

## CAMBIOS DE ESTABILIDAD EN EL RENDIMIENTO DE VARIEDADES TROPICALES DE MAÍZ

### CHANGES IN YIELD STABILITY OF TROPICAL MAIZE VARIETIES

José Apolinar Mejía Contreras\* y José Domingo Molina Galán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carr. México-Texcoco. C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Tel: 01 (595) 952-0257. Fax 01 (595) 952-0262. Correo electrónico: mapolina@colpos.mx

\* Autor responsable

#### RESUMEN

El cambio ocurrido en los valores de los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell fue evaluado, al aplicar el método de selección familiar combinada alternante en tres poblaciones tropicales de maíz, cultivadas en seis localidades de la Zona Costera del estado de Veracruz, durante los años de 1988 a 1990. Los composites de selección derivados de cada población obtenidos en los ciclos agrícolas otoño-invierno (Ciclo A) y primavera-verano (Ciclo B) fueron considerados, y el proceso de selección provocó cambios en los coeficientes de regresión ( $b_i$ ). En las Poblaciones 1 y 2 hubo incrementos y en la Población 3 hubo decrementos de  $b_i$ . Tanto los incrementos como los decrementos en  $b_i$ , presentes en las tres poblaciones permitió que se ubicarán en la categoría de variedades estables que responden bien a todos los ambientes, pero de manera inconsistente, lo que se sugiere que hubo mejoramiento en estabilidad de los composites de selección durante el proceso de selección.

**Palabras clave:** *Zea mays*, selección familiar, variedades tropicales, parámetros de estabilidad

#### SUMMARY

The change in the Eberhart and Russell stability parameters was evaluated, when alternate combined family selection was applied in three tropical maize populations. Yield trials were conducted with the selection composites derived from each population, in two agricultural cycles, Fall-Winter (cycle A) and Spring-Summer (Cycle B), in six localities of the coastal zone in the State of, Veracruz, from 1988 to 1990. The selection process promoted changes in the regression coefficients ( $b_i$ ); in populations 1 and 2  $b_i$  increased and in population 3 it decreased. Most of the selected composites of the three populations were located as stable varieties or varieties with good performance in all environments, but unpredictable. These results suggest that the stability was improved during the selection process.

**Index words:** *Zea mays*, family selection, tropical varieties, stability parameters

#### INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en México cubre una superficie anual aproximada de ocho millones de hectáreas

(SAGAR, CEA, 2000), de las cuales 94 % corresponden al ciclo de primavera-verano, y 6% al ciclo de otoño-invierno; 88 % de la superficie total se siembra en condiciones de temporal o seco, con 40% en el trópico húmedo que se considera apropiado para el cultivo del maíz en siembras de temporal (Rodríguez, 1990).

En el trópico húmedo de México, 70 % de la superficie cultivada se siembra con semilla criolla (Turrent, 1990); por ello, la formación de variedades mejoradas de polinización libre de amplia adaptación constituye una buena alternativa tecnológica para elevar el rendimiento de maíz en el trópico húmedo de México (Molina *et al.*, 1984<sup>1</sup>).

La evaluación de variedades en un programa de mejoramiento genético, debe ser repetida en una serie de años y ambientes, ya que diferencias de suelo, prácticas culturales, condiciones climáticas y otras diferencias ambientales, provocan variaciones en el comportamiento de una variedad (Yates y Cochran, 1938); es decir, las variedades pueden mostrar diferencias en su respuesta en cada localidad de prueba. El cambio en el orden y las diferencias en rendimiento a través de varias localidades puede ser definida como la interacción genotipo por ambiente (Eberhart, 1969).

Las variaciones de sitio a sitio y de ciclo a ciclo son tales que el análisis de varianza convencional de variedad por localidad o por ciclo no suministra al fitomejorador los medios idóneos para reconocer las características de mayor interés, ni proporciona información deseable para la selección con respecto a reacciones de adaptación. Así, en los últimos años se han desarrollado varios métodos para caracterizar la interacción genotipo por ambiente, que

<sup>1</sup> Molina G J D, A Mejía C, F Gerón X (1984) Mejoramiento Genético de Variedades Tropicales de Maíz. Proyecto PCAFNA-001436. Informe Técnico No. 7. Colegio de Postgraduados. 12 p.

aportan parámetros útiles al fitomejorador para seleccionar materiales por su adaptación (Goldsworthy, 1974).

