

## CRECIMIENTO Y MICORRIZACIÓN DE TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA BAJO DISTINTAS FORMAS DE COLOCACIÓN DE FÓSFORO

**Fernanda Covacevich<sup>1</sup>, Francisco Fernández Palma<sup>1</sup>, Hernán Sainz Rozas<sup>1</sup>, Pablo Barbieri<sup>1,2,3</sup>, Hernán Echeverría<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce, <sup>2</sup> Tesista doctorado Facultad de Ciencias Agrarias - UNMDP; <sup>3</sup> Becario CONICET. C.C. 276, (7620) Balcarce, Argentina.

Tel. 02266-439100. E-mail: [covac@mdp.edu.ar](mailto:covac@mdp.edu.ar)

**Palabras clave:** localización de fósforo, siembra directa, colonización micorrízica, trigo.

### INTRODUCCIÓN

La fertilización fosfatada en el cultivo de trigo es una práctica generalizada en los suelos del sudeste (SE) de la Provincia de Buenos Aires debido a la baja disponibilidad de fósforo (P) disponible nativo (Echeverría & García 1998). Varios factores pueden afectar la respuesta a la forma de aplicación de fósforo (P) en trigo tales su disponibilidad inicial en el suelo, la dosis de P, fecha de siembra, tipo de labranza y la riqueza microbiana del suelo (Stewart 2000). En suelos del SE bonaerense bajo siembra directa (SD) y con 8-9 mg kg<sup>-1</sup> de P disponible (P-Bray), la aplicación de P debajo y al costado de la línea de siembra, no incrementó el rendimiento ni la acumulación de P en planta respecto de la aplicación al voleo en forma anticipada (Sainz Rozas et al. 2004). Por el contrario, bajo labranza convencional (LC) se determinó que la aplicación en línea resultó ser más eficiente que la aplicación al voleo, principalmente para niveles de P-Bray que variaron de 5 a 11 mg kg<sup>-1</sup> de P-Bray (Covacevich et al. 2005). Bajo SD se incrementa el contenido de materia orgánica (MO) y de P en las capas más superficiales del suelo respecto a la LC, estratificación que es evidente al poco tiempo de implementada la SD (Calviño et al. 2002). La formación de simbiosis entre raíces de plantas y hongos micorrízicos arbusculares (MA) del suelo permiten que las raíces capturen el P de manera efectiva, lo que incrementaría la eficiencia en la adquisición de P por la planta (Jeffries et al. 2003). Se ha reportado que factores como la fertilización fosfatada, y el tipo de labranza, por su efecto sobre la temperatura del suelo, estratificación de MO y P afectan la micorrización (Grant et al. 2004).

Son escasos los reportes a nivel internacional del efecto de la localización de P sobre el grado de micorrización en trigo. En el SE bonaerense y bajo LC, la aplicación de dosis crecientes de P en línea incrementó el contenido de P en el suelo y el crecimiento del trigo, disminuyendo la micorrización, en mayor medida que la aplicación de P al voleo (Covacevich et al. 2005). Sin embargo, se desconoce el efecto de la localización de P sobre el grado de

micorrización bajo SD. Resulta necesario evaluar la mejor estrategia de fertilización que permita incrementar el rendimiento del trigo sin afectar negativamente las poblaciones micorrízicas nativas. Se plantea como objetivo evaluar la colonización micorrízica espontánea en trigo en función de dosis y formas de aplicación de P (en línea incorporado vs al voleo) bajo SD.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en Necochea en la estación de crecimiento 2003, sobre un lote bajo SD por más de 5 años. El suelo fue un Hapludol Típico con un horizonte superficial (0-20 cm) de textura franca con 5,7 % de materia orgánica y 13,9 mg kg<sup>-1</sup> de P-Bray al momento de la siembra. La variedad fue Klein Dragón sembrada el 12/8 a razón de 400 pl/m<sup>2</sup>. El ensayo se condujo sin limitaciones de nitrógeno y azufre. El diseño experimental fue en BCA con tres repeticiones, los tratamientos fueron una combinación factorial de dosis de P (0, 25 y 50 kg ha<sup>-1</sup> como superfosfato triple 0-46-0) y método de colocación (incorporado en la línea de siembra y al voleo tres meses antes de la siembra: N, NP25inc, NP25vol, NP50inc, NP50vol), además se adicionaron un control absoluto (N0P0) y un tratamiento con 150 kg de P ha<sup>-1</sup> al voleo anticipado (N150vol). Se efectuó adecuado control de malezas y enfermedades.

