Rev. Fitotec. Mex. 15: 30-39. 1992

SELECCION MASAL ESTRATIFICADA PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y LONGITUD DE ESPIGA EN TRIGO. I. AVANCES GENETICOS

Ignacio Benítez Riquelme[1], Juan E. Rodríguez Pérez[2] y Luis Manuel Serrano Covarrubias[1]

RESUMEN

Se evaluó en trigo (*Triticum aestivum* L.) los compuestos derivados de diez ciclos de selección masal estratificada para rendimiento de grano (SMR) y diez para longitud de espiga (SMLE), con el propósito de medir la eficiencia en la ganancia del rendimiento de grano en forma directa (SMR) y en forma correlacionada (SMLE). La evaluación se efectuó en tres ambientes de humedad edáfica contrastantes durante la primavera y el verano de 1983. La población base fue un compuesto balanceado de semilla F_2, proveniente de las 28 cruzas posibles entre ocho variedades. En promedio, los avances genéticos por ciclo de selección en el rendimiento de grano (R) fueron de 2.86% para la SMR y de -4.16% en SMLE, pese a que en esta última en los primeros cinco ciclos la respuesta fue positiva (3.32%). A partir del quinto ciclo de selección, R en SMR aumentó con mayor velocidad y en SMLE disminuyó. Para longitud de espiga, sólo en la SMLE hubo respuesta positiva (2.88% por ciclo). Entre ambientes, la respuesta a la selección en ambas metodologías disminuyó a medida que el ambiente fue más favorable.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Triticum aestivum L., genotecnia, mejoramiento genético, autógamas.

SUMMARY

Ten cycles of stratified mass selection for grain yield (SMR) and ten cycles for spike length (SMLE) in wheat (*Triticum aestivum* L.) were evaluated on three locations with different rainfall conditions, in the spring and summer of 1983. The study was conducted in order to know the efficiency in gain of grain yield with the direct (SMR) and the indirect selection (SMLE). The original genetic material was an F_2 balanced composite of seeds from 28 possible single crosses among eight varieties. As an average, the genetic advance per cycle of selection on grain yield (R) was 2.86% on SMR and -4.16% on SMLE; however, in the first five selection cycles of SMLE the genetic advance was positive (3.32% per cycle). From the 5th cycle, R on SMR increased at a higher rate, whereas on SMLE decreased. For spike lenght, only SMLE had a positive response (2.88% per cycle). Among environments, the genetic advance for grain yield on SMR and SMLE decreased as the environment was more favorable.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Triticum aestivum L., plant breeding, autogamous plants.

INTRODUCCION

El método de mejoramiento genético más empleado en trigo (*Triticum aestivum* L.) es el de pedigrí, el cual se reconoce como el de mayor eficiencia en la obtención de genotipos superiores dentro de los disponibles para el mejoramiento genético en autógamas (Márquez, 1988). Sin embargo,

[1] Investigadores Docentes. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, México.

[2] Investigador del Programa de Triticale. CIFAP-México.

por lo laborioso, caro y difícil de conducir fuera de los campos experimentales por las limitaciones cada vez mayores de recursos económicos, muchos fitomejoradores han optado por utilizar con mayor frecuencia a métodos menos elaborados (como la selección masal), la cual ha mostrado su eficiencia en varias especies autógamas incluyendo el trigo (Romero y Frey, 1966; Matzinger y Wernsman, 1968; Fehr y Weber, 1968; Doggett, 1972; Mc Vetty y Evans, 1980; Foster *et al.*, 1980; Benítez y Molina, 1983).

Se han sugerido varias maneras para aplicar la selección masal en generaciones segregantes de plantas autógamas; entre ellas, destaca la estratificada con selección intra e inter sublote (Verhaleń *et al.*, 1975; Wilcox y Schapaugh, 1980; Benítez y Molina, 1983) tal como se practica en maíz (*Zea mays* L.) (Gardner, 1961), donde ha sido efectiva para mejorar características de baja heredabilidad (Márquez, 1985). En trigo, este tipo de caracteres son utilizados como criterios de selección en las generaciones avanzadas, mientras que los caracteres de alta heredabilidad generalmente se emplean en generaciones tempranas (De Pauw y Shebeski, 1973; Cregan y Busch, 1977; O Brien *et al.*, 1978). El rendimiento de grano y la longitud de espiga en trigo son caracteres de baja y alta heredabilidad, respectivamente, y además presentan alta correlación positiva entre ellos (Calixto *et al.*, 1976), lo que podría permitir el mejoramiento simultáneo de ambos, independientemente del criterio de selección elegido (Hernández y Molina, 1980).

