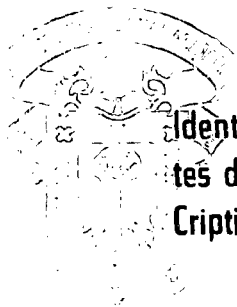


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Identificación Rápida de Genotipos Sobresalientes de Maíz Mediante el Uso de Cruzas Dobles Cripticas

T E S I S

Que como requisito parcial para
obtener el título de

Ingeniero Agrónomo
Orientación en Fitotecnia

p r e s e n t a :

DANIEL AVILA NUÑO

A mi padre,
que con su ejemplo supo enseñarnos el
camino del bien

A la memoria de mi querida madre

A mis hermanos

Deseo exponer mi más profundo agradecimiento al Ing. Ramón Covarrubias Celis por su desinteresada ayuda en el desarrollo de esta tesis

A los compañeros de la escuela por su valiosa ayuda en los trabajos de campo

A mis maestros y compañeros de generación

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara

Comité Particular

Maestro de tesis
Ing. Ramón Covarrubias Celis

Consultores

Ing. Raúl Palacios Hvilés
Ing. José Mauricio Muñoz

C O N T E N I D O

	Pag.
<i>1</i> I. - INTRODUCCION.....	1
<i>2</i> II. - ANTECEDENTES.....	2-7
<i>3</i> III. - MATERIALES Y METODOS.....	8-11
<i>4</i> IV. - DISCUSION DE RESULTADOS.....	12-18
<i>5</i> V. - CONCLUSIONES.....	19
<i>6</i> VI. - RESUMEN.....	20
<i>7</i> VII. - BIBLIOGRAFIA.....	21-25
VIII. - APENDICE.....	26-32

I N T R O D U C C I O N

- b - Dentro del sector agrícola, el Maíz será siempre tema de actualidad. Su importancia en México es indudable: Tradicionalmente ha sido el integrante fundamental en la dieta alimenticia de la población y se espera que en los próximos años se mantenga aún como principal artículo de consumo del pueblo mexicano, así en el medio rural como en el urbano.

El grueso de los campesinos ha hecho de éste cultivo actividad casi única, no obstante que en la mayoría de los casos obtiene bajos rendimientos.

Ahora bien, el uso de variedades mejoradas ha venido a solucionar en parte los bajos rendimientos, pero con la desventaja de que son recomendadas para áreas muy extensas, y debido a la diversidad ecológica con que cuenta nuestro país, se han tenido problemas en su adaptación.

Los máximos rendimientos en maíz se han logrado mediante la utilización de híbridos obtenidos a través de la formación y prueba de líneas endocriadas en procesos largos y costosos.

El presente estudio consiste en aplicar en esta área un nuevo método para la obtención de híbridos, con líneas S_1 , mediante el uso de cruces cripticas. A través de este método se ahorra tiempo en la formación y prueba de líneas, sin embargo se requiere de una máxima atención y un uso eficiente de los materiales que se manejan en virtud de lo escaso de las semillas que se obtienen.

A N T E C E D E N T E S

Jugenheimer, (23) indica que la producción de maíz híbrido - está basada en el fenómeno de la heterosis, en virtud del cual la cruce entre dos variedades produce un híbrido superior en tamaño, rendimiento o vigor general; manifestandose principalmente éste fenómeno en las plantas F_1 .

Han sido ideados diversos métodos para aprovechar la heterosis o vigor híbrido y así Shull, East, y Hayes están de acuerdo en que la endogamia seguida por hibridación es un buen método para utilizar la heterosis en el mejoramiento del maíz.

Shull (31), en su primer informe concluyó:

1. - En un campo ordinario de maíz, los individuos son híbridos muy complejos.
2. - El deterioro que tiene lugar como resultado de la autofecundación es debido a la gradual reducción del linaje a una condición homocigótica.
3. - El objetivo principal del mejorador de maíz no es buscar la mejor línea pura, sino encontrar y mantener la mejor combinación híbrida.

El maíz híbrido aprovecha las cruces de primera generación - entre líneas autofecundadas. Shull, (32) fué el primero en dar a conocer los mayores rendimientos que se obtienen con una generación F_1 procedente de la cruce entre dos líneas autofecundadas y esbozó un método de mejoramiento para aprovechar éste aumento en el vigor y en el rendimiento que consistía en:

1. - Encontrar las mejores líneas autofecundadas y,
2. - Utilizarlas en la práctica para la producción de semilla.

Jones, (22) sugirió la utilización de líneas puras combinando-
las en cruza dobles, procedimiento que eliminaba el excesivo costo de -
la semilla como factor importante en la producción.

El vigor híbrido puede definirse según Richey: como el exceso
de vigor del híbrido, con respecto al vigor promedio de sus progenitores
éste puede manifestarse en muchas formas, por ejemplo el maíz híbrido --
puede tener mazorcas más grandes, más hileras de grano por mazorca, ma--
yor número de nudos por planta, más peso total por planta o mayor rendi-
miento de grano, que las líneas autofecundadas que lo forman.

Jinks, (18) menciona que actualmente se reconocen dos hipóte--
sis principales sobre las bases genéticas de la heterósis: la sustenta-
da por Jones, (21) de que la heterósis es promovida por el aporte simul-
taneo en el híbrido de los genes dominantes de ambos padres y, la susten-
tada por East y Hayes; (7) que afirman que la heterócigosis es en sí la-
responsable de la heterósis.

East y Jones, (8) Shull (34) y East (9) tratan de explicar la-
heterósis en términos de acción complementaria de alelos en el mismo lo-
cus, fenómeno descrito por Fisher et al, como superdominancia y por Hull
como sobredominancia.

