puede pensar que estas últimas guardan una correlación inferior con el rendimiento y dar preferencia a las primeras características para fines de selección, considerando además que la selección de plantas altas no es una desventaja apreciable en lo que respecta a densidad de siembra y resistencia al acame cuando se trabaja con materiales enanos.

Para acame de raíz solamente existen diferencias entre los subgrupos 255 y 232 y dentro del grupo B, lo que quiere decir que las oportunidades de selección de líneas en base a esta característica se restringen al grupo B. Estos resultados obedecen al hecho de que en esta localidad casi no se presentó acame de raíz.

Para acame de tallo no hay significancia para ninguna de las fuentes de variación. Esto se debe a que en esta localidad prácticamente no hubo acame de tallo.

Para pudrición de mazorca unicamente hay diferencia entre los subgrupos 53 y 76. Para este caso también la proporción de mazorcas podridas fué muy baja.

Para mala cobertura de mazorca, aunque no hay diferencia entre los subgrupos 255 y 232, si la hay para todas las demás fuentes de variación, por lo que se tienen buenas posibilidades de selección tanto de líneas como de cruza simples, ya que no se puede pensar en una influencia ambiental de consideración sobre esta característica.

Para número de hojas arriba de la mazorca, la no significancia para la interacción entre grupos indica que la selección debe practicarse entre las líneas pero no entre las cruza.

Para el número de hileras de grano, así como para el número de granos por hilera, hay diferencias entre subgrupos y entre líneas dentro de grupos, pero no entre las cruza simples, lo que quiere decir que se puede hacer selección entre líneas pero no entre cruza.

Para estas tres últimas características, la no

significancia observada para la interacción entre grupos indica que están controladas principalmente por genes con efectos aditivos y que el mejoramiento de las mismas se puede lograr por medio de selección más bien que por complementación de líneas en un híbrido.

En el cuadro No. 2 se concentra el resultado del análisis de varianza para Torreón, en el que se observa lo siguiente:

Para rendimiento, igual que en Celaya, no hubo significancia para ninguno de los contrastes entre los subgrupos, indicando que no puede preferirse uno sobre otro. No obstante, dentro de ambos grupos, A y B, las líneas muestran diferencias entre sí, según lo indica la significancia para estas dos fuentes de variación y la comparación de medias de rendimiento que se muestra en el cuadro No. 14. La significancia para la interacción entre grupos quiere decir que en esta localidad hay pares de líneas que se complementan mejor que otras. Por lo anterior se puede concluir que para esta localidad se pueden seleccionar tanto líneas como cruza simples por su rendimiento para incluirlos en un programa de formación de híbridos. Comparando los cuadros No. 13 y No. 14 se puede ver que en Torreón hay menor diferencia entre las líneas que en Celaya, que debe ser producto de la menor adaptación que muestran estos materiales en Torreón, ya que el 75 % de sus genes corresponden a las líneas originales, bien adaptadas a las condiciones de El Bajío.

Para días a floración masculina se observa el



Cuadro 2. ANALISIS DE VARIACIONES

TORREON

S. A. DURAZOS MEDIOS										
Tr. de V.	E. l.	Rend.	F. l.	F. F.	A. M.	A. R.	A. T.	P. M.	M. C.	
	203	2.96 "	5.89 "	6.68 "	148.21 "	51.71 NS	4.52 "	83.59 "	198.19 "	
255 vs 232	1	1.32 NS	70.64 "	46.50 "	1122.87 "	470.83 "	1.60 NS	149.57 NS	177.23 NS	
A	13	5.81 "	17.12 "	17.52 "	423.84 "	175.37 "	10.69 "	255.89 "	872.66 "	
53 vs 76	1	5.57 NS	1.45 NS	15.01 "	857.94 "	50.15 NS	0.10 NS	519.65 "	2305.44 "	
B	13	13.76 "	15.63 "	18.10 "	763.23 "	121.96 "	2.96 NS	101.66 NS	448.94 "	
A x B	148	1.97 "	3.99 "	4.75 "	72.42 "	34.92 NS	4.22 "	66.58 NS	117.54 "	
error	203	1.52	0.49	0.48	35.06	43.70	2.27	61.85	93.43	

Rend. Rendimiento A. R. Acame de Raíz " Significativo al nivel .01  
 P. l. Floración Masculina A. T. Acame de Tallo " Significativo al nivel .05  
 F. F. Floración Femenina P. M. Pudrición de Mazorca NS No significativo  
 M. C. Altura de Mazorca M. C. Mala Cobertura

mismo resultado que en Celaya, con significancia para todas las fuentes de variación, excepto para el contraste entre los subgrupos 53 y 76, lo cual da oportunidad de seleccionar tanto líneas como cruzas por su precocidad.

Para días a floración femenina hay mejor oportunidad de selección, ya que se obtuvo alta significancia para todas las fuentes de variación. Esta puede ser una razón para preferir la floración femenina sobre la masculina al hacer selección por precocidad.

Para altura de mazorca se observa alta significancia para todas las fuentes de variación y por lo tanto buena oportunidad de selección entre líneas y entre cruzas simples.

Para acame de raíz se observan diferencias dentro de grupos, aunque no entre los subgrupos 53 y 76. De cualquier modo, dentro de cada grupo se pueden seleccionar líneas. La no significancia para la interacción entre grupos indica que no se deben seleccionar cruzas simples y que esta característica está determinada principalmente por genes con efectos aditivos. Hay que mencionar que la proporción de acame de raíz fué mayor que la observada en Celaya, lo que tuvo mucha influencia en el resultado del análisis de varianza.

