

# Selección recurrente en triticale hexaploide (*X Triticosecale* Wittmack) bajo condiciones de secano

Maich, R.; D. Manero de Zumelzú y V. Davidenco

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue detectar cambios en una población de triticale hexaploide sometida a un proceso de selección y recombinación en condiciones de secano. Fueron evaluadas diez familias de triticale hexaploide  $S_{1,2}$  (2004) y  $S_{1,3}$  (2005) por cada uno de los ciclos de selección recurrente analizados:  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , para lo cual se usaron diseños completamente aleatorizados con dos repeticiones. Diez caracteres fueron medidos o estimados. Se consideró a los ciclos de selección, años de evaluación e interacción entre ambas variables como fuentes de variación. El índice de cosecha por espiga incrementó significativamente en  $C_2$  y  $C_3$  con respecto a  $C_0$ ; en cambio no existieron diferencias significativas entre  $C_2$  y  $C_3$ ; en tanto para el peso de 1000 semillas ocurrieron diferencias significativas en  $C_3$  con respecto a  $C_2$ . Se continuará con el proceso de selección y recombinación en curso, mediante el uso de un índice de selección que incluya al rendimiento y sus principales componentes, introduciendo nuevas combinaciones genotípicas fijadas, de probada aptitud agronómica, derivadas de los distintos ciclos de selección recurrente alcanzados.

**Palabras clave:** selección recurrente, triticale hexaploide, índice de cosecha por espiga, secano.

Maich, R.; D. Manero de Zumelzú and V. Davidenco, 2007. Recurrent selection in hexaploid triticale (*X Triticosecale* Wittmack) under rainfed conditions. Agriscientia XXIV (1): 57-60

## SUMMARY

The objective of this study was to detect changes within an hexaploid triticale population submitted to a selection and recombination process under rainfed conditions. Ten  $S_{1,2}$  (2004) and  $S_{1,3}$  (2005) families per

each one of analyzed recurrent selection cycles:  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , were evaluated. Completely randomized designs with two replications were used. At harvest, ten characters were measured or estimated. The recurrent selection cycles, years of evaluation and the interaction between them were considered as variation sources. Spike harvest index increased significantly at  $C_2$  and  $C_3$  with respect to  $C_0$ ; not statistical differences between  $C_2$  and  $C_3$  were observed. The 1000 grain weight of  $C_3$  was statistically superior than  $C_2$ .

The selection and recombination process will be continued using a selection index that includes grain yield and its main components, introducing new fixed genotypes combinations of proved agronomical aptitude, derived from the different cycles of recurrent selection achieved.

**Key words:** recurrent selection, hexaploid triticale, spike harvest index, rainfed conditions.

*R. Maich, D. Manero de Zumelzú y V. Davidenco. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNC CC 509. 5000 Córdoba. Correspondencia a: dmanero@agro.uncor.edu*

La meta primordial en los programas de mejoramiento genético vegetal es la obtención de cambios en las frecuencias de los determinantes genéticos responsables de la expresión de caracteres de importancia agronómica (Olmedo-Arceaga *et al.*, 1995). El lento pero seguro proceso de cambios sustentado en ciclos de selección y recombinación al que son sujetas las especies de interés agrícola, genera combinaciones génicas con destacado valor agronómico; cada una de ellas sintetiza el mejor arreglo genotípico para una dada etapa evolutiva. A nivel poblacional, en el corto plazo y bajo condiciones de cultivo sin limitantes, los cambios en la expresión fenotípica del carácter sujeto a mejora suelen ser contrastantes, con tendencias ascendentes y descendentes y mesetas en las que no se constata variación alguna. Sin embargo, un análisis retrospectivo que abarque un período lo suficientemente amplio pone en evidencia una tendencia de índole lineal. Distinta es la situación cuando el programa de mejoramiento se desarrolla en un ambiente sujeto a estreses abióticos (por ejemplo, sequía). En tal sentido, Denison *et al.* (2003) sostienen que las especies que en la actualidad son de interés socio-económico estuvieron expuestas a sequía y suelos pobres en nutrientes durante millones de años antes de su domesticación. En consecuencia, es difícil obtener un progreso genético adicional al que la selección natural ya ha logrado. Sin embargo, y tal como lo señalan estos autores, el diseño de nuevos fenotipos previamente no probados por la selección natural y sustentados en combinaciones genotípicas correspondientes a caracteres no estudiados aún, puede constituirse en una salida para el mejoramiento genético del ren-

