

Selección Recurrente en un Maíz Criollo de la Raza Xnucnal¹

R. Castillo*, G. Aguilar*

ABSTRACT

Both selection cycles SFC_1 and SFC_2 , and the original variety (Co) were evaluated under the shifting cultivation system on stony soils to determine the genetic gain in yield. The modified ear to row recurrent selection was applied in native Xnucnal maize. Significant differences among treatments were found using a combined analysis of variance. Yield from both the SFC_1 and SFC_2 cycles were statistically different to the yield from the original variety. These results confirmed that selection modified the genetic properties of the Co cycle. Percentage gains in yield were 15.83 and 14.39 for the cycles SFC_1 and SFC_2 , respectively, in relation to the original variety. There was 6.53 % gain per selection cycle.

INTRODUCCION

La superficie de maíz cultivada con la tecnología roza-tumba-quema en suelos pedregosos de México, es de 264 000 ha, localizadas en la Península de Yucatán, donde se utilizan maíces criollos de la raza Xnucnal (9), sobresalientes por su adaptación al clima, suelo y manejo por parte del campesino. Sin embargo, su desventaja son los bajos rendimientos en grano, así como el ambiente físico, que dificulta la tarea del fitomejorador debido a la heterogeneidad de los suelos pedregosos que enmascaran los genótipos superiores. Tomando en cuenta lo anterior se practicó la selección de mazorca por surco modificada (4) en una población de maíz criollo de la raza Xnucnal. Este tipo de selección permite la prueba de progenies (5), la estimación de la interacción genótipo-ambiente (3, 6 y 7) y la combinación de los resultados a través de ambientes para seleccionar las mejores progenies que han de recombinarse

Webel y Lonquist (8), Compton y Bahadur (1), Eberhart *et al.* (2) y Paterniani (7) han informado acerca de los resultados de la selección de mazorca

¹ Recibido para publicación el 14 de marzo de 1988

* Investigadores del Programa de Maíz del Campo Agrícola Experimental de Uxmal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México.

COMPENDIO

Con la finalidad de evaluar la ganancia genética en el rendimiento, obtenida al aplicar una selección recurrente en mazorca por surco, modificada en un maíz criollo 'Xnucnal' del Estado de Yucatán, se probaron los ciclos de selección SFC_1 y SFC_2 y la variedad original (C_0), en condiciones del sistema de producción denominado "milpa" en suelos pedregosos. El análisis de variancia combinado para rendimiento, reveló diferencias significativas entre los tratamientos. Mediante la Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) se encontró que el rendimiento de los ciclos SFC_1 y SFC_2 fue estadísticamente diferente al de la variedad original. Se confirma entonces que la selección modificó las propiedades genéticas del ciclo C_0 . Las ganancias porcentuales en rendimiento para los ciclos SFC_1 y SFC_2 fueron de 15.83 % y 14.39 % respectivamente, con base en la variedad original; lo que significa una ganancia del 6.53 % por ciclo de selección.

por surco modificada, donde manifiestan las ganancias en rendimiento y la eficiencia del método de selección en diferentes poblaciones de maíz

El objetivo de este trabajo fue evaluar la ganancia genética en el rendimiento, obtenida a través de dos ciclos de selección de mazorca por surco modificada.

MATERIALES Y METODOS

El material utilizado en este estudio pertenece a la progenie de un maíz criollo de la raza Xnucnal, proveniente de la raza Tuxpeño (9). Los métodos de campo se llevaron a cabo en condiciones del sistema de producción roza-tumba-quema, en suelos pedregosos (Litosoles) y períodos de descanso reducidos, asociados con frijol ib (*Phaseolus lunatus* L.) y con calabaza de ciclo tardío. Estas dos últimas especies se sembraron para representar las condiciones del cultivo en el sistema de "milpa": el maíz se sembró a esquepe con cuatro plantas por mata y una de frijol ib en la misma mata. En este caso los distanciamientos de siembra fueron de un metro por ambos lados; la calabaza se sembró cada 10 m² dejándose una planta por mata.

