

Autor: Maich, R.H.

Fertilización nitrogenada para trigo candeal y trigo para pan

Evaluación en secano de cultivares fertilizados a razón de 100 kg N ha⁻¹ a la siembra, en la región central semiárida de la provincia de Córdoba.

Palabras Claves:

Ensayo comparativo;
Rendimientos; Cultivares;
Trigo.

Introducción

En ambientes de bajos rendimientos ($\leq 2 \text{ t ha}^{-1}$), el trigo para pan es el que alcanza los mejores rendimientos en grano respecto al trigo para fideos. Lo inverso ocurre cuando los rendimientos fluctúan entre las 4 y 6 t ha^{-1} (Martí and Slafer, 2014). Singh *et al.* (2001) y López-Bellido *et al.* (2008), le ponen valores a la diferencia en rendimiento en grano entre el trigo para pan y el trigo candeal, casi un 20% a favor del primero. Resultados similares se obtuvieron en ocasión de evaluar cinco cultivares de trigo candeal y un cultivar de trigo para pan en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) en el año 2017.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar en seco cuatro cultivares de trigo candeal y dos cultivares de trigo para pan fertilizados a razón de 100 kg N ha^{-1} a la siembra, en la región central semiárida de la provincia de Córdoba.

Materiales y Métodos

El ensayo comparativo de rendimiento en trigo se realizó durante 2018 en el Área Experimental del Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Córdoba (UNC), ubicado en camino a Capilla de los Remedios km 15.5, geográficamente a 31° 28' 49,42" S y

64°00' 36,04" O. Esta zona se corresponde con la zona semiárida central de la provincia de Córdoba, con una precipitación media anual de 770 mm, bajo un régimen monzónico. El tipo de suelo es un Haplustol Entico, franco limoso en superficie y subsuelos (serie Oncativo) con capacidad de uso III e índice de productividad 68.

Se evaluaron dos cultivares de trigo para pan (ACA 360 y Algarrobo) y cuatro cultivares de trigo candeal (Cariló, Obelix, Odiseo y Quillén). La siembra se llevó a cabo con una sembradora tipo planet. La densidad de siembra usada fue de 200 semillas viables por m^2 (trigo para pan) y en 300 semillas viables por m^2 (trigo para fideos). Los materiales se sembraron el 19 de mayo de 2018 sobre un lote que provenía de un barbecho estival. El diseño utilizado fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron micro parcelas de cuatro surcos de 5 metros de longitud distanciados por 20 cm. Se fertilizó transversalmente la mitad de cada bloque a razón de 100 kg de N ha^{-1} .

Previo a la siembra y para determinar la disponibilidad hídrica del perfil, se tomaron muestras de agua con un barreno hasta los 2 metros de profundidad. La densidad aparente utilizada para los cálculos fue de 1,25 g/cm^3 y un PMP del 10%. Asimismo, se realizaron análisis

Tabla 1

Comportamiento agronómico y productivo de dos variedades de trigo para pan (ACA 360 y Algarrobo) y cuatro variedades de trigo candeal (Cariló, Obelix, Odiseo y Quillén) en el que se confunden los resultados de dos dosis de fertilizante nitrogenado (0 y 100 kg N ha^{-1}). Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Otoño-invierno 2018.

Cultivar	Grano	Biomasa	IC	P1000G	Nº G	Nº E	Nº G/E
ACA 360	1282 a	6282 a	20,4 b	26,9 b	4741 a	295 a	16 b
Algarrobo	1465 a	5737 a	25,5 a	27,1 b	5444 a	242 b	23 a
Cariló	762 b	5208 b	14,4 c	29,1 b	2631 b	189 c	14 b
Obelix	683 b	6195 a	11,1 d	33,3 a	2046 b	172 c	12 b
Odiseo	898 b	5383 b	16,6 c	33,9 a	2654 b	168 c	16 b
Quillén	533 b	4862 b	10,9 d	24,8 c	2163 b	150 c	14 b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Referencias. Grano: rendimiento en grano (kg ha^{-1}), Biomasa: rendimiento en biomasa aérea (kg ha^{-1}), IC: Índice de cosecha (%), P1000G: peso de mil granos (g), Nº G: número de granos por metro cuadrado, Nº E: número de espigas por metro cuadrado y Nº G/E: número de granos por espiga.

