

# Poblaciones Extranjeras de Maíz como Fuente Potencial de Precocidad en el Trópico Mexicano<sup>1</sup>

R. E. Preciado\*, F. Caballero\*\*

## ABSTRACT

Early maize varieties can be successfully grown in different production systems in the humid tropics of Mexico. Unfortunately early tropical types are frequently associated with low yield. Consequently, United States corn belt germplasm, with good yield performance, has been introduced. Preliminary results suggest that this germplasm may be a good source of early, high-yielding materials. In this paper, the results of two back-crossing cycles between Mexican and US pools are discussed. The results showed that in two backcrosses into the Mexican pool, the earliness of the US temperate maize was maintained. Furthermore, an improvement in ear quality, husk coverage, and reduction of ear rots was observed. Nevertheless, an increase in plant and ear height, stem breakage and leaf area was observed in the back cross generations compared to the US germplasm.

## INTRODUCCION

En algunas áreas tropicales de México donde es posible sembrar maíz en humedad residual y en "tonalmil" (siembra que se efectúa durante los meses de noviembre y diciembre en las zonas norte y sur del Estado de Veracruz. Este sistema de siembra utiliza humedad residual del temporal y algunas lluvias ocasionales, producidas por los vientos del norte), o bien donde el temporal (secano) es errático, así como en diferentes patrones de cultivo, se pueden utilizar variedades con una precocidad aproximada de 50 días hasta la floración y 90 días hasta la cosecha. Sin embargo, no obstante los grandes esfuerzos que algunos investigadores invirtieron en el pasado para el desarrollo de ese tipo de variedades, a la fecha no hay resultados satisfactorios.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 1 de marzo de 1988

\* M. C. Líder del Programa de Maíz del Campo Agrícola Experimental Cotaxtla (CAECOT); Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Veracruz, México.

\*\* M. C. Investigador del Programa de Maíz del Campo Experimental Valle de Apatzingán; Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Michoacán, México.

## COMPENDIO

En el Trópico Húmedo de México existe una gran superficie de siembra en humedad residual y "tonalmil", así como diversos sistemas de producción, donde las variedades de maíz de ciclo precoz pueden ser utilizadas satisfactoriamente. Por otro lado, debido a que las variedades precoces tienen una alta correlación con el bajo rendimiento, se recurrió a la introducción de germoplasma de alto rendimiento en zonas templadas y que en el trópico tienen un comportamiento precoz, tal es el caso de algunas poblaciones de la faja maicera de Estados Unidos de América (EUA). En este trabajo se analizan algunas características agronómicas en las cruces intervarietales entre materiales de México y EUA, así como en dos ciclos de retrocruzamiento hacia la obtención de germoplasma mexicano. De los resultados más sobresalientes se observó que en los ciclos de retrocruzamiento, se mantuvo la precocidad de las poblaciones de EUA; hubo avance en los materiales retrocruzados en relación con la cruza en F<sub>2</sub>, al tener mejor calificación y sanidad de la mazorca, menor número de mazorcas podridas, amarillas y con mala cobertura de mazorca. También se observó en los genótipos, a través de los ciclos de retrocruzamiento, un incremento en la altura de la planta, mazorca, acame y área foliar en relación con los materiales de EUA.

Debido a que la precocidad tiene una alta correlación con el bajo rendimiento, en la actualidad algunas tendencias tratan de conjuntar el alto rendimiento y la precocidad; éstas son: seleccionar genótipos rendidores de fuentes precoces; cruzar genótipos precoces por genótipos intermedios y seleccionar según precocidad en materiales intermedios.

Por otro lado, ya que los materiales intermedios de zonas templadas tienen un comportamiento mucho más precoz en el trópico, es posible utilizarlos como fuentes de precocidad pues en su lugar de origen tienen un alto potencial de rendimiento como materiales intermedios; tal es el caso de las poblaciones introducidas de la faja maicera, usadas en este estudio. El término "faja maicera" se refiere a la ubicada en Estados Unidos de América ("Corn Belt"), que comprende los estados de Iowa, Nebraska e Illinois, principalmente.