La estabilidad del rendimiento, como cualquier otro carácter, puede ser considerado en varias etapas del proceso de mejoramiento. La elección del tipo de variedades y de progenitores durante el proceso de formación de una variedad para mejorar estabilidad, puede ser por selección directa e indirecta (Becker y León, 1988).

La respuesta de una variedad en varios ambientes puede ser definida mediante los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966), que proporciona el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) como medida de la respuesta de una variedad a distintos ambientes y el cuadrado medio de las desviaciones de regresión que mide la consistencia de dicha respuesta. Carballo y Márquez (1970) clasificaron a las variedades en seis categorías, con base en estos dos parámetros.

El presente estudio se hizo para cuantificar el cambio de estabilidad en tres poblaciones de maíz durante el proceso de mejoramiento genético por selección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron las siguientes poblaciones de maíz:

Población 1 (P1). Tuxpeño de Planta Baja, compuesto en el 17° ciclo de selección de familias de hermanos completos para planta baja y alto rendimiento, de grano blanco dentado ciclo precoz, y fue obtenida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1982).

Población 2 (P2). Mezcla Tropical Blanca, obtenida por el CIMMYT (CYMMYT, 1982). Es un compuesto de selección de familias de hermanos completos para planta baja y alto rendimiento, tardío y de grano cremoso semidentado. Está constituido por Tuxpeño, ETO blanco, Antigua Gpo. 2 selección blanca, híbridos Pfister, Compuesto Centroamericano, líneas de El Salvador, V520C, Nicarillo selección blanco, y 13 familias del Pool Tropical tardío blanco.

Población 3 (P3). La Posta, que es un compuesto de selección de familias de hermanos completos de colecciones de tuxpeño seleccionados para alto rendimiento, de altura intermedia, ciclo intermedio y grano blanco dentado; fue formada por el CIMMYT (CIMMYT, 1982).

El proceso de selección de las tres poblaciones se inició en el ciclo otoño-invierno 1981-1982 (que en lo sucesivo se denominará como (ciclo A), en el Programa de Mejo-

ramiento Genético de Variedades Tropicales de Maíz del Centro Regional de Capacitación, Investigación y Desarrollo Agropecuario del Trópico Húmedo (CRECIDATH-CP), hoy Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, mediante la selección familiar combinada alternante (SFCA) (Molina, 1988, 1992). Esta metodología alterna un ciclo de selección familiar de progenies autofecundadas, con otro de selección modificada de mazorca por surco. Un ciclo de selección requiere de dos ciclos agrícolas. En el primer ciclo agrícola (ciclo A) se evalúan 300 familias de medios hermanos en tres o cuatro localidades; en una de ellas (campo experimental), se autofecundan todas las plantas con competencia completa de cada familia; se aplica una presión de selección de 20 y 25 % en la selección entre y dentro de familias, respectivamente, para tener al final una presión de selección combinada de 5 %. La presión de selección interfamiliar permite elegir las 60 familias superiores en rendimiento, y la intrafamiliar, a las cinco plantas con mayor rendimiento entre las 20 plantas de cada familia seleccionada. La selección combinada produce 300 plantas seleccionadas cuyas mazorcas autofecundadas representan 300 familias de autohermanos o líneas  $S_1$ .

En el segundo ciclo agrícola de primavera-verano (ciclo B), las 300 líneas se evalúan en ensayos de rendimiento en tres o cuatro localidades; en una de ellas (campo experimental) se siembran las 300 líneas  $S_1$  en un lote aislado, con un surco de un compuesto balanceado de semilla de las 300 líneas  $S_1$  intercalado cada cinco líneas; posteriormente las familias se desespigan para que sean polinizadas por el compuesto balanceado. Se aplica una presión de selección de 20 % entre líneas y de 25 % dentro de las líneas  $S_1$  seleccionadas. La selección combinada produce 300 plantas seleccionadas que constituyen 300 familias de medios hermanos, a partir de las cuales se inicia el segundo ciclo de selección familiar de progenies autofecundadas.