químicos del suelo en el Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (LabSA). Se registraron las precipitaciones acontecidas durante el ciclo de cultivo. A partir de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela, se midieron o estimaron las siguientes variables: rendimiento en grano y en biomasa aérea (kg ha^{-1}), índice de cosecha (%), peso de 1000 granos (g), número de granos y espigas por m^2 , número de granos por espiga y se estimó el porcentaje de espigas afectadas por el fenómeno denominado “*Haying off*”, es decir, cuando el cultivo se ve imposibilitado de completar el llenado de sus granos (granos chuzos) debido a un estrés hídrico o a un exceso de fertilización nitrogenada. Se analizaron los datos con el software para análisis estadísticos de aplicación general Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Resultados y Discusión

El agua útil almacenada en el suelo hasta los 2 m de profundidad al momento de la siembra fue de 195 mm. Las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo, desde el 19 de mayo de 2018 hasta el 4 de noviembre de 2018 (momento de la cosecha) fueron de 70 mm. El contenido de materia orgánica del lote ascendía a 2,53%, 10,7 ppm de N-NO_3 hasta los 60 cm de profundidad, y 56,9 ppm de P en los primeros 20 cm de profundidad.

Comportamiento agronómico de trigo para fideos y trigo para pan

Los resultados agronómicos presentados en la **Tabla 1** conciden con lo observado por Josephides (1992), aunque la diferencia en cuanto al rendimiento en grano a favor del trigo para pan grupo 1 (ACA 360) respecto al mejor cultivar de trigo para fideos (Odiseo), alcanzó el 42,8%. Tal como lo señalan Zubaidi *et al.* (1999), el trigo para fideos equipara o supera el rendimiento del trigo para pan solo en aquellos ambientes sin limitantes hídricas. Por el contrario, cuando el agua disponible no alcanza los 450 mm durante el ciclo de cultivo o el cultivo de trigo para pan rinde por debajo de 2500 kg ha^{-1} , los rendimientos en grano del trigo para fideos serán menores a los del trigo para pan. El bajo número de espigas y de granos por metro cuadrado conspira contra el trigo para fideos toda vez que pretenda equiparar su rendimiento al del rendimiento del trigo para pan.

Resultan interesantes los resultados del trabajo de Mohammadi *et al.* (2012), quienes evaluaron el rendimiento en grano de catorce cultivares de trigo para fideos y un cultivar de trigo para pan, a lo largo de tres años, en dos localidades en secano y bajo riego. Estos autores constataron que, de los quince materiales cultivados en secano, en solo una combinación año x localidad el rendimiento en grano del trigo para pan se ubicó por debajo de la media del ensayo. En cambio, de los catorce genotipos de trigos para fideos solo uno logró equiparar la *performance* del mencionado genotipo de trigo para pan.

Los resultados obtenidos durante el año 2018 en el Campo Escuela muestran que ninguno de los cuatro cultivares de trigo candeal lograron superar la media del ensayo, que sí aconteció con los dos cultivares de trigo para pan evaluados. Focalizando nuestra atención en la asociación entre las variables agronómicas en trigo para fideos, Pedro *et al.* (2011) aseveran que si bien el rendimiento en grano de los distintos genotipos evaluados resultó semejante, este carácter estuvo asociado más con la producción de biomasa aérea que con el índice de cosecha. Salvando las distancias en cuanto a la calidad y profundidad con la que se condujo el trabajo de Pedro *et al.* (2011), los valores de los coeficientes de correlación entre el rendimiento en grano y la producción de biomasa aérea e índice de cosecha estimados en el presente trabajo resultaron positivos y altamente significativos. A resultados similares llegó Saleem (2003), al cultivar genotipos de trigo para pan y para fideos bajo estrés hídrico.

Los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan parcialmente con lo observado por Kilic and Yagbasanlar (2010). En el ensayo donde se evaluaron cuatro cultivares de trigo candeal y dos cultivares de trigo para pan, los cultivares que florecieron antes fueron aquellos que obtuvieron más rendimientos en grano (Algarrobo, ACA 360 y Odiseo). Sin embargo, y no coincidiendo con lo observado por los autores antes mencionados, aquellos cultivares que presentaron el periodo de llenado de grano más corto (Algarrobo, ACA 360 y Odiseo), resultaron también los más rendidores.

A continuación, se presenta el biplot correspondiente a la información del ensayo objeto de análisis (**Figura 1**).

Figura 1

Representación biplot del análisis de los componentes principales en el que pueden visualizarse las relaciones entre las variables consideradas en el estudio (segmentos de recta que parte del origen) y los genotipos evaluados (puntos en el plano). Grano: rendimiento en grano (g m^{-2}), Biomasa: biomasa aérea (g m^{-2}), P1000G: peso de mil granos (g), Nro. granos: número de granos por metro cuadrado, Nro. espigas: número de espigas por metro cuadrado, IC: índice de cosecha (%), Nro. granos/espiga: número de granos por espiga.