Para acame de tallo se tiene uniformidad dentro del grupo B, indicando que en ese grupo no se debe realizar selección. Por el contrario, dentro del grupo A se debe hacer selección, según lo indica la alta significancia observada para esta fuente de variación. Además se tiene

oportunidad de seleccionar cruzas simples, de acuerdo a la alta significancia para la interacción entre grupos. La proporción de acame de tallo fué mayor a la observada en Celaya, lo cual además de influir en el resultado del análisis de varianza da mejor oportunidad de selección para esta característica.

Tanto para acame de raíz como para acame de tallo, las diferencias entre líneas se manifiestan mejor en esta localidad y por esta razón este medio ambiente es mejor que el de Celaya para hacer selección en base a estas características.

Para pudrición de mazorca, aunque se puede preferir uno de los subgrupos del grupo B, no pueden seleccionarse líneas, al contrario de lo que pasa en el grupo A, dentro del que sí se pueden seleccionar líneas aunque no hay diferencia entre subgrupos. También para esta característica se observó mayor proporción de pudrición en esta localidad que en Celaya.

Para mala cobertura de la mazorca, el resultado del análisis de varianza no difiere del de Celaya porque la expresión de esta característica es poco influenciada por el medio ambiente. Puede hacerse selección de cruzas simples según lo muestra la alta significancia para la interacción entre grupos.

En el cuadro No. 3 se muestra el resultado del análisis de varianza para Río Bravo, en el que se puede apreciar lo siguiente:

Para rendimiento, a diferencia de lo que se ob-

Cuadro 3. ANALISIS DE VARIANZA

R I O B R A V O

CUADRADOS P E L U C S													
F. de V.	C. l.	Rend.	F. B.	F. F.	A. M.	A. H.	A. T.	F. I.	M. C.	A. P.	H. A.	H. G.	
Cruzas	176	2.76 "	5.24 "	6.02 "	93.46 "	690.03 "	9.01 MS	178.56 "	613.27 "	254.60 "	0.17 "	70.61 "	3.58 "
255 vs 232	1	2.96 NS	21.50 "	23.53 "	977.30 "	3057.61 "	4.23 NS	2603.68 "	139.16 NS	612.54 "	1.40 "	464.85 "	20.83 "
A	13	9.63 "	20.65 "	25.22 "	280.22 "	2087.16 "	29.16 "	176.48 NS	1790.85 "	602.80 "	0.51 "	83.88 "	7.97 "
53 vs 76	1	8.50 "	27.28 "	129.27 "	602.28 "	9012.53 "	8.74 NS	33.77 NS	652.95 NS	12250.89 "	0.10 "	135.19 "	151.71 "
B	13	5.23 "	16.17 "	13.63 "	433.80 "	2014.10 "	11.38 NS	220.89 NS	1674.98 "	1174.09 "	0.37 "	55.38 "	10.21 "
A x B	148	1.90 NS	2.67 NS	2.71 NS	37.70 "	378.34 NS	7.06 NS	159.61 NS	419.17 "	59.77 NS	0.11 NS	7.89 "	1.49 "
Error	176	1.89	3.98	3.47	28.78	356.98	9.84	124.74	235.73	48.72	0.11	4.28	0.96

Rend. Rendimiento	A. T. Acame de Tallo	R. E. Baras en Espiga	"	Significativo al nivel .01
F. M. Floración Masculina	P. M. Pudrición de Mazorca	H. G. Hilera de Grano	"	Significativo al nivel .05
F. F. Floración Femenina	M. C. Mala Cobertura	G. H. Granos por Hilera	NS	No significativo
A. M. Altura de Mazorca	A. P. Altura de Planta			
A. R. Acame de Rafz	H. A. Hojas Arriba de la Mazorca			

serva en las otras dos localidades, no hay significancia para la interacción entre grupos, lo cual indica que la selección de cruza simples para su intervención como tales en la formación de híbridos no es recomendable. Esto es resultado de una considerable influencia negativa del medio ambiente en esta localidad, según lo muestran los rendimientos observados, que son los más bajos. Aunque en el cuadro No. 15, la comparación de medias de rendimiento entre líneas muestra menor variación que en Celaya, sobre todo en el grupo B, puede hacerse selección de líneas dentro de ambos grupos A y B, de acuerdo a la significancia que se observa para estas dos fuentes de variación.

Para días a floración, tanto masculina como femenina, los resultados son similares, solamente se observa no significancia para la interacción entre grupos, al contrario de lo que ocurre en las otras dos localidades. Por lo tanto la selección en base a precocidad en Río Bravo se puede practicar solamente entre líneas y no entre cruza simples. La diferencia respecto a las otras dos localidades se puede adjudicar al efecto del medio ambiente sobre la expresión de los genes que se complementan en las cruza simples.

Para las características altura de planta, acame de raíz, número de hojas arriba de la mazorca y número de granos por hilera, la interacción entre grupos no fué significativa, indicando que no es recomendable seleccionar cruza simples en base a estas características. Para altura de planta existe interacción con el medio ambiente ya

que el resultado del análisis de varianza fué diferente para esta localidad y para Celaya. Hay que señalar que una parte de la diferencia, que consistió en la no significancia para la interacción entre grupos, se observa también para rendimiento y se explica, al menos en parte, por la correlación entre ambas características.

Para altura de mazorca, número de ramas en la espiga y número de hileras de grano, se observa significancia para todas las fuentes de variación. Esto quiere decir que para estas tres características pueden seleccionarse tanto líneas como cruza simples. Dado que los resultados del análisis de varianza son similares a los de las otras localidades se puede concluir que hay menor influencia del medio ambiente sobre estas características.