El compuesto balanceado de semilla de las mazorcas de las cinco plantas seleccionadas en cada una de las 60 familias superiores, constituye el compuesto de primer ciclo de selección familiar combinada alternante (SFCA  $C_1$ ), cuya recombinación se hace mediante cruza fraternales (Molina, 1988, 1992). En las tres poblaciones seleccionadas se utilizaron los mismos criterios de selección y ambientes de evaluación.

De las tres poblaciones mencionadas se evaluaron los compuestos de selección siguientes:

Compuestos de selección familiar combinada alternante en la Población P1, del ciclo 0 al ciclo 5 denominados  $P1C_0$ ,  $P1C_1$ , ...,  $P1C_5$ .

Compuestos de selección familiar combinada alternante en la Población P2, del ciclo 0 al ciclo 6 denominados P2C<sub>0</sub>, P2C<sub>1</sub>, ..., P2C<sub>6</sub>.

Compuestos de selección familiar combinada alternante en la Población P3, del ciclo 0 al ciclo 6 denominados P3C<sub>0</sub>, P3C<sub>1</sub>, ..., P3C<sub>6</sub>.

La semilla evaluada de estos compuestos se obtuvo mediante un ciclo de recombinación. En la evaluación se incluyeron como testigos a la variedad V-524 y a los híbridos H-507, H-509, H-510 y H-511, para un total de 25 variedades.

Los ensayos de rendimiento se establecieron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El tamaño de parcela fue de dos surcos de 4.4 ó 5.0 m de largo (las diferencias en la longitud del surco se debieron a ajustes metodológicos), con una separación entre surcos de 0.80 m y entre matas (de dos plantas) de 0.40 m, para una densidad de población aproximada de 62 500 plantas por hectárea. Las localidades de prueba, ubicadas en el estado de Veracruz, se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ciclo agrícola y localidades de evaluación ubicadas en el estado de Veracruz y sus características climáticas (García, 1973).

Localidad	Año	Clasificación climática	Altitud (m)
<b>Ciclo A</b>			
Tepetates	88	Aw <sup>o</sup> (W)(e)g	45
Tuxpan	88	Aw <sup>z</sup> (e)	14
Martínez de la Torre	89	Af(m)(e)	152
Tepetates	89	Aw <sup>o</sup> (W)(e)g	45
Tuxpan	89	Aw <sup>z</sup> (e)	14
Tepetates	90	Aw <sup>o</sup> (W)e)g	45
<b>Ciclo B</b>			
Paso San Juan	88	Aw <sup>o</sup> (W)(e)g	45
Tepetates	89	Aw <sup>o</sup> (W)(e)g	45
Paso San Juan	90	Aw <sup>o</sup> (W)(e)g	45
Cosamaloapan	90	Aw <sup>z</sup> (e)g	65
Santiago Tuxtla	90	Am(i <sup>1</sup> )g	287

Ciclo A= Otoño-invierno; Ciclo B= Primavera-verano.

Con excepción de Tepetates que es un campo experimental (Cuadro 1), los lotes de evaluación se ubicaron en terrenos de agricultores cooperantes y el manejo del cultivo fue el que hizo cada agricultor. En el ciclo A, en las localidades de Tuxpan y Martínez de la Torre, los experimentos fueron conducidos en condiciones de lluvia invernal (Tolnamil), y con riego en Tepetates. En el ciclo B,

todos los experimentos se condujeron en condiciones de temporal. La fórmula de fertilización aplicada fue 80 N-00P- 00K.

El principal carácter bajo estudio fue rendimiento de mazorca por hectárea ajustado a 12 % de humedad. Se realizó un análisis de varianza por experimento y un análisis combinado general ajustando los rendimientos mediante covarianza, donde la covariable fue el número de plantas cosechadas. A los datos de rendimiento se les aplicó el modelo de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966) y utilizado por Carballo y Márquez (1970).

