COMPARACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN Y MANEJO APLICADAS A UNA POBLACIÓN CRIOLLA DE MAÍZ

COMPARISON OF SELECTION AND MANAGEMENT STRATEGIES APPLIED TO A LOCAL MAIZE POPULATION

Froylán Rincón Sánchez* y Norma A. Ruiz Torres

Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, C.P. 25315 Saltillo, Coahuila. México. Correo electrónico: frincon@uaaan.mx
** Autor para correspondencia*

RESUMEN

La aplicación de metodologías de selección a una población local y la conservación *in situ* de la variación genética son dos estrategias controversiales. Los objetivos del presente trabajo fueron: comparar cuatro poblaciones desarrolladas por diferentes métodos de selección y manejo, y analizar los efectos de la selección en caracteres agronómicos considerando la localidad y la población original como referencia. Se estudiaron cuatro poblaciones: 1) La población criolla (PO), adaptada a Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.; 2) La primera generación de la PO (G1) obtenida a través de un esquema de producción de semillas; 3 y 4) dos poblaciones obtenidas por la combinación de germoplasma criollo y mejorado, seleccionadas para madurez precoz (SP) y madurez tardía (ST), respectivamente. De cada población se tomaron 25 familias al azar, las cuales fueron evaluadas en 2003 en dos localidades, correspondientes a los ambientes de riego y temporal, respectivamente. Los resultados mostraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) entre las poblaciones para la mayoría de los caracteres evaluados. El análisis discriminante canónico mostró un traslape en las familias evaluadas; sin embargo, las poblaciones fueron caracterizadas y agrupadas por grupos de caracteres correlacionados en los dos ambientes. Las poblaciones PO y G1 fueron comparativamente más diversas que las poblaciones SP y ST, como efecto de las metodologías de selección. La magnitud relativa de las diferencias fue evidente ($P \leq 0.01$) entre la población original y las poblaciones mejoradas (SP y ST) debido a la contribución del germoplasma mejorado en la población local adaptada. Aún cuando no se encontraron diferencias estadísticas entre PO y el esquema de producción de semillas en el ambiente de temporal, se encontró una diferencia en el rendimiento de mazorca de 6.4 %; en tanto que la diferencia entre PO y SP fue de 18.7 %. Las poblaciones mostraron diferencias en sus características agronómicas, con base en el procedimiento y los criterios de selección aplicados. La contribución del germoplasma mejorado hacia la población adaptada fue observada en el rendimiento de mazorca.

Palabras clave: *Zea mays* L., mejoramiento participativo, mejoramiento y conservación *in situ*, selección para ambientes de temporal.

SUMMARY

Selection methodologies applied to local populations and *in situ* conservation of genetic variation are by definition two paradoxical strategies. The objectives of the research work were to compare four populations developed by different management and selection procedures, and to analyze the effects of selection on agronomic traits using the site and the local population as references. Four populations were studied: 1) A local adapted population (PO) from Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.; 2) the first generation from the local population (G1), obtained through a seed production scheme; 3 and 4) two populations generated by the combination of local and improved germplasm, selected for early (SP) and late (ST) maturities, respectively. A set of 25 families was randomly obtained from each of four populations for evaluation in two locations during 2003, being the irrigated and rain fed environments, respectively. Results showed significant differences ($P \leq 0.01$) among populations for most recorded traits. A canonical discriminant analysis showed an overlap on the individual evaluated families; however, populations were characterized and grouped by sets of correlated traits in both environments. Populations PO and G1 were comparatively more diverse than SP and ST as an effect of the selection methodology. The relative magnitude on the difference was highly evident ($P \leq 0.01$) between the local population (PO) and the improved populations (SP and ST), as a contribution of the improved germplasm to the locally adapted population. Even though, there was not a significant difference between the locally adapted population and the seed production scheme at the rain fed location, there was a difference on ear yielding of 6.4 %; whereas, the difference between PO and SP population was in the order of 18.7 %. Populations showed differences on the agronomic performance, which are directly related to the procedure and selection criteria evaluated, and the contribution of the improved germplasm to the local adapted material was shown on ear yielding.

Index words: *Zea mays* L., participatory crop improvement, *in situ* conservation and breeding, selection for rain fed environments.