Se realizaron muestreos en macollaje y espigazón, en cada muestreo se extrajeron 4 cilindros (2 del surco y 2 del entresurco) de suelo de 5 cm de diámetro por 20 cm de profundidad por parcela. Cada cilindro fue separado en 2 subfracciones 0-10 y 10-20 cm. Se separó el suelo de las raíces y estas últimas fueron lavadas y recolectadas en tamiz de 2 mm. Posteriormente, fueron teñidas con azul tripán en lactofenol (Phillips & Hayman 1970) y se realizó la cuantificación microscópica de la intensidad de micorrización (MA) y contenido de arbusculos (A) (Trouvelot et al. 1986). Se determinó en suelo el P Bray. En madurez fisiológica se determinó el rendimiento (14 % humedad) cosechando una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

Se realizó ANOVA (Sas, 1998) y las medias de tratamientos fueron separadas por Duncan ( $P < 0,05$ ). Las relaciones entre el contenido de P y la micorrización fueron realizadas utilizando el programa Table Curve (Jandel TBL curve 1992).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las precipitaciones registradas durante la estación de crecimiento no limitaron el rendimiento del cultivo. El mayor rendimiento se obtuvo para la aplicación de 150 kg P ha<sup>-1</sup> al voleo (6537 kg ha<sup>-1</sup>) y no se determinaron respuestas a la forma de colocación del P (N=5171; NP25 inc = 6151 kg ha<sup>-1</sup>, NP25 vol = 6427 kg ha<sup>-1</sup>, NP50 inc = 6952 kg ha<sup>-1</sup>, NP50 vol

= 6620 kg ha<sup>-1</sup>, N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>= 4907 kg ha<sup>-1</sup>) (Fernández Palma, comunicación personal), resultados que coinciden también con lo reportado por Sainz Rozas et al. (2004).

La mayor disponibilidad de P en el suelo se registró en los 10 primeros centímetros del perfil, mientras la colonización micorrízica (MA y A) no fue afectada por la profundidad de suelo (Tabla 1). Para los primeros 10 cm de profundidad y en ambos muestreos, la fertilización con P incrementó la concentración de P-Bray, y los mayores contenidos se determinaron con la de 150 kg P ha<sup>-1</sup> al voleo. En los 10-20 cm en general no se determinaron diferencias entre dosis de P, dado que solo se determinó diferencia entre la dosis de 150 kg P ha<sup>-1</sup> al voleo y el testigo en el muestreo realizado al macollaje (Tabla 1).

Los tratamientos sin aplicación de P mostraron los valores de MA y A más elevados (Tabla 1). En general, la aplicación de 25 y 50 kg P ha<sup>-1</sup> en la línea de siembra disminuyeron la MA y A, para ambos momentos y profundidad de muestreo. Sin embargo, el incremento en la dosis de P no produjo disminuciones en la MA y el A cuando el P fue aplicado al voleo.

Más aún, en los primeros 10 cm de profundidad, la aplicación de 150 kg P ha<sup>-1</sup> al voleo mostró valores de MA y A mayores que las dosis de 25 y 50 kg P ha<sup>-1</sup> en la línea de siembra, para el muestreo realizado al macollaje (Tabla 1). Esto sería coincidente con lo reportado por Covacevich et al. 2005 para cultivos de trigo bajo LC.

Se determinó una elevada relación ( $r = 0.85$ ) entre la MA y el contenido de P-Bray (0-20 cm) en el suelo (Fig. 1). La tasa de disminución de la MA fue mayor en el rango de valores de 6 a 13 mg kg<sup>-1</sup> de P-Bray, disminuyendo por encima de este último valor (Fig. 1). En general, a niveles similares de P-Bray, los valores de MA para la colocación de P al voleo se ubicaron por encima de la línea de tendencia (Fig. 1), lo que indicaría nuevamente que la colocación de P al voleo disminuyó en menor medida la MA. Son escasos los reportes sobre el efecto de localización de P y la presencia de micorrizas en trigo. Grant et al. (2004) reportaron que tanto en SD como en LC las aplicaciones crecientes de P en bandas deprimieron la micorrización en lino (con cultivo antecesor de trigo).