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + S_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = media del rendimiento de la variedad i en el ambiente j;  $\mu_i$  = media del rendimiento de la variedad i sobre todos los ambientes;  $b_i$  = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes;  $S_{ij}$  = Desviación de la regresión de la variedad i en el ambiente j;  $I_j$  = Índice ambiental obtenido como la media del rendimiento de todas las variedades en el ambiente j, menos la media general.

Este modelo define los parámetros que pueden usarse para describir el comportamiento de una variedad en una serie de ambientes. El parámetro  $b_i$  es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de una variedad al probarse en diferentes ambientes, y el parámetro  $S^2_{di}$  define la consistencia o inconsistencia de esa respuesta. La clasificación de las variedades se realizó de acuerdo con la descripción utilizada por Carballo y Márquez (1970), se hace en función de los valores obtenidos de los parámetros de estabilidad ( $b_i$  y  $S^2_{di}$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza combinado (datos no mostrados), se detectaron diferencias significativas entre variedades, ciclos y ambientes, así como en la interacción variedad x ciclo x ambiente, que indica respuestas diferenciales de las variedades en los dos ciclos de cultivo y en los diferentes ambientes de prueba.

En el análisis de varianza de los parámetros de estabilidad (Cuadro 2), se registraron diferencias significativas entre variedades, la interacción variedad x ambiente, así como en la respuesta diferencial de las variedades por su regresión con los índices ambientales. Los compuestos P2C<sub>6</sub> y 2C<sub>3</sub> fueron superiores en forma significativa con un rendimiento medio superior a 5 100 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 3).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia de las fuentes de variación del análisis combinado de estabilidad de los ciclos A y B.

FV	GL	CM
Variedades	24	1819548.53**
Variedades x ambiente (lineal)	24	534348.53**
Desviación conjunta	250	206652.20**
Error conjunto	863	93652.13

FV = Fuente de variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrados medios.

\*\* , significancia estadística a 0.01 de probabilidad de error.

Los testigos H-511 y H-507 tuvieron el mayor rendimiento (Cuadro 3) y tuvieron una respuesta mejor en ambientes favorables pero inconsistente; de acuerdo con sus parámetros de estabilidad y su correspondiente clasificación de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966; Carballo y Márquez, 1970). Los otros testigos, V-524 y H-509, tuvieron una respuesta mejor en ambientes desfavorables pero también inconsistente.

En la población 1, el único coeficiente de regresión inferior a 1.0 correspondió a  $P1C_0$  (Cuadro 3), y por sus desviaciones de regresión se clasifica como una variedad con buena respuesta a ambientes limitantes y consistente; el resto de los compuestos de selección se clasificaron como variedades estables, excepto  $P1C_2$  que se ubica como una variedad con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

En la misma población 1 se observó que al avanzar los ciclos de selección, aumentó el rendimiento de mazorca (Cuadro 3), que evidencia una respuesta positiva a la selección (4.5 %). Asimismo, se observó que los coeficientes de regresión de los diferentes compuestos de selección aumentaron con los ciclos de selección, con algunos descensos (de  $P1C_3$  a  $P1C_4$ ), para lograr un crecimiento promedio de 2.88 % ( $b_i$  estimado en base porcentual) por ciclo de selección. Estos resultados sugieren una tendencia de cambio en la adaptación, ya que al inicio de la selección tuvo un mejor comportamiento en ambientes desfavorables, para luego cambiar a ser una variedad estable. Estos resultados difieren de los obtenidos por Pandey *et al.* (1986), quienes afirman que los compuestos de selección obtenidos deberán responder mejor en ambientes favorables, pero son similares a los que presentan Moll *et al.* (1978).

