

# RELACION ENTRE EL COEFICIENTE DE FERTILIDAD DE LA ESPIGA DE TRIGO Y EL PESO DE LOS GRANOS

Nicole Pretini<sup>1\*</sup>, Ignacio Ismael Terrile<sup>2</sup>, Guillermo Donaire<sup>3</sup>, Fernanda Gabriela González<sup>12</sup>

**Palabras clave:** rendimiento potencial, haploides duplicados, número y peso de granos.

El coeficiente de fertilidad de la espiga (CFE) ha sido identificado como atributo promisorio para incrementar el número de granos (NG) y así el rendimiento de trigo. Sin embargo, para que la selección por CFE resulte no sólo en mayor NG sino también en mayor rendimiento potencial, el peso de los granos no debería presentar una relación negativa funcional con el CFE. Los resultados indican que incrementar el CFE no siempre resultará en caídas del peso potencial de los granos, dependiendo ello fuertemente del genotipo y, en cierta medida, del ambiente.

## INTRODUCCION

El trigo pan (*Triticum aestivum* L.) es uno de los principales cereales que abastecen la demanda mundial de alimentos. Está previsto que la población mundial aumente en más de 1.000 millones de personas en los próximos 15 años. Para abastecer dicho aumento poblacional, la producción de trigo deberá aumentar aproximadamente un 50% respecto a los valores actuales. Una forma de lograr este objetivo, es a través de una mejora en el rendimiento potencial (i.e. el rendimiento de un cultivar adaptado sin restricciones hídrica ni nutricionales y libre de estreses bióticos). El mejoramiento del rendimiento de trigo durante el siglo pasado se basó en el aumento del número de granos a través de una mayor partición de biomasa a la espiga, como un efecto indirecto de la reducción de la altura de la planta. Dado que los cultivares actuales ya se encuentran en una altura óptima, nuevas y diferentes alternativas han sido planteadas para incrementar el rendimiento potencial del cultivo. El mejoramiento genético puede lograrse seleccionando de manera directa el carácter deseado, e.g. rendimiento, en el ambiente objetivo (mejoramiento empírico y/o convencional), o seleccionando indirectamente una característica secundaria que debe estar funcionalmente asociada con la característica deseada (mejoramiento analítico y/o fisiológico). Durante la última mitad del siglo XX, el mejoramiento empírico fue altamente exitoso en mejorar los rendimientos de trigo, sin

embargo, durante los últimos años su eficiencia ha caído, observándose una disminución en la tasa de ganancia genética. La utilización de atributos eco-fisiológicos en mejoramiento requiere, inicialmente, la identificación de la característica pasible de ser utilizada y luego el estudio de su comportamiento, y así conocer su segregación y determinar su heredabilidad (Reynolds *et al.*, 2001). En germoplasma local adaptado a la Pampa Ondulada, se ha propuesto al coeficiente de fertilidad de la espiga (número de granos por unidad de peso seco de espiga en antesis, CFEf) como atributo promisorio para mejorar el NG y de esta forma el rendimiento potencial (González *et al.*, 2011). Una forma de estimarlo consiste en determinar directamente el NG por unidad de chaff (raquis+gluma+lema+palea+arista) de espiga en cosecha (CFEc). Para que la selección por CFE resulte no sólo en mayor NG sino también en mayor rendimiento potencial, el peso de los granos no debería presentar una relación negativa funcional con el CFE (competitiva). En dicho caso, un mayor CFE resultaría en granos más pequeños en todas las posiciones de la espiguilla debido a un menor peso potencial de los mismos. Contrariamente, si la relación negativa fuera aparente (no competitiva), un mayor CFE sería consecuencia de una mayor cantidad de granos en las posiciones distales dentro de la espiguilla, los cuales tienen naturalmente menor peso. En dicho caso, la selección por alto CFE podría resultar en ganancias de rendimiento po-

1- CITNOBA (CONICET-UNNOBA), Monteagudo 2772, Pergamino (2700), Buenos Aires, Argentina.

2- INTA EEA Pergamino, Ruta 32, Km 4,5, Pergamino (2700), Buenos Aires, Argentina.

3- INTA EEA Marcos Juárez, Ruta 12 Km 3, Marcos Juárez (2580), Córdoba.

\*pretini.nicole@inta.gob.ar

**Tabla 1.** Detalle de líneas con =PGm ≠CFEc (verde), ≠PGm =CFEc (naranja) y relación negativa PGm -CFEc (azul) en vástago principal.

