

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE TRIGO A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS ANTE DOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOSFATADA

Pedro A. Barbagelata^{1,2} y Ricardo J.M. Melchiori¹

¹ INTA EEA Paraná

² Facultad de Cs. Agropecuarias - UNER

Introducción

Las micorrizas son asociaciones mutualísticas altamente evolucionadas entre hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas vasculares. La utilización de estos hongos para la producción de inoculantes, actualmente denominados biofertilizantes, ha despertado gran interés en los últimos años, ya que las micorrizas contribuyen, entre otras cosas, a aumentar la captación de nutrientes y agua a través de la exploración de un mayor volumen de suelo que el accesible al sistema radical, jugando también un rol de suma importancia en la absorción de fósforo (P) por las plantas (Barber, 1995). Por otra parte, los sistemas bajo siembra directa, al no remover el suelo, no provocan la ruptura de las hifas del hongo logrando potenciar la actividad de las mismas (Wright, 2001). El P es un nutriente crítico para la producción de los cultivos que actualmente registra bajos niveles de disponibilidad en la mayor parte la superficie cultivada de nuestra región. Esto se debe a los altos índices de extracción de P con los granos de cosecha y a los bajos niveles de reposición por vía de la fertilización con este nutriente.

En estos últimos años en nuestro país ha aumentado el uso de fertilizantes fosfatados, lo que hace importante intentar discriminar los efectos de estos microorganismos sobre el rendimiento de los cultivos bajo diferentes niveles de fertilización con P. Lo ideal sería que el efecto sobre el rendimiento atribuible al uso de biofertilizantes se sostenga ante niveles de fertilización química recomendables. De esta manera la utilización de estos en sistemas productivos reales permitiría mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes, ya sean provenientes del suelo o de los fertilizantes, en el corto plazo, conjuntamente con una estrategia de fertilización que permita un aumento gradual en la disponibilidad de P en los suelos hasta llegar a niveles óptimos en el mediano plazo. La utilización de estos microorganismos edáficos en la agricultura constituiría así una alternativa complementaria con la práctica de aplicación de fertilizantes minerales.

Con el propósito de generar información local sobre el uso de biofertilizantes, en la EEA Paraná se desarrolló una experiencia cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación con un producto formulado en base de *micorrizas*, ante dos niveles de fertilización fosfatada sobre el rendimiento de trigo en siembra directa y sus componentes.

Materiales y métodos

El ensayo se condujo en el campo experimental del INTA EEA Paraná, ubicado en la localidad de Oro Verde, Entre Ríos, sobre un suelo Argiudol ácuico serie Oro Verde. El trigo se implantó el día 24 de Junio de 2009 bajo

siembra directa con maíz como cultivo antecesor, se utilizó el cultivar Klein Tauro, a razón de 160 kg de semilla ha⁻¹. Las malezas y enfermedades se controlaron adecuadamente mediante el uso herbicidas y fungicidas. Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones y cuatro tratamientos en arreglo factorial. La unidad experimental fue de 2.2 m x 12 m. Los cuatro tratamientos evaluados fueron: 1) Testigo P12, sin inoculante y con 12 kg de P ha⁻¹, 2) Testigo P24, sin inoculante y con 24 kg de P ha⁻¹, 3) Micorriza P12, con inoculante y 12 kg de P ha⁻¹ y 4) Micorriza P24, con inoculante y 24 kg de P ha⁻¹.

El inoculante utilizado fue el producto comercial Crinigan® elaborado en base a *micorrizas* y bacterias de fijación libre de nitrógeno. El tratamiento de inoculación a las semillas de trigo con este producto se realizó previo a la siembra.

Como fuente fosfatada se utilizó superfosfato triple de calcio, el cual se aplicó al voleo previo a la siembra. Todas las parcelas se fertilizaron con 120 kg de N ha⁻¹ y 12 kg de S ha⁻¹ para evitar la deficiencia de estos nutrientes. El N se agregó al voleo luego de la emergencia del cultivo y la fuente utilizada fue urea. EL S se aplicó al voleo previo a la siembra y la fuente empleada fue yeso agrícola (sulfato de calcio).