En la población 2, en la que no hubo diferencias estadística en los coeficientes de regresión (Cuadro 3), se considera que tuvieron valores igual a 1.0, que al combinarse con los de las desviaciones de regresión, los compuestos  $P2C_0$ ,  $P2C_3$  y  $P2C_4$  se ubican como variedades con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes, y  $P2C_1$ ,  $P2C_2$ ,  $P2C_5$  y  $P2C_6$  se consideran como estables.

En la población 2 hubo respuesta positiva a la selección (3.2 %), y también mostró cambios numéricos en los coeficientes de regresión (Cuadro 3) con ligeros ascensos y descensos en los diferentes ciclos de selección, para lograr un incremento promedio por ciclo de 0.7 % ( $b_i$  estimado en base porcentual). Estos valores permiten clasificar al conjunto de compuestos como variedades estables (Carballo y Márquez, 1970), que para las condiciones de uso responderían en forma satisfactoria a la gama de ambientes pre-valetientes en dicha zona. Estos resultados difieren de los obtenidos por Pandey *et al.* (1986) y son similares a los que presentan Moll *et al.* (1978), en el sentido de que el proceso de selección mejora la adaptabilidad de los compuestos de selección obtenidos.

En la población 3 tampoco hubo significancia en la mayoría de los coeficientes de regresión (Cuadro 3), lo que los ubica como valores de 1.0, excepto para  $P3C_2$  que fue mayor de 1.0. Al considerar las desviaciones de regresión, los compuestos se clasificarían (Carballo y Márquez, 1970) de la siguiente manera:  $P3C_2$  con respuesta mejor en buenos ambientes y consistente;  $P3C_0$ ,  $P3C_1$ , y  $P3C_5$  como variedades estables, y finalmente  $P3C_3$ ,  $P3C_4$  y  $P3C_6$ , como variedades con buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.

En la población 3 también hubo respuesta positiva a la selección al obtenerse aumento de rendimiento conforme se avanzó en los ciclos de selección (3.0 %, en promedio por ciclo), a pesar de que sus coeficientes de regresión reflejaron una reducción promedio por ciclo de selección de -2.14 %. De cualquier forma, ello no alteró la clasificación de la mayoría de los compuestos de selección como variedades estables o con buena respuesta a todos los ambientes (Carballo y Márquez, 1970). El comportamiento observado en la población 3, en relación al cambio observado por los coeficientes de regresión es similar al reportado por Moll *et al.* (1978) y contrario al observado por Pandey *et al.* (1986), en el sentido de mostrar una tendencia a responder mejor a ambientes favorables, para posteriormente quedar ubicados por el comportamiento promedio de los compuestos de selección, como variedades estables.

En las correlaciones realizadas entre los parámetros de estabilidad (Cuadro 4), se detectó significancia estadística

y positiva entre la media de rendimiento y el  $b_i$ . Las otras dos correlaciones obtenidas, entre rendimiento y desviaciones de regresión y entre coeficiente de regresión y desviaciones de regresión, no fueron significativas. La correlación observada entre rendimiento y el coeficiente de regresión, indica que conforme aumenta el rendimiento aumenta también el coeficiente de regresión, principalmente en dos de las poblaciones evaluadas y en sus respectivos compuestos de selección; en consecuencia, hubo cambios en el comportamiento de las variedades que tenían buena respuesta en ambientes desfavorables a variedades estables en la mayoría de los casos. En la Población 3 hubo un decremento ligero de  $b_i$  a medida que se avanzó en los ciclos de selección.

