

Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales)

Grain yield and yield components in synthetical cereals (tricepiros y triticales)

Recibido:7/10/03 Aceptado:15/03/04

Paccapelo, H.A.¹, D.O. Funaro, T.B. Mac Cormick & O.A. Melis

RESUMEN

En este trabajo se analizan los componentes de rendimiento de líneas experimentales de tricepiro y triticales con aptitud industrial del grano, como criterio de selección indirecta para incrementar el rendimiento de grano. La partición de las correlaciones simples en efectos directos e indirectos brinda información sobre la relación funcional entre componentes de diferente jerarquía y el producto final. El número de macollos por planta influye directa y muy significativamente sobre el rendimiento de grano. Se concluye que las cruas entre líneas experimentales destacadas en este carácter y triticales con adecuadas características de granos podrían incrementar el rendimiento de grano de los tricepiros.

Palabras clave: triticales, tricepiros, componentes de rendimiento, rendimiento de grano por planta, coeficiente de sendero.

ABSTRACT

In this work, the yield components of experimental lines of tricepiros and triticales with grain industrial aptitude were analyzed as an indirect criterion of selection. The partition of the simple correlation between direct and indirect effects gives information on the functional relationship between components of different hierarchy and the end product. The number of tiller per plant showed a significant and direct effect over the grain yield. It is concluded that crosses between lines with high number of tillers, and triticales with adequate grain characteristics might increase the grain yield of tricepiros.

Key words: triticales, tricepiros, yield components, grain yield per plant, path coefficient.

¹Cátedra de Genética y Mejoramiento Genético de Plantas y Animales. Facultad de Agronomía, UNLPam. Ruta 35, Km 334, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. *E-mail: paccapelo@agro.unlpam.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Los cereales sintéticos, triticales (X *Triticosecale* Witt.) y tricepiros (X *Triticosecale*) x (X *Agrotricum*) se mejoran con la finalidad de obtener cultivares de doble propósito (forraje y grano). Existen materiales genéticos de triticales con adecuada aptitud molinera para la elaboración de galletitas dulces (Rubiolo *et al.*, 2001) y podrían ser adoptados como una alternativa por los productores trigueros, ya que conocen y poseen la infraestructura adecuada.

Cuando se estudian características de productividad, suele intentarse una selección indirecta a través de los componentes de rendimiento. Estos, por lo general, al estar menos influenciados por el ambiente, tienen mayor heredabilidad. En el país, se han realizado evaluaciones del rendimiento de grano en triticales y sus componentes (Badiali, 2001; Rubiolo *et al.*, 2001) y en tricepiro (Scaldaferro *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2001; Funaro & Paccapelo, 2001; Funaro *et al.*, 2002; MacCormick & Paccapelo, 2003).

Desde el punto de vista predictivo de la selección, es importante saber si al seleccionar una característica se modifica otra que esté correlacionada con ella. Estas correlaciones, especialmente las negativas, pueden neutralizar los esfuerzos del mejorador. Las correlaciones simples, no siempre resultan informativas de la relación funcional entre componentes de diferente jerarquía y el producto final (Mariotti, 1986). En tricepiro, Scaldaferro *et al.* (2001), Funaro & Paccapelo (2001), Funaro *et al.* (2002) y MacCormick & Paccapelo (2003) analizaron correlaciones simples entre el rendimiento de grano y

sus componentes.

Li (1964) propone la metodología de partición del coeficiente de correlación en efectos directos e indirectos de los componentes sobre la variaciones del carácter complejo dependiente. Al efecto directo, se lo conoce como coeficiente de sendero. En el país se publicaron numerosos trabajos al respecto; por ejemplo en trigo (Rossi *et al.*, 1986; Paccapelo & Lorda, 1988; Miranda *et al.*, 1994), en avena (Acciaresi *et al.*, 1998) y en tricepiro (Funaro & Paccapelo, 2001; Funaro *et al.*, 2002; MacCormick & Paccapelo, 2003).