Previo a la siembra se tomaron muestras de suelo del sitio experimental, el resultado de los análisis de estas muestras se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado del análisis de suelo, promedio de las tres repeticiones.

Prof. (cm)	pH Agua 1:2,5	Materia Orgánica (%)	N total (%)	P-Bray 1 (ppm)	N-Nitratos (ppm)
0-20	7,0	3,72	0,176	21,6	9,3

La cosecha del trigo se realizó el 1 de diciembre de 2009, en forma mecánica sobre toda la superficie de la parcela, con cosechadora experimental. Los datos de rendimiento fueron corregidos a humedad uniforme (14%). Se realizaron determinaciones de número de macollos por unidad de superficie en el estadio GS33 y de biomasa aérea y componentes del rendimiento en madurez fisiológica. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza utilizando el programa estadístico SAS.

Resultados y discusión

Las características climáticas de la campaña, comenzando con un perfil de suelo con buen almacenaje de agua al momento de la siembra y con precipitaciones que permitieron un balance hídrico-climático (Figura 1) positivo en el período crítico de definición del rendimiento, sumado a las buenas condiciones sanitarias contribuyeron a un buen desarrollo del cultivo resultando en rendimientos en grano de trigo promedio de los tratamientos de 5240 kg ha⁻¹ con un mínimo de 4358 y un máximo de 5724 kg ha⁻¹ a nivel de parcelas.

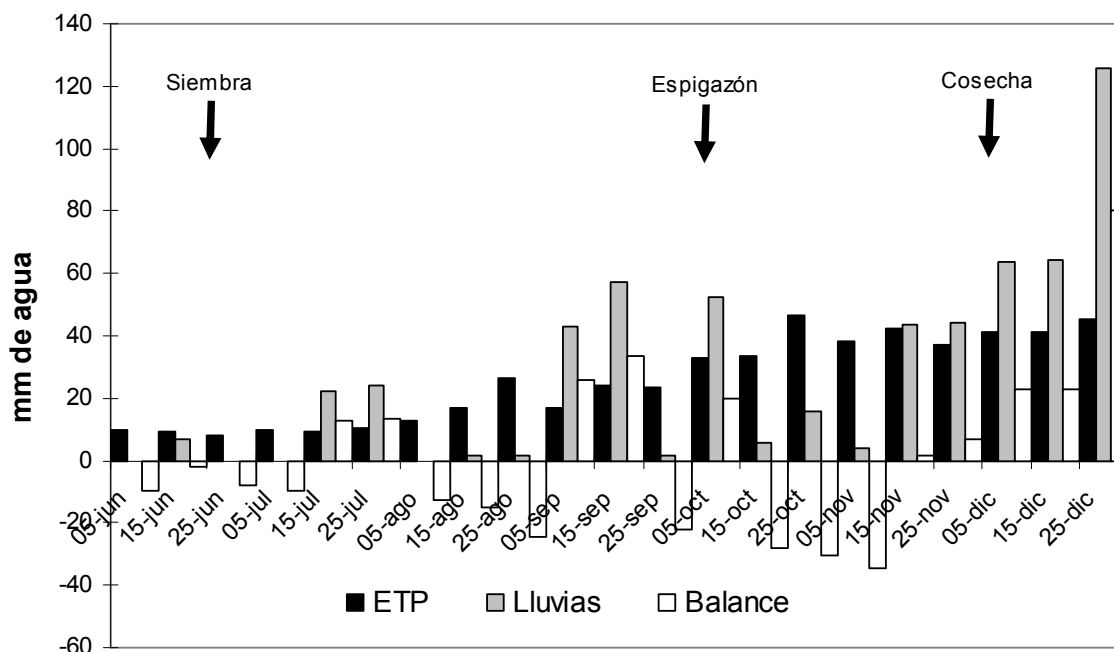


Figura 1. Balance hídrico-climático para el ciclo del cultivo de trigo en la campaña 2009/10. Datos Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná.