Para acame de tallo solamente puede hacerse selección de líneas dentro del grupo A, pero no dentro del B. Tampoco puede hacerse selección entre las cruza simples. Hay que señalar que, aunque el resultado del análisis de varianza es muy similar al de Celaya, la causa es contraria, porque en esta localidad se observó una proporción muy grande de acame, mientras que en Celaya fué prácticamente nulo. De aquí se concluye que la localidad en la que se puede hacer la mejor selección en base a esta característica es Torreón.

Para pudrición de mazorca la única significancia que se observa corresponde al contraste 255 vs 232. En general se pueden hacer las mismas observaciones que para acame de tallo, de acuerdo a los resultados del análisis de

varianza y al efecto negativo del medio ambiente.

Para mala cobertura de la mazorca, ninguno de los contrastes fué significativo, pero si hay diferencias significativas dentro de ambos grupos, siendo factible la selección de líneas. Dado que la interacción entre grupos fué significativa, se puede hacer selección entre cruza simples. Estos resultados son similares a los de las otras localidades debido a la poca influencia ambiental sobre esta característica.

En el cuadro No. 4 se muestra el resultado del análisis de varianza combinado. Cinco de las características medidas fueron tomadas solamente en dos localidades, faltando en Torreón. En este cuadro se puede ver lo siguiente:

Para rendimiento se observa diferente comportamiento en cada localidad, lo cual era de esperarse debido a la gran diferencia térmica y de humedad ambiental que existe entre las tres localidades. No hay diferencia si se comparan las líneas derivadas de 255 con las derivadas de 232, pero dentro del conjunto de líneas que forman ambos subgrupos si existen diferencias. Lo mismo ocurre con las líneas derivadas de 53 y 76, ambos subgrupos son iguales entre si, pero existen diferencias dentro del conjunto de líneas del grupo que estas forman. Esto, como ya se mencionó, se debe a que el material genético introducido fué el mismo para los dos subgrupos de cada grupo. Tanto las líneas del grupo A como las del B tienen diferente comportamiento en las diferentes localidades segun lo muestra la

Cuadro 4. ANALISIS DE VARIANZA

C O B I H A D C

(3 Localidades)

CUADRADOS MEDIOS																	
C. l. V.	C. l. Mend.	F. M.	F. F.	A. M.	A. R.	A. T.	P. M.	M. C.									
Localidades	2	4251.41	"	29920.17	"	34025.92	"	8690.15	"	70196.29	"	55.06	"	11730.74	"	21761.09	"
55 vs 232	1	0.01	NS	100.18	"	80.00	"	378.39	"	2878.38	"	4.77	NS	1538.99	"	291.12	NS
A	13	21.41	"	25.28	"	33.63	"	919.67	"	1017.03	"	19.69	"	209.33	"	1524.15	"
53 vs 76	1	2.20	NS	25.28	"	125.10	"	2677.30	"	3713.83	"	2.32	NS	229.81	NS	1229.82	"
B	13	33.85	"	49.39	"	43.45	"	1512.72	"	1161.29	"	6.41	NS	141.11	"	1728.35	"
25 vs 232 x Loc	2	2.43	NS	3.70	NS	1.45	NS	1283.94	"	483.66	"	0.89	NS	1062.54	"	33.48	NS
A x Loc	26	7.97	"	9.03	"	8.26	"	39.90	NS	627.76	"	10.24	"	128.30	"	822.83	"
53 vs 76 x Loc	2	7.52	"	4.06	NS	19.04	"	33.47	NS	2897.13	"	4.82	NS	217.52	NS	1595.72	"
B x Loc	26	6.70	"	4.74	"	4.74	"	74.17	"	525.04	"	3.91	NS	114.05	NS	536.51	"
Error	1012	2.01		2.37		2.36		40.60		135.31		4.14		77.10		168.03	

Rend. Rendimiento A. R. Acame de Rafz " Significativo al nivel .01  
 F. Floración Masculina A. T. Acame de Tallo " Significativo al nivel .05  
 F. Floración Femenina F. M. Pudrición de Mazorca NS No significativo  
 E. Altura de Mazorca M. C. Mala Cobertura



Cuadro 4. (continuación) ANÁLISIS DE VARIANZA  
COMBINADO  
(2 Localidades)

F. de V.	r. l.	CUADRADOS K E D I O S					
		A. P.	H. A.	R. E.	H. G.	G. H.	
Localidades	1	1168.85	6.24	1357.58	583.86	4185.99	
255 vs 232	1	88.91 NS	1.22	1471.87	36.18	520.97	
A	13	1521.25	0.65	169.03	22.69	22.93	
53 vs 76	1	22125.13	1.97	599.27	431.64	134.74	
B	13	2704.31	0.82	110.16	23.21	52.81	
255 vs 232 x Loc	1	664.13	0.32 NS	71.82	0.17 NS	46.78	
A x Loc	13	147.18	0.20	26.59	3.50	15.96	
53 vs 76 x Loc	1	68.81 NS	0.00 NS	23.25 NS	10.93	28.82	
x Loc	13	90.27 NS	0.08 NS	7.73 NS	0.69 NS	11.48	
Error	634	62.88	0.11	6.67	1.30	5.89	

A. P. Altura de Planta  
 A. Hojas Arriba de la Mazorca " Significativo al nivel .01  
 B. Ramas en la Espiga " Significativo al nivel .05  
 C. Hileras de Crano NS No significativo  
 D. Hileras por Hilera

significancia para localidades y para la interacción de los grupos con localidades. Esto último indica que en ambos grupos el comportamiento relativo de las líneas a través de las localidades, en general no es estable y por lo tanto el número de líneas estables a través de las tres localidades es restringido.