La SD reduce la temperatura del suelo e incrementa la compactación del mismo, lo cual podría reducir la disponibilidad de P durante estadios tempranos del crecimiento del trigo, afectando de esta manera el crecimiento (Grant et al. 2004). Por otra parte, ha sido reportado que la labranza disminuye el potencial micorrízico del suelo por un efecto directo en la disrupción de la red de hifas de hongos MA (Pfleger & Linderman 1996). Si bien en este trabajo no se ha comparado la micorrización bajo SD y LC, se ha mencionado que en LC la fertilización en banda fue más eficiente que la aplicación al voleo para incrementar el rendimiento del trigo hasta niveles de 12-13 mg kg<sup>-1</sup> de P-Bray (Covacevich et al., 2005). Sin

embargo, los resultados de este trabajo muestran similares rendimientos entre formas de colocación aún con bajos niveles de P-Bray (Tabla 1), lo que podría estar relacionado con el mayor grado de colonización MA en el suelo en SD. El grado de MA bajo LC no superó el 37 % (Covacevich et al., 2005), valor inferior al determinado en este trabajo (Tabla 1), hecho que ha sido reportado en otras condiciones para distintos sistemas de labranza (Grant et al. 2004).

En conclusión, la aplicación de P debajo y al costado de la línea de siembra afectó negativamente la formación de micorrizas en mayor medida que la aplicación de P al voleo en superficie, lo que explicaría en parte, la falta de respuesta en rendimiento entre dichas formas de colocación de P, aún con bajos niveles de P-Bray en el suelo.

### **AGRADECIMIENTOS**

Trabajo financiado con recursos de la EEA INTA Balcarce y del Proyecto Diagnóstico de deficiencias de nitrógeno, fósforo y azufre en el sudeste bonaerense de la FCA-UNMP.