dimiento. Richards (2004) asevera que estos caracteres transferirán directa o indirectamente sus efectos al rendimiento, aunque no de manera mediata, por ejemplo a través de la partición de la biomasa a grano (índice de cosecha). Del mismo modo, Slafer *et al.* (2005) aseveran que una alternativa para mejorar los rendimientos en condiciones de estrés severo que afectan notablemente la fotosíntesis, es la de incrementar la contribución de las reservas vegetativas de los macollos al llenado de granos.

Al cambiar la expresión fenotípica de un dado carácter se suele constatar que simultáneamente con la variación deseada (Maich *et al.*, 2003), o ante la ausencia de ésta (Salvagiotti & Maich, 1999; Maich *et al.*, 2001), se observan cambios no buscados en caracteres biológicamente asociados al carácter objeto de mejora (Holland *et al.*, 2001; Wiersma *et al.*, 2001; Manero de Zumelzú & Maich, 2002; Kulkarni *et al.*, 2003). En tal sentido y a pesar de no haber obtenido progreso genético para el rendimiento en semilla, Salvagiotti & Maich (1999) observaron un incremento significativo para el índice de cosecha. Al respecto, Passioura (1977) afirma que el índice de cosecha resultó ser el factor más importante en el mejoramiento alcanzado para el rendimiento en semilla en ambientes secos de Australia.

En síntesis, es de esperar que el mejoramiento intrapoblacional promueva cambios diferenciales y acordes a la complejidad biológica del carácter objeto de mejora. El objetivo de este trabajo fue detectar cambios en una población de triticale hexaploide sometida a un proceso de selección y recombinación en condiciones de secano.

+

|

En 1995 comenzó a desarrollarse un programa de mejora genética en triticale hexaploide, basado en la metodología conocida como selección recurrente. El punto de partida fue el cruzamiento entre dos genotipos, uno forrajero de ciclo largo (Don Frank) y otro granífero de ciclo corto (Tatú) que generó la F1. De ésta, a su vez, derivó por autofecundación la población de origen  $F_2$  ( $C_0$ ) dentro de la cual se seleccionaron para rendimiento por espiga 12 plantas que cruzadas dialécticamente entre sí dieron origen al primer ciclo de selección recurrente ( $C_1$ ). A partir de este ciclo se aplicó como criterio de selección un índice compuesto por 11 variables medidas sobre las progenies  $S_0$  (producto de cruzamiento), de ahora en más utilizadas como unidad de selección. En 2003 se sembraron mezclas de semillas  $S_1$ , pertenecientes a las familias superiores de cada ciclo de selección recurrente. Se tomaron muestras al azar de plantas que dieron origen al material objeto de estudio en este trabajo. En tal sentido, se evaluaron diez familias de triticale hexaploide  $S_{1,2}$  (2004) y  $S_{1,3}$  (2005) por cada uno de los ciclos de selección recurrente analizados:  $C_0$  (población original) y los siguientes tres ciclos ( $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ).

El material se cultivó en condiciones de secano en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (31° 29' S, 64° 00' O). Se usaron parcelas de un surco de 5 m de longitud espaciados por 0,20 m con una densidad de siembra de 150 (2004) y 250 (2005) semillas/m<sup>2</sup>. En ambos años se utilizaron diseños completamente aleatorizados con dos repeticiones. Los valores medios correspondientes a las diez familias pertenecientes a un mismo ciclo se confundieron en el error experimental.

Los caracteres medidos o estimados fueron: número de espigas y semillas (nº/m<sup>2</sup>), rendimiento biológico y en semilla (g/m<sup>2</sup>), índice de cosecha (%)

y peso de 1000 semillas (g). A nivel de espiga se hizo lo propio con: rendimiento biológico y en semilla (g), rendimiento en rastrojo (g) e índice de cosecha (%). Para interpretar el comportamiento de los caracteres a lo largo de los tres ciclos de selección recurrente, se llevó a cabo el análisis de la varianza considerando los ciclos de selección, años de evaluación e interacción entre ambas variables como fuentes de variación. Las diferencias entre medias se constataron con la prueba de Duncan. Estos análisis estadísticos fueron realizados con el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2001).