INTRODUCCIÓN

La variación genética de poblaciones de especies cultivadas es tradicionalmente conservada por métodos de conservación *ex situ*; no obstante, se ha reconocido que el manejo de las poblaciones por los agricultores es una importante estrategia para conservar y aprovechar su variación (Hammer, 2003). La aplicación de metodologías de selección en poblaciones adaptadas y la conservación *in situ* de la variación genética son dos estrategias incompatibles. Sin embargo, diversos investigadores han sugerido que tanto la conservación de germoplasma como el aprovechamiento sustentable de la diversidad genética pueden lograrse en los sistemas de agricultura tradicional (Dempsey, 1996; Louette y Smale, 1996). Los avances en el mejoramiento de poblaciones criollas para un sistema de producción sustentable pueden ser incrementados si se unen los esfuerzos de agricultores, fitomejoradores y de instituciones involucradas. En este sentido, varios trabajos con enfoques diferentes de mejoramiento participativo han sido aplicados a germoplasma local en algunos cultivos (Eyzaguirre e

Recibido: 15 de Mayo del 2004.
Aceptado: 25 de Agosto del 2004.

Iwanaga, 1996); sin embargo, en términos de la mejora genética de los cultivos, no existen reglas o técnicas específicas aplicadas que aseguren niveles significativos de ganancia genética en ambientes críticos, como se han logrado en el mejoramiento genético formal (Atlin *et al.,* 2001). Por su naturaleza, la aplicación de técnicas de manejo agronómico y selección dan como resultado cambios particulares en la estructura de las poblaciones en estudio. En tal sentido, estos cambios permitirán apoyar y definir estrategias que consideren tanto la conservación de la variación genética como el aprovechamiento a través de un esquema participativo, aplicado a una población criolla adaptada a condiciones de agricultura de temporal. La investigación se realizó en la localidad de Jagüey de Ferniza, en Saltillo, Coah., con un esquema participativo en las actividades de selección y manejo. Los objetivos del presente trabajo fueron comparar cuatro poblaciones de maíz desarrolladas con diferentes metodologías de selección y manejo y analizar los efectos de la selección en caracteres agronómicos, usando como referencia tanto a la población original como al ambiente objetivo de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una población criolla con adaptación amplia para condiciones de temporal, en el sureste del estado de Coahuila, se aplicaron diversas formas de selección y manejo, con un enfoque participativo (Eyzaguirre e Iwanaga, 1996), considerando dos diferentes estrategias: La conservación *in situ* de la variación genética y el mejoramiento genético. En el caso de la conservación *in situ*, se generaron dos poblaciones: La población adaptada a la localidad Jagüey de Ferniza, en Saltillo, Coah., identificada como la población original (PO), la cual ha sido mantenida por los agricultores a través de selección masal tradicional; y la segunda población, que es la primera generación a partir de la población original (G1), obtenida mediante un esquema de producción de semillas, usando surcos alternos desespigados como hembra. En el esquema del mejoramiento genético, fueron incluidas dos poblaciones obtenidas por selección recurrente de familias de hermanos completos (FHC) (Hallauer y Miranda, 1988) a partir de la combinación de germoplasma local (criollo) con una población precoz mejorada experimental, adaptada a la región del Bajío. En una fase inicial, individuos de la población criolla fueron cruzados con individuos de la población mejorada en cruzamientos fraternales planta a planta. A partir de la evaluación de las FHC, se identificaron familias usando como base la madurez precoz (SP) y madurez tardía (ST), respectivamente, las cuales fueron recombinadas para formar las dos poblaciones (SP y ST, respectivamente) (Rincón-Sánchez *et al*., 2004*)*.

Bajo este esquema los agricultores proporcionaron el material genético local y el terreno para el establecimiento de los experimentos de evaluación, así como la participación en las actividades de manejo agronómico durante el desarrollo del cultivo, incluyendo la selección de familias durante la cosecha.

A partir de cada una de las cuatro poblaciones (PO, G1, SP y ST), se tomaron veinticinco familias al azar, las cuales fueron evaluadas durante 2003. Con base en la metodología de manejo y selección, las familias de medios hermanos representaron a las dos primeras poblaciones (PO y G1), en tanto que en las dos restantes (SP y ST) se usaron familias de hermanos completos. La evaluación de campo fue realizada en dos localidades: El Prado, N.L. (1890 msnm) y Jagüey de Ferniza, en Saltillo, Coah. (2100 msnm), correspondientes a los ambientes bajo condiciones de riego y temporal, respectivamente.