Cruzamiento	Localidad	Líneas	PGm (mg)	NG/m <sup>2</sup>	CFEc (granos g <sup>-1</sup> )	Antesis	Tmed ° C Ant+30	Líneas	PGm (mg)	NG/m <sup>2</sup>	CFEc (granos g <sup>-1</sup> )	Antesis	Tmed ° C Ant+30
B19 x B2002	Pergamino	B19	29.4	9394.2	89.9	25-oct	19.3	L33	29.1	6663.9	65.9	16-oct	18.0
		L117	26.2	9845.0	86.4	17-oct	18.3	L42	38.9	7819.0	83.5	16-oct	18.0
		L115	26.0	10815.3	111.7	26-oct	19.3	L30	41.9	5376.5	54.9	23-oct	18.8
	Marcos Juárez	L72	34.2	12075.3	58.9	08-oct	17.5	B19	34.0	7919.4	56.8	16-oct	19.4
		L18	23.3	8115.0	55.9	05-oct	17.4	L44	40.9	9641.8	48.0	14-oct	19.1
		L104	32.1	12636.9	79.3	14-oct	19.1	L30	39.2	6642.5	43.3	16-oct	19.4
B11 x B2002	Pergamino	L74	37.8	9698.1	99.1	18-oct	18.7	L62	39.8	8661.9	54.1	27-oct	19.4
		L69	25.4	11207.3	94.0	27-oct	19.4	B11	34.5	8012.7	93.2	23-oct	18.8
		B11	34.5	8012.7	93.2	23-oct	18.8	L48	39.3	5843.1	62.5	20-oct	19.1
	Marcos Juárez	B11	34.5	7246.0	131.9	12-oct	18.7	L33	34.1	2233.5	57.8	11-oct	18.4
		L53	29.7	7679.2	93.8	13-oct	19.0	L47	45.5	5962.8	96.2	05-oct	17.4
		L28	29.1	8898.3	87.8	28-oct	20.8	L22	37.7	3255.5	54.6	16-oct	20.0

Desviaciones estándar de la muestra. Baguette19xBioINTA2002 Pergamino: CFEc=23,1 – NG/m<sup>2</sup>=2144,0 – PGm=4,4 y Marcos Juárez: CFEc=9,5 - NG/m<sup>2</sup>=2108,6 – PGm=4,3. Baguette11xBioINTA2002 Pergamino: CFEc=10,7 – NG/m<sup>2</sup>=1772,0 – PGm=4,9 y Marcos Juárez: CFEc=17,2 – NG/m<sup>2</sup>=2095,9 – PGm=3,6

tencial. Por ello es necesario realizar un análisis de las posibles compensaciones entre el CFE y el PG, analizando no sólo el peso promedio sino también el PG por posición dentro de las espiguillas a lo largo de la espiga.

## MATERIALES Y METODOS

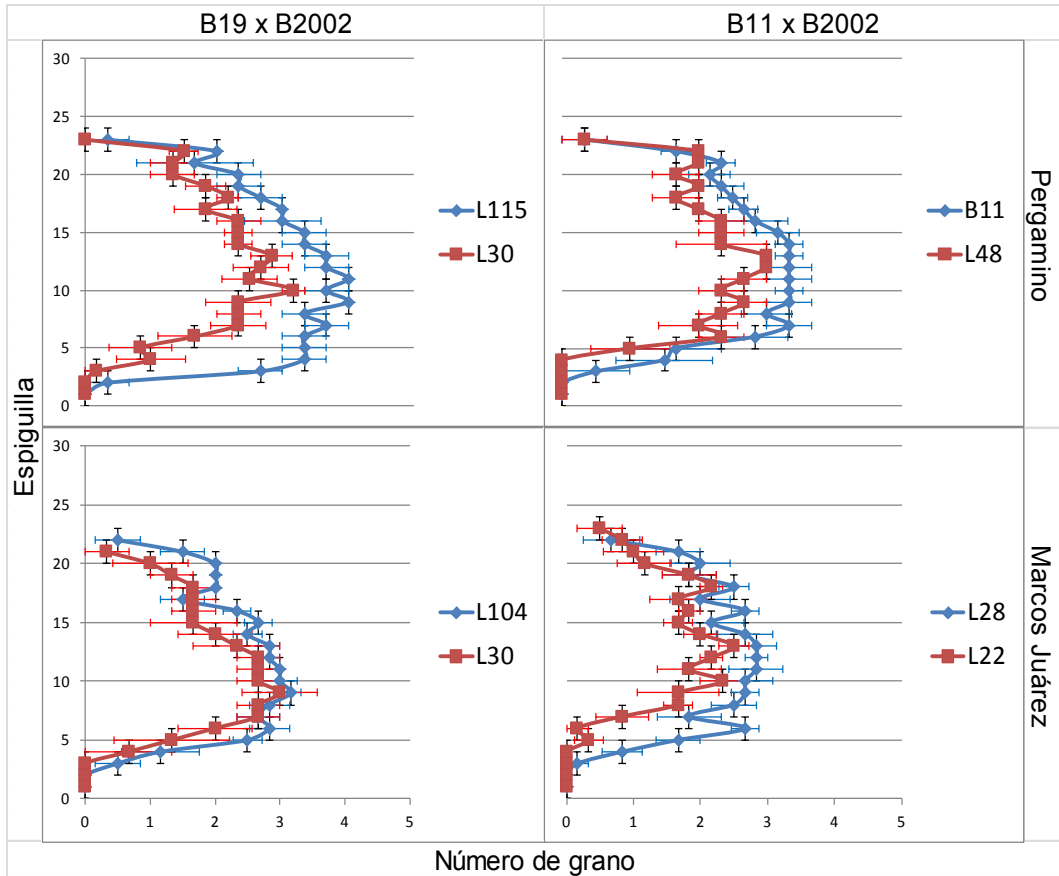
Se trabajó con dos poblaciones de haploides duplicados, Baguette 19 x BioINTA 2002 y Baguette 11 x BioINTA 2002, compuestas por 114 y 84 líneas, respectivamente. La tecnología de los haploides duplicados permite acortar el ciclo de mejoramiento ya que hace posible un rápido desarrollo de líneas completamente homocigotas. Se utilizaron padres contrastantes para CFEc, siendo los Baguette de alto CFEc y B2002 de bajo CFEc. Se realizaron experimentos a campo bajo condiciones potenciales (sin limitantes hídricas, ni nutricionales y con control de enfermedades y plagas) en la EEA Pergamino y EEA Marcos Juárez de INTA durante el año 2015.