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, se están seleccionando líneas de tricepiros originadas de la cruce entre el triticales Don Santiago INTA y el trigopiro Don Noé INTA, con el objetivo del aprovechamiento de sus harinas para elaboración de galletitas. En este trabajo se realiza un análisis conjunto de tres años de evaluación de líneas experimentales con el fin de determinar mediante un modelo simple, los efectos directos e indirectos de algunos componentes de la planta sobre el rendimiento de grano por planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, durante los años 2000, 2001 y 2002. Se analizaron 7 líneas experimentales de tricepiros, tres líneas de tricepiro retrocruzadas con triticales y tres triticales con posible aptitud industrial del grano (Eronga, Don Santiago INTA y Cananea). El diseño estadístico fue completo al azar.

La siembra se realizó en parcelas de 5 surcos (20 cm entre surco) de 2 m de largo, con una densidad a la siembra de 250 plantas m². Sobre 6 plantas por parcela se evaluó: número de macollos fértiles por planta (MF), altura de la planta (A), granos por espiga (NGE), peso de mil granos (P1000) y rendimiento por planta (R).

El Análisis de Variancia se resolvió como un modelo mixto con dos factores, asumiendo a genotipo y ambiente como factores fijos y repeticiones como aleatorio. Se utilizó la prueba de Tukey al 0,01 para diferenciar promedios de todas las variables. Se estimaron los Grados de Determinación Genética (GDG) a partir de la esperanza de los cuadrados medios y los coeficientes de correlación fenotípica (CVF) y genética (CVG) (Cruz, 1997). Se determinó el coeficiente de correlación genotípica entre pares de variables y se aplicó la metodología del coeficiente de sendero para los caracteres en estudio (Li, 1964).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa que tanto genotipos como ambientes tienen valores de F altamente significativos. La interacción genotipo x ambiente resultó altamente significativa para el rendimiento de grano por planta, sin embargo MF y NGE resultaron no significativos, indicando un comportamiento estable en los años evaluados. Estos componentes tuvieron los valores más altos en variación fenotípica y, aproximadamente un 40% de esa variación es de origen genético, de acuerdo a los valores del coeficiente de variación genotípica (12,06 y 8,01 respectivamente).

El grado de determinación genética fue alto para todas las variables. Un valor considerablemente menor se menciona para el NGE en tricepiros (Ferreira *et al.*, 2001).

La tabla 2 muestra los promedios de los componentes y del rendimiento de

Tabla 1. Significación de los valores de F, promedios, valores estimados de parámetros genéticos de componentes y rendimiento de grano por planta de tricepiros y triticales en Santa Rosa, La Pampa, durante 2000-2002.

Fuente de Variación	MF	A	NGE	P1000	R
Genotipos	**	**	**	**	**
Ambientes	***	***	***	***	**
Genotipos x Ambiente	ns	**	ns	**	**
X±S	3,12±0,75	121,4±18,73	40,20±7,28	31,9±8,50	4,04±1,86
C.V.F.(%)	30,10	9,00	19,00	16,90	8,70
C.V.G.(%)	12,06	7,84	8,01	9,82	4,31
G.D.G.(%)	74,00	89,00	61,00	85,00	62,00

MF= macollos fértiles por planta; A= altura de planta; NGE= número de granos por espiga; P 1000=peso de mil granos y R= rendimiento de grano por planta.

C.V.F= coeficiente de variación fenotípica; C.V.G= coeficiente de variación genotípica y G.D.G= grado de determinación genética. ns (no significativo), * (p<0,05), ** (p<0,01) y ***(p<0,001)

grano como resultado de la evaluación conjunta de los genotipos y la separación lograda con la prueba de Tukey ($p < 0,01$). Se observa un solapamiento de valores especialmente en A, NGE y P1000. Se encontraron valores muy similares entre los genotipos para MF. Con respecto a A, las menores alturas corresponden a los triticales. En NGE dos líneas retrocruzadas con Don Santiago INTA dieron los valores más bajos. En P1000 cuatro de las líneas experimentales tienen valores similares al testigo Eronga. La prueba de Tukey no permitió detectar diferencias en el rendimiento promedio de grano por planta. No se ha logrado superar a los triticales; sin embargo, retrocruzas con los mismos pueden mejorar el rendimiento de grano en algunas de las líneas evaluadas.

En la tabla 3 se muestran los valores de las correlaciones simples obteni-

das entre pares de variables. El rendimiento de grano por planta (R) se encuentra alta y significativamente (0,05) asociado con MF ($r = 0,695$) y NGE ($r = 0,754$).