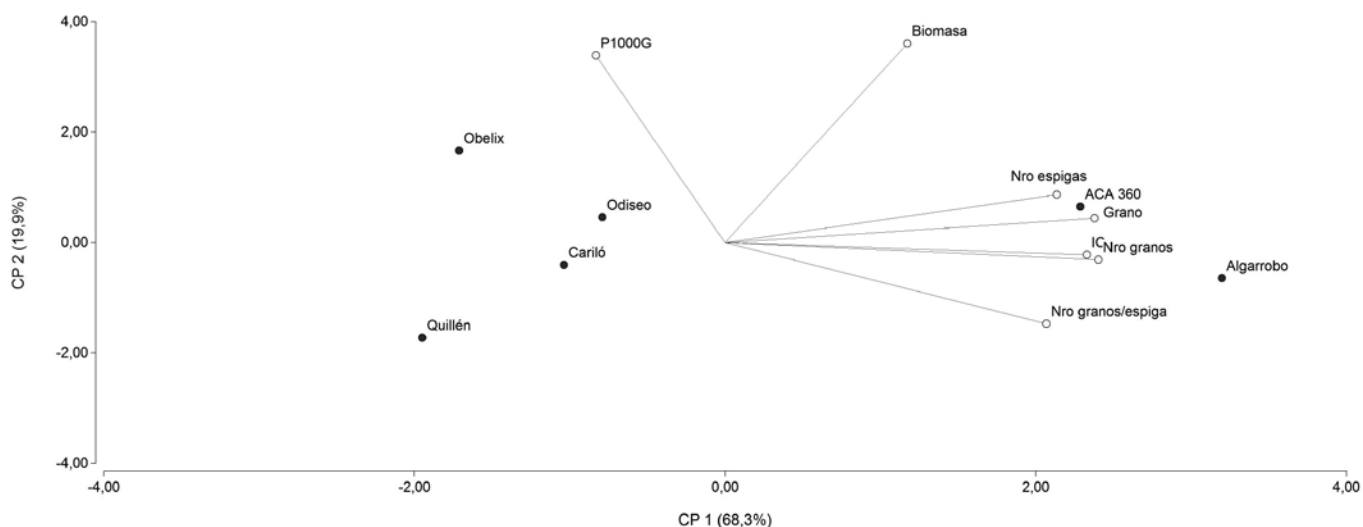
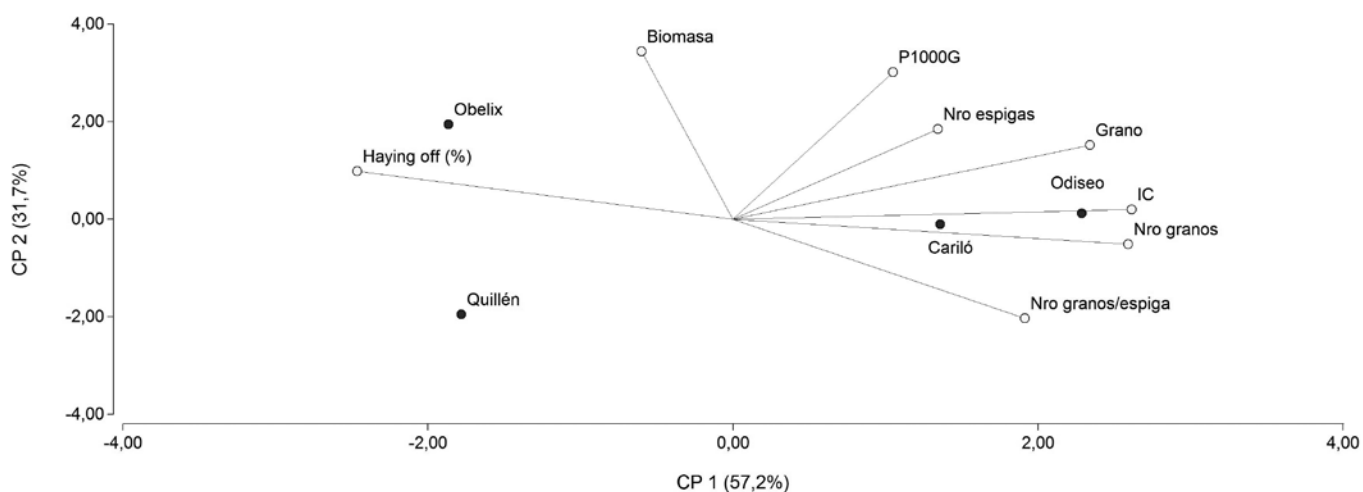


Figura 2

Representación biplot del análisis de los componentes principales en el que pueden visualizarse las relaciones entre las variables consideradas en el estudio (segmentos de recta que parte del origen) y los genotipos evaluados (puntos en el plano). Grano: rendimiento en grano (g m^{-2}), Biomasa: biomasa aérea (g m^{-2}), P1000G: peso de mil granos (g), Nro. granos: número de granos por metro cuadrado, Nro. espigas: número de espigas por metro cuadrado, IC: índice de cosecha (%), Nro. granos/espiga: número de granos por espiga, Haying off (%): porcentaje de espigas con granos chuzos.