La diversidad genética es un factor importante para obtener --
los híbridos más convenientes. Las líneas autofecundadas de fuentes que
no sean afines tienen más probabilidades de producir híbridos mejores, -
que las líneas autofecundadas de la misma variedad.

Eckhardt y Bryan, (10), observaron que las cruzas simples de progenitores muy diferentes producían las cruzas dobles de más altos rendimientos.

R. Covarrubias, (2), utilizando dos grupos de 10 líneas cada uno, hace cruzas posibles dentro y entre grupos (intra e intercruzas). Al comparar éstas cruzas simples con un híbrido doble como testigo común encuentra que los dos grupos de intracruzas, rindieron estadísticamente igual y menos que el testigo, en tanto que el grupo de intercruzas rindió significativamente más que el testigo. El mismo autor indica que al hacer cruzas posibles entre nueve variedades de polinización libre, para probar su rendimiento en el Bajío, encontró que de las 36 cruzas posibles, 10 rindieron más o igual que el H-353 y concluye que las F_1 más sobresalientes representaban cruzas entre variedades tropicales, por variedades de la masa Central. Wu, (39) Hayes y Johnson (15) obtuvieron resultados similares que pusieron en relieve el valor de la diversidad genética de las líneas puras para la producción de híbridos.

Wellhausen (37) señala los siguientes pasos para un programa de mejoramiento de maíz:

1. - Formación de líneas autofecundadas, resultado de una polinización controlada.
2. - Evaluación de las líneas endocriadas durante las diferentes fases de su autofecundación.
3. - Utilización de las mejores líneas autofecundadas en la formación de variedades sintéticas e híbridos.

Hayes e Immer (16), resumen el proceso de autofecundación y selección de maíz de la siguiente manera:

1. - Todas las líneas autofecundadas de maíz muestran pérdida de vigor durante el proceso de endocria. La pérdida de vigor es mayor en la primera generación y es cada vez menor en cada una de las generaciones sucesivas, hasta que se llega al punto de homocigosis, punto después del cual ya no hay pérdida de vigor.

2. - Las líneas autofecundadas exhiben diferencias para muchas características.

3. - Algunas líneas autofecundadas, tienen mayor vigor que -- otras aunque no difieran en su grado de homocigosis.

4. - Algunas líneas autofecundadas son tan faltas de vigor, - que ya no pueden ser propagadas.

5. - Autofecundaciones continuas resultan en la purificación del tipo.

Poehlman, (27) señala que los propósitos de selección visual durante el proceso de autofecundación en general son los siguientes:

1. - Eliminar líneas que tendrían posteriormente limitado valor comercial.

2. - Asegurar la propagación de las plantas más vigorosas, -- elevando por tanto el patrón de excelencia de las líneas restantes y, -

3. - Mejorar el nivel de los híbridos finales.

Johnson y Hayes, (19) concluyen que los cruzamientos línea -- por variedad proveen un método rápido y satisfactorio para una evaluación preliminar de las líneas endocriadas. Sprague y Lonquist, indican que la prueba temprana ayuda al descubrimiento de líneas que posean alta aptitud combinatoria.

Poehlman, define la aptitud combinatoria como la capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida, la aptitud combinatoria general como el comportamiento medio de una determinada línea en una serie de combinaciones híbridas y aptitud com-

binatoria específica como el comportamiento de la combinación de dos líneas en una cruce determinada.

Sprague, (36) indica que la selección visual durante la autofecundación sigue desempeñando una función muy importante; el concepto primitivo de que cualquier línea autofecundada que pudiera ser mantenida, era una línea potencialmente valiosa ha sido descartado; el concepto presente es que las líneas deben de alcanzar cierto grado de vigor y productividad antes de que ameriten ser probadas. Una línea que sólo puede ser mantenida con dificultad no tiene prácticamente valor alguno desde el punto de vista comercial, aún cuando produzca progenies de alto rendimiento debido a las dificultades que presenta su propagación

Por lo que respecta a la correlación entre características de líneas autofecundadas y de los híbridos, numerosos investigadores han presentado estudios sobre la relación entre varios atributos de una línea y el mismo atributo o el rendimiento de su progenie híbrida.

Rickey y Meyer, (29) encontraron que ciertas líneas fueron muy prepotentes en la transmisión de su alta aptitud de rendimiento a sus progenies. Hayes presentó evidencia en el sentido de que el rendimiento estuvo significativamente correlacionado con otros caracteres considerados como expresiones de vigor, Bucio, (1) en un estudio de cruces interraciales, encontró una correlación altamente significativa entre el número de días a la floración y rendimiento; sin embargo reporta que ciertas cruces siendo muy precoces, son también muy rendidoras.

Poehlman, (27) indica que los estudios hechos para determinar si existen caracteres visibles en las plantas, que están relacionados con la capacidad de rendimiento que una línea autofecundada pueda-

trasmitir a su progenie híbrida en general puede decirse que las líneas más vigorosas tienden a producir las progenies también más vigorosas.

— Lonquist, (25) da a conocer que en 1956 inicia un método simplificado para el mejoramiento de poblaciones, aclarando que S.C. Harland ya había hecho la misma sugestión anteriormente sin presentar ningún dato. El método consiste en el cruzamiento de plantas en pares al azar, lo que resulta en combinaciones de genotipos de rendimiento superior por superior, superior por inferior, e inferior por inferior, en una proporción de 1: 2: 1.

La selección del 25 % superior debe incluir por tanto la mayor parte de las combinaciones superior por superior, las que al ser intercruzadas en una nueva población provocarán un cambio en la frecuencia de genes en relación a la frecuencia de la población original.