Las siembras fueron realizadas el 10 de Mayo y el 14 de Junio de 2003, en las localidades de riego y de temporal respectivamente. Se aplicó una dosis de fertilización de 180-90-90 en la localidad El Prado, N. L., en tanto que en la localidad de temporal, no se aplicó fertilización. En cada caso, se realizaron las labores culturales recomendadas en la región, incluyendo el control de malas hierbas.

Las poblaciones fueron evaluadas con base en caracteres agronómicos como días a floración masculina, altura de planta (m), acame de raíz y tallo (%), plantas con mala cobertura (%), número de mazorcas por planta, contenido de humedad en la semilla (%) y rendimiento de mazorca (t ha^{-1}) ajustado a 15 % de humedad. La información obtenida de los caracteres en estudio fue analizada a través de análisis de varianza individual y de un análisis discriminante canónico con el procedimiento CANDISC de SAS (SAS, 1999). Se realizó la comparación de medias entre poblaciones usando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones evaluadas fueron diferentes estadísticamente ($P \leq 0.01$) para la mayoría de los caracteres estudiados. El comportamiento agronómico en ambos ambientes de evaluación fue similar debido a que en 2003 ocurrió alta e inesperada precipitación durante el ciclo de cultivo en la localidad Jagüey de Fermiza, que representa el ambiente de temporal. Esto ocasionó una respuesta paralela en la expresión fenotípica entre los ambientes de riego y temporal.

Una prueba de comparación de medias con base en el análisis multivariado entre pares de poblaciones mostró

similitud entre la población original y la generación obtenida por el método de producción de semilla (Cuadro 1). La diferencia relativa entre la población original y las poblaciones mejoradas SP y ST fue evidente ($P \leq 0.01$) en los dos ambientes de evaluación, debido a la contribución del germoplasma mejorado en la población criolla adaptada. La dispersión de los datos con base en los dos primeros componentes del análisis discriminante canónico mostró un traslape entre las familias evaluadas (Figura 1); sin embargo, las poblaciones fueron agrupadas y caracterizadas usando los caracteres correlacionados en ambos ambientes. La población original (PO) y la generada por el método de producción de semilla (G1) fueron comparativamente más diversas que las poblaciones mejoradas (SP y ST), lo que se explica por los efectos generados al aplicar diferentes metodologías de selección (Figura 1).

Cuadro 1. Distancias cuadradas entre pares de poblaciones de maíz evaluadas en dos ambientes durante 2003.

Poblaciones	Gl	SP	ST
	Jaguey, Saltillo, Coah. (Temporal)		
PO	0.338	3.636**	11.396**
G1		2.850**	12.267**
SP			9.844**
	El Parado, N. L. (Riego)		
PO	0.609	3.219**	11.258**
G1		2.806**	10.628**
SP			6.462**

† PO= Población original; G1 = Primera generación obtenida a través del esquema de producción de semillas; SP y ST= Selección precoz y tardía, respectivamente, obtenidas a partir de la combinación de germoplasma criollo y mejorado; **, Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