Tanto para días a floración masculina como para días a floración femenina hay gran diferencia entre localidades, como se podía esperar en base a las diferencias térmicas entre las mismas. La significancia de la interacción de los dos grupos con localidades indica diferente comportamiento de las líneas en cada localidad. Existen diferencias entre subgrupos y dentro de grupos. La no significancia de la interacción 255 vs 232 x localidades indica estabilidad de las diferencias entre estos subgrupos a través de localidades. Esto coincide con lo observado para rendimiento y puede ser producto de la correlación entre estas dos características.

Para altura de mazorca se observa significancia para localidades, que indica influencia ambiental sobre esta característica. No obstante, la interacción del grupo A con localidades no es significativa y por lo tanto las líneas de dicho grupo tienen una altura de mazorca más estable a través de localidades.

Para acame de raíz se observa significancia para todas las fuentes de variación. Esto refleja la diferente magnitud del problema en cada localidad, así como las diferencias genéticas entre las líneas.

Para acame de tallo hay significancia para el grupo A pero no para el B, lo que indica mayor uniformidad de este último, resultado que concuerda con lo observado en Torreón y Río Bravo. Los contrastes entre los subgrupos de ambos grupos fueron no significativos. La no significancia para la interacción del grupo B con localidades señala que las líneas de este grupo tienen un comportamiento más estable a través de localidades. La significancia para localidades se debe a la diferencia entre las mismas.

Para pudrición de mazorca hay diferencias entre localidades, dentro de los grupos y entre los subgrupos 255 y 232. La interacción del grupo B con localidades no fué significativa, indicando que las líneas de este grupo son más estables a través de localidades. Los subgrupos 53 y 76 no son diferentes entre si. Las diferencias entre localidades son reflejo directo de las condiciones de humedad y temperatura en la etapa de la madurez del grano.

Para mala cobertura de mazorca hay diferencias entre localidades, dentro de grupos y entre los subgrupos 53 y 76. También las interacciones de grupos con localidades son significativas, indicando que el comportamiento de las líneas a través de localidades no es estable.

Para altura de planta no existe diferencia entre los subgrupos 255 y 232. La interacción del grupo B con localidades no es significativa, indicando mayor estabilidad de las líneas de este grupo a través de localidades.

Para número de hojas arriba de la mazorca hay diferencias entre líneas dentro de grupos. La no significan-

cia de la interacción del grupo B con localidades indica estabilidad de las líneas de este grupo a través de localidades.

Para número de ramas en la espiga no hay diferencia en el comportamiento de las líneas del grupo B a través de localidades. También las diferencias entre los subgrupos 53 y 76 se mantienen estables a través de localidades.

Para número de hileras de grano hay diferencias dentro de grupos y entre subgrupos. Las líneas del grupo B muestran un comportamiento estable a través de localidades ocurriendo lo mismo con las diferencias entre los subgrupos 255 y 232.

Para número de granos por hilera las líneas no muestran un comportamiento estable a través de localidades ocurriendo lo mismo con las diferencias entre subgrupos y entre líneas dentro de grupos.

Para estas cinco últimas características, que solamente fueron evaluadas en Celaya y Río Bravo, las diferencias entre localidades pueden deberse en parte a la correlación de las mismas con el rendimiento, ya que estos datos fueron tomados precisamente en las dos localidades más diferentes.

## 5.2 Comparación de medias de rendimiento

En los cuadros No. 5, 6, 7 y 8 se enlistan las mejores 25 cruza simples en cada localidad y a través de

las tres localidades, comparadas con el AN-363.

En Celaya, cuatro cruzas simples son estadísticamente superiores al AN-363, en Torreón treinta y ocho, en Río Bravo nueve y a través de localidades seis. De acuerdo al análisis de varianza, en las dos primeras localidades puede hacerse selección de cruzas simples con el fin de formar híbridos. Como ya se mencionó, la localidad en que mayores diferencias hay entre cruzas simples es Celaya.

Los cuadros No. 9 a No. 12 muestran un esquema de las mejores 25 cruzas simples en cada localidad y a través de localidades. En ellos se puede apreciar que, excepto en Río Bravo, la mayor parte de estas se encuentran agrupadas en la interacción de los subgrupos 255 y 53, indicando una buena complementación entre los mismos.

En los cuadros No. 13 a No. 16 se comparan los promedios de rendimiento de ambos grupos de líneas en cada localidad y a través de localidades. Puede apreciarse que hay mayor diferencia entre las líneas del grupo A que entre las del grupo B. La localidad en que se observa la mayor diferencia entre las líneas es Celaya. Las líneas 255-7-9, 255-18-19, 232-10-11, 232-31-24, 53-36-37 y 76-22-25 son estadísticamente superiores, tanto en cada localidad como a través de localidades, por lo cual se puede esperar que los híbridos formados con las mismas muestren mayor adaptabilidad a diferentes ambientes.

