

COMUNICACIÓN

Selección masal adaptativa en una población exótica de maíz (*Zea mays* L.). Resultados preliminares

López, J.L. y C.A. Biasutti

RESUMEN

La selección masal ha sido indicada para lograr la paulatina adaptación de materiales exóticos de maíz sin perder los componentes genéticos favorables. El objetivo de este estudio fue evaluar la selección en base a caracteres morfológicos que favorecen la adaptación, en una población introducida. Se practicó un esquema de selección masal estratificada durante dos ciclos por sanidad, prolificidad y largo de espiga en una población de maíz, derivada del inter cruzamiento de 16 genotipos exóticos. Los ciclos de selección se evaluaron durante 1993/94 y 1994/95. El segundo ciclo de selección se dividió en tres subpoblaciones agrupadas por distintas características: prolíficas, no prolíficas e índice de cosecha, totalizando 110 familias de medios hermanos, las que se evaluaron durante 1994. La subpoblación índice de cosecha tuvo un comportamiento ligeramente inferior en cuanto a características morfológicas y un menor rendimiento comparada con las restantes. La selección masal fue eficaz en incrementar significativamente la prolificidad y disminuir el porcentaje de plantas quebradas, reduciendo la altura de espiga, pero aumentando los días a floración. El rendimiento presentó un incremento que no fue estadísticamente significativo.

Palabras clave: Selección masal, adaptación, maíz

López, J.L. and C.A. Biasutti, 1996. Adaptive mass selection in an exotic maize population (*Zea mays* L.). Preliminary results. Agriscientia XIII : 75-80.

SUMMARY

Mass selection has been indicated to enhance adaptation of exotic germplasm without losing favorable genetic components. The objective of this work was to evaluate the selection for adaptation in an exotic population of maize. A original population formed by intercrossing 16 exotic genotypes was improved for prolificacy, disease tolerance and ear length for two cycles. The cycles of selection together with the original population, were evaluated in trials during the summers of 1993/94 and 1994/95. A set of 110 individual half sib progenies, derived from the second cycle, prolific, non prolific or with higher harvest index were evaluated to test if differences in individual selection criteria correlated with the performance

of resulting populations. The IC progenies had a slightly lower performance than the prolific or non prolific ones. Selection was efficient in increasing prolificacy, reducing lodging and ear height, but increasing days to flowering. Yield showed a tendency to increasing but without statistical significance.

Key words: Mass selection, adaptation, maize

J.L. López y C.A. Biasutti, Mejoramiento Genético Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nac. de Córdoba, C. C. 509, 5000 Córdoba

La selección masal ha sido indicada para lograr la paulatina adaptación de materiales introducidos sin perder los componentes genéticos favorables, muchos de los cuales están ligados a genes que condicionan la no adaptación de las introducciones (Hallauer y Sears, 1969). Esto adquiere particular importancia en regiones templadas cuando se trata de introducir germoplasma de origen tropical ó subtropical, denominado exótico (Goodman, 1985).

La prolificidad ha sido empleada para adaptar poblaciones exóticas, aunque sus consecuencias sobre otros componentes del rendimiento han sido contradictorias (Compton *et al.*, 1979; Singh *et al.*, 1985). Hallauer y Miranda (1981) sugieren el empleo de la selección indirecta en base a largo de espiga, prolificidad y profundidad de grano, por ser características de baja interacción con el ambiente y correlacionadas directamente con el rendimiento. Por otra parte, la prolificidad ha sido indicada para conferir tolerancia al estrés hídrico (Biasutti y Peiretti, 1992), como así también identificar genotipos estables, conjuntamente con el intervalo de floración y el largo de espiga, con alto potencial de rendimiento (Biasutti *et al.*, 1993).

La utilización del índice de cosecha (IC), la relación entre la producción de grano y la biomasa total, mejora la eficiencia en la producción de grano, aun cuando esto implique la selección de genotipos con bajo rendimiento *per se* de grano (Donald y Hamblin, 1976), siendo estable a través de diferentes ambientes (Austin, 1980; Singh y Stoskopf, 1971).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta a la selección masal en una población exótica de maíz en base a características que favorecen la adaptación.

Dieciséis poblaciones de maíz (Tabla 1) provenientes del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), de adaptación a ambientes subtropicales, endosperma blanco, con madurez intermedia a tardía y grano dentado a semidentado (Biasutti y Barranteguy, 1988), fueron inter cruzadas durante 1988/89 y 1989/90, en parcelas aisladas, con 10.000 plantas aproximadamente. Durante este lap-

so no se practicó selección alguna, descartándose plantas visiblemente débiles con signos manifiestos de susceptibilidad a enfermedades. En cada ciclo, de cada espiga cosechada se extrajo igual cantidad de semilla, la que se mezcló a fin de conformar la población a sembrar en el ciclo siguiente. La selección masal se inició en 1990/91 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (64° 00' longitud oeste, 31° 29' latitud sur, 425 m s n m). Se seleccionaron plantas individuales en parcelas estratificadas de 10 m² aproximadamente, cada una (Gardner, 1961), por sanidad, prolificidad y longitud de espiga durante 2 ciclos. El protocolo de selección fue el mismo, seleccionándose 500 individuos en cada ciclo de selección.