La información que brinda la literatura es aplicada a la adaptación de germoplasma exótico a la faja maicera.

cera, donde se requieren materiales sumamente uniformes para utilizarlos en la formación de híbridos de cruce simple, principalmente. En México, la adaptación de variedades extranjeras a las condiciones locales, no necesita de materiales con tal uniformidad, sino simplemente adaptados, con buen potencial de rendimiento y precocidad —motivo de este estudio— y que puedan ser utilizadas como variedades de polinización libre a corto plazo. De ahí la importancia de las cruces intervarietales en este artículo.

### Objetivos

- Determinar la posibilidad de aprovechar las cruces intervarietales entre el material introducido en México para formar variedades precoces adaptadas a las zonas tropicales del país.
- Estudiar el rendimiento y características fenológicas de una serie de cruces intervarietales de poblaciones mexicanas y de Estados Unidos de América, a través de dos ciclos de retrocruzamiento con material mexicano.
- Señalar diferencias morfológicas y de precocidad en los genótipos estudiados a través de los ciclos de retrocruzamiento.

### REVISIÓN DE LITERATURA

Hallauer (2) definió en 1978 el término "exótico" como aquel germoplasma no nativo, de origen foráneo, introducido de otro lado; desadaptado y desaclimatado. Agrega que esta amplia definición debería incluir todo el germoplasma que no se puede utilizar de inmediato en un programa de mejoramiento. El mismo autor agrega que existen estudios de selección para adaptar germoplasma exótico, al usarlo dentro de los programas de mejoramiento de la faja maicera en forma efectiva.

Wellhausen (8), en 1965, enfatizó acerca del tremendo potencial para mejorar el maíz en la faja mencionada, mediante el uso de germoplasma exótico, que permitiría incrementar la variabilidad genética en las poblaciones e intensificar la heterosis debido a la diversidad genética.

Hallauer (2), en 1978, mencionó que el cruzar germoplasma exótico con el adaptado ha sido un procedimiento usual para incorporar el primero. Este procedimiento es exitoso si se permite un suficiente entrecruzamiento y una baja intensidad de selección, antes de iniciar ésta de manera intensa. Después el mismo autor (2) agrega que la adaptación y aclimatación de germoplasma exótico requiere un programa

a largo plazo, involucrando selección cíclica y recombinación, dedicándole tiempo y paciencia.

Posteriormente Hallauer (3) afirmó, en 1980, que los esquemas de selección recurrente a largo plazo son métodos de mejoramiento utilizados para desarrollar los caracteres cuantitativos; mantener la variabilidad genética y adaptar el germoplasma exótico. Para alcanzar los objetivos de mejoramiento a corto plazo, la aplicación del mejorador puede enfatizar en la selección por pedigrí, pero los esquemas de selección recurrente pueden suplementarlo y, después de un determinado periodo de tiempo, convertirse en parte integral de los programas de mejoramiento aplicados.

Troyer y Brown (7), en 1972, seleccionaron según precocidad en tres sintéticos de maíz, dos de ellos formados con germoplasma mexicano y de la faja maicera, y el otro con germoplasma del Oeste de la India y de la faja maicera. Encontraron en seis ciclos de selección una respuesta en promedio de 1.8 días de precocidad en floración por ciclo y 1.2 % de humedad menos por ciclo en el grano. Los autores agregan que la precocidad está asociada con la altura de la planta, ya que después de la aparición de la inflorescencia masculina no se forman más nudos; también mencionan que la altura de la mazorca está estrechamente relacionada con la altura de planta. En promedio estas alturas —planta y mazorca— se redujeron 7.2 y 5.2 cm por ciclo, respectivamente.