De acuerdo a Jenkins (1935) los resultados obtenidos con las cruzas simples (empleando líneas con un coeficiente de endogamia de solamente 0.625, que es inferior

Cuadro 5. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE  
DE LAS MEJORES 25 CRUZAS SIMPLES Y EL AN-363

CELAYA		RENDIMIENTO	DMst <sub>.05</sub> = 2.947
CRUZA SIMPLE			
232-10-11 x 53-36-37		20.614	
232-10-11 x 76-25-30		19.818	
232-37-32 x 76-12-12		18.586	
255-16-16 x 76-22-25		18.552	
255- 7- 9 x 53-36-37		17.802	
255-31-37 x 76-23-26		17.627	
255-18-19 x 76-22-25		17.134	
232-10-11 x 53- 9- 8		17.124	
255-18-20 x 53-36-37		17.012	
232-33-30 x 76-12-12		16.678	
255-31-37 x 56-36-37		16.650	
255-18-19 x 53-36-37		16.630	
232-10-11 x 53-17-19		16.560	
255- 3-23 x 53-36-37		16.440	
255-40-43 x 76-22-25		16.282	
255- 7- 9 x 76-25-30		16.264	
232-32-25 x 53-36-37		16.190	
255-16-16 x 53-36-37		16.139	
255-18-19 x 53-17-19		16.103	
255-31-37 x 53-25-40		16.017	
255-39-42 x 76-25-30		16.006	
255- 7- 9 x 53- 9- 8		15.993	
255-40-43 x 53-18-21		15.985	
255- 7- 9 x 53-18-21		15.810	
232-31-24 x 53- 9- 8		15.780	
AN-363		14.985	

Cuadro 6. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE DE  
LAS MEJORES 25 CRUZAS SIMPLES Y EL AN-363

TORREON		DMSt <sub>.05</sub> = 2.416
CRUZA SIMPLE	RENDIMIENTO	
232-37-32 x 53- 9- 8	10.726	
255-31-37 x 53-25-40	10.621	
232-33-30 x 53-36-37	10.398	
255-18-19 x 53-25-40	10.109	
232-31-24 x 53-36-37	9.939	
232-37-32 x 53-36-37	9.975	
255-18-19 x 53-36-37	9.951	
255-18-19 x 53- 9- 8	9.912	
255-18-19 x 76-22-25	9.837	
255- 7- 9 x 53-25-40	9.878	
232-13-16 x 53-36-37	9.839	
255-16-16 x 76-22-25	9.813	
232-37-32 x 76-16-15	9.809	
255-39-42 x 53-36-37	9.734	
255-18-19 x 76-16-15	9.639	
255-18-20 x 53-36-37	9.538	
255-31-37 x 53-36-37	9.424	
255-18-20 x 53-17-19	9.379	
255-16-16 x 53-36-37	9.288	
232-37-32 x 76-22-25	9.260	
255-39-42 x 76-22-25	9.200	
255-31-37 x 76-23-26	9.159	
255- 3-23 x 76-24-29	9.067	
255-18-19 x 76-25-30	8.987	
255- 3-23 x 53-25-40	8.966	
AN-363	5.663	

Cuadro 7. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE DE  
LAS MEJORES 25 CRUZAS SIMPLES Y EL AN-363

RIO BRAVO

CRUZA SIMPLE	RENDIMIENTO	DMSt <sub>.05</sub> = 2.695
232-10-11 x 76-16-15	9.925	
232-10-11 x 76-24-29	9.915	
232-10-11 x 76-25-30	9.859	
255-18-19 x 53-36-37	8.984	
255- 3-23 x 53-36-37	8.956	
255- 7- 9 x 76-25-30	8.916	
232-33-30 x 53-25-40	8.844	
232-33-30 x 76-25-30	8.773	
255-18-19 x 76-22-25	8.770	
255-40-43 x 76-22-25	8.693	
255-18-19 x 53- 9- 8	8.634	
255- 7- 9 x 53- 9- 8	8.559	
255- 7- 9 x 76-23-26	8.532	
255- 7- 9 x 53-25-40	8.519	
232-10-11 x 53- 9- 8	8.451	
255- 7- 9 x 76-22-25	8.403	
232-33-30 x 53- 9- 8	8.394	
232-22-23 x 53- 9- 8	8.384	
255-18-19 x 53- 9-41	8.374	
232-33-30 x 53- 9-41	8.365	
232-31-24 x 76-12-12	8.290	
255-18-19 x 53-18-21	8.214	
232-31-24 x 53- 8- 5	8.030	
255- 3-23 x 76-24-29	8.008	
255- 7- 9 x 76-12-12	7.925	
AN-363	5.991	



Cuadro 8. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE DE  
LAS MEJORES 25 CRUZAS SIMPLES Y EL AN-363

A TRAVES DE LOCALIDADES		
CRUZA SIMPLE	RENDIMIENTO	$DMSt_{.05} = 2.779$
232-22-23 x 53-17-19	17.7121	
232-10-11 x 76-25-30	12.599	
232-10-11 x 53-36-37	12.199	
255- 3-23 x 53-36-37	12.074	
255-18-19 x 76-22-25	11.930	
255-18-19 x 53-36-37	11.855	
255-16-16 x 76-22-25	11.643	
255-18-19 x 53- 9- 3	11.383	
255-31-37 x 53-25-40	11.243	
255- 7- 9 x 53-36-37	11.092	
232-10-11 x 76-24-29	11.083	
255- 7- 9 x 76-25-30	11.047	
255-18-20 x 53-36-37	10.981	
232-31-24 x 53-36-37	10.954	
255-31-37 x 53-36-37	10.950	
255- 7- 9 x 76-22-25	10.933	
255-31-37 x 76-23-26	10.884	
255- 7- 9 x 53- 9- 8	10.883	
255-31-37 x 76-16-15	10.789	
232-10-11 x 53- 9- 8	10.736	
255-16-16 x 53-36-37	10.711	
232-31-24 x 76-12-12	10.699	
255- 7- 9 x 76-23-26	10.658	
255-18-19 x 53-17-19	10.615	
255-39-42 x 53-36-37	10.611	
AN-363	8.880	