Si bien los resultados del trabajo de Moayedi *et al.* (2010) se interpretan estadísticamente con un análisis de la varianza, los datos presentados posibilitaron su interpretación estadística mediante un análisis multivariado a través de componentes principales y representados gráficamente con un esquema biplot. Los resultados del biplot elaborado a partir de los datos publicados por Moayedi *et al.* (2010) y aquellos que se presentan en la **Figura 1**, resultan coincidentes. El único genotipo de trigo pan evaluado en el trabajo de Moayedi *et al.* (2010) se encuentra asociado a los vectores número de granos y número de espigas por metro cuadrado. También se destaca en cuanto a la producción de biomasa y en menor medida al rendimiento en grano.

Por su parte, los resultados correspondientes al ensayo llevado a cabo durante el año 2018 en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) muestran que los dos cultivares de trigo pan, claramente se distinguen de los cuatro cultivares de trigo para fideos para todas las variables analizadas, hecha la excepción para el peso de mil granos.

Volviendo al análisis de biplot hecho en base a los resultados del trabajo de Moayedi *et al.* (2010), de los cuatro genotipos de trigo para fideos, el identificado como G1 presenta un comportamiento agronómico destacado. Los cuatro cultivares de trigo para fideos evaluados en el Campo Escuela se analizaron de

Tabla 2

Comportamiento agronómico y productivo de dos variedades de trigo para pan (ACA 360 y Algarrobo) y cuatro variedades de trigo candeal (Cariló, Obelix, Odiseo y Quillén) en el que se confunden los resultados de dos dosis de fertilizante nitrogenado (0 y 100 kg N ha⁻¹). Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Otoño-invierno 2018.

Nitrógeno (Kg ha ⁻¹)	Grano	Biomasa	IC	P1000G*	Nº G	Nº E	Nº G/E
0	933	5612	16,5	28,3 b	3348	210	16
100	941	5609	16,4	30,1 a	3211	195	16

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Referencias. FS: fecha de siembra, Grano: rendimiento en grano (kg ha⁻¹), Biomasa: rendimiento en biomasa aérea (kg ha⁻¹), IC: Índice de cosecha (%), P1000G: peso de mil granos (g), Nº G: número de granos por metro cuadrado, Nº E: número de espigas por metro cuadrado y Nº G/E: número de granos por espiga.

Tabla 3

Eficiencia en el uso del nitrógeno según la eficiencia agronómica y el factor de productividad parcial.

Cultivar	Eficiencia agronómica	Factor de productividad parcial
Algarrobo	2,90	16,1
ACA 360	-0,43	12,6
Odiseo	-0,63	8,7
Cariló	-3,30	6,0
Obelix	1,07	7,4
Quillén	0,87	5,8

manera independiente para distinguir entre ellos los agrónomicamente superiores. El análisis multivariado mediante componentes principales y representado gráficamente con un biplot se presenta a continuación (**Figura 2**).

Entre los cuatro cultivares de trigo para fideos, el cultivar Odiseo se distingue en cuanto al índice de cosecha, número de granos por metro cuadrado y rendimiento en grano. A las variables analizadas con anterioridad, se sumó el “*Haying off*”. Entendiéndose como tal una senescencia foliar anticipada durante el llenado del grano debido a restricciones hídricas o a un exceso en la fertilización nitrogenada. La variable agrónómica más afectada fue el índice de cosecha (imposibilidad de translocar los hidratos de carbono solubles al grano) debido a que los granos no completaron su llenado (granos chuzos). Esto repercutió negativamente sobre el rendimiento en grano. Del análisis del biplot resulta que los cultivares de trigo para fideos Obelix y Quillén fueron los más afectados por “*Haying off*”.

Respuesta a la fertilización nitrogenada en trigo para fideos y trigo para pan

En la **Tabla 2**, se presentan los valores medios correspondientes a las variables agrónómicas medidas o estimadas, resultantes de haber fertilizado al cultivo de trigo con 100 kg N ha⁻¹. Solo se constataron diferencias estadísticamente significativas entre medias a favor de la fertilización con N para el peso del grano.