En las tres poblaciones la selección provocó cambios en el valor de los coeficientes de regresión; en las Poblaciones 1 y 2 hubo un aumento (Cuadro 2), ya que la P1C<sub>0</sub> tuvo un  $b_i$  menor a uno y una desviación de regresión igual a cero, que la clasifica como una variedad que responde bien a ambientes desfavorables y consistente (Carballo y Márquez, 1970), mientras que P2C<sub>0</sub> se clasificó como una variedad que responde bien a todos los ambientes pero inconsistente. El proceso de selección practicado en función de  $b_i$  y  $S^2_{di}$  a los diferentes compuestos de selección en las dos poblaciones, en ocho casos los ubica como variedades estables ( $b_i = 1.0$ ;  $S^2_{di} = 0$ ), y en cuatro como variedades con buen comportamiento en todos los ambientes pero inconsistentes ( $b_i = 1$ ;  $S^2_{di} > 0$ ). En la Población 3, el compuesto original P3C<sub>0</sub> se ubicó como una variedad que responde bien a ambientes favorables y consistente; en este caso, el proceso de selección provocó una reducción en el coeficiente de regresión aunque por la ausencia de significancias de los  $b_i$  quedaron con valores estadísticos igual a 1.0, y de acuerdo a los valores de las  $S^2_{di}$  fueron estables ( $S^2_{di} = 0$ ) con buena respuesta a todos los ambientes pero inconsistente ( $S^2_{di} > 0$ ).

La respuesta observada al menos en las Poblaciones 1 y 2, sugiere que al seleccionar para alto rendimiento también se seleccionan cultivares que se adaptan a ambientes favorables (Rosielle y Hamblin, citados por Hallauer *et al.*, 1988).

El hecho de que algunas poblaciones produzcan variedades estables y otras no, sugiere que una amplia base genética no asegura estabilidad (Crossa *et al.*, 1988). Sin embargo, varios de los compuestos de selección evaluados se ubican en la categoría de variedades estables, aunque hayan mostrado ascensos y descensos en  $b_i$  durante la selección.

Cuadro 3. Rendimiento, coeficientes de regresión ( $b_i$ ) y desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) obtenidas en el análisis combinado de 12 ambientes en variedades tropicales de maíz, 1988-1990.

Variedad	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	$b_i$	$S^2_{di}$
<b>P1 C<sub>0</sub></b>	3818 f	0.785**	-19848
C <sub>1</sub>	4236 d	0.903	45058
C <sub>2</sub>	4429 d	0.964	122935*
C <sub>3</sub>	4437 d	0.890	52654
C <sub>4</sub>	4551 c	0.819	66029
C <sub>5</sub>	4842 b	1.009	14046
<b>P2 C<sub>0</sub></b>	4077 e	0.855	130735**
C <sub>1</sub>	4676 c	1.053	7215
C <sub>2</sub>	4730 c	0.929	39766
C <sub>3</sub>	5190 a	1.091	111503*
C <sub>4</sub>	4414 d	0.953	301389**
C <sub>5</sub>	4905 b	1.035	63086
C <sub>6</sub>	5422 a	0.914	59877
<b>P3 C<sub>0</sub></b>	4133 e	1.057	32153
C <sub>1</sub>	4416 d	1.154	41771
C <sub>2</sub>	4649 c	1.132*	-32661
C <sub>3</sub>	4701 c	1.204	94626*
C <sub>4</sub>	4435 d	0.977	123388*
C <sub>5</sub>	4911 b	0.996	-18666
C <sub>6</sub>	5049 b	1.003	235970**
V-524	4319 d	0.712*	87128*
H-507	4851 b	1.221	311864**
H-509	3917 e	0.769	527030**
H-510	4423 d	1.183	182537**
H-511	4936 b	1.392*	245414**
$\bar{X}$ General	4619		
$\bar{X}$ Testigos	4489		
DHS (0.05)	245		

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). \*,\*\* significancia estadística a 0.05 y 0.01 de probabilidad de error respectivamente;  $b_i$ \*\* significa que son diferentes a 1.0;  $S^2_{di}$  \*,\*\* significa que son mayores de cero.

Cuadro 4. Correlaciones entre los parámetros de estabilidad.

	$b_i$	$S^2_{di}$
Rendimiento	0.458*	-0.121
$B_i$		0.046

Los resultados obtenidos en las tres poblaciones son similares a los de Mareck y Gardner (1979), y pueden ser interpretados como un indicador de que las poblaciones mejoradas incrementan la frecuencia de alelos en cada locus lo que permite tomar ventaja en condiciones ambientales favorables, cuando existan. Gardner *et al.*, citados por Pandey y Gardner (1992) atribuyen el mejoramiento en estabilidad a la eliminación de genes deletéreos, reducción en la altura de planta, mayor índice de cosecha y mejoramiento en la resistencia a condiciones adversas, ya sea de origen biológico o ambiental.