Compton, Mumm y Mathema (1) evaluaron, en 1979, el avance en la adaptación y rendimiento en 10 poblaciones de maíz, ocho de ellas formadas con germoplasma exótico, o bien con germoplasma de faja maicera por exótico, y las dos poblaciones restantes de la faja maicera, empleando en todos los casos la selección masal. En los ensayos se incluyeron dos generaciones de cada población como sigue: el ciclo original y el ciclo más avanzado de selección. La diferencia fue dividida entre el número de ciclos de cada población para determinar el avance por ciclo. En promedio, la selección incrementó más el rendimiento de grano en las poblaciones exóticas que en las adaptadas. Agregan los autores que los datos indican que cuando los rendimientos iniciales son altos, la tasa de incremento es menor al seleccionar para adaptación y proliferación.

Wellhausen (8) sugirió en 1965 la formación de cuatro complejos ("pooles") genéticos formados con materiales de 'Antigua', 'Cristalinos Cubanos', 'Harinoso de Ocho' y 'Tuxpeño', cruzándolos con germoplasma de la faja maicera. Wellhausen aconseja el empezar con pequeños porcentajes (> 25 %) de germoplasma exótico.

En general la literatura que habla de la utilización de germoplasma exótico en las condiciones de la faja maicera, apunta una serie de desventajas para su utilización inmediata, debido principalmente a que los materiales exóticos al cruzarse con adaptados, en aquellas condiciones, se vuelven fenotípicamente variables y más tardíos, por lo que se necesita mucho tiempo y trabajo para la formación de las cruza simples utilizadas en aquella región.

Por otro lado las siembras de maíz en zonas tropicales en México, no requieren variedades con tanta uniformidad, simplemente con adaptación y buen potencial de rendimiento, por lo que es factible la utilización a corto plazo de material "exótico"

#### MATERIALES Y METODOS

##### Area de Estudio

El presente trabajo fue realizado en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla (CAECOT), sede del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro (CIAGOC). Esta localidad se encuentra situada en el meridiano 95° 10' al Oeste de Greenwich y en el paralelo 18° 50' de latitud Norte, y a una altura de 26 m sobre el nivel del mar.

El clima es del tipo cálido subhúmedo, con una precipitación pluvial de 1300 mm; la temperatura media anual oscila entre 24 y 27°C con inviernos benignos y con una estación seca bien definida.

Cuadro 1. Algunas características de las mejores cruza intervarietales (Méx. EUA) evaluadas en Cotaxtla y utilizadas en el presente estudio (1981).

Genealogía	Características	Días a flor $\delta$
1 [P.R. 7822 X (BS 18 X BS 13 (S)) C2] F2	Rendidora precoz	50
2 [P.R. 7822 X (BSL (S)) C6] F2	Rendidora	52
3 [P.R. 7822 X (BS 23 (S)) C2] F2	Rendidora	52
4 [P.R. 7822 X (BS 16 (S2)) C2] F2	Rendidora precoz	50
5 [Pool 19 X (BS 16 (S2)) C2] F2	Precoz	50
6 [Pool 19 X (BS 16 X BS 13 (S)) C2] F2	Precoz	50
7 [Pool 19 X (BS 18 X BS 13 (S)) C2] F2	Precoz	50
8 [Pool 20 X (BS 13 (S)) C2] F2	Rendidora	50
9 [Pool 20 X (BS 16 (S2)) C2] F2	Precoz	50
10 [Pool 20 X (BSL (S)) C6] F2	Precoz	50
11 [P.R. 7843 X BSL (S)) C6] F2	Precoz	50
12 [Across 7729 X (BS 16 (S2)) C2] F2	Precoz	50
13 [Across 7729 X (BS 18 X BS 13 (S)) C2] F2	Precoz	50
14 [Across 7729 X (BS 16 X BS 13 (S)) C2] F2	Rendidora	51
15 [Across 7734 X (BS 18 X BS 13 (S)) C2] F2	Precoz	50
16 [Across 7832 X (BS 13 (S) C2 X BSL (S)) C6] F2	Rendidora	50
17 [Across 7832 X (BS 16 X BSL (S)) C6] F2	Rendidora	51
18 [Bco Dent 2 (BS 13 (S)) C2] F2	Precoz	50