El objetivo del presente estudio fue conocer y comparar la eficiencia de la selección masal estratificada cuando ésta se realiza empleando como criterio de selección al rendimiento de grano, contra la que se obtiene de manera indirecta sobre éste cuando se emplea a la longitud de espiga como el principal criterio de selección en trigo.

MATERIALES Y METODOS

El material genético inicial fue un compuesto balanceado F_2 (CBF_2) formado por las 28 cruzas simples posibles entre las variedades de trigo: Azteca F67, Pitic S62, INIA F66, Bajío M67, Tobari F66, Lerma Rojo S64, Pénjamo T62 y Norteño M67, que al planear los cruzamientos (Salamanca, 1975) se consideraron como una muestra representativa de los trigos comerciales mexicanos.

Con esta población, entre 1975 y 1982, en los Campos Experimentales de Chapingo y Montecillo, México, se realizaron en forma divergente diez ciclos de selección masal estratificada sin recombinación genética entre las plantas seleccionadas, en cada generación de autofecundación, para rendimiento de grano (SMR) y diez para longitud de espiga (SMLE). Para cada subpoblación, se usaron 6000 plantas con competencia completa establecidas en lotes típicos de selección masal con las características, arreglo y dimensiones indicadas por Benítez y Molina (1983). A la cosecha, con una presión de selección del 5%, se seleccionaron las mejores plantas por rendimiento (SMR) y las mejores por longitud de espiga (SMLE) aplicando en cada caso, la fórmula de Molina (Márquez, 1971) que permite el ajuste intersublote. Con las mejores plantas seleccionadas, se formaron los compuestos balanceados de semilla base del siguiente ciclo de selección. El proceso se siguió hasta la obtención del décimo ciclo de selección en cada subpoblación, utilizándose para ello dos estaciones de cultivo por año, la de invierno-primavera (bajo riego) y la de verano (en temporal).

Los diez compuestos de cada alternativa de selección, el compuesto original CBF_2 y cuatro variedades como testigos: Abasolo S81, Cleopatra VT-74, México M82 e INIA F66, se establecieron en un ensayo de rendimiento bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres ambientes: A1, denominado "Temporal", en Montecillo, México, durante el verano 1983, con 670 mm de precipitación durante el ciclo de cultivo; A2, "Sequía", en Tecamac, verano 1983, con 360 mm de precipitación; y A3, "Riego", en Tecamac, invierno-primavera 1982-83 aplicando el riego sólo en siembra y floración. Para los tres ambientes, el tamaño de la parcela fue de cuatro surcos de 5 m distanciados a 30 cm, y la parcela útil la constituyeron los dos centrales. La densidad de siembra fue de 120 kg ha^{-1} de semilla y la fertilización de 100-60-00 aplicada a la siembra. A la cosecha, se midió la longitud de la espiga (LE) principal de 20 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela, y el rendimiento de grano (R) producido en los dos surcos centrales.

Debido al ataque de pájaros durante la etapa de llenado de grano, varias parcelas fueron dañadas severamente antes de ser protegidas, considerándose como parcelas perdidas. Con los datos desbalanceados se realizó el análisis de varianza mediante G.L.M. y la comparación múltiple de medias por ambiente y en la combinación de ambientes. Posteriormente, para las dos alternativas de selección y para cada ambiente, se estimó la respuesta a la selección o avance genético por ciclo en función de la regresión lineal simple del promedio de R y LE de cada compuesto, sobre los ciclos de selección. El avance genético se expresó en porcentaje por ciclo de selección respecto a la media del compuesto original CBF_2.

RESULTADOS

El análisis de varianza combinado de los tres ambientes de evaluación mostró que la interacción genotipo por ambiente fue significativa sólo para el rendimiento de grano (Cuadro 1); los ambientes y tratamientos dentro de ambientes también presentaron significancia estadística, con excepción de R para el ambiente A3. Los coeficientes de variación fueron en general aceptables, variando de 6 a 14% para el carácter LE y de 10 a 25% para R.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza por ambiente y combinado para los caracteres rendimiento de grano (R) y longitud de espiga (LE). Montecillo, 1983.