Cuando cada parcela llegó a cosecha se arrancaron las plantas de 0,5 m del surco central y se separó el vástago principal de los macollos. Las espigas de vástago principal fueron cortadas de forma de separarlas del resto de la biomasa. Una vez contadas, se colocaron las muestras en estufa de secado a 70°C hasta constancia de peso. Luego se trillaron las espigas, para obtener el número de granos (NGm), el peso de chaff a cosecha (Chaffm) y el peso de los granos promedio (PGm). El CFEc se estimó como la relación entre el NGm/Chaffm. A partir de estos datos se seleccionaron tres espigas promedio de vástago principal de aquellas líneas que presentaron diferente relación entre CFEc y PGm, ie. ≠PGm =CFEc, =PGm ≠CFEc y: relación negativa entre

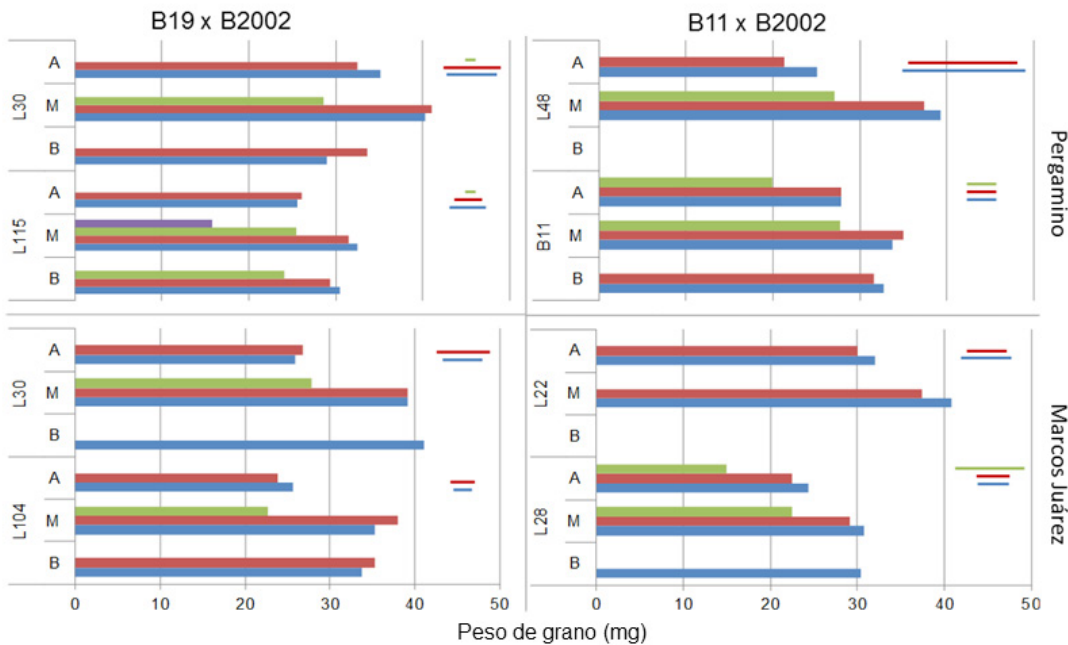
PGm-CFEc. Para que las comparaciones de las líneas dentro de cada ambiente sean válidas, i.e. las condiciones ambientales exploradas sean similares, sólo aquellas con similar fecha de antesis y temperatura media explorada durante el llenado de grano fueron seleccionadas. Se calculó el número de granos por espiga (NG/Ei) y espiguilla. También se calculó el peso de grano por posición (PGi) dentro de las espiguillas a lo largo de toda la espiga, dividiendo a la espiga en región basal, media y apical según la cantidad de espiguillas. Los granos se identificaron según su posición dentro de cada espiguilla como grano 1 (G1), grano 2 (G2), grano 3 (G3) y grano 4 (G4).