En 1981, se sembraron, para la obtención de los compuestos, 288 progenies de mediohermanos (m.h.) distribuidas en dos ensayos de rendimiento. Se utiliza-

ron dos diseños de "látice" simple 12 x 12, estructurados cada uno, con 144 progenies de m.h.: un ensayo se sembró en la localidad de Muna y otro en la localidad de Dzitás, en el Estado de Yucatán, México

Las 288 progenies de mediohermanos se plantaron en el Campo Experimental Uxmal como surcos-hembra en un lote de recombinación, las cuales fueron polinizadas por un compuesto balanceado-macho formado por las mismas 288 progenies

En las localidades de prueba se aplicó una intensidad de selección de 17.36 %, escogiéndose las mejores 50 progenies de m.h. con base en sus medias de rendimiento.

En el lote de recombinación se marcaron las 50 familias de m.h. seleccionadas por rendimiento, identificándose dentro de ellas las mejores cinco plantas, para obtener de esta forma 250 progenies de m.h., que constituyeron el primer ciclo de selección de mazorca por surco con avance de un año por ciclo (SFC₁).

Al año siguiente, las 250 progenies de m.h. del ciclo I fueron evaluadas en un diseño de "látice" simple 16 x 16 con cuatro repeticiones. La selección entre familias se realizó en las localidades de prueba, donde se escogieron las mejores 50 familias de m.h. con base en su media de rendimiento. La intensidad de selección fue en este caso del 20 %. En el lote de recombinación, sembrado de la misma forma que en el año anterior, se identificaron las mejores cinco plantas

dentro de cada familia selecta por rendimiento, para obtener de nuevo las 250 progenies de m.h. y completar de esta forma el segundo ciclo de selección de mazorca por surco modificada (SFC₂).

La evaluación de los ciclos de selección SFC₁ y SFC₂ con respecto al C₀ población original, se efectuó durante tres años en suelos pedregosos del sistema "milpa" o roza-tumba-quema, en diseños de bloques al azar con seis repeticiones, en el año de 1982, y con ocho repeticiones, en los años de 1983 y 1984. Las localidades para la prueba fueron: Muna y Dzitás (Yucatán) en 1982; Dzitás, Tzucacab y Campeche (Yucatán) en 1983; Libre Unión y Tzucacab (Yucatán) y Felipe Carrillo Puerto (Quintana Roo), en 1984

Los análisis individuales de variancia se realizaron con seis repeticiones para homogeneizar la información. Para el análisis combinado, se consideraron los años de 1983 y 1984 y las ocho repeticiones originales

RESULTADOS Y DISCUSION

En las evaluaciones efectuadas durante tres años, se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, en niveles de significancia de 0.05 y 0.01 (Cuadro 1). Esto pone de manifiesto que la selección ha modificado la expresión genética de los ciclos de selección con respecto a la variedad original (C₀).

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de variancia para rendimiento de grano (kg/ha), de dos ciclos de selección de mazorca por surco modificada y la variedad original, evaluados en diferentes años y localidades de la Península de Yucatán.

F.V.	G.L.	1982		1983	
		Muna	Dzitás	Campeche	Dzitás
Tratamientos	2	1 404 999 6**	4 453 691 1**	4 934 090 2*	819 527 6*
Repeticiones	5	46 332 47 N.S.	94 259 5 N.S.	35 094 56 N.S.	10 090.9 N.S.
Error	10	53 422.4	241 498.7	887 368 28	177 007 9
C.V. (%)		19.94	33.5	36.9	25.1
F.V.	G.L.	1983		1984	
		Tzucacab	Libre Unión	Tzucacab	F. Carrillo P.
Tratamientos	2	1 128 220 5*	2 156 499 6*	1 461 550**	2 422 527 2**
Repeticiones	5	36 056 7 N.S.	890 987 N.S.	159 585 4 N.S.	157 851 9 N.S.
Error	10	213 619 76	395 237 06	154 060 4	197 309 12
C.V. (%)		21.8	25.5	23.6	33.5

* Diferencia estadística significativa al 0.05 de probabilidad.

** Diferencia estadística altamente significativa al 0.01 de probabilidad.

En general, los coeficientes de variación presentaron valores altos; no obstante se consideran aceptables, debido a que en las condiciones de pedregosidad donde se desarrolló la experimentación, no existe un gradiente de variación bien definido que hubiese permitido realizar un bloqueo eficiente con el diseño experimental utilizado. Por consiguiente, no se detectaron diferencias estadísticas entre las repeticiones.

Bajo estas circunstancias, por ser el rendimiento un carácter cuantitativo fuertemente influenciado por el medio ambiente, es probable que las diferencias estadísticas detectadas entre los ciclos de selección y población original se deban en mayor proporción al efecto genético-ambiental.