##### Material Genético

Los materiales utilizados en este estudio se presentan en el Cuadro 1, y fueron 18 los que mostraron mejores atributos, tanto de rendimiento como de características fenológicas, en un ensayo de rendimiento (1981), establecido en el Campo Cotaxtla en tiempo de sequía (secano). Dicho ensayo incluyó 64 cruza de poblaciones de EUA con poblaciones tropicales.

El germoplasma involucrado en las cruza intervarietales, tanto de la faja maicera como del generado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ha sido sometido a diversos esquemas de selección recurrente, acumulando genes favorables para diversas características. En el Cuadro 2 se presenta una relación del germoplasma involucrado en las cruza intervarietales superiores.

Las cruza intervarietales anteriores fueron avanzadas a F<sub>2</sub> en riego de 1982, y en el ciclo de temporal de ese año se incluyeron como hembras en el segundo ciclo de recombinación del Compuesto de Amplia Base Genética Precoz (CABG Precoz), donde fue formado el primer ciclo de recombinación de estos materiales que, para propósitos de este estudio, se denominó ciclo uno (C<sub>1</sub>); el ciclo dos (C<sub>2</sub>) fue formado en el tercer ciclo de recombinación del mencionado compuesto. El macho del segundo y tercer ciclos de recombinación del CABG Precoz se formó con un compuesto balanceado de los siguientes materiales:

- V-420 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
V-410 segundo y tercer ciclo de recombinación.

VS-425 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 V-416 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 V-455 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 Pool 19 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 Bco. Dent. 2 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 Tuxp. C-17 segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 Cot. XIX segundo y tercer ciclo de recombinación.  
 Tam 15 segundo y tercer ciclo de recombinación.

Cuadro 2. Origen de las poblaciones que intervienen en las cruza intervarietales superiores.

Población	Germoplasma
BSL (S) C <sub>6</sub>	('Lancaster Sure Crop')
BS 13 (S <sub>2</sub> ) C <sub>2</sub>	('Iowa Stiff Stalk Synthetic')
BS 16 (S <sub>2</sub> ) C <sub>2</sub>	('ETO')
BS 18	('Krug')
PR 7822	('Mezcla Tropical Blanca')
PR 7843	('La Posta')
Across 7729	('Tuxpeño Caribe')
Across 7832	('ETO Blanco')
Across 7834	('Cristalinos Cubanos')
Pool 19	('Intermedio Blanco Cristalino')
Pool 20	('Intermedio Blanco Dentado')

**Siembra y Labores de Cultivo**

En el ciclo de sequía de 1983 fue establecido en el CAECOT, un ensayo con 18 cruza intervarietales (Méx. EUA) en F<sub>2</sub> que, en adelante, llamaremos CO y sus respectivos C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> de retrocruzamiento

El ensayo se inició el 15 de julio de 1983, con un arreglo de parcelas divididas en: grandes, de 12 surcos con 5.5 m de largo y en chicas de cuatro surcos del mismo largo, con una distancia entre surcos de 0.75 m y entre matas de 0.50 metros. Dejando dos plantas por mata después del atierre, la parcela útil estaba conformada por los dos surcos centrales de la parcela chica.

Las demás prácticas agronómicas fueron las recomendadas por el programa de maíz del CAECOT.

**Toma de Datos**

Los datos tomados fueron: días hasta la floración ♂; altura de planta y de mazorca; calificación de planta y de mazorca; rendimiento por parcela convertido en kilogramos de semilla por hectárea. Se determinó el número de mazorcas amarillas debido a que los genótipos de EUA tienen grano amarillo y en los ciclos se seleccionó los de grano blanco; así como el número de mazorcas podridas y el de plantas acamadas y

con mala cobertura. El área foliar se estableció de acuerdo con el método propuesto, en 1973, por Mendoza y Ortíz (5), con el uso de un medidor electrónico (Licur 3100) del área foliar.