Tabla 1. Denominación, origen y procedencia de las poblaciones originales introducidas del CIMMYT

Población	Origen	Población parental	
Obregón	8444	Mexico	AED Tuxpeño
Tlaltizapan	8644	Mexico	AED Tuxpeño
Across	8444	Varios	AED Tuxpeño
Tlaltizapan	8244 RE	Mexico	AED Tuxpeño
Sakha 1	8534	Egipto	Blanco Subtropical
Sakha	8534	Egipto	Blanco Subtropical
Across	7734 RE	Varios	Blanco Subtropical
Across	8534	Varios	ETO Illinois
Tlaltizapan	8542	Mexico	ETO Illinois
Tlaltizapan	8534	Mexico	ETO Illinois
Rampur	8542	Nepal	ETO Illinois
Across	8542	Varios	ETO Illinois
Delhi	8342	India	ETO Illinois
Capinopolis	8543	Brazil	ETO Illinois
Obregon	8447	Mexico	Templado Blanco Dentado
Across	8447	Varios	Templado Blanco Dentado

Tabla 2. Descripción de los caracteres evaluados durante 2 años

Código	Carácter	Unidad	Descripción
DFM	50% Floración Masculina	Días	Días desde siembra a 50% de plantas derramando polen.
DFF	50% Floración Femenina	Días	Días desde siembra a 50% de plantas con estigmas 2-3 cm de longitud
INF	Intervalo de Floración	Días	Días entre DFM y DFF
ALE	Altura de inserción de la espiga superior	cm	Altura desde el suelo a la base de la espiga superior
ACA	Acame de Tallo	%	Porcentaje de tallos quebrados a cosecha
PRO	Prolificidad	Número	Nº Espigas/Nº plantas, promedio por parcela
LES	Longitud de Espiga	cm	Base de la espiga al ápice de la misma
NHE	Número de Hileras por Espiga	Número	
NGH	Número de Granos por Hilera	Número	
DES	Diámetro de Espiga	cm	Diámetro de la parte central de la espiga
REN	Rendimiento	qq/ha	Peso en granos por parcela a 14% de humedad.

Del ciclo 2 (C2) se seleccionaron individuos con mas de una espiga por planta (prolíficos) y con sólo una espiga por planta (no prolíficos), los que se trillaron individualmente. Al mismo tiempo se evaluó el índice de cosecha (IC), cortando la planta a nivel del suelo y midiendo la relación entre peso de grano y biomasa total, en 100 individuos tomados al azar, seleccionándose aquellos que superaron el valor medio de IC. De esta manera se conformaron 3 grupos de progenies: prolíficas, no prolíficas e índice de cosecha

Evaluación de poblaciones. Con semilla remanente de las poblaciones resultantes, C0, C1 y C2, se llevaron a ensayo en bloques completos aleatorizados con dos repeticiones, durante los veranos de 1993 y 1994. El tamaño de parcela fue de 3 surcos de 5 m de largo, golpes distanciados a 0,25 m. Los datos se recolectaron del surco central de cada parcela (Tabla 2).

Evaluación de progenies. Se extrajo una muestra de espigas provenientes de plantas prolíficas y de no prolíficas y de las IC, totalizando 110 progenies de medios hermanos. Los genotipos se llevaron a ensayo durante 1993/1994, de acuerdo a un diseño aumentado dispuesto en 10 bloques aleatorizados con 3 testigos (híbridos comerciales) comunes. El tamaño de parcela fue de un (1) surco de 5

m de largo, con 4 plantas/m lineal (Chaves y Miranda Filho, 1992)

Al estado de 7-8 hojas se realizó una valoración visual (VV) de las progenies, de acuerdo a la siguiente escala: 1-excelente, 2-muy bueno, 3-bueno, 4-regular y 5-mediocre. Se procedió al análisis de varianza para rendimiento, ajustándose el valor de cada familia en base al efecto de bloque según la siguiente relación

Calculo de los efectos de las repeticiones (ER)

$$ER = 1/3 (\text{Total Repetición } j - \sum \text{Media Testigos} - \sum \text{Familias en repetición } j)$$

Las progenies que superaron la media del mejor testigo fueron seleccionadas de acuerdo a la metodología sugerida por Drapaia and Jones (1990), utilizándose la siguiente relación para el cálculo del valor crítico de comparación entre la media de una familia y la media del mejor testigo

$$\sqrt{CME \left[1 + \frac{1}{n^e rp} + \frac{1}{n^e T} - \frac{1}{(n^e rp) \times (n^e T)} \right]}$$

Donde:

CME: cuadrado medio del error

n° rp: número de repeticiones

n° T: número de testigos

Se determinaron los cambios en los valores medios de los caracteres debida a la selección mediante la regresión de los valores medios para cada carácter evaluado sobre los ciclos de selección. El valor del coeficiente de regresión *b* se expresó como porcentaje del ciclo inicial (C0) para obtener una estimación de las ganancias por ciclo de selección para cada carácter.