## RESULTADOS

El CFEc del total de las líneas osciló entre ca. 30 y 130 granos/g. En todos los casos las regresiones dieron una relación levemente negativa entre el PGm y el CFEc. En Pergamino se obtuvieron valores de  $r^2=0,07$  y  $p=0,0076$  para la población B19xB2002 y  $r^2=0,10$  y  $p=0,0044$  para B11xB2002, mientras que en Marcos Juárez dichos valores fueron de  $r^2=0,12$  y  $p=0,0004$  para B19xB2002 y  $r^2=0,06$  y  $p=0,027$  para B11xB2002. Sin embargo, pudieron identificarse líneas con diferente relación PGm y CFEc, ie. ≠PGm =CFEc, =PGm ≠CFEc y PGm-CFEc negativa (tabla 1), aunque las mismas no presentaron similar comportamiento entre ambientes (localidades). En general, dentro de cada ambiente, las líneas con mayor CFEc e igual PGm tuvieron un mayor NGm. En cuanto a la relación negativa entre CFEc y PGm, un mayor CFEc estuvo asociado a un mayor NGm (tabla 1). En este último caso, las líneas con mayor CFEc tendieron a depositar más granos por espiguilla a lo largo de toda la espiga (figura 2), y en cada posición (G1, G2, G3, G4) dichos granos tendieron a ser en



**Figura 1.** Número de granos promedio por espiguilla de una espiga. Líneas con relación negativa PG-CFE (L115, B11, L104 y L28 de alto CFE y L30, L48 y L22 de bajo CFE).



**Figura 2.** Peso de grano por posición en líneas con relación negativa PGM-CFEc (L115, L104, B11 y L28, de alto CFEc, y L30, L48 y L22 de bajo CFEc). Posición de la espiguilla en la espiga, B: basal, M: Medio, A: apical. Posición de los granos en la espiguilla: G1 (azul) - G2 (rojo) - G3 (verde) - G4 (violeta). Sólo se graficaron los pesos de aquellos granos con probabilidad de aparición mayor a 50%. Las líneas en el lateral derecho indican el error estándar para cada posición de grano.

general más livianos (figura 3). Estos resultados contrastan con otros autores (Elia *et al.*, 2016), quienes no observaron pesos más livianos del G1 en los genotipos con alto CFE.

### CONCLUSIONES

El cuanto al CFEC, se pudo ver que osciló entre el set de líneas, por lo que se podría decir que existe variabilidad en el CFE de las líneas de ambas poblaciones. Si bien las regresiones de ambas poblaciones dieron una relación levemente negativa entre el PGm y el CFEC, y una tendencia a granos por posición más livianos en aquellas líneas seleccionadas por relación negativa PGm vs CFEC, se encontraron: (i) líneas con CFE similares pero que difieren en PG y (ii) líneas con similar PGm y diferente CFEC. Por lo tanto, incrementar el CFE no siempre resultará en caídas del peso de los granos, i.e. la relación entre CFE y PG no siempre es funcional, dependiendo ello fuertemente del genotipo y, en cierta medida, del ambiente.

### BIBLIOGRAFIA

Elia, M.; Savin, R.; Slafer, G.A. 2016. Fruiting efficiency in wheat: physiological aspects and genetic variation among modern cultivars. *Field Crop Research* 191:83–90.

González, F.G.; Terrile, I.I.; Falcon, M.O. 2011. Spike fertility and duration of stem elongation as promising traits to improve potential grain number (and yield): variation in modern Argentinean wheats. *Crop Science*, 51(4):1693-1702.

Reynolds, M.; Ortiz Monasterio, J.; McNab, A. 2001. *Application of Physiology in Wheat Breeding*. CIMMYT, Mexico, D.F. 246 p. <<