F.V.	Ambientes[1]	G.L.	R	LE
Tratamientos	A1	24	233 300**	4.51**
	A2	24	16 990**	4.93**
	A3	24	14 720**	3.74**
	A4	24	176 970**	11.50**
Error	A1	58	20 310	0.42
	A2	54	7 080	1.86
	A3	59	9 220	0.91
	A4	177	16 760	1.12
Ambiente	A4	2	2 652 700**	79.22**
Trat. x Amb.	A4	48	64 770**	0.89
C.V. (%)	A1		10	6
	A2		25	14
	A3		24	10
	A4		18	10

[1] A1: Temporal; A2: Sequía; A3: Riego; A4: Análisis Combinado.
**: Significativo al 1% de probabilidad.

El R y la LE promedio por ambiente, y sus diferencias con base en la prueba de Tukey, se presenta en el Cuadro 2. La expresión de R y LE fue diferente en cada ambiente, siendo superiores sus promedios en el ambiente de temporal (A1) respecto al de sequía (A2) y riego (A3), aunque para R no hubo diferencias significativas entre los dos últimos ambientes.

Cuadro 2. Rendimiento de grano (R) y longitud de espiga (LE) en trigo, por ambiente de evaluación.

Ambiente	R (g parcela^{-1})	LE (cm)
Temporal (A1)	1408 a	11.0 a
Sequía (A2)	363 b	10.0 b
Riego (A3)	403 b	9.2 c
DSMH (5%)	44	0.4

Los datos consignados en el Cuadro 3 muestran que sólo en el ambiente de temporal, el rendimiento de grano de compuestos derivados de la SMR se incrementó significativamente conforme el proceso de selección avanzó. Cuando la selección fue hecha hacia mayor longitud de espiga (SMLE), el rendimiento de grano se incrementó significativamente sólo en los primeros cinco ciclos de selección, después de lo cual R se redujo progresivamente hasta alcanzar valores inclusive inferiores estadísticamente a los de la población base. La media del rendimiento de testigos, se ubicó en todos los casos en el grupo estadísticamente superior.

El efecto de la SMR sobre la media de la longitud de espiga fue nulo; mientras que la selección directa hacia este carácter (SMLE) produjo cambios positivos y significativos sobre él y prácticamente de la misma magnitud en cada ambiente. La media de los testigos en este carácter fue de igual significancia al de la población base.

Valorando los cambios anteriores como avances genéticos por ciclo de selección (Cuadro 4), se encontró que en promedio del análisis combinado la SMR aumentó el rendimiento de grano en 2.67% por ciclo de selección; aproximadamente 184 g parcela^{-1} en los diez ciclos de selección. La expresión del progreso genético fue más alto para el ambiente más pobre, el de sequía (4.49%) y el más bajo para la condición más favorable (0.62%). El avance genético producido por la SMLE de manera indirecta sobre el rendimiento de grano, en promedio fue negativo (-4.16%); sin embargo, cuando éste se cuantificó sólo en los primeros cinco ciclos de selección, fue de 3.32% por ciclo (Figura 1). Para longitud de espiga, la respuesta a la selección sólo se presentó en la SMLE y ésta fue similar en cada ambiente; en promedio, el progreso genético fue de 2.88% por ciclo de selección.

DISCUSION

En este estudio, el rendimiento de grano y la longitud de espiga fueron los criterios de selección utilizados separadamente para conocer la eficiencia de la selección masal estratificada con ajuste de datos por efecto de sublote en trigo; buscando con el primero, la respuesta directa, y con el segundo, la respuesta correlacionada del rendimiento con base en un carácter de alta heredabilidad. La diferencia en heredabilidad entre ellos fue manifiesta desde los primeros ciclos; mientras para longitud de espiga no se observó efecto en la interacción genotipo por ambiente (Cuadro 1), para rendimiento de grano lo hubo y en forma significativa. Estos resultados coinciden con lo señalado por Calixto *et al.* (1976) y Hernández y

Molina (1980), quienes al trabajar los mismos materiales genéticos involucrados en la población base, encontraron heredabilidades de 95% para longitud de espiga y de 20% para rendimiento de grano. Así, es posible que el bajo efecto ambiental en el primero y alto en el segundo, sea consecuencia de la magnitud de los efectos heredables. El resultado anterior permite centrar la discusión sobre el análisis combinado para el caso de longitud de espiga, no así para rendimiento, en el que su comportamiento se discute para el mejor ambiente (A1), el más pobre (A3) y el combinado de ambientes (A4).