Señala que la ventaja de este método es de tiempo y costo en lugares donde es importante un mejoramiento del rendimiento bastante rápido. Al ensayar 105 cruzamientos de plantas apareadas, utilizando como testigo a la población original, encuentra que el rendimiento promedio de las cruzas fué igual al del testigo, lo cual estuvo de acuerdo con lo esperado.

Indica además que al ser rápidamente identificados a través de este método los mejores genotipos de una población, pueden a continuación seguirse diversos métodos para mejorarla.

III.- MATERIALES Y METODOS

MATERIALES.- El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en su constante preocupación por llevar a cabo programas de mejoramiento de maíz, ha formado los llamados compuestos, que son mezclas de distintas variedades pertenecientes a una misma raza.

Estos compuestos aseguran una gran variabilidad genética - por lo que para el presente trabajo se seleccionó el Compuesto II Celaya, un compuesto formado por variedades pertenecientes a la raza Celaya y que podría ofrecer muy buenas posibilidades de adaptación para el área de Jalisco.

La genealogía de éste compuesto se describe enseguida:

Gto. Gpo. 3	x	Gto. Gpo. 4
Gto. Gpo. 3	x	Qro. Gpo. 4
Qro. Gpo. 13	x	Gto. Gpo. 4

Las tres cruces de estos grupos se mezclaron para formar el llamado compuesto II Celaya. En esta población se aplicaron varios métodos de selección, siendo uno de ellos Selección visual para planta y mazorca baja que se inició en Roque Gto., en 1966.

En el año de 1967 se obtuvo el segundo ciclo de Selección Masal considerando las características anteriores.

En 1968 se llevó a cabo un ciclo de selección visual en la Granja Miravalle Km 28 Carretera a Chapala, Jal.,

En 1969 el material seleccionado del ciclo de selección visual se utilizó para llevar a cabo las autofecundaciones y cruzamientos recíprocos en los campos experimentales de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.

PRUEBAS EN ENSAYOS DE RENDIMIENTO DE LAS LINEAS S₁ Y LAS CRUZAS

CRÍPTICAS OBTENIDAS EN EL CICLO 69 - 69.

Para llevar a efecto estas pruebas se hizo un diseño de blocks al azar con tres repeticiones, sorteando los blocks en sub-blocks correspondientes a las líneas parentales S₁ y las cruzas. Además se utilizaron tres híbridos comerciales y el 3er. ciclo de S.M.C. del Compuesto II Celaya como testigos para llevar a cabo las comparaciones necesarias.

La siembra se efectuó el día 5 de mayo de 1970 en parcelas compuestas de dos surcos de 6 mts. de largo c/u, depositando 4 semillas por golpe a una distancia de 1 Mt. entre planta y planta.

Se efectuaron las labores necesarias tales como: Fertilizaciones, aclareos, deshierbes, etc., por lo que el cultivo se mantuvo en buenas condiciones desde la siembra hasta la cosecha.

- a). - Fecha de floración.- Se anotó cuando aproximadamente el 50 % de las plantas presentaban estilos y deshicencias de la espiga.
- b). - Calificación de plantas de las cruzas y líneas respectiva su buen comportamiento en el campo. La escala de calificación fué de la 3. El equivalente fué: 1= bueno, 2 = regular y 3 = malo.
- c). - Altura de planta.- Este dato fué tomado en base al promedio de 10 plantas por parcela. Las medidas fueron tomadas en mts., de la base de la planta a la punta de la espiga.
- d). - Acame.- La calificación fué también de 1 a 3 siguiendo el mismo criterio que el inciso b.

e). - Calificación de mazorca.- Este dato se tomó visualmente, usándose también una escala del 1 a 3.

La cosecha se efectuó del 1 al 5 de noviembre de 1970, cosechándose todas las plantas que se encontraban en la parcela correspondiente, se hizo un ajuste por fallas aplicando el siguiente factor de corrección:

$$F_c = \frac{M - 0.3F}{M - F}$$

donde:

F_c = Factor de corrección

0.3 = Constante

F = Fallas

M = Número de plantas totales por parcela.

Para efectuar la cosecha se dejó secar el grano hasta que alcanzara una humedad del 12 % en el mismo campo y finalmente registrar los rendimientos para su análisis en base a kilos por parcela, de los cuales aproximadamente equivale a peso de grano con 12 % de humedad.

MÉTODOS.- El compuesto mencionado se utilizó para llevar a cabo las cruza y autofecundaciones, fué sembrado en la segunda quincena del mes de mayo de 1969, efectuando todas las labores propias del cultivo, tales como escardas, fertilizaciones, combate de plagas etc.

Cuando las plantas que previamente se habían jiloteado se encontraban en plena floración se seleccionaban visualmente por pares que reunieran las siguientes características:

- a).- Que fueran plantas de la misma precocidad.
- b).- Que tuvieran dos jilotes a buena altura.
- c).- Que fueran plantas sanas.
- d).- Que fueran buenas productoras de polen.

En cada par de plantas seleccionadas: el jilote de arriba se utilizó para hacer autofecundaciones y el jilote de abajo para hacer una cruza en forma recíproca.

Se siguió el siguiente sistema de identificación:

Se utilizaron dos series de números progresivos con las letras A y B, siempre que se hizo una cruza y autofecundación a una planta se le asignaba un número de la serie A y a la otra planta se le asignaba un número de la serie B Así un grupo completo quedaba integrado de la siguiente manera: 1 A 1 B 1A x 1B, 1B x 1A en esta forma se cubrió una serie hasta la 429A x 429B. Sin embargo al hacer un recuento a la hora de la cosecha solamente se obtuvieron 60 grupos en los que existían las dos autofecundaciones y la cruza cuando menos en un sentido, los cuales constituyeron el material objeto de estudio. Ver tabla de Apendice.