El recuento de macollos realizado en el estadio de crecimiento GS33 no mostró diferencias significativas entre tratamientos, resultando en un promedio de 515 macollos m^{-2} (datos no mostrados).

En la tabla 2 se muestran los datos promedio de rendimiento y sus componentes para los tratamientos evaluados y los resultados del análisis estadístico realizado. La biomasa aérea mostró una tendencia ($P = 0.057$) a disminuir en los tratamientos inoculados con micorrizas, al igual que el número de espigas m^{-2} , en tanto que el índice de cosecha aumentó significativamente ($P < 0.05$) en estos tratamientos. El número de granos como el peso de los mismos no mostraron diferencias entre los distintos tratamientos, por lo que el rendimiento tuvo un comportamiento similar a estos componentes, ya que estos son los responsables del mismo.

Tabla 2. Biomasa aérea, rendimiento de trigo y sus componentes según tratamientos evaluados en el ensayo y resultados del análisis de variancia.

Tratamientos	Biomasa aérea	Número de espigas	Peso de mil granos	Número de granos	Índice de Cosecha	Rendimiento
	kg ha ⁻¹	n° m ⁻²	gr	n° m ⁻²		kg ha ⁻¹
Testigo P12	13527	549,4	38,9	13031,8	0,38	5073
Testigo P24	14272	551,9	38,4	13372,2	0,36	5135
Micorrizas P12	13062	497,5	38,3	13460,5	0,40	5162
Micorrizas P24	12946	500,0	39,1	14295,9	0,44	5591
Pr > F						
Micorrizas	0,057	0,062	0,760	0,396	0,040	0,368
P	0,441	0,916	0,546	0,457	0,454	0,413
Micorrizas x P	0,303	1,000	0,190	0,749	0,121	0,534
CV (%)	4,9	7,5	0,9	9,5	7,3	9,2

Si bien se observó una tendencia a aumentar el rendimiento (272 kg ha^{-1} , promedio de ambas dosis de P) en los tratamientos inoculados con micorrizas (Figura 2), esta no fue estadísticamente significativa. Estos resultados son coincidentes con los hallados por Ferraris y Couretot (2007) en Pergamino, quienes no encontraron respuesta significativa al agregado de micorrizas, aunque si una tendencia positiva promedio de 355 kg ha^{-1} . En otros trabajos realizados en el país con este mismo producto algunos autores han citado respuestas significativas en rendimiento y sus componentes al agregado de este producto (Bolletta y Rodríguez, 2002; Ferraris y Couretot 2006). Tampoco se observó respuesta significativa del rendimiento debido al aumento de las dosis de P aplicada, ni interacción micorrizas x P (Tabla 2). La ausencia de respuesta en rendimiento de trigo, tanto al agregado de P como a la inoculación con micorrizas, probablemente se relacionó con el alto nivel inicial de P en suelo del sitio experimental, por encima de los niveles críticos determinados por Barbagelata y Melchiori (2008) para esta región.