La selección masal practicada en generaciones tempranas fue efectiva para incrementar significativamente el rendimiento de grano, cuando el criterio de selección empleado fue la longitud de espiga; mientras que en generaciones avanzadas, F_6 en adelante, en general lo fue cuando el criterio de selección fue el rendimiento de grano (Cuadro 3 y Figura 1). Por el contrario, el mejoramiento fue significativo para longitud de espiga con la versión SMLE desde las generaciones tempranas hasta las avanzadas. En este sentido, además de tener éxito en la respuesta a la selección en generaciones tempranas con caracteres de

Cuadro 3. Promedios de rendimiento (g parcela^{-1}) de grano (R) y longitud (cm) de espiga (LE) de compuestos de trigo, por ambiente y combinado.

Compuesto	Temporal (A1)		Sequía (A2)		Riego (A3)		Comb. (A4)	
	R	LE	R	LE	R	LE	R	LE
CBF2	1361	10.6	310a	9.1	392a	9.5	688	9.7
SMR-2[1]	1473a[3]	10.1	391a	8.4	357a	8.3	740a	8.9
SMR-4	1313	10.4	467a	8.9	406a	8.3	729a	9.2
SMR-6	1410a	11.0	459a	9.1	405a	8.8	758a	9.6
SMR-8	1448a	11.4a	441a	8.9	420a	7.5	770a	9.3
SMR-10	1510a	10.5	437a	10.7	597a	8.7	848a	10.0
SMLE-2	1387	10.3a	443a	9.9	320	9.1	717a	9.8
SMLE-4	1612a	11.5a	322a	10.8	408a	9.4a	780a	10.6a
SMLE-6	1224a	12.8a	249	10.8	413a	10.7a	781a	11.6a
SMLE-8	860	12.5a	239	12.0a	384a	10.4a	494	11.5a
SMLE-10	798	12.5a	241	12.9a	400a	11.2a	480	12.2a
Promedio testigos[2]	1773a	10.8a	483a	9.7	480a	9.3	912a	9.9
DMSH	384	1.5	220	1.6	247	1.8	192	1.6

[1] Sólo se incluyen compuestos pares.

[2] Abasolo 81, Cleopatra 74, México 82 e INIA 66.

[3] Cifras con la misma letra en sentido vertical, no difieren significativamente (Tukey, $\alpha = 0.05$) con respecto al valor más alto.

Cuadro 4. Coeficiente de regresión lineal ($ß_i$) y avance genético (AG) respecto a CBF_2, del rendimiento de grano y la longitud de espiga sobre diez ciclos de la SMR y SMLE, por ambiente y combinado.

Carácter	Ambiente	CBF_2	SMR		SMLE	
			$ß_i$	AG	$ß_i$	AG
Rend. grano (g parcela^{-1})	A1	1361.0	8.46	0.62	-67.21**	-4.23
	A2	310.2	13.94	4.49	-15.12**	-4.87
	A3	392.7	10.32	2.62	6.35*	1.61
	A4	688.0	18.38*	2.67	-28.66*	-4.16
Long. espiga (cm)	A1	10.6	0.01	0.09	0.28**	2.64
	A2	9.1	0.08	0.87	0.36**	3.95
	A3	9.5	0.05	0.05	0.23**	2.42
	A4	9.7	0.02	0.20	0.28**	2.88

[1] $AG = (ß_i/CBF_2)x100$.