IV. - DISCUSION DE RESULTADOS

Todos los datos numéricos que corresponden a las líneas, cruza y testigos de las 60 familias estudiadas en el presente trabajo se encuentran concentrados en la tabla de Apendice.

El siguiente cuadro No. 1, muestra el Analisis de Varianza que se analizó en forma de blocks al azar.

C U A D R O No. 1

ANALISIS DE VARIANZA				
FACTOR DE VARIACION	S.C.	G.L.	VARIANZA	F _c
Repeticiones	3.2708	2	1.6354	5.260++
Cruzas	83.4750	63	1.3250	4.262+
Líneas	11.7470	127	0.9250	2.902
Error Experimental	118.2680	380	0.3108	
Total	216.7608	572		
	C.V. = 17.9 %			

Del cuadro anterior, podemos observar que, respecto a repeticiones, hay diferencias altamente significativas, lo que nos indica la heterogeneidad del terreno y el control que de ella se tuvo con el diseño usado.

Respecto al Factor de Variación correspondiente a las cruza -- tambien observamos un valor de F significativo, lo cual indica que existe una gran variación en el rendimiento de las cruza estudiadas en ese experimento. Este valor de F está de acuerdo con el elevado vigor híbrido -- que presentan algunas de las cruza.

Respecto a las líneas podremos mencionar que no se observan diferencias significativas, este resultado es de esperarse, ya que -- por causas de la autofecundación las líneas pierden gran parte de su vigor.

En los programas de mejoramiento el objetivo práctico, es -- lograr nuevas variedades que superan en calidad o en rendimiento a -- las variedades comunmente en uso por los agricultores. Por estos motivos vamos a basar esta parte de nuestra discusión de resultados en aquellos materiales que rindieron igual o mas que las variedades locales utilizadas como testigos.

Estos materiales se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO No. 2
RENDIMIENTOS DE LOS TESTIGOS Y DE LOS CRUZAMIENTOS QUE
RESULTARON SOBRESALIENTES EN EL PRESENTE ESTUDIO

GENEALOGIA	REND. PROM.	DIAS A FLORAC.	ALTURA	% SOBRE H-309	% SOBRE H-352	% SOBRE H-366
31B x 31A	6.673	71	2.90	104	104	100
71B x 71A	6.809	77	3.00	106	106	102
133A x 133B	6.468	69	2.50	100	100	97
322B x 322A	6.448	72	3.00	100	100	97
378B x 378A	8.092	76	3.00	126	126	122
Testigos						
H - 309	6.410	76	3.00			
H - 352	6.413	74	2.90			
H - 366	6.619	77	3.00			

Respecto al cuadro anterior haremos notar las siguientes observaciones:

Las cruzas 71B x 71A y 378B x 378A superaron a todos los testigos aquí probados, en lo que se refiere a características agronómicas como días a floración, altura, etc., podemos mencionar que no -- existe ninguna diferencia significativa.

Las cruzas 133A x 133B y 322B x 322A podemos considerarlas iguales a los testigos H-309 y H-352, más no iguales al H-366 ya que -- este último superó en rendimiento a estas cruzas.

Respecto a la cruz 31B x 31A mencionaremos que según el cuadro No. 2 notamos que supera en rendimiento a los testigos H-309 y -- H-352 más se puede considerar igual en rendimiento al H-366 con la diferencia de que el H-366 es más tardío que ésta cruz.

A continuación se anexa el cuadro No. 3 correspondiente a -- los porcentajes de heterosis manifestados por las cruzas.

C U A D R O N U M . 3
HETEROSIS EN LAS CRUZAS QUE RINDIERON IGUAL O MAS QUE
LOS TESTIGOS

GENEALOGIA	RENDIMIENTO PROGENITOR A	RENDIMIENTO PROGENITOR B	RENDIMIENTO CRUZAS A x B	HETEROSIS * *
31B x 31A	2.696*	2.116	6.673	247
71B x 71A	1.328	2.469	6.809	275
133A x 133B	0.804	2.366	6.468	273
322B x 322A	1.683	1.093	6.448	383
378B x 378A	3.214	1.006	8.092	251

RENDIMIENTOS EXPRESADOS EN KGS/PARCELA

Heterosis calculada en porcentaje sobre el mejor de los progenitores.

En la columna correspondiente a heterosis, es importante señalar los altos porcentajes de vigor híbrido que presentan - todas las cruzas seleccionadas. Los porcentajes de heterosis con respecto a la media del progenitor mas rendidor varían - desde 247% hasta 383% .-

Esto era de esperarse pues ya se tenían antecedentes sobre - la gran variedad genética del compuesto 11 Celaya utilizado para éste trabajo.

Comunmente se acepta que cuando las líneas de un buen cruzamiento son buenas rendidoras, éstas líneas tienen buena aptitud combinatoria general (A. C. G.) y el rendimiento del híbrido se deben mas que nada a genes de acción aditiva. Este tipo de líneas es el más deseado porque no presentan muchos problemas en su propagación. Existen también buenos híbridos cuyas líneas progenitoras son sumamente pobres en rendimiento, en éstos casos se dice que las líneas tienen buena aptitud combinatoria específica (A.C.E.) y los rendimientos del híbrido se deben a acción epistática de genes, éste tipo de híbridos no es muy deseado por los problemas que presentan las líneas en su propagación.

En el siguiente cuadro Num.4 hacemos una estimación de la -- A.C.G. y A.C.E. de las líneas que intervienen en el grupo de cruzas que anteriormente hemos señalado, tomando como base - el rendimiento relativo de las líneas.

CUADRO NUM. 4

APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA BASADA EN LOS
RENDIMIENTOS DE LAS LINEAS.

