

Efecto de la inoculación conjunta bacteria-micorriza sobre los componentes del rendimiento de trigo bajo siembra directa

Andrea Bolletta y Carlos Rodríguez

INTA, EEA Bordenave – AAPRESID Regional Sudoeste
CC 44 (8187) Bordenave-bolletta@criba.edu.ar

Introducción

Es de gran importancia lograr la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, permitiendo conservar por el mayor tiempo posible el uso y manejo de los recursos. Existen opciones disponibles, a través del uso adecuado de los microorganismos del suelo, para lograr una agricultura sustentable que resulte práctica y rentable para cada unidad agrícola y que también permita mejorar la fertilidad del suelo. Es decir, todo sistema de producción debe ser sustentable, competitivo y rentable (Peiretti, 1994).

Dentro de este marco de sustentabilidad de los sistemas agrícolas donde participa la biología del suelo, se encuentran las micorrizas. Estas son asociaciones mutualísticas altamente evolucionadas entre hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas vasculares (Giovannetti y Sbrana, 1998). La utilización de estos hongos es el último y más novedoso avance en la producción de inoculantes (biofertilizantes). Estos en simbiosis con las raíces de las plantas provocan un intercambio de beneficio mutuo donde el vegetal cede el carbono necesario y el hongo cede el fósforo al hospedante, no sólo el disponible sino también el insoluble. La exploración de un mayor volumen de suelo que el accesible al sistema radical es parte de la razón por la que las micorrizas contribuyen a la nutrición vegetal y resistencia a la sequía; jugando también un rol trascendente en la absorción de fósforo por la planta (Barber, 1995). Asimismo, el grado de colonización por micorrizas se ha relacionado con la producción de materia seca, y la concentración y contenido de nitrógeno y fósforo en varias especies de gramíneas (Giovannetti y Gianinazzi-Pearson, 1994). 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).

Dado que la disponibilidad de agua en nuestra zona semiárida es uno de los factores

que limita mayormente el rendimiento del cultivo de trigo, se decidió investigar técnicas alternativas a la fertilización que permitan mejorar el aprovechamiento del agua. Además, el objetivo de este trabajo fue observar los efectos de este inoculante sobre los distintos componentes de rendimiento del cultivo de trigo.

Materiales y métodos

La experiencia se llevó a cabo en el partido de Bahía Blanca, en el Establecimiento La Julieta ubicado a 25 km. de esta ciudad sobre la ruta provincial 51, sobre un Haplustol éntico, de textura franco arenosa, 2.24% contenido de materia orgánica, pH de 7.3 y 7.3 ppm de fósforo disponible.

Se comenzó el barbecho químico en abril con 1.5 litros/ha de glifosato. En agosto y septiembre se aplicaron 1 litro/ha de glifosato y 300 cm³ de 2.4D + 100 cm³ de Banvel, respectivamente. La siembra de trigo se realizó a principios de agosto de 2001, bajo el sistema de siembra directa utilizando la variedad Poncho con 370 plantas/m².

Se consideró un diseño completamente aleatorizado con seis repeticiones para cada tratamiento. La unidad experimental fue de 50 m x 500 m.

Se utilizó un producto comercial: Crinigan® compuesto por un hongo micorriza y por una bacteria de fijación libre de nitrógeno junto con un soporte inorgánico (dolomita). La inoculación con crinigan se realizó en el momento de la siembra en seco, dado que este producto se presenta en sachets de 400 gramos para inocular 50 kg de semilla.

Se aplicaron 4 tratamientos: a) Testigo (sin fertilizante y sin crinigan), b) Fertilizante (50 kg ha⁻¹ de 32-23-0), c) Crinigan y d) Crinigan + Fertilizante.

Se realizaron determinaciones en los siguientes estadios: emergencia, macollaje, fin de encañazón y madurez fisiológica; determinándose número de plantas y macollos por unidad de superficie, biomasa aérea,

contenido de nutrientes en hoja bandera y espiga, rendimiento y sus componentes.

Los datos fueron analizados usando Análisis de Varianza. Cuando las pruebas de F fueron significativas ($p < 0.05$), se realizaron las comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Tabla 1 – Valores promedios de plantas logradas por unidad de superficie.

Testigo	Fertilizante	Crinigan	Crinigan + Fertilizante
410	367	362	353

Sin embargo, en el recuento de macollos en una etapa posterior se pudieron identificar diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$); mostrando todos los tratamientos mayor número de macollos que el Testigo.

Asimismo, se evidenciaron diferencias en el contenido de nutrientes en hoja bandera y

Resultados y discusión

Cuando se realizaron las determinaciones de plantas logradas por unidad de superficie en la emergencia no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos ($p > 0.60$) (Tabla 1).

espiga entre todos los tratamientos con respecto al Testigo. En este caso no se contó con soporte estadístico debido a que los datos provienen de una muestra promedio de las seis repeticiones (Tabla2).