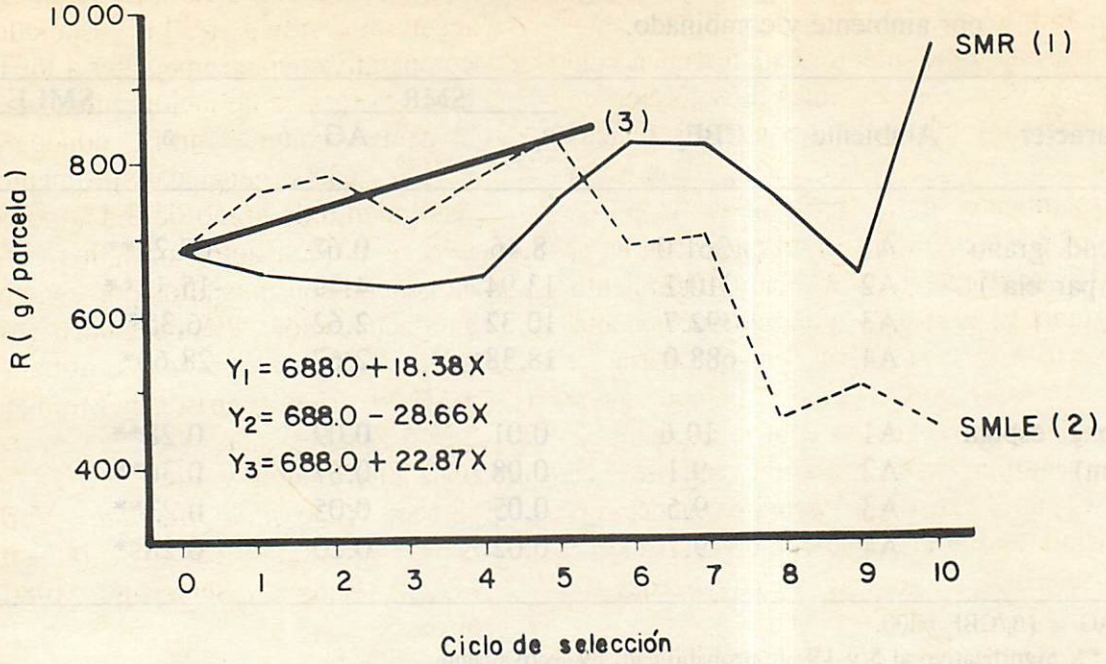
*, **: Significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

A1: Temporal; A2: Sequía; A3: Riego; A4: Combinado.

alta heredabilidad o de herencia simple como lo señalan varios autores (De Pauw y Shebeski, 1973; Cregan y Busch, 1977; O' Brien *et al.*, 1978), se tuvo de manera indirecta en caracteres de herencia compleja como lo es el rendimiento de grano. La correlación casi perfecta (92.7%) entre el rendimiento de grano y la longitud de espiga (Hernández y Molina, 1980) seguramente fue la razón de haber logrado avance en la selección en forma indirecta, aunque sólo en los primeros ciclos.

Estos resultados sugieren combinar ambos criterios de selección para maximizar la eficiencia de la selección masal en el mejoramiento del rendimiento de grano del trigo. Es decir, se podría iniciar el proceso de selección lo más temprano posible, desde la generación F_2 inclusive, con base en la selección de plantas de espiga grande y después de la generación F_5 o F_6, cambiar el criterio hacia la elección de plantas de alto rendimiento. Al respecto, O'Brien *et al.* (1978) sugieren que la selección temprana en trigo se realice eligiendo plantas sanas, uniformes, precoces y de buena altura, y en las generaciones avanzadas sólo se seleccione para rendimiento de grano. De esta manera, la longitud de espiga podría ser el criterio principal en generaciones tempranas y dentro de él, en forma anidada, las características que definen a un buen tipo agronómico.

La rápida disminución de la media del rendimiento de grano en la selección indirecta a partir del quinto ciclo de selección, pudo deberse al bajo número de genes involucrados en caracteres de alta heredabilidad; de tal manera que se supone que a estas alturas del avance generacional (F_6) la varianza genética para longitud de espiga fue prácticamente agotada y fijada en líneas altamente homocigóticas. A partir de este nivel de endogamia, la selección quizás actuó eliminando líneas de alto rendimiento