CRUZA	LINEA A	LINEA B	A.C.G. Buena	A.C.G. MALA	A.C.E. BUENA	A.C.E. MALA
31B x 31A	2.696*	2.116	A y B	--	--	--
71B x 71A	1.328	2.469	B	A	A	B
133A x 133B	2.366	0.804	A	B	B	A
322B x 322A	1.683	1.093	-	-	A y B	-
378B x 378A	3.214	1.006	A	B	B	A

* Rendimiento de las líneas en Kgs/parcela.

Al comparar los rendimientos relativos a los progenitores y las F_1 de nuestras cruzas, pueden observarse los siguientes casos:

{1.- F_1 rendidora y líneas rendidoras.- Como ejemplo de este caso podemos mencionar la craza 31B x 31A en que la craza y sus progenitores tuvieron un buen comportamiento. Este tipo de materiales por sus buenas características desde el punto de vista práctico serían adecuados para nuestros fines.

{2.- Craza rendidora, un progenitor rendidor y un progenitor no rendidor.- Como ejemplo típico de este caso podemos mencionar las cruzas:

71B x 71A

133A x 133B

378B x 378A

en este caso se encuentra la familia que obtuvo el primer lugar en rendimiento (378B x 378A), sin embargo cuenta con un progenitor de bajo -- rendimiento (Cuadro # 3). Desde el punto de vista comercial este tipo de materiales presentarían problemas en la propagación del progenitor - de malos rendimientos.

3.- Cruza rendidora y líneas malas rendidoras.- Como ejem-- plo de este caso, citaremos la cruce 322B x 322A, esta familia presenta el más alto valor de heterosis (Cuadro # 3) respecto al mejor de los -- progenitores. Podemos suponer que en este caso, el vigor híbrido obtenido se deba a genes de acción epistática. Este tipo de cruzamientos - no tienen tampoco gran valor práctico, en virtud de que presentarían se-- rios problemas, para la multiplicación de ambas líneas progenitoras.

Finalmente diremos, por lo que se refiere a lo que podría ha-- cerse en lo futuro con los mejores materiales identificados en el pre-- sente trabajo y tomando en consideración que la reserva de semilla tan-- to de las cruces como de las líneas es limitada, sería necesario proce-- der al aumento de dicha reserva.

Para tal fin sería conveniente sembrar cada una de las líneas seleccionadas en parcelas de dos surcos y en tal forma que las dos li-- neas que formaron una cruce queden una al lado de la otra.

De este modo utilizaríamos las plantas de uno de los surcos - para hacer cruzamientos fraternales con el objeto de aumentar la semi-- lla de las líneas. Las plantas del segundo surco serían utilizadas pa-- ra hacer nuevamente la cruce entre esas líneas.

De esta manera, tendríamos suficiente semilla para probar nue-- vamente estas familias y observar si su comportamiento es el mismo que-- cuando se hizo el primer cruzamiento, también se podría estudiar la in-- teracción híbrido - localidad, e híbrido - años, observando también cua-- les líneas se pudieron usar como progenitores femeninos y cuales como -

masculinos.

De estos trabajos complementarios podría determinarse si alguna de las cruzas señaladas reúne los requisitos necesarios para iniciar su propagación comercial, que es uno de los principales objetivos de este estudio. El hecho de contar con líneas S_1 que son todavía relativamente vigorosas y productivas favorece nuestros propósitos. Además es de esperarse que éste híbrido tenga una área de adaptación relativamente amplia, por provenir de líneas de primera -- autofecundación, que son todavía bastantes heterocigóticas.

Otro trabajo que podría realizarse y contando ya con suficiente semilla de los progenitores, sería hacer cruzas simples posibles entre ellos. Al probar estas cruzas simples tendríamos más información de importancia de cada una de las líneas sobre sus comportamientos en aspectos de A.C.G y A.C.E. y así determinar que combinación de cruzas simples sería la más conveniente para formar un híbrido doble con líneas S_1 cuyo rendimiento podría fácilmente predecirse. Se ha sugerido también la formación de líneas S_2 a partir de las líneas S_1 de una craza particular, para luego intentar la formación de cruzas dobles.

En resumen, la importancia del método aquí probado consistió fundamentalmente en la rápida identificación de los mejores genotipos que se encontraban en el Compuesto 11 Celaya. Es a juicio del fitomejorador y según los fines que persiga seguir el método más -- apropiado para la utilización posterior de los materiales aquí identificados.

V . - CONCLUSIONES

De nuestra discusión anterior, podemos derivar las conclusiones siguientes:

1. - Del análisis de Varianza se concluye que existen diferencias significativas entre cruzas y repeticiones. - No así entre líneas.
2. - En general se observó en todas las cruzas un alto grado de heterosis, con respecto al rendimiento del mejor progenitor.
3. - De las 60 cruzas probadas dos de ellas (378B x 378A- y 71B x 71A) rindieron más que cualquiera de los testigos recomendados para la región de Zapopar, Jal., - como se podrá observar en el Cuadro Núm. 3.
4. - Se pudieron identificar varios casos al comparar el rendimiento relativo de las cruzas y las líneas. De estos el más prometedor es cuando tanto la cruza como las líneas son de alto rendimiento, este es el caso de la cruza 31B y 31A.
5. - Se sugiere aumentar la reserva de la semilla de las familias seleccionadas haciendo el mismo tiempo, nuevamente las cruzas con el fin de probar más extensivamente estos materiales, para poder medir las posibles interacciones por localidades y años y poder seguir posteriormente con la formación de híbridos.

VI. - RESUMEN

do en consideración diversos aspectos de la producción de maíz se pensó en que la adopción de un método rápido para la obtención de híbridos podría contribuir a la obtención de variedades para zonas más específicas y probablemente a la más rápida difusión y aceptación de los maíces mejorados.