En base a los valores presentados en la tabla 3, la selección incrementó el número de días a floración femenina y floración masculina significativamente. El intervalo de floración registró un aumento, sobre todo en C2, pero sin significancia estadística. La altura de inserción de la espiga superior se redujo en un 3,6 %, comparada con el C0, pero no influyó sobre el rendimiento como podría esperarse teniendo en cuenta la relación positiva entre el rendimiento en grano y la altura de inserción hallada por Burgess and West (1993). El porcentaje de acame se redujo un 25,72 %, esto puede ser debido a la selección para plantas erectas y sin actuar sobre el período de floración. Por otra parte, las plantas más tardías son poco proclives al vuelco de acuerdo con Genter (1976). La prolificidad aumentó un 3,63%, difiriendo significativamente los dos ciclos de selección con la población original. La longitud de espiga y el número de hileras por espiga, se mantuvieron sin variaciones significativas, mientras que el diámetro de espiga mostró variaciones

significativas entre los ciclos, siendo éste el único carácter para el cual se detectó interacción entre años. El rendimiento presentó un incremento, sobre todo en C1, pero no fue significativo, coincidiendo con lo encontrado por Salazar y Hallauer (1986). Compton *et al.* (1979) evaluaron el progreso de 3 ciclos de selección en 10 poblaciones no adaptadas, encontrando que el rendimiento sólo se incrementó significativamente en 3 de ellas, a pesar de mejorar la prolificidad y reducir el porcentaje de acame. El aumento de la prolificidad y la disminución de la altura de espiga, observada en este estudio, coincide con lo encontrado por Singh *et al.* (1985). El retroceso que existió entre los ciclos 1 y 2 para altura de inserción de espiga, acame de tallo, longitud de espiga y rendimiento, aunque no significativo, puede ser el resultado del ambiente en que se obtuvo el ciclo 2, con marcada incidencia del Mal de Río Cuarto (MRDV) y de sequía, lo que influyó en la selección fenotípica efectuada.

De las progenies selectas (22 % del total de evaluadas), solamente una fue catalogada previamente como regular (4) en la valoración visual (VV). El resto recibió una VV entre excelente (6 progenies), muy bueno (11 progenies) y bueno (6 progenies). De lo anterior se puede inferir que la VV fue efectiva para descartar aquellas progenies de bajo comportamiento (Jensen, 1988). El 66 % de la selectas correspondieron a progenies prolíficas, 20% a no prolíficas y el 8,3 % a IC. No se encontraron diferencias significativas entre las progenies seleccionadas por los tres criterios para ninguno de los caracteres evaluados (Tabla 4). Las progenies selectas en base a mejor índice de cosecha tuvieron un menor rendimiento promedio y mayor incidencia de acame. Es-

Tabla 3. Valores medios para 10 caracteres evaluados en tres poblaciones de maíz durante 2 años

Ciclo de Selección	Caracteres									
	DFM Días	DFF	INF	ALE cm	ACA %	PRO	LES cm	NHE	DES cm	REN qq/ha
C0	79,00 a	81,50 a	2,50 a	127,0 a	17,49 a	0,93 a	14,17 a	14,96 a	4,92 a	35,47 a
C1	79,62 a	81,87 a	2,12 a	115,0 b	5,25 b	1,07 b	15,93 a	15,70 a	5,07 b	39,38 a
C2	82,29 b	85,92 b	3,63 a	117,5 b	8,40 b	1,00 b	14,83 a	14,81 a	4,56 c	36,48 a
CV (%)	1,03	1,44	54,75	5,25	68,54	5,74	8,85	6,45	1,54	9,91
<i>b</i>	1,64*	2,21*	0,56	-4,75*	-4,5	0,035	0,33	-0,075	-0,18	0,5

Referencias. Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente al 0,05 de probabilidad. **CV:** coeficiente de variación. **b:** coeficiente de regresión.

* $P < 0,05$

Tabla 4. Valores medios y desviaciones estándar para cuatro características evaluadas en las progenies selectas derivadas del ciclo 2 de selección.