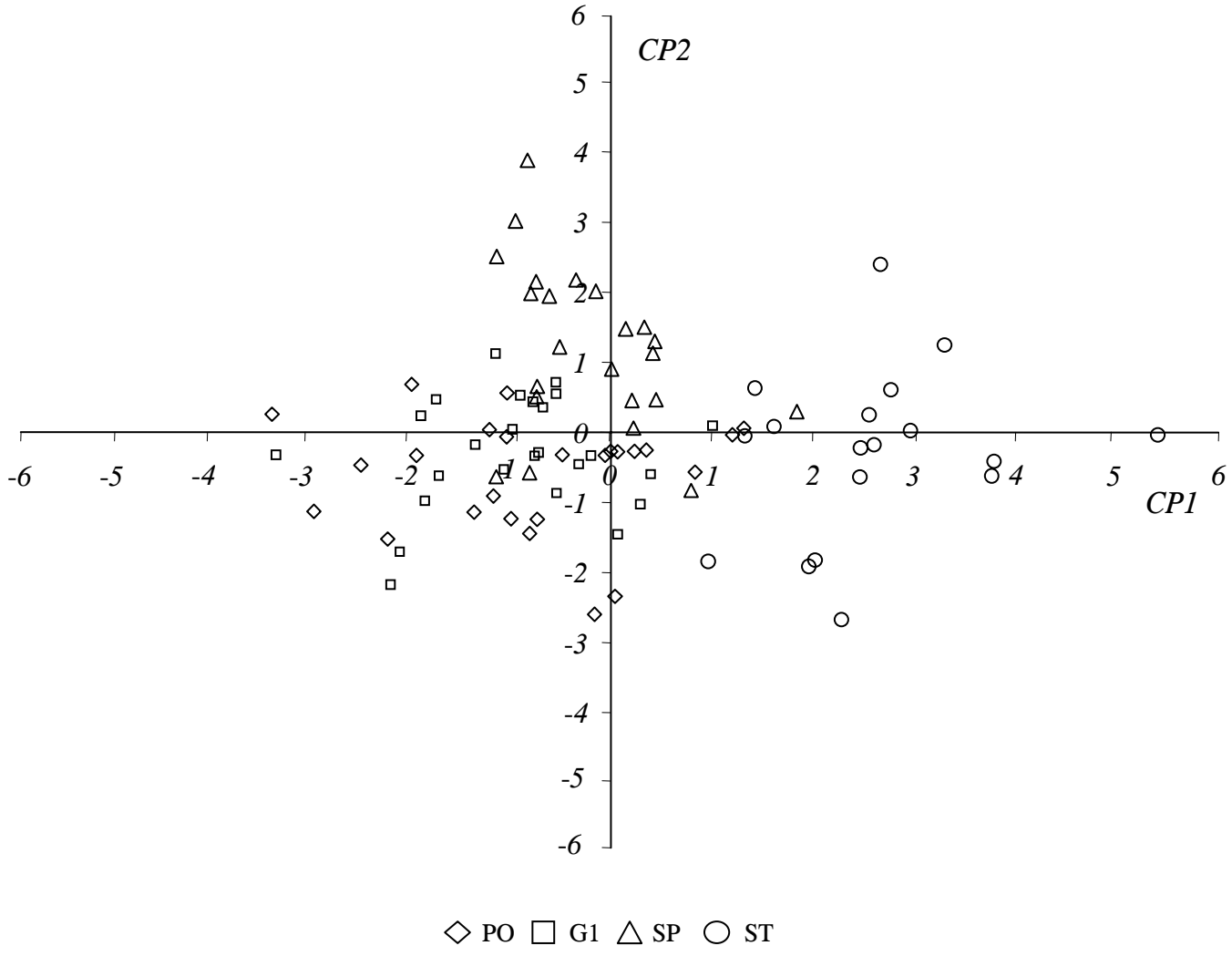

Figura 1. Dispersión de familias de las poblaciones de maíz evaluadas; PO= Población original; G1= Primera generación (esquema de producción de semillas); SP y ST= Selecciones para madurez precoz y tardía, respectivamente. CP1: Contenido de humedad (+) y días a floración (+); CP2: Rendimiento de mazorca (+), plantas por mazorca (+) y altura de planta (-).

Aún cuando no se encontró diferencia estadística entre la población original (PO) y la generación obtenida por producción de semilla (G1) en el ambiente de temporal (Cuadro 1), se detectó una diferencia en el rendimiento de mazorca de 6.4 %; en tanto que la diferencia entre las poblaciones PO y la selección precoz fue de 18.7 % (Cuadro 2). Es importante señalar que al realizar desespigamiento en surcos alternos en el método de producción de semilla, se eliminó la posibilidad de obtener plantas autofecundadas en la población, lo que pudo influir, además de la selección, en las diferencias relativas encontradas en estas poblaciones, y muy posiblemente en las generaciones posteriores.

Las poblaciones fueron diferenciadas a través del primer componente, éste caracterizado por los días a floración, asociado con el contenido de humedad; el segundo componente permitió separar a las poblaciones por el rendimiento de mazorca, positivamente correlacionado con mazorcas por planta, y a la vez, asociado negativamente con la altura de planta (Figura 1). Con propósitos de interpretación, y con base en el comportamiento promedio, la población SP mostró mayor rendimiento y reducción en la altura de planta. Las familias de ST fueron en general más tardías y con mayor contenido de humedad (Figura 1).