El índice de cosecha por espiga incrementó significativamente en  $C_2$  y  $C_3$  con respecto a  $C_0$ ; en cambio no existieron diferencias significativas entre  $C_2$  y  $C_3$ ; en tanto para el peso de 1000 semillas ocurrieron diferencias significativas en  $C_3$  con respecto a  $C_2$ . En ambos casos la interacción ciclo de selección x año de evaluación resultó no significativa. Al cabo del tercer ciclo de selección recurrente se produjo un incremento en el valor del índice de cosecha por espiga de 8,38%, valor que dividido por los 6 años implicados en el desarrollo de los tres primeros ciclos de selección recurrente, brinda una tasa anual de 1,40%.

La ausencia de cambios significativos para el rendimiento en semilla mediante el uso de un esquema de selección recurrente, y la constatación de un incremento significativo en los valores de algunos de sus componentes, es coincidente con lo publicado sobre el tema (Salvagiotti & Maich, 1999; Manero de Zumelzú & Maich, 2002; Solis-Moya *et al.*, 2002; Ortega *et al.*, 2004). El incremento para el índice de cosecha por espiga y por parcela (p 0,06), al cabo de tres ciclos de selección y recombinación llevados a cabo bajo condiciones de estrés hídrico creciente en un medio de sequía meteorológica (CREAN, 2007), encuentra respaldo

**Tabla 1:** Valores medios de diez caracteres medidos o estimados en el bienio 2004/05, a partir de tres ciclos de selección recurrente en una población de triticale hexaploide.

Ciclo	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
Espigas/m <sup>2</sup> (nº)	105,10 a	113,38 a	113,10 a	103,63 a
Rendimiento/m <sup>2</sup> (g)	139,35 a	129,48 a	145,75 a	131,93 a
Biomasa/m <sup>2</sup> (g)	514,28 a	470,33 a	484,05 a	443,10 a
Índice de cosecha (%)	24,38 a	25,58 a	27,98 a	27,87 a
Semillas/m <sup>2</sup> (nº)	3330,75 a	3141,51 a	3623,60 a	3046,31 a
Peso 1000 semillas (g)	40,25 ab	40,76 ab	39,45 a	42,65 b
Rendimiento/espiga (g)	1,20 a	1,06 a	1,21 a	1,20 a
Biomasa/espiga (g)	1,84 a	1,60 a	1,74 a	1,77 a
Índice de cosecha/espiga (%)	62,39 a	64,74 ab	67,88 b	67,62 b
Rastrojo/espiga (g)	0,65 a	0,54 a	0,54 a	0,56 a

Los valores dentro de cada fila seguidos de la misma letra no difieren entre sí, según la prueba de Duncan (p ≤ 0,05)

en la opinión de Passioura (1977). Este investigador postula que el rendimiento limitado por agua depende del agua transpirada, la eficiencia de transpiración y el índice de cosecha.

El peso de la semilla alcanzado en el ciclo de selección recurrente más avanzado indica que el proceso de mejoramiento conducido en condiciones de estrés hídrico responde según lo previsto en cuanto a incrementar la contribución de las reservas vegetativas de los macollos al llenado de grano (Slafer *et al.*, 2005).

Estas circunstancias permiten esperar con optimismo cambios significativos y positivos para el rendimiento en semilla en triticale en la región semiárida central de Argentina.

El programa en curso tendió a conformar un germoplasma con características fenológicas de ciclo corto, distintivas del progenitor granífero (Tatú), en desmedro del ciclo más largo, propio del progenitor destinado a la producción de forraje (Don Frank). Al respecto, tal como lo sostienen Richards (2004) y Slafer *et al.* (2005), en ambientes con limitantes hídricas se debe ajustar el ciclo del cultivo de tal manera que el momento de floración sea lo suficientemente temprano como para evitar los efectos negativos de la disminución progresiva de la humedad del suelo y las altas temperaturas, aunque no demasiado para evitar daños por frío.