Cuadro 9. 25 MEJORES CRUZAS SIMPLES

CELAYA

		255							232							
		7-9	16-16	18-19	18-20	31-37	40-43	39-42	3-23	10-11	22-23	31-24	33-30	37-32	13-16	32-25
53	8-5															
	9-8	x								x		x				
	17-19			x						x						
	18-21	x					x									
	33-34															
	36-37	x	x	x	x	x			x	x						x
	25-40					x										
76	9-41															
	12-12											x	x			
	16-15															
	22-25		x	x			x									
	23-26					x										
	24-29															
	25-30	x						x		x						
24-28																

Subgrupo	No. de cruzas	Interacción	No. de cruzas
53	16	255 x 53	11
76	9	255 x 76	6
255	17	232 x 53	5
232	8	232 x 76	3

Cuadro 10. 25 MEJORES CRUZAS SIMPLES

TORREON

		255							232							
		7-9	16-16	18-19	18-20	31-37	40-43	39-42	3-23	10-11	22-23	31-24	33-30	37-32	13-16	32-25
53	8-5															
	9-8			x										x		
	17-19				x											
	18-21															
	33-34															
	36-37		x	x	x	x		x				x	x	x	x	
	25-40	x		x		x			x							
76	9-41															
	12-12															
	16-15			x										x		
	22-25		x	x				x						x		
	23-26					x										
	24-29								x							
	25-30			x												
24-28																

Subgrupo	No. de cruza	Interacción	No. de cruza
53	16	255 x 53	11
76	9	255 x 76	7
255	18	232 x 53	5
232	7	232 x 76	2

Cuadro 11. 25 MEJORES CRUZAS SIMPLES

RIO BRAVO

		255							232							
		7-9	16-16	18-19	18-20	31-37	40-43	39-42	3-23	10-11	22-23	31-24	33-30	37-32	13-16	32-25
53	8-5											x				
	9-8	x		x						x	x		x			
	17-19															
	18-21			x												
	33-34															
	36-37			x					x							
	25-40	x											x			
	9-41			x									x			
76	12-12	x										x				
	16-15									x						
	22-25	x		x			x									
	23-26	x														
	24-29								x	x						
	25-30	x								x			x			
	24-28															

Subgrupo	No. de cruzas	Interacción	No. de cruzas
53	13	255 x 53	7
76	12	255 x 76	7
255	14	232 x 53	6
232	11	232 x 76	5

Cuadro 12. 25 MEJORES CRUZAS SIMPLES

A TRAVES DE LOCALIDADES

		255							232								
		7-9	16-16	18-19	18-20	31-37	40-43	39-42	3-23	10-11	22-23	31-24	33-30	37-32	13-16	32-25	
53	8-5																
	9-8	x		x						x							
	17-19			x							x						
	18-21																
	33-34																
	36-37	x	x	x	x	x		x	x	x		x					
	25-40					x											
	9-41																
	76	12-12											x				
		16-15					x										
22-25		x	x	x													
23-26		x				x											
24-29										x							
25-30		x								x							
24-28																	

Subgrupo	No. de cruza	Interacción	No. de cruza
53	15	255 x 53	11
76	10	255 x 76	7
255	18	232 x 53	4
232	7	232 x 76	3

Cuadro 13. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE DE LAS CRUZAS FORMADAS CON CADA LINEA

CELAYA

GRUPO A	RENDIMIENTO	GRUPO B	RENDIMIENTO
232-10-11	15.537	• 53-36-37	16.060
255- 7- 9	15.396	76-25-30	15.471
232-37-32	15.065	• 76-22-25	15.308
255-31-37	14.885	53-17-19	15.233
255-18-19	14.845	76-12-12	14.634
232-31-24	14.628	53- 9- 8	14.443
255-18-20	14.246	76-23-26	14.217
255-40-43	14.079	53-18-21	14.090
255-16-16	13.969	53-25-40	13.812
232-33-30	13.733	76-16-15	13.633
255-39-42	13.570	76-24-29	13.393
232-22-23	13.244	53-33-34	13.180
232-32-25	12.965	53- 9-41	12.849
255- 3-23	12.794	76-24-28	12.604
232-13-16	12.426	53- 8- 5	12.456

$DMSH_{.05} = 1.413$

Cuadro 14. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE  
DE LAS CRUZAS FORMADAS CON CADA LINEA

TORREON

GRUPO A	RENDIMIENTO	GRUPO B	RENDIMIENTO
• 255-18-19	8.517	• 53-36-37	9.380
232-37-32	8.365	• 76-22-25	8.287
255-18-20	7.938	53-25-40	8.141
255- 3-23	7.874	53- 9- 8	7.954
255-31-37	7.842	76-24-29	7.690
• 232-31-24	7.803	76-23-26	7.681
• 255- 7- 9	7.733	76-16-15	7.659
• 232-10-11	7.601	76-25-30	7.519
232-22-23	7.575	53-33-34	7.480
232-33-30	7.449	53-17-19	7.445
232-13-16	7.316	53-18-21	7.397
255-16-16	7.218	76-12-12	7.170
255-39-42	7.168	53- 9-41	7.119
255-40-43	7.111	76-24-28	6.732
232-32-25	6.872	53- 8- 5	6.725

$$DMSH_{.05} = 1.107$$

adro 15. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE  
DE LAS CRUZAS FORMADAS CON CADA LINEA

RIO BRAVO

GRUPO A	RENDIMIENTO	GRUPO B	RENDIMIENTO
5-18-19	7.918	53- 9- 8	7.336
5- 7- 9	7.616	76-25-30	7.315
2-31-24	7.223	• 53-36-37	6.990
2-10-11	7.112	• 76-22-25	6.882
2-33-30	7.111	76-24-29	6.802
2-13-16	6.495	53-25-40	6.625
5-39-42	6.359	76-16-15	6.578
5-18-20	6.327	76-23-26	6.574
2-32-35	6.286	76-12-12	6.556
5- 3-23	6.260	76-24-28	6.543
2-22-23	6.228	53-17-19	6.470
5-40-43	6.203	53- 8- 5	6.252
5-16-16	5.899	53- 9-41	6.073
2-37-32	5.819	53-33-34	5.975
5-31-37	5.765	53-18-21	5.651