El objetivo principal de este estudio fué iniciar en esta localidad la aplicación del método conocido como cruza dobles cripticas para la obtención de híbridos de maíz adaptados y de la manera más rápida posible.

Es importante señalar que para la utilización de este método es conveniente contar con materiales prolíficos. El que aquí se utilizó llenó ampliamente este requisito.

Se probaron 60 familias en un experimento que se analizó como blocks al azar con tres repeticiones. Cada familia estuvo constituida por su crusa y sus autofecundaciones o líneas progenitoras. El Analisis de Varianza mostró diferencias significativas para las fuentes de variación consideradas. Concluyendose con esto que existe un gran variación entre cruza y repeticiones.

Las familias que pueden ser de mayor valor práctico son aquellas en que tanto la crusa como las líneas mostraron altos rendimientos, así como buenas características agronómicas.

El 8.33 % de las 60 cruza superaron en rendimiento a los testigos que actualmente son los más recomendados para las siembras de temporal y de humedad en la región de Zapopan, Jal., Considerando lo anterior y despues de hacerse estudios más detallados acerca del comportamiento de estos materiales, puede seguirse adelante con la formación comercial de híbridos, previo aumento de la reserva de semilla de las líneas progenitoras; pudiendo ser utilizadas tambien estas líneas en otros programas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- (1) Bucio, A. L. 1954. Algunas observaciones del comportamiento de la F₁ de cruza entre las razas descritas en México. Tesis Profesional E.N.A.
- (2) Covarrubias, C. R. 1958. Single cross performance of two unrelated groups of lines of corn and a comparison of double cross predictions made from them. Tesis M. S. Universidad de Nebraska.
- (3) _____ 1960. Cruzas intervarietales, una gran posibilidad para los programas de Mejoramiento del Maíz en Latino América. Managua, Nicaragua PCCMM 6: 11-13
- (4) East, E. M. 1908. inbreeding in corn. Conn. (State) Agron. Expt. Sta. Rpt. 1907:419-428.
- (5) _____ 1909. The distinction between development and heredity in breeding. Emr. Nat. 43: 173-181.
- (6) _____ 1910. A Mendelian interpretation of variation that is apparently continuous. Am. Nat. 44: 65-82
- (7) _____ and Hayes, H. K. 1912. Heterozygosis in evolution and Plant breeding. U.S. Dept. Agron. Bur. Plant. Indus. Bull. 243: 58
- (8) _____ and Jones, D. F. 1919. Inbreeding and outbreeding their Genetic and Sociological significance. J. B. Lippicott Co. Phil. and London.

- (9) East, E. M. 1936. Heterosis, *Genetica* 21: 375-397.
- (10) Eckhardt, R. C. and Bryan, A. A. 1940 B. Effect of the -
 Method of combining two early and two late inbred
 lines of corn upon the yield and variability of
 the resulting double crosses *J. Am. Soc. Agron.*
 32: 645-656.
- (11) FAO 1965. Anuario de Producción. 19:48
- (12) ____ 1966. El estado mundial de la agricultura y la ali-
 mentación. CL 47/2: 233-236. Roma, Italia.
- (13) Fisher, R. A. immer, F. R. and Tedin O. 1932. The genetic
 interpretation of statistics of the third degree
 in the study of quantitative inheritance. *Genetics*
 17:107-124.
- (14) Hayes, H. K. 1926. Present day problems of corn breeding
J. Am. Soc. Agron. 18: 344:363.
- (15) _____ and Johnson, I. J. 1939. The breeding of -
 improved self lines of corn. *J. Am. Soc. Agron.*
 31: 710-722.
- (16) _____ and immer, F. R. 1942. Métodos Fitotécnicos.
 Mc. Graw Hill Book Co., N. Y.
- (17) Hull, F. H. 1946. Oyerdominance and corn breeding where
 hybrid seed is not feasible. *J. Am. Soc. Agron.*
 38: 110-113.

- (18) Jinks, J. L. 1954. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. Agr. Res. Co. University of Birmingham.
- (19) Johnson, I. J. and Hayes, H. K. 1936. The combining ability of inbred lines of Golden Bantam sweet corn. J. Am. Soc. Agron. 38: 246-252.
- (20) _____ 1940. The value in hybrid combinations of inbred lines of corn selected from single crosses by the pedigree method of breeding. J. Am. Soc. Agron. 32: 479-485.
- (21) Jones, D. F. 1917. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. Genetics 2: 466-479.
- (22) _____ 1922. The productiveness of single and double cross first generation hybrids. J. Am. Soc. Agr. 14: 241-252.
- (23) Jugenheimer, W.R. 1959. Obtención de maíz híbrido y producción de semilla. FAO No. 62
- (24) Lonquist, J. H. 1950. The effect of selection for combining ability within segregating lines of corn. Agron. J. 42: 503-508.
- (25) _____ 1960. El mejoramiento de las poblaciones de maíz. Managua, Nicaragua, PCCMM. 6:14-22
- (26) Muñoz, O. A. 1966. El cultivo del maíz en la Mesa Central. Circular Cib No. 6, S.A.G. México.