En la tabla 4 se detalla la partición de la correlación en efectos directos e indirectos. MF tuvo un efecto directo altamente significativo sobre el rendimiento de grano por planta y no presentó efectos indirectos a través de los otros componentes. El NGE y P1000 tienen efectos directos no significativos sobre el rendimiento de grano por planta. En trigo se han encontrado resultados similares (Rossi *et al.*, 1986).

Otros trabajos realizados en trigo indican que el P 1000 sería el componente directo de mayor importancia para la Región Semiárida Pampeana (Miranda *et al.*, 1994).

Tabla 2. Prueba de diferenciación de promedios para componentes y rendimiento de grano por planta de tricepiros y triticales en Santa Rosa, La Pampa, durante 2000-2002.

Genotipo	MF	A	NGE	P1000	R
Tricepiro F1xDSxEronga	3,00 ab	111,98 de	33,95 c	33,34 abc	3,31 a
Triticale Cananea	3,82 a	102,16 e	39,28 abc	30,83 bc	4,23 a
Tricepiro 28,2	3,46 ab	127,44 ab	46,03 a	33,36 abc	5,23 a
Tricepiro 31,4	3,20 ab	119,66 bcd	42,34 abc	31,42 bc	4,37 a
Tricepiro 51,5	3,57 a	119,77 bcd	43,87 abc	26,40 c	4,46 a
Triticale D. Santiago INTA	2,64 ab	124,88 abc	38,41 abc	29,96 bc	3,06 a
Tricepiro 27,1	3,56 a	127,33 ab	40,28 abc	33,86 ab	5,16 a
Tricepiro 7,6	2,31 b	135,16 a	43,64 abc	31,7 bc	3,25 a
Tricepiro,5,5 x Eronga	2,75 ab	115,11 cd	38,31 abc	32,16 bc	3,52 a
Tricepiro,44,15	3,43 ab	133,66 a	38,75 abc	34,01 ab	4,33 a
Tricepiro, 4,2	2,91 ab	125,66 abc	38,59 abc	29,69 bc	4,09 a
Tricepiro F1xTcpxDS	3,17 ab	126,72 ab	34,90 bc	28,02 bc	3,12 a
Triticale Eronga	2,80 ab	108,61 de	44,96 ab	40,25 a	4,14 a

MF= macollos fértiles por planta; A= altura de planta; NGE= número de granos por espiga; P 1000=peso de mil granos y R= rendimiento de grano por planta.

Letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas, Tukey ($p < 0,01$).

Funaro & Paccapelo (2001) señalan que el PMG y NGE por planta tuvieron un efecto directo muy significativo sobre el rendimiento en líneas experimentales (F_8) de tricepiro. En la generación siguiente, el NGE por planta tuvo el

efecto directo más significativo sobre el R por planta (Funaro *et al.*, 2002). En la generación F_8 se encontró que MF, NGE y P1000 tuvieron efectos directos significativos sobre el rendimiento (Mac Cormick & Paccapelo, 2003).

Tabla 3. Grado de asociación entre las variables analizadas de tricepiros y triticales en Santa Rosa, La Pampa, durante 2000-2002.

	MF	A	NGE	P1000	R
MF	1,0000	-0,2740	0,1083	-0,2013	0,6950**
A		1,0000	0,1131	-0,2370	-0,0256
NGE			1,0000	0,3460	0,7547 **
P1000				1,0000	0,3789

MF= macollos fértiles por planta; A= altura de planta; NGE= número de granos por espiga; P 1000= peso de mil granos y R= rendimiento de grano por planta

Tabla 4. Efectos directos e indirectos de los componentes sobre el rendimiento de grano por planta en tricepiros y triticales en Santa Rosa, La Pampa, durante 2000-2002.