En el proceso de selección y evaluación, los ambientes de prueba representan una muestra de los ambientes típicos

a utilizar por la gran combinación de factores que los distinguen, como la topografía, drenaje, tipo de suelo, precipitación, manejo agronómico etc., que se presentan en el trópico húmedo de México donde los materiales genéticos deben desarrollarse (Lambert, citado por Hallauer *et al.*, 1988). La obtención de variedades estables garantizaría mejor explotación de las condiciones ambientales dedicadas al cultivo del maíz en esta área. Además, por los cambios de las bi, se observa en los compuestos de selección una mejora en su adaptación general, ya que en las tres poblaciones sometidas a selección los compuestos más avanzados se comportaron como variedades estables o variedades que responden bien en todos los ambientes, aunque inconsistentes (Cuadro 3).

### CONCLUSIONES

El proceso de selección practicado en las Poblaciones 1 y 2 provocó incrementos en los coeficientes de regresión mientras que en la Población 3, indujo decrementos. Tanto por el incremento o decremento de los coeficientes de regresión, como por su valores de desviación de regresión, las tres poblaciones se ubican en la categoría de variedades estables que responden bien a todo tipo de ambientes, pero en forma inconsistente.

### BIBLIOGRAFÍA

- Becker H C, J Leon (1988)** Stability analysis in plant Breeding. Plant Breeding 101: 1-23.
- Carballo C A, F Márquez S (1970)** Comparación de variedades de maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5(1): 129 - 146.
- CIMMYT (1982)** CIMMYT'S Maize Program: An Overview. 146 p.
- Crossa J B Westcott, C Gonzalez (1988)** The yield stability of maize genotypes across international environments: full season tropical maize. Expl. Agric. 24: 253-263.
- Eberhart S A (1969)** Yield stability of single-cross genotypes. Proc. Corn Sorghum Ind. Res. Conf. 24: 22-35
- Eberhart, S. A. And W. A. Russell. (1966)**. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
- García E. 1973.** Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- Goldsworthy P (1974)** Adaptación del maíz. *In*: CIMMYT. El Mejoramiento del Maíz a Nivel Mundial en la Década de los Sesenta y el Papel del CIMMYT. El Batán México. pp: 9: 1-39.
- Hallauer A R, W A Russell, K R Lambert (1988)** Corn Breeding. *In*: Corn and Corn Improvement. G F Sprague, J W Dudley (ed). Third Ed. ASA, CSSA. Madison. Wi. pp: 463-564.
- Mareck J H, C O Gardner (1979)** Response to selection in maize and stability of resulting populations. Crop Sci. 19: 779-783.
- Molina G J D (1988)** Selección familiar combinada alternante. Agrociencia 74: 65-71.
- Molina G J D (1992)** Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa. AGT. México. Pp: 287-301.
- Moll R H, C C Cockerham, C W Stuber, W P Williams (1978)** Selection responses, genetic-environmental interactions and heterosis with recurrent selection of yield in maize. Crop Sci: 18: 641-645.
- Pandey S A, A O Diallo, T M T Islam, J Deutsch (1986)** Progress for selection in eight tropical maize populations using international testing. Crop Sci. 26: 879-884.
- Pandey S, C O Gardner (1992)** Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize. Adv. Agron. 48: 1-87.
- Rodríguez V J (1990)** México y su Agricultura. Colegio de Postgraduados. 136 p.
- SAGAR (2000)** Centro de Estadística Agropecuaria (CEA). (2000, Avances de Siembra y Cosechas primavera-verano 2000. Resumen Nacional por Cultivos.
- Turrent F A (1990)** La fertilización del maíz en México. *In*: Anónimo. El Maíz en la Década de los 90. Zapopan, Jal., México. pp: 91-99.
- Yates F, W G Cochran (1938)** The analysis of groups of experiments. J. Agric. Sci. 28: 556-580.