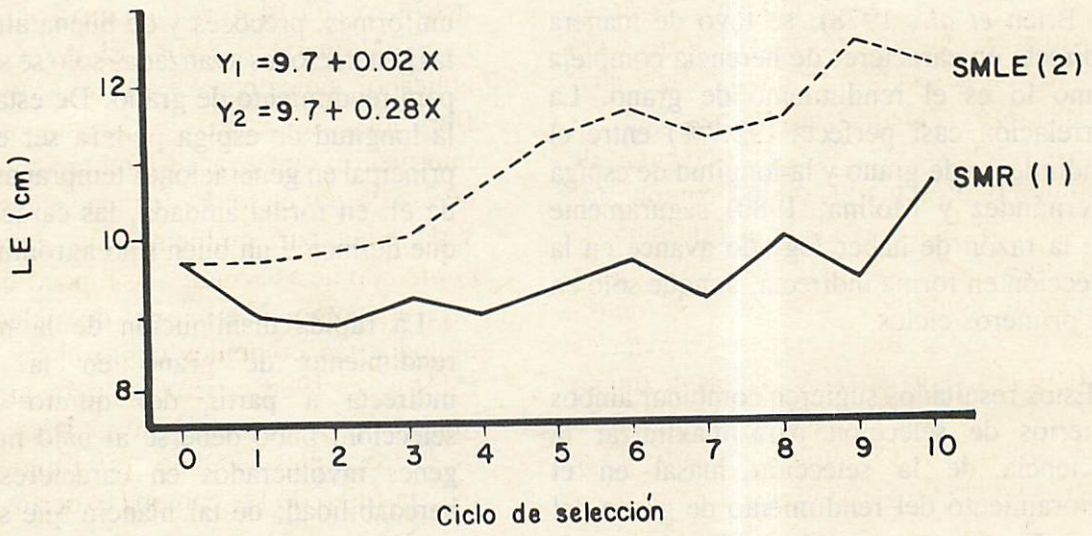


Figura 1. Rendimiento de grano (R) y longitud de espiga (LE), en diez ciclos de selección, para dos alternativas de selección masal en trigo (SMR y SMLE), combinando tres ambientes de evaluación.

pero con espiga más corta al límite establecido por la presión de selección, quedándose sólo aquéllas de espiga grande pero de bajo rendimiento. Este fenómeno fue bastante visible en los lotes de selección de generaciones avanzadas, donde las plantas eran de espiga larga, laxa, con alto espaciamiento entre espiguillas y pocos granos por espiguilla. Por el contrario, en el caso de la selección directa para rendimiento de grano, al estar éste gobernado por un alto número de genes, su mayor varianza genética permitió mayor tiempo para explotarse. Al fijarse el equilibrio genético para rendimiento de grano en líneas F_6, la SMR pudo actuar en aquellos genes de máximo rendimiento, generando la respuesta a la selección en generaciones avanzadas.

Los compuestos del quinto ciclo de la SMLE y del décimo de la SMR rindieron igual estadísticamente que la media de testigos, por ambiente y combinado. En estos compuestos, aún heterogéneos, donde el rendimiento es un reflejo del promedio de líneas altamente homocigóticas, podrían identificarse aquéllas de mayor desviación positiva con respecto a la media, las cuales se esperaría rindan igual o más que los testigos comerciales. Por el potencial de rendimiento presentado en los compuestos señalados, se puede considerar que tanto la SMR como la SMLE fueron efectivas para seleccionar genotipos superiores en rendimiento de grano, que se tradujo en avances genéticos por ciclo de selección promedio de 2.67% para la SMR y de 3.32% para la SMLE, aunque en esta última, sólo para los primeros ciclos de selección.

Benítez y Molina (1990) consignan avances en trigo de 5.13% por ciclo de selección para longitud de espiga, 3.84% para la selección directa del rendimiento de grano y de 4.38% en la respuesta correlacionada con rendimiento de grano, por lo que los porcentajes obtenidos, aunque teóricamente inferiores a los esperados, son comparativamente semejantes a los logrados con esta técnica de mejoramiento en plantas alógamas, como el maíz, donde Márquez (1985) señala ganancias promedio en el rendimiento de grano de 3.4% por ciclo de selección. Para autógamas, los porcentajes en general son más altos por generación de autofecundación: 7% en tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Matzinger y Wernsman, 1968); 4.5% en trigo (Benítez y Molina, 1983); 5.6% en avena (*Avena sativa* L.) (Chandhanamutta y Frey, 1973); 20% en algodón (*Gossypium hirsutum)* (Verhalen *et al.*, 1975) 2.5% en soya (*Glycine max* Merril) (Wilcox y Schapaugh, 1980), entre otros.

Finalmente, al comparar el avance genético para rendimiento de grano entre el ambiente más pobre (sequía) y el más favorable (temporal), se encontró que el avance se redujo conforme el ambiente fue más favorable: 4.47% en sequía y 0.62% en temporal, para la SMR. El A3 con riego aplicado únicamente en emergencia y floración, se ubicó como un ambiente intermedio, con avance también intermedio de 2.62% por ciclo. La tendencia encontrada sugiere que para ambientes muy favorables, el método de selección masal poco tiene que ofrecer como alternativa de selección a métodos tan eficientes como el de pedigrí (Márquez, 1988), pero sí para ambientes limitantes en humedad, los cuales son los más frecuentes cuando el fitomejorador trabaja fuera de los campos experimentales.