Tabla 2 - Contenido de nutrientes en espiga (E) y hoja bandera (B). Diferencias porcentuales respecto del Testigo.

	N	Mg	P	K	Ca	Cu	Zn
Fertilizante (E)	+ 37.32	+26.32	+23.08	+36.41	+60.00	+100.00	-50.00
Fertilizante (B)	+10.24	+34.78	+33.33	+32.39	+50.00	0.00	0.00
Crinigan (E)	+75.35	+36.84	+52.31	+68.21	+60.00	+100.00	+50.00
Crinigan (B)	+51.57	+60.87	+62.96	+55.21	+64.29	+50.00	+16.67
Crinigan+Fert (E)	+83.80	+52.63	+44.62	+60.51	+100.00	+200.00	+50.00
Crinigan+Fert (B)	+53.94	+91.30	+46.30	+58.31	+85.71	+50.00	+33.33

Los resultados obtenidos en las etapas iniciales del cultivo se tradujeron positivamente en algunos componentes del rendimiento. El número de espigas m^{-2} aumentó con Crinigan + Fertilizante respecto del Testigo y Fertilizante

($p < 0.05$). Los granos m^{-2} y peso de 1000 granos fueron mayores para Crinigan y Crinigan + Fertilizante respecto del Testigo ($p < 0.05$) y el peso por espiga fue mayor en Crinigan respecto del Fertilizante ($p < 0.05$) (Tabla3).

Tabla 3 - Valores promedios de los distintos parámetros evaluados

	Macollos m^{-2}	Espigas m^{-2}	Granos m^{-2}	Peso Espiga (g)	P1000 (g)
Testigo	320 a	285 a	6935 a	1.81 ab	36.00 a
Fertilizante	395 bc	323 a	9232 ab	1.71 a	38.20 ab
Crinigan	390 abc	358 ab	10303 bc	2.33 b	39.38 b
Crinigan+Fert	433 c	415 b	12808 c	2.09 ab	39.32 b

*) En cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$).

El número de espigas m^{-2} y granos m^{-2} son considerados los componentes del rendimiento más importantes para los cultivos de trigo y cebada en ambientes semiáridos

(Arnon, 1972). El número de granos m^{-2} fue el componente que mejor explicó el rendimiento de trigo candeal considerando tres campañas en distintos puntos del sur de la provincia de

Buenos Aires (Ripoll *et. al.*, 2001).

Además, son de gran importancia las diferencias encontradas en la producción por espiga dado que este parámetro junto con el índice de cosecha son utilizados como criterios de selección indirecta para rendimiento en trigo (Pagani *et. al.*, 1988). Se ha observado que la producción en condiciones de campo puede ser predecida mejor a través del índice de cosecha

que por el rendimiento de una planta (Syme, 1972; Fischer *et.al.*, 1976; Donald y Hamblin, 1976).

A través de estos componentes se lograron incrementos significativos en el rendimiento de grano del cultivo de trigo para los tratamientos con el biofertilizante Crinigan y Crinigan + Fertilizante ($p < 0.05$). Estos valores se pueden observar en la Figura 1.

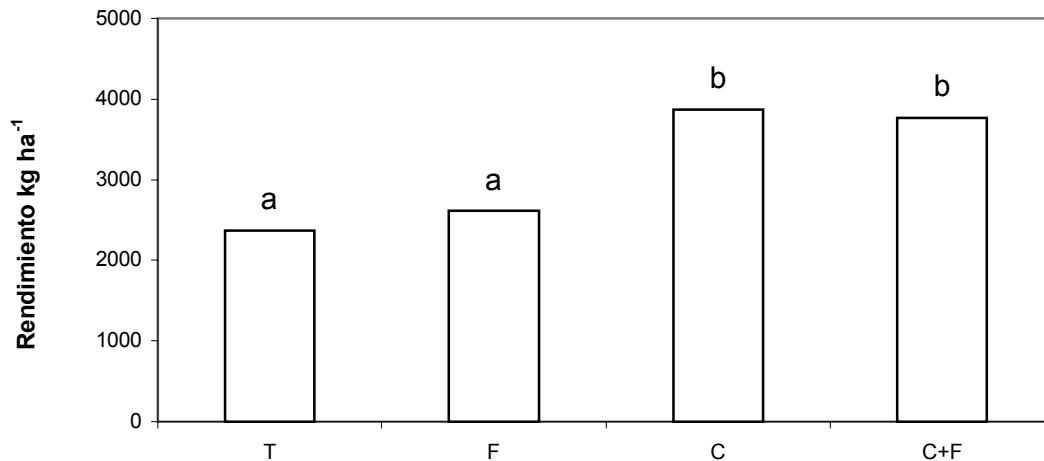


Figura 1 – Rendimiento según tratamientos: T (Testigo), F (Fertilizante), C (Crinigan) y C+F (Crinigan + Fertilizante).