El tamaño de la muestra para determinar el área foliar fue de 10 plantas por parcela chica (30 plantas por parcela grande), debido a la gran variabilidad genética que se presenta en los genótipos.

**Análisis Estadístico**

De acuerdo con los tratamientos tanto de cruza intervarietales como de ciclos de retrocruzamiento, se seleccionó el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones, considerando como la cruza intervarietal a la parcela grande y el ciclo de retrocruzamiento a la parcela chica.

**Modelo Estadístico**

El modelo utilizado para el análisis estadístico de la información obtenida sobre el experimento en el campo, es el siguiente.

$$X_{ijk} = \mu + p_i + \alpha_j + D_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

X<sub>ijk</sub> = Observación de respuesta del i-ésimo bloque, de la j-ésima cruza intervarietal y el k-ésimo ciclo.

μ = media general

p<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo bloque i = 1, 2, 3

α<sub>j</sub> = efecto de la j-ésima cruza intervarietal j = 1, 2, ... 18

D<sub>ij</sub> = error A asociado al i-ésimo bloque y j-ésima cruza intervarietal

β<sub>k</sub> = efecto del k-ésimo ciclo k = 1, 2, 3

(αβ)<sub>jk</sub> = efecto de la interacción de la i-ésima cruza intervarietal y el k-ésimo ciclo.

E<sub>ijk</sub> = error B (aleatorio).

Este modelo descrito por Steel y Torrie (6), en el cual todos los efectos se consideraron fijos, excepto los errores A y B que se consideran aleatorios, conduce al análisis de variancia que se muestra en el Cuadro 2, donde la relación de F para repeticiones y cruza intervarietales se obtuvo dividiendo el cuadrado me-

dio de cada uno de estos efectos entre el error A; respecto de los ciclos y la interacción cruza intervarietales por ciclos, la F se calculó con el cuadrado medio de cada componente entre el error B.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3 se presenta el resultado del análisis de variancia para cada una de las variables estudiadas. Se puede apreciar que las cruza intervarietales muestran diferencias significativas en las variables: floración ♂; altura de planta y mazorca; calificación de mazorca; plantas con mala cobertura; mazorcas podridas; mazorcas amarillas; área foliar; calificación de planta y acame; y en el resto de las variables no hubo diferencia significativa. Esto indica que, no obstante que las cruza intervarietales no presentaron diferencias en su rendimiento, debido posiblemente a que sólo son cuatro las poblaciones de la faja maicera que se encuentran en diferentes combinaciones, existía una gran variación entre ellas en el resto de las variables.

Los ciclos de retrocruzamiento muestran diferencias altamente significativas en altura de planta y de mazorca; calificación de planta y de mazorca; sanidad de mazorca; cobertura y número de mazorcas podridas; acame, número de mazorcas amarillas y área foliar. No hubo diversidad en cuanto al rendimiento, floración y sanidad de planta. Las diferencias significativas para algunas variables en esta fuente de variación indican el cambio de las cruza intervarietales a través de los ciclos de retrocruzamiento. Además, es importante resaltar que aun cuando los genótipos de la faja maicera fueron cruzados con materiales tropicales y la F<sub>2</sub> fue retrocruzada dos veces, la precocidad no se modificó, lo cual apoya la posibilidad de utilizar dicho germoplasma en nuestros programas.

En el Cuadro 3 se aprecian también diferencias altamente significativas en la interacción de cruza intervarietales por ciclo en las variables floración ♂, altura de planta y de mazorca, calificación de planta, sanidad de planta y número de mazorcas amarillas.