CONCLUSIONES

1. La selección masal practicada en generaciones tempranas fue efectiva para incrementar el rendimiento de grano, sólo

cuando el criterio de selección fue la longitud de espiga; mientras que en generaciones avanzadas, F_6 en adelante, el criterio de rendimiento de grano fue el más efectivo.

2. El avance genético promedio para rendimiento de grano por ciclo de selección en la SMR fue 2.67% y para la SMLE -4.16%, con avances positivos de 3.32% por ciclo exclusivamente en los primeros cinco ciclos de selección.

3. El avance genético para espiga grande sólo fue posible con la SMLE, y éste fue 2.88% por ciclo de selección.

4. A medida que el ambiente de evaluación fue más limitante en humedad, la respuesta a la selección para rendimiento de grano fue mayor.

BIBLIOGRAFIA

Benítez R., I. y **J.D. Molina G. 1983**. Selección masal estratificada en trigo (*Triticum aestivum* L.). I. Rendimiento de grano. Agrociencia 54: 91-99.

_____ y _____ . **1990**. Selección masal estratificada en trigo (*Triticum aestivum* L.). II. Longitud de espiga. Agrociencia, serie Fitociencia 1(2): 13-27.

Calixto C., N., J.D. Molina G. y **A. Hernández S. 1976**. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano de trigo mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple. Agrociencia 24: 95-113.

Cregan, P. B. and **R. H. Busch. 1977**. Early generation bulk hybrid yield testing in adapted hard spring wheat crosses. Crop Sci. 17: 887-891.

Chandhanamutta, P. and **K.J. Frey. 1973**. Indirect mass selection for grain yield in oat populations. Crop Sci. 13: 470-475.

De Pauw, R.M. and **L.H. Shebeski. 1973**. An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum*. Can. J. Plant Sci. 53: 465-470.

Doggett, H. 1972. Recurrent selection in sorghum populations. Heredity 28: 9-29.

Fehr, W.R. and **C.R. Weber. 1968**. Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. Crop Sci. 8: 551-554 .

Foster, K.W., S.K. Jain, and **D.G. Smeltzer. 1980**. Response to 10 cycles of mass selection in an inbred population of grain sorghum. Crop Sci. 20: 1-4.

Gardner, C.O. 1961. An evaluation of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1: 241-245.

Hernández S., A. y **J.D. Molina G. 1980**. Selección de progenitores en trigo según su aptitud combinatoria general para rendimiento de grano y longitud de espiga. Agrociencia 42: 77-88.

Márquez S., F. 1971. Interpretación de la fórmula de ajuste del rendimiento individual en selección masal. Fitotecnia 2: 1-2.

_____. **1985**. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teoría y Resultados. Tomo I. AGT Editores. 357 p.

_____. **1988**. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teoría y Resultados. Tomo II. AGT Editores. pp. 599-610.

Matzinger, D.F. and **E.A. Wernsman. 1968**. Four cycles of mass selection in a synthetic variety of an autogamous species *Nicotiana tabacum* L. Crop Sci. 8: 239-243.

Mc Vetty, P.B.E. and **L.E. Evans. 1980**. Breeding methodology in wheat. I. Determination of characters measured on F_2 spaced plants for yield selection in spring wheat. Crop Sci. 20: 585-586.

O'Brien, L., R.J. Baker, and **L.E. Evans. 1978.** Response to selection for yield in F_3 of four wheat crosses. Crop Sci. 18: 1028-1033.

Romero, G.E. and **K.J. Frey. 1966.** Mass selection for plant hight in oat populations. Crop Sci. 6: 285-287.

Salamanca B., J.J. 1975. Estimación de parámetros genéticos, heterosis y depresión por endogamia mediante cruzas dialélicas F_1 y generaciones avanzadas para diez caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. 175 p.

Verhalen, L.M., J.L. Baker, and **R.W. Mo New. 1975.** Gardner's grid system and plant selection efficiency in cotton. Crop Sci. 15: 588-591.

Wilcox, J.R. and **W.T. Schapaugh. 1980.** Effectiveness of single plant selection during successive generations of inbreeding in soybeans. Crop Sci. 11: 502-507.