Los resultados aquí obtenidos difieren en varios aspectos respecto a los resultados obtenidos por Fois *et al.* (2009). En cuanto a la variable días a antesis, el material fertilizado adelantó su espigazón tres días en promedio respecto al material no fertilizado (datos no presentados). En cuanto al peso de mil granos, contrariamente a lo observado por los autores antes mencionados, se vio incrementado en promedio en un 6% cuando el material fue fertilizado a la siembra con 100 kg de N ha⁻¹.

En lo que respecta a la eficiencia en el uso del nitrógeno, Modhej *et al.* (2012) observaron que la eficiencia agrónómica en promedio fue más alta en los trigos para fideos que en los trigos para pan. Los resultados que se presentan en la **Tabla 3** no avalan lo afirmado por los mencionados autores, aunque conciben con los obtenidos por otros autores (Geleto *et al.*, 1995; Ehdai and Waines, 2001; López-Bellido *et al.*, 2008).

Finalmente y contrariamente a lo observado por De Vita *et al.* (2010), donde los cultivares modernos de trigo candeal respondieron a la fertilización y no así los cultivares más viejos, los resultados aquí presentados muestran que los cultivares de reciente liberación al mercado (Obelix y Odiseo), cuando son fertilizados con nitrógeno, manifiestan un comportamiento agrónómico equivalente, en términos de factor de productividad parcial, al de los cultivares más antiguos.

Conclusiones

- Bajo condiciones de secano, el cultivo del trigo para fideos en la región central semiárida de la provincia de Córdoba es casi inviable, aún cuando se bonifique respecto al precio del trigo para pan. Por otra parte, la fertilización nitrogenada a la siembra muestra una eficiencia en el uso del nitrógeno muy por debajo de lo que se menciona en bibliografía.

Agradecimientos

A Pasejes S.A. por el apoyo financiero del presente trabajo.

Referencias

- De Vita, P., Mastrangelo, A.M., Matteu, L., Mazzucotelli, E., Virzi, N., Palumbo, M., Lo Storto, M., Rizza, F., Cattivelli, L. (2010). Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy. *Field Crops Research*, 119(1), 68-77.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Ehdaie, B., Waines, J. G. (2001). Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research*, 73(1), 47-61.
- Fois, S., Motzo, R., Giunta, F. (2009). The effect of nitrogenous fertiliser application on leaf traits in durum wheat in relation to grain yield and development. *Field Crops Research*, 110(1), 69-75.
- Geleto, T., Tanner, D. G., Mamo, T., Gebeyehu, G. (1995). Response of rainfed bread and durum wheat to source, level, and timing of nitrogen fertilizer on two Ethiopian Vertisols. I. Yield and yield components. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(11-12), 1773-1794.
- Josephides, C. M. (1992). Analysis of adaptation of barley, triticale, durum and bread wheat under Mediterranean conditions. *Euphytica*, 65(1), 1-8.
- Kilic, H., Yagbasanlar, T. (2010). The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 164-170.
- López-Bellido, R. J., Castillo, J. E., López-Bellido, L. (2008). Comparative response of bread and durum wheat cultivars to nitrogen fertilizer in a rainfed Mediterranean environment: soil nitrate and N uptake and efficiency. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 80(2), 121-130.
- Marti, J., Slafer, G. A. (2014). Bread and durum wheat yields under a wide range of environmental conditions. *Field Crops Research*, 156, 258-271.
- Moayedi, A. A., Boyce, A. N., Barakbah, S. S. (2010). The performance of durum and bread wheat genotypes associated with yield and yield component under different water deficit conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 106-113.
- Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Ayneband, A., Normohamadi, G. (2012). Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. *International Journal of Plant Production*, 2(3), 257-268.
- Mohammadi, R., Armion, M., Kahrizi, D., Amri, A. (2012). Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *International Journal of Plant Production*, 4(1), 11-24.
- Pedro, A., Savin, R., Habash, D. Z., Slafer, G. A. (2011). Physiological attributes associated with yield and stability in selected lines of a durum wheat population. *Euphytica*, 180(2), 195-208.
- Saleem, M. (2003). Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress: biomass and yield components. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(3), 290-293.
- Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Rajaram, S., Crossa, J. (2001). Grain yield and other traits of tall and dwarf isolines of modern bread and durum wheats. In *Wheat in a Global Environment* (pp. 579-584). Springer Netherlands.
- Zubaidi, A., McDonald, G. K., Hollamby, G. J. (1999). Shoot growth, root growth and grain yield of bread and durum wheat in South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(6), 709-720.