En el análisis combinado (Cuadro 2) se encontraron diferencias altamente significativas entre localidades, debido a la inestabilidad de las condiciones ambientales por sitio de prueba durante los dos años de la evaluación. En consecuencia, las diferencias encontradas entre localidades se deben al efecto ambiental, aspecto que escapa al control del mejorador. La falta de significancia para repeticiones era de esperarse, debido al bloqueo poco eficiente detectado en los análisis de variancia individuales. La falta de significancia para la interacción de genótipos x localidades indica que aparentemente la respuesta de los ciclos de selección y la variedad original no fue diferencial a través de los años y sitios de prueba. Este comportamiento podría explicarse por la gran variabilidad genética aún presente en el C_0 y los ciclos de selección obtenidos, lo que les permitió presentar cierta estabilidad en su respuesta a través de las localidades de prueba.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de variancia combinado para rendimiento de grano (kg/ha) de dos ciclos de selección de mazorca por surco modificada y la población original, evaluados durante dos años en seis localidades.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Localidades	5	5 757 484 56**
Repeticiones/localidades	42	615 303 60
Tratamientos	2	1 175 184 93*
Tratamiento x localidad	10	409 588 80 N S
Error	84	241 048 87
Media (kg/ha)		1 966 2542
C.V		24 96

* Diferencia estadística significativa al 0.05 de probabilidad.

** Diferencia estadística altamente significativa al 0.01 de probabilidad.

El número de familias evaluadas, el promedio de rendimiento y su comportamiento con respecto a la variedad original se presentan en el Cuadro 3. Hallauer y Miranda (3) indican que la ganancia en rendimiento debe esperarse si existe variabilidad genética en la variedad original y el valor de la hereditabilidad del carácter de rendimiento es relativamente alto. En esta investigación, bajo las condiciones ambientales de la

Cuadro 3. Resumen de los experimentos de la evaluación de la efectividad de la selección mazorca por surco modificada (SF) en la variedad original y dos ciclos de selección.

Ciclo de selección	Familias de m.h. evaluados	Evaluación de los ciclos de selección*		
		1982 (12)	1983 (24) (kg/ha)	1984 (24)
Var. original (C_0)	288	1 559.32	2 065.54	1 507.12
SF C_1	250	1 817.84	2 127.07	2 011.30
SF C_2	250	—	2 148.10	1 938.73

Ciclo de selección	Repeticiones	Media (kg/ha)	Prueba de Duncan 0.05	Ganancia real** (%)
SF C_1	48	2 069.20	a	115.83
SF C_2	48	2 043.40	a	114.39
C_0	48	1 786.30	b	100.00

* Dos localidades en 1982 y tres en 1983 y 1984. Los números dentro de los paréntesis indican el número de repeticiones.

** Porcentaje de ganancia con respecto a C_0 para los años de 1983 y 1984. Los tratamientos unidos con la misma letra son estadísticamente iguales al cinco por ciento.

Península de Yucatán, y a pesar de la dificultad existente en los suelos pedregosos para seleccionar los genotipos superiores a través de su valor fenotípico, fue corroborado el planteamiento de Márquez (6) de que la prueba de progenies es el método más eficiente para la selección de genotipos superiores

Esta experiencia permitió obtener incrementos en el rendimiento de grano en los ciclos de selección obtenidos con la metodología de la mazorca por surco modificado, que involucra la prueba de familias o progenies. La ganancia real de los ciclos de selección estimada en porcentaje con respecto al C_0 , indica que SFC_1 y SFC_2 fueron superiores a la variedad original en 15.83% y 14.39%, respectivamente. Por consiguiente se obtuvo una respuesta a la selección del 6.53% por ciclo de selección. Esta ganancia es considerada alta, pero probablemente se debe a que las frecuencias génicas del carácter objeto de selección en la variedad original (C_0), tienen un valor más o menos intermedio. Esto por cuanto la respuesta a la selección no fue fuertemente influenciada por la variación en el muestreo al realizar la selección, ya que para la obtención del SFC_1 y del SFC_2 se ejerció una presión de selección del 7.36% y del 20%, respectivamente.

Los investigadores Webel y Lonquist (8) y Comoton y Bahadur (1) también han comprobado ganancias substanciales en rendimiento utilizando esta metodología.