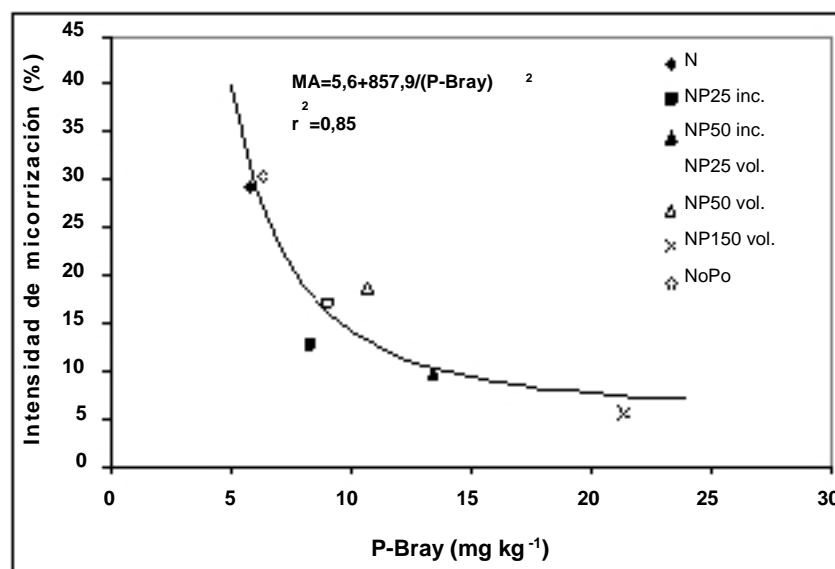
### **REFERENCIAS**

- Calviño, P; HE Echeverría; M Redolatti. 2002. Diagnóstico de nitrógeno en trigo con antecesor soja bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* **20**:36-42.
- Covacevich, F, H Sainz Rozas, P Barbieri, HE Echeverría. 2005. Formas de colocación de fósforo sobre el crecimiento y la micorrización espontánea del cultivo de trigo. *Ciencia del Suelo* Vol 23 (1): 39-45.
- Echeverría, HE & FO García. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz y soja. Boletín Técnico 149, EEA INTA Balcarce. 16 pp.
- Grant** CA; Monreal M; Derksen DD; Irvine RB; McLaren D; Mohr RM; Schoenau JJ. 2004. Cropping system impact on phosphorus management of flax. *Better Crops* 88 (2) 18-20.
- Jandel TBLcurve. 1992. Table curve. Curve fitting software Jandel Scientific, Corte Madera, CA.
- Jeffries, P; S Gianinazzi; S Perotto; K Turnau; JM Barea. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biol. Fertil. Soils* 37: 1-16
- Pfleger, FL & RG Linderman. 1996. Mycorrhizae and plant health. Pfleger, FL & RG Linderman (eds.) APS press, 344 p.
- Phillips, JM & DS Hayman. 1970. Improves procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Trouvelot, A; JL Kough; V Gianinazzi-Pearson. 1986. En: 'Physiological and genetical aspects of mycorrhizae'. Gianinazzi-Pearson, V & S Gianinazzi (eds.), INRA, Paris, 101-109.
- Sainz Rozas, H; HE Echeverría; F Fernandez Palma; P Barbieri. 2004. Métodos de colocación de fósforo en el cultivo de trigo bajo siembra directa. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Junio 2004, Entre Rios. CD 9 pp.
- Stewart, WM. 2000. Phosphorus Fertilization of Wheat...Let's Talk Placement. En: *News & Views*. A regional newsletter published by the Potash & Phosphate Institute (PPI) and the Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC). July, 2000. pp 2.

**Tabla 1. Contenido de fósforo en el suelo (P-Bray), intensidad de micorrización (MA) y contenido de arbusculos (A) en el cultivo de trigo bajo siembra directa.**

Profundidad (cm)	Tratamiento	Macollaje			Espigazón		
		P-Bray mg kg <sup>-1</sup>	MA %	A	P-Bray mg kg <sup>-1</sup>	MA %	A
0-10	N	12.67 c	19.03 a	7.37 a	13.03 b	46.35 a	18.55 a
	NP25 inc	19.14 bc	1.70 c	0.77 b	17.56 b	22.97 ab	4.70 b
	NP50 inc	38.01 b	0.70 c	0.27 b	30.98 ab	16.97 b	4.27 b
	NP25 vol	21.20 bc	9.27 abc	3.63 ab	36.39 ab	26.20 ab	7.90 ab
	NP50 vol	27.27 bc	14.15 ab	7.40 a	18.92 b	25.33 ab	8.67 ab
	NP150 vol	61.23 a	3.80 bc	1.97 ab	44.85 a	8.30 b	3.63 b
	N0P0	14.69 c	18.25 a	7.10 a	18.62 b	43.47 a	16.77 a
Promedio		27.75 a	8.86 a	3.74 a	25.76 a	26.12 a	8.75 a
10-20	N	3.51 b	20.20 ab	5.85 ab	4.57 a	31.07 ab	13.83 a
	NP25 inc	4.72 b	3.87 c	1.67 b	4.13 a	21.80 ab	9.03 a
	NP50 inc	5.19 b	2.10 c	0.85 b	5.05 a	19.15 bc	10.00 a
	NP25 vol	4.97 b	7.50 c	3.90 ab	12.51 a	24.67 ab	8.03 a
	NP50 vol	5.19 b	12.40 bc	5.40 ab	5.89 a	23.00 ab	7.20 a
	NP150 vol	8.03 a	3.53 c	1.60 b	9.20 a	6.60 c	1.80 a
	N0P0	3.65 b	25.60 a	8.90 a	7.37 a	34.10 a	11.10 a
Promedio		5.04 b	9.86 a	3.73 a	6.96 b	23.97 a	9.01 a

Para cada momento y profundidad. valores en columnas con letras distintas difieren significativamente de acuerdo al test de Duncan ( $P < 0.05$ ).



**Figura 1. Intensidad de micorrización arbuscular (MA) en raíces (0-20 cm) en función de la disponibilidad de fósforo disponible (P-Bray; 0-20 cm).**