En el análisis comparativo individual de las poblaciones, no fueron incluidos los resultados de la población, debido a que parte de sus familias fueron afectadas por una helada ocurrida al final del ciclo de cultivo. Este análisis indicó que las poblaciones PO y G1 mostraron características similares en el contenido de humedad, en la floración y en el intervalo de floración (Cuadro 2). Al comparar la población SP con la PO, se observaron diferencias marcadas en altura de planta (-8.0 %), el número de mazorcas por planta (14.3 %), plantas con mala cobertura (75.0 %) y rendimiento de mazorca (18.7 %), por el efecto de la combinación de la población criolla con el germoplasma mejorado.

Las poblaciones mostraron diferencias en el comportamiento agronómico, lo cual está directamente relacionado con los procedimientos y los criterios de selección evaluados. Asimismo, estas diferencias estuvieron asociadas con la magnitud de cambio en la variación genética; consecuentemente, estarían afectando la estrategia de selección y manejo para la conservación de la variación genética y el aprovechamiento del germoplasma local adaptado (población criolla). Los resultados indican que hubo una contribución del germoplasma mejorado en la población criolla adaptada, sobre el rendimiento de mazorca, aún cuando en el proceso de mejoramiento se utilizan índices de selección; es decir, que la característica de mayor importancia para determinar los criterios de selección no fue el rendimiento de mazorca.

Cuadro 2. Medias de caracteres que describen las poblaciones de maíz evaluadas en Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah. 2003.

Variable	PO†	G1	Dif (%)‡	SP	Dif. (%)
Altura de planta (cm)	205.92	206.10 a	0.09	189.52 b	- 8.0
Contenido de humedad (%)	14.72	15.13 a	2.78	14.91 a	1.3
Mala cobertura (%)	8.77	8.51 b	-2.97	15.35 a	75.0
Acame de raíz (%)	5.98	7.87 a	31.59	2.75 b	-54.0
Acame de tallo (%)	8.53	7.79 a	-8.65	6.02 a	-29.4
Mazorcas por planta (No.)	1.06	1.08 b	1.85	1.21 a	14.3
Floración masculina (días)	89.60	89.08 a	-0.58	90.15 a	0.6
Intervalo de floración (días)	0.80	1.00 a	25.00	0.93 a	16.8
Rendimiento de mazorca (t ha^{-1})	5.78	6.15 b	6.39	6.86 a	18.7

† PO = Población original; G1= Primera generación obtenida a través del esquema de producción de semillas; SP y ST = Selección precoz y tardía, respectivamente; ‡ Diferencia relativa con respecto a la población original; ¶ Medias con la misma letra en la hilera no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

Las poblaciones en estudio manifestaron diferencias en las características agronómicas, determinadas por el efecto tanto de los procedimientos como los criterios de selección aplicados, los cuales determinarán la estrategia de selección y el manejo para la conservación y aprovechamiento de la variación genética.

Las diferencias relativas entre la población original y las poblaciones identificadas como selección precoz y tardía exhibieron la contribución del germoplasma mejorado hacia la población local adaptada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación por el financiamiento otorgado en esta etapa del proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Atlin G N, M Cooper, A Bjornstad (2001) A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. Euphytica 122:463-475.

Dempsey G J (1996) *In situ* conservation of crops and their relatives: A review of current status and prospects for wheat and maize. NRG Paper 96-08. CIMMYT, México, D.F. 33 p.

Eyzaguirre P, M Iwanaga (1996) Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July, 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy. 164 p.

Hallauer A R, J B Miranda (1988) Quantitative genetics in maize breeding. Second edition. Iowa State Univ. Press, Ames. USA. 468 p.

Hammer K (2003) A paradigm shift in the discipline of plant genetic resources. Genetic Resources and Crop Evolution 50:3-10.

Louette D, M Smale (1996) Genetic diversity and maize seed management in a traditional mexican community: Implications for *in situ* conservation of maize. CIMMYT. NRG Paper. 96-03. México, D.F. 22 p.

Rincón-Sánchez F, N A Ruiz-Torres, H de León-Castillo, J L Herrera-Ayala (2004) Advances on the use of maize germplasm under the participatory plant breeding approach. *In:* Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales, J L Chávez-Servia, J Tuxill, D I Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp:177-186.

SAS (1999) SAS OnlineDoc®, Version 8, Cary, NC. SAS Institute Inc.