DMSH.05 = 1.279



Cuadro 16. RENDIMIENTO PROMEDIO EN ORDEN DESCENDENTE DE LAS CRUZAS FORMADAS CON CADA LINEA

A TRAVES DE LOCALIDADES

GRUPO A	RENDIMIENTO	GRUPO B	RENDIMIENTO
255-18-19	10.427	• 53-36-37	10.810
255- 7- 9	10.248	• 76-22-25	10.159
232-10-11	10.083	76-25-30	10.102
232-31-24	9.885	53- 9- 8	9.911
232-37-32	9.750	53-17-19	9.716
255-18-20	9.504	53-25-40	9.526
255-31-37	9.497	76-23-26	9.491
232-33-30	9.431	76-12-12	9.453
255-40-43	9.131	76-16-15	9.290
255-39-42	9.032	76-24-29	9.055
255-16-16	9.029	53-18-21	9.046
232-22-23	9.016	53-33-34	8.878
255- 3-23	8.976	53- 9-41	8.680
232-13-16	8.746	76-24-28	8.626
232-32-35	8.708	53- 8- 5	8.478

DMSH<sub>.05</sub> = 0.755

al de una  $S_2$ ), serán válidos para las sucesivas generaciones de endocría de las líneas. Además, de acuerdo con Osler y col. (1958) y Brown (1967), durante el proceso de endocría se pueden mejorar por selección visual algunas características agronómicas de alta heredabilidad sin modificar la aptitud combinatoria. También se pueden incorporar otras características por nuevos retrocruzamientos y lograr un incremento en el rendimiento de las cruzas (Kuhn y Stucker, 1976; Bauman, 1977).

En base a lo anterior se puede ver que Celaya, que es la localidad en que tienen mejor adaptabilidad estos materiales, es donde mejor se manifiestan las diferencias de rendimiento, tanto entre líneas como entre cruzas simples, siendo entonces la localidad en que se puede esperar tener el mayor éxito al seleccionar líneas progenitoras de nuevos híbridos. Así mismo, si se forma una población con las líneas recobradas para aplicarle selección recurrente en base a rendimiento, esta es la localidad en que se puede esperar obtener la mejor respuesta.

Si a las líneas que tuvieron buen comportamiento en Torreón y en Río Bravo se les introducen más genes locales por nuevos retrocruzamientos se puede esperar obtener rendimientos similares a los de Celaya en estas localidades, ya que al lograr mayor adaptación se pueden expresar mejor las ventajas de estos materiales como son la mayor densidad de siembra y las hojas erectas (Castro y col., 1973).

### 5.3 Predicción de híbridos

Los cuadros No. 17 y No. 18 muestran el rendimiento predicho para algunas cruzas triples y dobles en comparación con el rendimiento observado para el híbrido original AN-363. Se considera conveniente la formación de estos híbridos predichos para llevarlos a evaluación con fines de producción de semilla comercial, ya que, sobre todo en Celaya, superan notablemente al híbrido original.

Se puede concluir que la adición de genes de diferente origen a cada par de líneas del híbrido original fué efectiva para incrementar la heterosis de acuerdo a Falconer (1970) y Hallauer y Miranda (1981), y que representa una buena alternativa, al menos a corto plazo al procedimiento de formación de mejores híbridos con líneas extraídas en cada ciclo de selección recurrente en una población (Eberhart, 1972) o selección recíproca recurrente en dos poblaciones (Comstock y col., 1949; Eberhart y col., 1967; Moll y Stuber, 1971; Penny y Eberhart, 1971; Eberhart y col., 1973; Hallauer y Martin, 1980).

17. RENDIMIENTO PREDICHO PARA CRUZAS TRIPLES Y RENDIMIENTO OBSERVADO PARA EL HIBRIDO ORIGINAL AN-363 (ton/ha)

CELAYA

(53-36-37 x 76-25-30)	x	232-10-11	20.216
(232-10-11 x 255-7-9)	x	53-36-37	19.208
(53-36-37 x 53-9-8)	x	232-10-11	18.869
(232-10-11 x 255-18-20)	x	53-36-37	18.813
(53-36-37 x 53-17-19)	x	232-10-11	18.587
AN-363			14.985

TORREON

(53-9-8 x 53-36-37)	x	232-37-32	10.351
(232-37-32 x 255-18-19)	x	53- 9- 8	10.319
(232-33-30 x 232-31-24)	x	53-36-37	10.194
(232-33-30 x 232-37-32)	x	53-36-37	10.077
(53-25-40 x 53-36-37)	x	255-18-19	10.030
AN-363			5.663

RIO BRAVO

(76-16-15 x 76-24-29)	x	232-10-11	9.920
(76-16-15 x 76-25-30)	x	232-10-11	9.892
(76-24-29 x 76-25-30)	x	232-10-11	9.887
(232-10-11 x 255-7-9)	x	76-25-30	9.388
(232-10-11 x 232-33-30)	x	76-25-30	9.316
AN-363			5.991

ro 18. RENDIMIENTO PREDICHO PARA CRUZAS DOBLES Y RENDIMIEN-  
TO OBSERVADO PARA EL HIBRIDO ORIGINAL AN-363 (ton/ha)