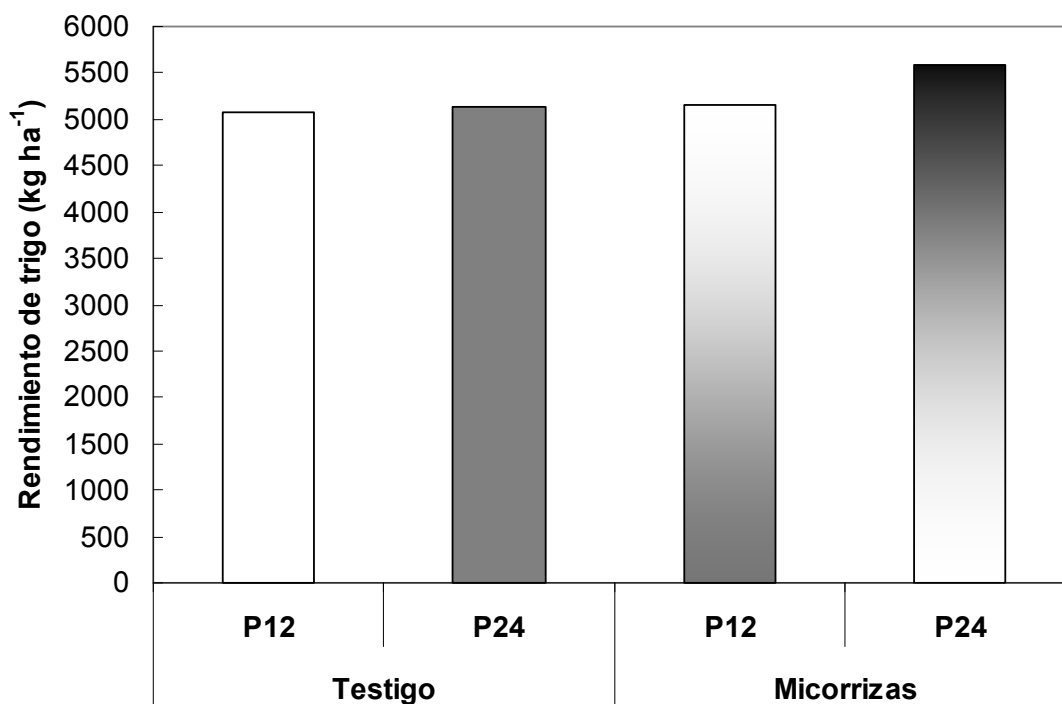


Figura 2. Rendimiento de trigo en función de los tratamientos de fertilización fosfatada y de inoculación con micorrizas. INTA EEA Paraná, campaña 2009/10.

Conclusiones

Las condiciones ambientales imperantes durante el ciclo del cultivo en lo que hace a lluvias y temperaturas posibilitaron un buen estado sanitario del trigo, lo que sumado a la buena recarga de humedad en el perfil del suelo

previo a la siembra, contribuyó a lograr un rendimiento promedio de 5240 kg ha⁻¹ en este ensayo.

Si bien no se lograron respuestas estadísticamente significativas en rendimiento por efecto de la fertilización fosfatada o la inoculación con micorrizas, seguramente debido al buen nivel inicial de P en suelo, ambos factores promovieron una tendencia positiva sobre el mismo. Esto marca la necesidad de seguir explorando la respuesta de los cultivos a la aplicación de este tipo de microorganismos en ambientes más deficitarios en P, que son los más representativos de nuestra región y en donde hay mayor probabilidad de obtener resultados positivos a estas nuevas tecnologías.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto Regional Agrícola del Centro Regional Entre Ríos de INTA (ERIOS02) y recibió apoyo económico de la Empresa Crinigan S.A. a través del Ing. Agr. Santiago Corti.

Bibliografía

- Barbagelata, P.A. y R.J.M. Melchiori. 2008. Diagnóstico de la fertilización fosfatada para trigo en siembra directa en Entre Ríos. Actas del XXI Congreso de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. San Luis, Argentina.
- Barber S. 1995. Rhizosphere microorganisms, mycorrhizae, and root hairs. En: Soil Nutrient Bioavailability, pp157-179.
- Bolletta, A. y C. Rodríguez. 2002. Efecto de la inoculación conjunta bacteria-micorriza sobre los componentes del rendimiento de trigo bajo siembra directa. INTA Ediciones. CERBAS, INTA EEA Bordenave. Disponible en: www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/bolleta/andrea8.pdf (Fecha de consulta 05/04/2010).
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Respuesta a la inoculación con micorrizas en trigo bajo dos niveles de nutrición fosforada. INTA Ediciones, Publicaciones Regionales. Área de Desarrollo Rural, Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, INTA EEA Pergamino
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2006. Evaluación de la inoculación con Micorrizas bajo diferentes condiciones de fertilidad. En: Experiencias en el cultivo de Trigo y cereales de Invierno. 2006. INTA Ediciones, Publicaciones Regionales. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas. pp195-198.
- Wright, S. 2001. Los sistemas de siembra directa aumentan la estabilidad de los agregados y la glomalina. En: Tomo I. Conferencias del 9º Congreso Nacional de AAPRESID.