Criterio de Selección	Caracteres			
	Acame de Tallo (%)	Prolificidad	Longitud de Espiga (cm)	Rendimiento qq/ha
No Prolíficas	7,99 ± 1,7	0,94 ± 0,05	12,71 ± 2,4	34,55 ± 7,5
Prolíficas	7,14 ± 1,2	0,99 ± 0,06	12,37 ± 1,2	32,67 ± 8,4
Índice de cosecha	9,82 ± 2,6	1,00 ± 0,02	12,43 ± 1,4	29,52 ± 5,0
Media	7,86	0,96	12,57	33,50

te comportamiento, y teniendo en cuenta su bajo porcentaje de participación en el total de familias seleccionadas, muestra que la selección en base a IC fue levemente inferior a aquella realizada en base a prolificidad y largo de espiga. Teniendo en consideración que el material de origen tropical es menos eficiente que el templado, y las adversas condiciones de sequía soportadas durante el ensayo de progenies durante 1993/94, se hacen necesarias más evaluaciones del material selecto en base a IC, para confirmar o rectificar esta tendencia.

La selección masal fue eficaz en incrementar la prolificidad, disminuir el acame y reducir la altura de inserción de la espiga superior, características que son buscadas por mejoradores de maíz en distintas regiones, y sus resultados son equiparables con los logrados por otros esquemas más exigentes en recursos (Singh *et al.*, 1985). Sin embargo, el aumento de los días a floración es una consecuencia no favorable para la eficiente adaptación de materiales introducidos, ya que es deseable que la fecha de floración se reduzca o permanezca constante durante la selección (Hallauer y Miranda, 1981).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal docente de la Cátedra de Mejoramiento Genético Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC). Al CIMMYT por la cesión de los materiales y a las Ings. Agrs. A. B. Ryan en la toma de datos y (MSc) M. G. Balzarini, por su ayuda con el diseño estadístico de los ensayos. Este trabajo fue financiado con subsidios otorgados por CONICOR.

BIBLIOGRAFÍA

- Austin, R.B., 1980. Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding. In Hurd, R.G. *et al.* (eds.), Opportunities for increasing crop yields Pitman Publ. Ltd., London, pp 3-18.
- Biasutti, C.A. y M.A. Barranteguy, 1988. CIMMYT International Maize Testing Program. Experimental Variety Trials EVT 16B. CIMMYT Final Report, p. 443.
- Biasutti, C.A. y D.A. Peiretti, 1992. Asociación de caracteres morfológicos en poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de estrés y no estrés hídrico. *Agriscientia*, Vol. IX nº 2.59-64.
- Biasutti, C.A., F. Maldonado, D.A. Peiretti, G.B. Quiroga, A.B. Ryan y M.C. Nazar, 1993. Estabilidad de los componentes del rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) a través de distintos ambientes. XXVI Congreso Argentino de Genética y II Jornadas Argentino Uruguayas de Genética, Posadas, Misiones. Resúmenes, p. 60.
- Burgess, J.C. and D.R. West, 1993. Selection for grain yield following selection for ear height in maize. *Crop Sci.* 33. 679-682.
- Chaves, L.J. and J.B. de Miranda Filho, 1992. Plot size for progeny selection in maize (*Zea mays* L.) *Theor. Appl. Genet.* 84. 963-970.
- Compton, W.A.; R.F. Mumm and B. Mathema, 1979. Progress from adaptive mass selection in incompletely adapted maize populations. *Crop Sci.* 19. 531-533.
- Donald G.M. and J. Hamblin, 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. in Agronomy* 28, 361-405.
- Drapala, W.J. and M.M. Jones, 1990. Analyses of common treatments in randomized complete block design and augmented randomized complete block design, revisited. Seminar presented in the Department of Agronomy, Pennsylvania State University, February 19, 11 pp.
- Gardner, C.O., 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1:241-245.

- Genter, C F., 1976 Mass selection in a composite of intercrosses of Mexican races of maize. *Crop Sci.* 16: 556-558.
- Goodman, M.M., 1985. Exotic maize germplasm: Status, prospects and remedies. *Iowa State Journal of Research*, Vol. 59, n°4, 497-527
- Hallauer, A.R. and J.B.de Miranda Filho, 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ. Press, Ames, 468 pp.
- Hallauer, A.R. and J.H.Sears, 1969. Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Sci.* 9: 47-50.
- Jensen, N F , 1988 Visual selection. En John Wiley & Sons (Eds), *Plant Breeding Methodology* pp 331-355
- Salazar, A.M and A R Hallauer, 1986 Divergent mass selection for ear length in maize. *Rev Brasil Genet* IX 2 281-294
- Singh, I.D and N C Stoskopf. 1971 Harvest index in cereals. *Agron J* 63 224-226
- Singh, M ; A.S. Khehra and B.S Dillon, 1985 Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. *Crop Sci* (26) 275-278