Cuadro 3. Significancia de los cuadrados medios en el análisis de variancia de las cruza intervarietales Méx-USA. (CAECOI, 1983 B).

	Cruza intervarietal (PG)	Ciclos	Cruza intervarietal X Ciclo	C.V.
Rendimiento	NS	NS	*	15.56
Flor ♂	**	NS	**	1.48
Altura de planta	**	**	**	4.20
Altura de mazorca	**	**	**	6.71
Calificación de planta	*	**	**	13.50
Calificación de mazorca	**	**	NS	15.22
Sanidad de planta	NS	NS	**	11.85
Sanidad de mazorca	NS	**	NS	15.77
Cobertura	**	**	NS	64.79
Mazorcas podridas	**	**	NS	58.17
Acame	*	**	*	77.63
Número de mazorcas amarillas	**	**	**	54.13
Área foliar por planta	**	**	*	18.21

\*\* Altamente significativo al 1 % de probabilidad

\* Significativo al 5 % de probabilidad.

NS No significativo

En lo que respecta al rendimiento, acame y área foliar, la diferencia estadística es significativa, y no hubo disparidades en el resto de las variables. Esta interacción indica que las cruza intervarietales muestran otro comportamiento a través de los ciclos de retrocruzamiento.

En el mismo cuadro se muestran los coeficientes de variación de cada variable. La mayoría estuvo dentro de rangos aceptables, con excepción de las corres-

pondientes a cobertura de mazorca, número de mazorcas podridas, plantas acamadas y mazorcas amarillas; esto se atribuye posiblemente a que este tipo de variables no siempre tienen una distribución normal.

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento (que no fue estadísticamente significativo), las características agronómicas de los genótipos estudiados y las variables que mostraron diferencias importantes. Este cuadro es el producto de la media de las cruza interva-

rietales (parcelas grandes) a través de sus ciclos de retrocruzamiento y, dado que hubo disparidades entre ellos, sólo se presenta con el fin de ilustrar el rango de aparición de las variables. Por otro lado, las cruza intervarietales [Across 7729 X BS 16 X BS 13 (S) C2] F2 y [PR 7822 X BS 16 (S<sub>2</sub>) C2] F2, mostraron una buena precocidad y mejores características agronómicas que el resto

En la última columna del Cuadro 4 se muestra el área foliar total por planta, donde se observa un rango entre poblaciones de 3482 a 6140 centímetros cuadrados. Este aspecto es de importancia cuando se requieren plantas eficientes y con cierta resistencia a la sequía, según Johnson (4) en 1977

En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos y características de la planta a través de ciclos de retrocruzamiento, así como la significancia según la prueba de Duncan para cada una de las variables. Aun cuando los rendimientos fueron estadísticamente iguales, se incluyeron para apreciar las diferencias numéricas en cada uno de los ciclos.

Respecto de las variables: altura de planta y de mazorca, se aprecia una tendencia a ganar altura a través de los ciclos de retrocruzamiento. Lo anterior se contradice con lo expuesto por Troyer y Brown (7) quienes encontraron una relación entre menor porte y precocidad; esto se explica porque el compuesto macho utilizado posee algunos progenitores altos. En el

Cuadro 4. Rendimiento y características fenológicas de la media de las cruza intervarietales en F<sub>2</sub>. (Campo Cotaxtla, CIAGOC, INIFAP, SARH, 1983).