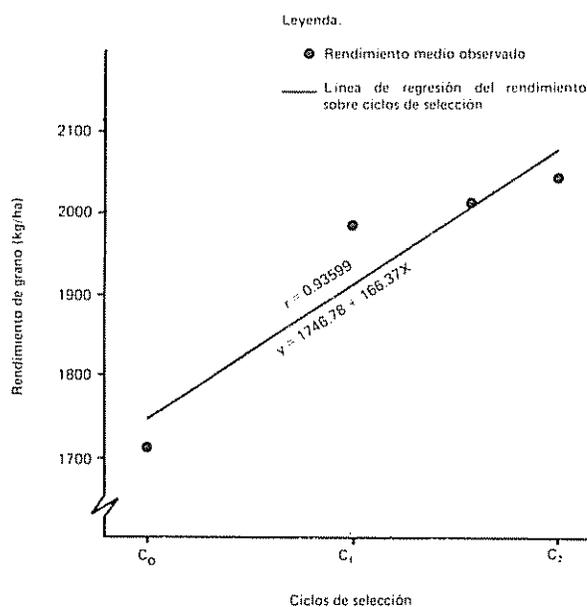


Fig. 1. Respuesta genética promedio observada y ajustada por regresión en ocho ambientes de prueba, para rendimiento de grano en los dos ciclos de selección de mazorca por surco modificada en una variedad de maíz criollo tipo Xnucnal.

Al comparar las medias de rendimiento, a través de la Prueba de Duncan al 5%, se observó que los ciclos de selección fueron estadísticamente diferentes a la variedad original (C_0), confirmando de esta forma que la ganancia en rendimiento en los ciclos SFC_1 y SFC_2 fue un efecto de la selección, al modificar las frecuencias génicas y genotípicas de la variedad original.

Al comparar el SFC_1 con el SFC_2 no se encontraron diferencias estadísticas, solamente numéricas en favor del SFC_1 ; atribuidas al azar. Sin embargo es muy difícil obtener diferencias muy marcadas entre ciclos de selección continuos, ya que depende mucho de la hereditabilidad del carácter, objeto de selección; de una alta probabilidad de rompimiento de los bloques de ligamiento en el proceso de recombinación para que se formen nuevas y mejores combinaciones génicas; y de la habilidad del fitomejorador para seleccionar los genotipos superiores.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que al aplicar la selección recurrente de mazorca por surco modificada en un maíz criollo Xnucnal del Estado de Yucatán, se obtuvo una respuesta a la selección de 6.53% por ciclo de selección, con respecto a la variedad original.

Al comparar los ciclos de selección SFC_1 y SFC_2 por medio de la Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) se encontró que su rendimiento de grano fue estadísticamente diferente al de la variedad original (C_0), confirmando de esta manera que la selección modificó las propiedades genéticas de la variedad original.

La falta de significancia para la interacción genotipo x medio ambiente en el análisis combinado, indica que aún existe gran variabilidad genética en la población 'Xnucnal' en proceso de mejoramiento y que le permitió presentar cierta estabilidad ante los cambios ambientales.

LITERATURA CITADA

1. COMPTON, W.A.; BAHADUR, K. 1977. Ten cycles of progress from modified ear-to-row selection in corn. *Crop Science (USA)* 17:378-380.
2. EBERHART, S.A.; HARRISON, M.N.; OGADA, F. 1967. A comprehensive breeding system. *Theoretical and Applied Genetics (Germany)* 37:169-174.
3. HALLAUER, A.R.; MIRANDA, J.B. 1981. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State University Press, Ames. 468 p.

4. LONNQUIST, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Science (USA)* 4:227-228.
5. LONNQUIST, J.H. 1965. Métodos de selección útiles para el mejoramiento dentro de poblaciones. Trad. por M.G. Guitiérrez. *Fitotecnia Latinoamericana (C.R.)* 2:1-10.
6. MARQUEZ, S.F. 1980. Sistemas de selección combinada, familiar e individual en el mejoramiento genético del maíz. *Fitotecnia (Méx.)* 4:1-52.
7. PATERNIANI, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science (USA)* 7:212-215.
8. WEBEL, O.D.; LONNQUIST, J.H. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science (USA)* 7:651-655.
9. WELLHAUSEN, E.J.; ROBERTS, L.J.; HERNANDEZ, E. 1952. Races of maize in México. USA, The Bussey Institution of Harvard University.