CELAYA

(232-10-11 x 255- 7- 9) x (53-36-37 x 76-25-30)	18.625
(232-10-11 x 255- 7- 9) x (53-36-37 x 53- 9- 8)	17.883
(255-18-19 x 232-10-11) x (53-17-19 x 53-36-37)	17.477
(255- 7- 9 x 232-10-11) x (53- 9- 8 x 76-25-30)	17.300
(255-16-16 x 255-18-19) x (53-36-37 x 76-22-25)	16.989
AN-363	14.985

TORREON

(255-18-19 x 232-37-32) x (53- 9- 8 x 53-36-37)	10.141
(255-18-19 x 255-31-37) x (53-25-40 x 53-36-37)	10.026
(255-18-19 x 232-37-32) x (53- 9- 8 x 76-22-25)	9.946
(255-18-19 x 232-37-32) x (76-16-15 x 53-36-37)	9.844
(255-16-16 x 255-39-42) x (76-22-25 x 53-36-37)	9.509
AN-363	5.663

RIO BRAVO

(255- 7- 9 x 232-10-11) x (53- 9- 8 x 76-25-30)	8.941
(232-33-30 x 232-10-11) x (53- 9- 8 x 76-25-30)	8.864
(255- 7- 9 x 232-33-30) x (53- 9- 8 x 76-25-30)	8.661
(255- 7- 9 x 255-18-19) x (53- 9- 8 x 76-22-25)	8.592
(255- 7- 9 x 232-33-30) x (53- 9- 8 x 53-25-40)	8.579
AN-363	5.991

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la comparación de medias y a la predicción de híbridos triples y dobles, el mejoramiento de líneas por retrocruzamiento fué efectivo para incrementar el rendimiento en los híbridos formados con las líneas recobradas respecto a los formados con las líneas originales

Para rendimiento, las líneas 255-7-9, 255-18-19, 232-10-11, 232-31-24, 53-37-37 y 76-22-25 muestran un comportamiento superior estable a través de localidades

Existe variabilidad entre las líneas para la mayoría de las características agronómicas evaluadas.

Los mayores rendimientos observados en Celaya son debidos a la mayor adaptación de estos materiales en dicha localidad.

## 7. RECOMENDACIONES

Formar cruzas triples y dobles con las líneas recobradas superiores con fines comerciales, dando preferencia a las que mostraron estabilidad a través de localidades.

Formar una población con las treinta líneas recobradas para mejorarla por selección recurrente o formar dos poblaciones con cada grupo de quince líneas para aplicar selección recíproca recurrente y así poder obtener periódicamente nuevos híbridos superiores.

Para las localidades de Torreón y Río Bravo se debe introducir más genes locales en programas independientes para mejorar la adaptación y el rendimiento en dichas localidades.

## R E F E R E N C I A S

- Bauman, L. F. 1977. Improvement of established maize inbreds. *Maydica* 22:213-222.
- Briggs, F. N. and R. W. Allard. 1953. The current status of the backcross method of plant breeding. *Agronomy Journal* 45:131-138.
- Brown, W. L. 1967. Results of non-selective inbreeding in maize. *Der Züchter* 37:155-159.
- Castro, G. M. y col. 1973. Maíces super enanos para El Bajío. Boletín técnico ESAAN. Universidad de Coahuila.
- Comstock, R. E., H. F. Robinson and P. H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomy Journal* 41:360-367.
- Eberhart, S. A., M. N. Harrison and F. Ogada. 1967. A comprehensive breeding system. *Der Züchter* 37:169-174.
- Eberhart, S. A. 1972. Techniques and methods for more efficient population improvement in sorghum. In *Sorghum in Seventies* (Editors: N.G.P. Rao and L.R. House). Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi.
- Eberhart, S. A., Seme Debela and A. R. Hallauer. 1973. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCB1 maize populations and half-sib selection in BSSS. *Crop Science* 13:451-456.
- Falconer, D. S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. Primera impresión en español de la segunda edición en inglés. CECSA, México.



- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences* 9:463-491.
- Hallauer, A. R. and J. M. Martin. 1980. Seven cycles of reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. *Crop Science* 20:599-603.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames.
- Jenkins, M. T. 1935. The effect of inbreeding and of selection within inbred lines of maize upon the hybrids made after successive generations of selfing. *Iowa State Journal of Science*. 3:429-450.
- Kuhn, W. E. and R. E. Stucker. 1976. Effect of increasing morphological component expression on yield in corn. *Crop Science* 16:270-274.
- Moll, R. H. and C. W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (Zea mays L.). *Crop Science* 11:706-711.
- Osler, R. D., E. J. Wellhausen and Gilberto Palacios. 1955. Effect of visual selection during inbreeding upon combining ability in corn. *Agronomy Journal* 50:45-48
- Penny, L. H. and S. A. Eberhart. 1971. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize (Zea mays L.). *Crop Science* 11:900-903.

- Poey, F. 1980. III Congreso de adiestramiento en semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Rodriguez, V. G. 1979. Comparación de rendimientos predichos y reales de 32 cruzas triples y 12 cruzas dobles de maíz (Zea mays L.) super enano. Tesis M.C. UAAAN.
- Richey, F. D. 1927. The convergent improvement of selfed lines of corn. *American Naturalist* 61:430-449.
- Sanchez, M. R. 1981. Determinación de la aptitud combinatoria general y específica de 70 líneas enanas de maíz con probadores de Bajío y Trópico Seco en Torreón, Coah. Tesis Profesional. UAAAN.
- Sprague, G. F. and P. A. Miller. 1952. The influence of visual selection during inbreeding on combining ability in corn. *Agronomy Journal* 44:258-262.
- Stadler, L. J. 1944. Gamete selection in corn breeding. *Journal of the American Society of Agronomy*. 36:988-989.