Genealogía	Rend.	Flor ♂	Número de plantas								
			Altura		Calificación*		Mz. Cob.	Mz. Pod.	Acame	Ms. amarillas	Área foliar por planta (cm <sup>2</sup> )
			Planta	Mz.	Planta	Mz.					
1 [Across 7729 X BS16 X BS13 (S) C2]F2	5152	47	225	121	5	7	3	2	3	5	4923
2 [P.R. 7822 X (BS18 X BS13 (S)) C2]F2	5084	47	230	123	5	7	5	3	2	6	6140
3 [Across 7729 X BS18 X BS13 (S) C2]F2	5079	47	231	125	6	7	2	3	2	12	4317
4 [P.R. 7822 X BS16 (S <sub>2</sub> ) C2]F2	4898	46	222	115	7	7	2	1	1	3	4394
5 [Across 7732 X (BS13 (S))C2 X BSL(S))C6]F2	4821	47	232	122	6	7	3	3	3	5	4620
6 [P.R. 7822 X (BS12 (S)) C2]F2	4814	47	224	119	5	7	2	1	3	4	4142
7 [Across 7832 X (BS13 (S))C2 X BSL(S))C6]F2	4649	46	222	118	5	6	2	2	4	5	4025
8 [Pool 19 X (BS18 X BS13 (S))C2]F2	4642	48	226	112	5	7	3	3	2	7	5029
9 [Bco Dent 2 X BS13 (S) C2]F2	4621	48	204	99	6	7	2	1	1	6	5056
10 [Across 7734 X (BS18 X BS13 (S)) C2]F2	4575	47	239	129	5	7	5	2	3	4	4867
11 [Pool 19 X (BS16 (S)) C2]F2	4344	47	221	116	6	7	4	1	1	4	5986
12 [P.R. 7843 X BSL (S) C6]F2	4259	49	234	122	6	7	4	2	2	4	4850
13 [Across 7729 X (BS13 (S)) C2]F2	4208	48	207	102	6	6	3	2	2	4	4789
14 [Across 7832 X (BS16 X BSL (S)) C6]F2	4127	47	218	118	5	6	3	2	3	11	3482
15 [Pool 20 X (BSL (S)) C6]F2	4086	46	235	122	5	6	2	2	4	10	5157
16 [Pool 19 X (BS13 (S)) C2]F2	3925	48	208	104	6	6	4	1	0	6	3976
17 [Pool 20 X (BS16 (S <sub>2</sub> )) C2]F2	3862	46	214	115	6	6	3	3	3	2	4213
18 [P.R. 7822 X (BSL (S)) F2	3796	49	225	118	6	6	2	2	3	4	4614

\* Escala de calificación del 1 a 9: 1, la peor; 9, la mejor

futuro este incremento en altura se puede evitar al seleccionar las plantas segregantes de porte bajo

En la calificación de la planta el ciclo cero mostró más uniformidad y mejor tipo de planta que los ciclos subsecuentes.

En la calificación según sanidad de mazorca se obtuvo un mejor puntaje por el tamaño y uniformidad y una mejor sanidad en los ciclos dos y uno, en com-

paración con el material original; lo cual indica que la selección fue satisfactoria

El número de mazorcas con mala cobertura también disminuyó a través de los ciclos de retrocruzamiento.

Igualmente el número de mazorcas podridas disminuyó a través de los ciclos de retrocruzamiento; esto puede estar correlacionado con la variable anterior, o

Cuadro 5. Rendimiento y características fenológicas por ciclo de retrocruzamiento. (Campo Cotaxtla, CIAGOC., INIA, SARH, 1983).

	Rendimiento	Altura		Calificación*		
		Planta	Mazorca	Planta	Mazorca	Sanidad de mazorca
Ciclo Cero	4676a	214.1b	109.0b	6.1a	6.0b	5.0b
Ciclo Uno	4457a	227.2a	120.2a	5.4b	6.6a	6.0a
Ciclo Dos	4358a	228.7a	121.3a	5.4a	7.0a	6.3a

  

	Mala cobertura de mazorcas	Mazorcas podridas (número)	Plantas con acame (número)	Mazorcas amarillas (número)	Área foliar por planta
Ciclo Cero	4.6a	2.8a	1.2b	8.9a	4579 b
Ciclo Uno	2.7b	1.7b	3.1a	5.5b	4823a
Ciclo Dos	2.1b	1.4b	2.8a	2.7c	4695ab

\* Escala de calificación de 1 al 9: 1, la peor y 9, la mejor

sea si se tiene buena cobertura en las mazorcas se tendrá un menor número de las podridas.