- (27) Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa Wiley, S. A. México, D. F.
- (28) Richey, F. D. 1924. Effects of selection on the yield of a cross between varieties of corn. U. S. Dept. -- Agr. Bull. 1209:1-19.
- (29) _____ and Mayer, L. S. 1925. The productiveness of successive generations of self fertilized lines of corn and of crosses between them. U.S. Dept. Agrn. Bull. 1354: 1-18.
- (30) Richey F. D. 1946. Bruces explanation of hybrid vigor. -- Jour Her. 36:833-841
- (31) Shull, G. H. 1908. The Composition of a field of maize. Am. Breed. Assoc. Rept. 4: 296-301
- (32) _____ 1909. A pure line method of corn breeding. - Am. Breed. Assoc. Rept. 5: 51-59
- (33) _____ 1910. Hybridization methods, in corn breeding Am Breed. Assoc. 1: 98-107
- (34) _____ 1948. Why is Heterosis. Genetics 33: 439-446
- (35) Sprague, G. F. 1946. Early testing of inbred lines of -- corn. J. Am. Soc. Agron. 38: 108-117.
- (36) _____ 1955. Corn and Corn improvement. Acad. Press. Inc. Publishers. New York, N. Y.

- (37) Wellhausen, E. J. 1951. El maíz híbrido y su utilización en México. Folleto Técnico No. 6 O.E.E., S.A.G. México.
- (38) _____, Roberts, L. M. y Hernández, X. E. 1951. Razas de Maíz en México. Folleto Técnico No. 5 O.E.E., S.A.G. México.
- (39) Wu, S.K. 1939. The relationship between the origin of selfed lines of corn and their value in hybrid combinations. J. Am. Soc. Agron. 31: 710-722.

VIII APENDICE

Cruzas Serie B	Rend. Prom.	Días a Floración	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas	Acame
31 B x 31	6.673	71	2.90 M.	1	2	1
56 B x 56	5.930	70	2.65	2	2	1
58 B x 58	4.602	68	2.55	2	2	1
71 B x 71	6.809	77	3.00	2	1	1
93 B x 93	5.577	70	2.65	2	2	1
95 B x 95	3.850	73	2.30	2	2	1
H - 366 (TESTIGO)	6.619	77	3.00	1	1	1
117 B x 177	4.458	71	2.65	2	1	1
133 A x 133 B	6.468	69	2.50	1	2	1
H - 352 (TESTIGO)	6.413	74	2.90	2	2	1
158 B x 158	5.721	72	2.60	2	2	1
163 B x 163	3.764	71	2.65	2	2	1
183 B x 183	5.753	73	3.20	2	2	1
191 B x 191	3.760	72	2.55	2	2	1
223 B x 223	3.911	71	2.56	1	2	1
H - 309 (TESTIGO)	6.410	76	3.00	1	2	1
234 B x 234	5.035	75	3.00	2	2	1
236 B x 236	6.227	73	2.80	1	1	1
238 B x 238	5.681	74	2.80	2	1	1
239 B x 239	4.432	71	2.80	2	2	1
269 B x 269	3.677	73	2.30	2	2	1
276 B x 276	4.569	74	2.80	2	2	1
294 B x 294	3.954	74	2.75	2	2	1
322 B x 322	6.448	72	3.00	1	2	1
344 B x 344	6.094	73	2.81	1	2	1
351 B x 351	5.632	75	2.80	2	2	1
378 B x 378	8.092	76	3.00	1	2	1

Cruzas Serie B	Rend. Prom.	Días a Floración.	Altura	Calif.Plant. enfermas	Calif.Mazorcas enfermas	Acame
417 B x 417	5.505	71	2.70	2	2	1
414 B x 414	4.345	78	2.70	2	2	1
423 A x 423 B	3.213	75	2.50	2	2	1
Cruzas Serie A						
9 A x 9	4.520	72	2.90	2	2	1
21 A x 21	3.437	73	2.55	2	2	1
Comp. II Celaya	5.970	71	2.75	1	1	1
39 A x 39	6.266	71	2.85	1	2	1
51 A x 31	4.887	76	2.55	2	2	1
66 A x 66	4.738	72	2.25	2	2	1
67 A x 67	3.758	69	2.45	2	2	1
69 A x 69	5.182	74	2.75	2	2	1
130 A x 130	4.701	71	2.50	2	2	1
146 A x 146	5.982	72	2.60	2	2	1
150 A x 150	4.056	74	2.65	2	2	1
151 A x 151	4.407	73	2.35	2	2	1
166 A x 166	5.035	76	2.35	1	2	1
181 A x 181	4.876	71	2.40	2	2	1
187 A x 187	5.706	73	2.70	1	2	1
196 A x 196	4.094	72	2.00	2	1	1
200 A x 200	4.476	72	2.80	2	1	1
203 A x 203	4.719	71	2.40	2	2	1
213 A x 213	5.678	74	3.00	2	2	1
217 A x 217	4.471	74	2.50	2	2	1
287 A x 287	5.249	74	2.75	1	2	1
307 A x 307	5.168	75	2.65	1	2	1
310 A x 310	3.103	74	2.75	2	2	1
312 A x 312	5.864	76	2.75	2	2	1

Cruzas Serie B	Rend. prom.	Dias A Floración.	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas.	Acame
327 A x 327	5.197	71	2.50	1	2	1
341 A x 341	6.201	73	2.90	1	2	1
360 A x 360	4.455	75	2.75	2	2	1
389 A x 389	4.309	74	2.65	3	3	1
410 A x 410	4.268	75	2.60	2	2	1
423 B x 423 A	2.187	78	2.65	2	2	1
414 A x 414	5.168	75	2.75	1	2	1
429 A x 429	3.288	78	2.50	2	2	1
76 A x 76	4.176	69	2.25	2	2	1
363 A x 363	3.978	73	2.45	2	2	1
Autofecundaciones A						
9	2.099	69	1.75	3	3	1
21	2.746	72	2.60	2	2	1
88	3.275	73	1.82	1	2	1
31	2.696	69	1.55	2	2	1
39	3.224	71	2.60	2	2	1
51	2.749	77	1.90	1	2	1
58	1.438	77	1.85	2	2	1
66	1.890	75	1.55	2	2	1
67	2.268	66	1.80	2	2	1
71	1.328	75	2.10	3	3	1
93	1.845	71	1.65	2	2	1
95	0.827	75	2.00	1	2	1
---128 B	1.435	72	1.80	3	3	1
117	2.162	70	1.85	2	2	1
130	2.299	73	1.70	1	2	1
133	2.366	79	1.80	3	3	1
146	2.286	78	1.85	2	2	1