(*) Barras con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$).

Las respuestas encontradas frente a la incorporación de este inoculante biológico pueden deberse a las condiciones climáticas favorables de este ciclo, y a la baja disponibilidad de fósforo del suelo que permitió maximizar la acción de las micorrizas. Es sabido que este hongo potencia su colonización ante bajos niveles de este nutriente en el suelo (Barea *et. al.*, 1983), en caso contrario, no se asocia con su hospedante. Otras investigaciones han encontrado que aumenta la absorción de cinc y cobre (Barber, 1995); esto se correlaciona con las diferencias encontradas en el contenido de estos micronutrientes especialmente en espiga. Algunos trabajos relevantes como el de Crush (1974) han demostrado mayor acumulación de nitrógeno, fósforo y peso de nódulos en plantas con *Rhizobium* y micorrizas; Frontera (1985) inoculando en soja con *Rhizobium* y micorrizas logró una cantidad significativamente mayor de nitrógeno y fósforo en planta que sus respectivos testigos.

Los resultados obtenidos cobran mayor importancia si se consideran dos aspectos adicionales: el costo de este biofertilizante (\$4 ha⁻¹ en el momento que se realizó esta experiencia) es comparativamente menor que el de los fertilizantes comunes y, además, este producto no tiene efectos adversos sobre el ambiente.

Conclusiones

Bajo las condiciones climáticas en las cuales se ha realizado este experimento se han alcanzado respuestas satisfactorias en los componentes de rendimiento más importantes del cultivo de trigo. Se encontró mayor número de macollos, espigas, granos por unidad de superficie y mayor peso por espiga y peso de 1000 granos en los tratamientos con Crinigan y/o Crinigan + Fertilizante. Además se obtuvieron diferencias en el contenido de nutrientes en la hoja bandera y espiga en los distintos tratamientos con respecto al Testigo.

Por lo tanto, es necesario obtener información que permita detectar efectos acumulativos de esta práctica a largo plazo, y en distintos sitios geográficos dado que es escasa la investigación disponible con respecto a esta nueva tecnología.

Bibliografía

- Arnon I. 1972. Crop production in dry regions. Leonard Hill. London.
- Barber S. 1995. Rhizosphere Microorganisms, Mycorrhizae, and Root Hairs. En: Soil Nutrient Bioavailability, pp157-179.
- Barea J.M., C. Azcón-Aguilar y R. Azcón. 1983. Ciencia del Suelo 1: 39-42.
- Crush. 1974. En: Boletín Técnico para plantas leguminosas. Inoculante Fertilizante Rhizobium-Micorriza.
- Donald C.M. y J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvestindex of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28: 361-405.
- Fischer R.A. y Z. Kertesz. 1976. Harvest index in spaced populations and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. Crop Sci. 16: 55-59.
- Frontera G. 1985. En: Boletín Técnico para plantas leguminosas. Inoculante Fertilizante Rhizobium-Micorriza.
- Giovannetti M. y V. Gianinazzi-Pearson. 1994. Biodiversity in arbuscular mycorrhizal fungi. Mycological Research 98: 705-715.
- Giovannetti M. y Sbrana. 1998. Meeting a non-host: behaviour of AM fungi. Mycorrhiza (1998) 8: 123-130.
- Pagani O., M. Benedetti, M. Cánovas y R. Maich. 1988. Índice de Cosecha y Producción por espiga como criterios de selección indirecta para rendimiento en trigo. II Congreso Nacional de Trigo. 17-19 de Octubre de 1990. Pergamino.
- Peiretti R.A. 1994. Viabilidad Técnica, Económica y Empresarial de la Siembra Directa como Sistema de Producción Sustentable. En: III Congreso Nacional de Siembra Directa. Agosto 31 a Septiembre 2, Villa Giardino (Córdoba), pp. 27-66.
- Ripoll M, R. Agamennoni y H. Kruger. 2001. Producción de trigo candeal en el sudoeste y sur de la pcia. de Buenos Aires. I. Sistema de labranza. Actas V Congreso Argentino de Trigo. Carlos Paz, Córdoba.
- Syme J.R. 1972. Single plant characters as measure of field plot performance of wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 26: 753-760.
- 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.

Agradecimientos

Este trabajo recibió el apoyo económico de la Empresa Crinigan S.A. Además queremos agradecer a los Ing. Agr. Hugo Kruger y Oscar Bravo por el apoyo brindado durante el desarrollo del mismo.