	Directo	Indirecto	Total
MF vs R.			
Efecto directo	0,7893**		
Efecto indirecto vía A		-0,0634	
Efecto indirecto vía NGE		0,0538	
Efecto indirecto vía P1000		-0,0847	
Total			0,695**
A vs R.			
Efecto directo	0,2329		
Efecto indirecto vía MF		-0,2150	
Efecto indirecto vía P1000		0,0562	
Efecto indirecto vía NGE		-0,0997	
Total			-0,0256
NGE vs R.			
Efecto directo	0,4972		
Efecto indirecto vía A		0,0854	
Efecto indirecto vía MF		0,0263	
Efecto indirecto vía P1000		0,1456	
Total			0,7547**
P1000 vs R.			
Efecto directo	0,4209		
Efecto indirecto vía A		-0,1589	
Efecto indirecto vía MF		-0,0552	
Efecto indirecto vía NGE		0,1720	
Total			0,3789
Coefficiente de determinación: 0.9999			

MF= macollos fértiles por planta; A= altura de planta; NGE= número de granos por espiga; P 1000= peso de mil granos y R= rendimiento de grano por planta.

El análisis conjunto indica que MF podría influir decididamente en el rendimiento de grano de la planta de tricepiro. Por su parte, NGE y P1000 resultaron caracteres estables, aunque no tienen un efecto directo sobre el producto final.

CONCLUSIONES

Cruzas entre líneas experimentales de tricepiros con alto número de macollos fértiles y triticales destacados por número de granos por espiga y peso de mil granos podrían ser efectivas para incrementar el rendimiento de grano por planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciari, H.A.; H.O. Chidichimo & C.B. Fusé. 1998. Obtención de caracteres de selección indirecta para producción forrajera total en avena (*Avena sativa*). IV Congreso Nacional de Trigo. Actas:1-24. Mar del Plata, 11-13 de Noviembre.
- Cruz, C.D. 1997. Programa Genes. Aplicativo Computacional em genética e estadística. Editora UFV. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.
- Ferreira, V.; B. SzpiniaK; E. Grassi & M. Scaldaferrro. 2001 Fertilidad en líneas selectas de tricepiro (triticale x trigopiro). J. Basic and Applied Genetic. 14:15-23.
- Funaro, D.O. & H.A. Paccapelo. 2001. Efectos directos e indirectos de componentes sobre el rendimiento de grano por planta en cereales sintéticos (triticales y tricepiros). Actas del V Congreso Nacional de Trigo. Villa Carlos Paz. Córdoba.
- Funaro, D.O.; O.A. Melis & H.A. Paccapelo. 2002. Evaluación de triticales y tricepiros en Santa Rosa, La Pampa. VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Actas:123-126.
- Li, C.C. 1964. The concept of path-coefficient and its impacts on population genetics. *Bimetrics* 12:190-210.
- Mac Cormick, T. & H.A. Paccapelo. 2003. Caracteres de selección indirecta para el rendimiento de grano por planta en líneas experimentales de tricepiros y triticales. *J. Basic and Applied Genetics* 15 (Suppl. 2):121-122.
- Mariotti, J.A. 1986. Fundamentos de Genética Biométrica. Aplicaciones al Mejoramiento Genético Vegetal. Monografía 32. OEA, Washington DC. 152.
- Miranda, R.; A.E. Morant; A.A. Junquera & S.C. Borsetti. 1994. Ideotipos de trigo. Criterios de selección 1: Componentes de rendimiento en ambiente semiárido. III Congreso Nacional de Trigo. Actas:126-127. Bahía Blanca. 26-28 Octubre.
- Paccapelo, H.A. & H.O. Lorda. 1988. Determinación de los efectos relativos directos e indirectos de los componentes sobre el rendimiento de trigo. *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam.* 13:17-29.
- Rossi, D.; C. Gimballi & M. Komorovski. 1986. Efectos directos e indirectos de los componentes del rendimiento en trigo pan. I Congreso Nacional de Trigo, I:213-221. Pergamino, 6-10 Octubre.
- Rubiolo, O.J.; O.J.J. Badiali; R.H. Maich & J.S. Luján. 2001. Evaluación de genotipos de triticale y trigo en la región central de Córdoba. V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño invernal. Villa Carlos Paz, Córdoba.
- Scaldaferrro, M.; G. Magnobosco; E. Grassi; L. Reynosos; B. SzpiniaK & V. Ferreira. 2001. Fertilidad y rendimiento en grano de líneas de tricepiro en Río Cuarto, Córdoba. V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño invernal. Villa Carlos Paz, Córdoba.