El número de plantas acamadas se incrementó en el primer ciclo de retrocruzamiento y disminuyó ligeramente en el segundo. Debido a que esta variable es influida grandemente por la altura de la planta, en el futuro se puede pensar en seleccionar plantas segregantes de porte bajo, que están presentes en las poblaciones.

El número de mazorcas amarillas disminuyó considerablemente a través de los ciclos de selección de grano blanco, ya que el ciclo cero tuvo una media de 8.9 mazorcas amarillas; el ciclo uno tuvo 5.5 mazorcas amarillas y el ciclo dos tuvo solamente 2.7 mazorcas amarillas. Esto se debió a la selección de grano blanco únicamente realizada para usarla como semilla del siguiente ciclo.

El área foliar por planta se incrementó en el primer ciclo de retrocruzamiento de 4579 cm<sup>2</sup> a 4823 cm<sup>2</sup> y decreció en el segundo ciclo a 4695 centímetros cuadrados.

En resumen se puede decir que hubo avance a través de los dos ciclos de retrocruzamiento en calificación, sanidad y cobertura de mazorca; número de mazorcas podridas y de mazorcas amarillas. Y se considera como decremento la tendencia de las poblaciones con una altura mayor de planta y de mazorca, una calificación de planta menor, cierta tendencia al acame y una mayor área foliar por planta. Por último la floración y el rendimiento no se modificaron a través de los ciclos.

No obstante estas desventajas, es posible utilizar el germoplasma del segundo ciclo de retrocruzamiento como población para formar variedades precoces más

rendidoras. La forma de hacerlo sería por cualquier método de selección para tratar de acumular características segregantes favorables en dichas poblaciones.

#### CONCLUSIONES

Con base en los resultados presentados se concluye que:

1. Debido a que, a través de los ciclos de retrocruzamientos se mantuvo la precocidad que mostraron las cruces intervarietales, se puede decir que existen genótipos que pueden ser utilizados como poblaciones que sirvan de base en la producción de variedades precoces de polinización libre.
2. Hubo avance en los ciclos de retrocruzamiento en las variables: calificación de mazorca, sanidad de mazorca, mazorcas con mala cobertura, número de mazorcas podridas y número de mazorcas amarillas, y hubo retroceso en los materiales con mayor altura de planta y de mazorca. Menor calificación de planta, cierta tendencia al acame y mayor área foliar por planta.

#### LITERATURA CITADA

1. COMPTON, E. A.; MUMM, R. F.; MATHEMA, B. 1979. Progress from adaptive mass selection in incompletely maize populations. *Crop Science* 10:531-533.
2. HALLAUER, R. A. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. In *International Maize Symposium*. Ed. by W. L. Walden. New York, McGraw-Hill. p. 229-247.

3. HALLAUER, R A. 1980. Relation of quantitative genetics to applied maize breeding *Brasil Journal of Genetic* 3(3):207-233.
4. JOHNSON, E.C. 1977. Arquitectura de la planta de maíz Lima, Universidad Nacional Agraria de Perú, Programa Cooperativo de Investigación. p. 5-8
5. MENDOZA, O.L.E.; ORTIZ, C.J. 1973. Estimadores del área foliar en relación con la eficiencia en la producción de grano de dos híbridos de maíz *Agrociencia* 11:57-71.
6. STEEL, G D R ; TORRIE, H.J. 1960. Principles and procedures of statistics New York, Mc Graw-Hill. p. 481.
7. TROYER, A.F ; BROWN, W.L. 1972. Selection for early flowering in corn *Crop Science* 12:301-304
8. WELLHAUSEN, E.J. 1965. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize In *Hybrid Corn Ind. Res. Conference (20, 1965) Proceedings v. 20, p. 31-45*