Ante la convicción de que el esquema de selección puesto en práctica debe generar cambios significativos en cuanto al rendimiento en semilla, es que se continuará con el proceso de selección y recombinación en curso. La utilización de un índice de selección que incluya al rendimiento y sus principales componentes, será acompañada por la introducción de germoplasma con combinaciones genotípicas fijadas, de probada aptitud agronómica, derivadas de los distintos ciclos de selección recurrente alcanzados.

## BIBLIOGRAFÍA

- CREAN, 2007. En: <http://www.crean.org.ar>. Última visita, 11 de junio de 2007.
- Denison, R. F.; E. T. Kiers and S. A. West, 2003. Darwinian agriculture: When can humans find solutions beyond the reach of natural selection? *The quarterly review of biology*. 78 (2): 145- 168.
- Di Rienzo, J.; W. Guzmán y F. Casanoves, 2001. D.G.C., Test de Comparación de Medias. InfoStat Versión 1.1/Profesional. Grupo InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Holland, J. B.; K. J. Frey and E. G. Hammond, 2001. Correlated responses of fatty acid composition, grain quality, and agronomic traits to nine cycles of recurrent selection for increased oil content in oat. *Euphytica* 122 (1): 69 – 79.
- Kulkarni, R. N.; K. Baskaran and S. Ranesh, 2003. Five cycles of recurrent selection for increased essential oil content in east indian lemon grass: response to selection, and effects on heritabilities of traits and intertrait correlations. *Plant Breeding* 122 (2): 131 – 135.
- Maich, R.; P. Cavaleri; B. Costero; L. E. Torres and D. Manero de Zumelzú, 2001. Genetic progress in systematical breeding for grain yield in hexaploid triticale. *J. Genet. & Breed.* 55: 319 – 324.
- Maich, R. H.; L. E. Torres; G. A. Manera and M. E. Dubois, 2003. Grain yield improvement in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) after three cycles of recurrent selection. *J. Genet. & Breed.* 57: 201 – 206.
- Manero de Zumelzú, D. and R. Maich, 2002. The effectiveness of the intrapopulation selection methods in hexaploid triticale. In: 5<sup>TH</sup> Int. Triticale Symp. Proc.; pp: 37-39. Polonia.
- Olmedo-Arceaga, O. B.; E. M. Elias and R. G. Cantrell, 1995. Recurrent selection for grain yield in durum wheat. *Crop Sci.* 35: 714 – 719.
- Ortega, D.; G. Manera; G. Astolfi; R. Argenti y R. Maich, 2004. Progreso genético en trigo cultivado en seco. *Agriscientia XXI* (2): 89 – 92.
- Passioura, J. B. 1977. Grain yield, harvest index and water use of wheat. *J. Aust. Inst. Agr. Sci.* 43: 117 – 120.
- Richards, R. A., 2004. Physiological traits used in the breeding of new cultivars for water-scarce environments. In: "New directions for diverse planet". Proc. 4<sup>th</sup> Int. Crop. In: [http://www.cropsscience.org.au/icsc2004/symposia/1/3/1470\\_richardsr.htm](http://www.cropsscience.org.au/icsc2004/symposia/1/3/1470_richardsr.htm).
- Salvagiotti, F. and R. Maich, 1999. Recurrent selection for grain yield in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Genet. & Breed.* 53: 7 – 9.
- Slafer, G. A.; Araus, J.; Royo, C.; and L. F. García del Moral, 2005. Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *Ann. Appl. Biol.* 146: 61 – 70.
- Solís-Moya, E.; H. E. Villaseñor-Mir; J. D. Molina-Galán; E. Espitia-Rangel; T. Cervantes-Santana y A. Martínez-Garza, 2002. Selección masa visual recurrente para rendimiento de grano en una población androestéril de trigo harinero. *Agrociencia* 36 (2) : 191-200.
- Wiersma, J. J.; R. H. Busch; G. G. Fulcher and G. A. Hareland, 2001. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. *Crop Sci.* 41: 999 – 1005.