Autofecundaciones A	Rend. prom.	Dias a Floración.	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas.	Acame
150	2.346	73	2.00	2	2	1
151	1.163	79	1.65	2	2	1
--- 169 B	2.424	74	2.30	2	2	1
158	1.160	78	1.50	3	3	1
163	2.615	76	1.80	3	3	1
166	2.675	78	2.10	2	2	1
181	1.990	70	1.40	2	2	1
183	2.182	76	2.15	2	2	1
187	2.695	77	2.00	2	2	1
191	2.838	75	2.00	2	2	1
196	2.299	77	2.30	2	2	1
200	3.747	76	2.50	1	2	1
203	1.214	76	2.15	2	2	1
213	2.367	79	2.35	1	2	1
217	3.173	80	2.00	1	2	1
223	2.492	81	2.10	2	2	1
223	2.492	81	2.10	2	2	1
--- 198	3.325	75	2.40	1	2	1
234	2.586	72	1.70	1	2	1
236	2.574	73	1.85	2	2	1
238	1.644	79	1.65	2	2	1
239	0.573	78	1.50	3	2	1
262	3.340	75	1.85	1	2	1
276	2.214	75	2.00	2	2	1
287	3.562	79	2.50	1	2	1
294	2.735	81	2.55	2	2	1
307	1.298	80	2.55	2	2	1
310	1.306	81	1.80	2	2	1
312	3.719	78	2.00	1	2	1

Autofecundaciones A	Rend. prom.	Días a Floración.	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas.	Acame
322	1.683	80	2.25	2	2	1
327	1.938	82	2.00	2	2	1
341	2.640	78	2.00	2	2	1
344	2.492	77	2.15	2	2	1
351	1.335	82	2.10	2	2	1
360	1.849	77	2.30	3	3	1
363	1.478	78	2.50	2	2	1
378	3.215	78	2.35	1	2	1
389	1.538	75	2.20	3	3	1
410	1.593	75	2.00	2	2	1
414	2.429	76	2.35	2	2	1
423	1.658	79	2.45	2	2	1
429	2.419	82	2.20	2	2	1
76	2.689	67	1.75	2	2	1
56	2.022	72	2.80	2	1	1
417	2.067	75	1.60	2	2	1
Autofecundaciones B						
9	2.264	72	2.35	2	1	1
21	1.516	72	1.90	2	1	1
--- 252	1.599	80	1.70	2	2	1
31	2.116	74	2.20	2	2	1
39	2.455	78	2.00	2	2	1
51	2.255	76	1.90	2	2	1
58	3.290	75	1.85	1	2	1
66	1.554	77	2.20	2	2	1
67	1.572	75	2.00	2	1	1
69	2.144	70	2.20	2	2	1
71	2.469	74	2.00	2	2	1

Autofecundaciones B.	Rend. prom.	Dias a Floración	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas	Acame
93	3.211	74	2.00	1	2	1
95	2.216	74	2.00	2	2	1
--- 267 A	2.115	74	2.00	2	2	1
117	1.134	78	1.80	2	2	1
130	1.053	72	2.15	2	2	1
133	0.804	77	1.50	3	3	1
146	1.768	75	2.30	3	3	1
150	2.473	78	2.25	2	2	1
151	1.334	83	2.20	3	3	1
--- 323	2.260	71	1.90	2	2	1
158	1.284	79	2.20	2	1	1
163	1.627	75	2.50	2	2	1
166	1.514	80	2.20	2	2	1
181	2.046	77	2.10	1	2	1
183	1.234	76	2.30	3	3	1
187	1.449	78	1.80	1	2	1
191	2.775	78	1.70	2	2	1
196	1.558	69	1.70	2	1	1
200	2.178	77	2.20	1	2	1
203	1.455	77	2.20	2	1	1
213	0.864	80	2.40	3	3	1
217	0.923	76	1.90	2	2	1
223	3.720	78	2.15	1	2	1
--- 375	4.174	77	2.50	1	1	1
234	2.456	78	2.15	2	2	1
236	2.178	78	2.50	2	2	1
238	2.303	74	2.00	2	2	1

Autofecundaciones B	Rend. prom	Días a Floración	Altura	Calif. Plant. enfermas	Calif. Mazorcas enfermas	Acame
269	0.729	77	1.80	3	3	1
239	1.179	78	1.65	2	2	1
276	0.996	72	1.50	3	3	1
287	1.281	77	1.50	1	2	1
294	1.290	76	1.90	2	2	1
307	1.049	80	2.00	2	2	1
310	1.750	77	1.80	3	3	1
312	2.675	80	2.40	2	2	1
322	1.093	81	2.30	2	2	1
327	2.606	78	1.70	1	2	1
341	2.614	78	2.20	1	2	1
344	1.193	79	2.10	2	2	1
351	3.001	78	2.30	1	2	1
360	1.889	82	2.20	3	3	1
363	1.813	85	2.00	1	2	1
378	1.006	84	1.90	3	3	1
389	2.072	81	1.85	2	1	1
410	2.458	76	2.00	2	2	1
414	1.137	80	2.00	3	3	1
423	2.230	80	2.25	2	2	1
429	0.624	81	1.75	2	3	1
76	2.776	72	1.75	2	2	1
56	1.555	76	1.50	3	3	1
417	1.878	78	2.10	2	2	1