



RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS BAJO DOS AMBIENTES DE FERTILIZACIÓN

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot*

Introducción

El uso de inoculantes biológicos incorporados como tratamientos de semilla es una práctica que en los últimos tiempos ha demostrado un creciente interés, a punto tal que tratamientos que incorporan diversos microorganismos como *Pseudomonas*, *Azospirillum* o Micorrizas son incluidos en ensayos de investigación, parcelas demostrativas y utilizados comercialmente por no pocos productores. Efectos como una más rápida implantación, mayor crecimiento radicular, tolerancia mejorada a patógenos, fijación biológica y solubilización de nutrientes son habitualmente reportados en estas experiencias, además de incrementos de rendimiento que suelen ubicarse entre el 5 y 10 % sobre los testigos no inoculados, como valores medios. Dado el creciente valor de los fertilizantes, las mejoras derivadas de una mayor eficiencia de uso de los nutrientes resultan considerablemente rentables.

Aún cuando el panorama planteado es alentador, es necesaria mucha investigación sobre aspectos tales como la selección de microorganismos, cepas y formulaciones que aumenten la estabilidad del inoculante y la supervivencia de los microorganismos introducidos.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de un inoculante comercial con Micorrizas bajo dos ambientes de fertilización. Hipotetizamos que estos microorganismos tienen la capacidad de mejorar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, a través de algunos de los efectos antes mencionados.

Materiales y métodos

Se realizó un experimento de campo en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico. En el experimento se evaluó un inoculante formulado sobre la base de Micorrizas, marca comercial Crinigan, en arreglo factorial con dos estrategias de fertilización, una de media (TUA) y otra de alta (AT) dosis de nitrógeno. El experimento fue conducido con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. La descripción de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

Tratamientos	Factor 1: Inoculación	Factor 2: Fertilización
T1 Testigo TUA	No	Mezcla PS 198 kg Urea 100 kg
T2 Testigo AT	No	Mezcla PS 198 kg Urea 225 kg
T3 Micorrizas TUA	Micorrizas	Mezcla PS 198 kg Urea 100 kg
T4 Micorrizas AT	Micorrizas	Mezcla PS 198 kg Urea 225 kg

El ensayo se implantó el día 13 de Junio de 2007 en SD, con antecesor soja de primera. El cultivar sembrado fue Baguette 11 Premiun, a una densidad de 150 kg ha⁻¹ (densidad objetivo 350 pl m⁻²). Todos los tratamientos fueron fertilizados con 198 kg ha⁻¹ de una mezcla compuesta (7-14-0-10S) localizada en bandas a la siembra. La urea (46-0-0) fue aplicada al voleo a inicios de macollaje. El ensayo se mantuvo libre de plagas, malezas y enfermedades.

Previo a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 2.

* Técnicos de Desarrollo Rural INTA Pergamino

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof cm	pH	Conductividad (Ds/m) agua 1:2,5	Materia Orgánica %	N total %	P-disp. ppm	N- Nitratos ppm	N suelo kg ha ⁻¹	S-Sulfatos ppm
0-20	5,9	0,468	2,86	0,143	24	8	21	16
20-40						7	18	
40-60						5	13	
							52	

Se realizó un recuento de plantas emergidas a los 10 dde y biomasa de planta entera en antesis. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza y comparaciones de medias.

Resultados y discusión

A) Características climáticas de la campaña

Las precipitaciones fueron muy escasas durante los meses del invierno (Figura 1), debiendo el cultivo sostener su crecimiento inicial con las reservas acumuladas en el suelo. Se originó un breve período de déficit hídrico a finales de agosto (déficit acumulado 25 mm), del cual se recuperara en forma permanente a partir de las precipitaciones ocurridas a mediados de septiembre. Estas condiciones climáticas posibilitaron una buena sanidad, especialmente ausencia de Fusariosis, lo que *a posteriori* permitiría obtener buenos rendimientos.

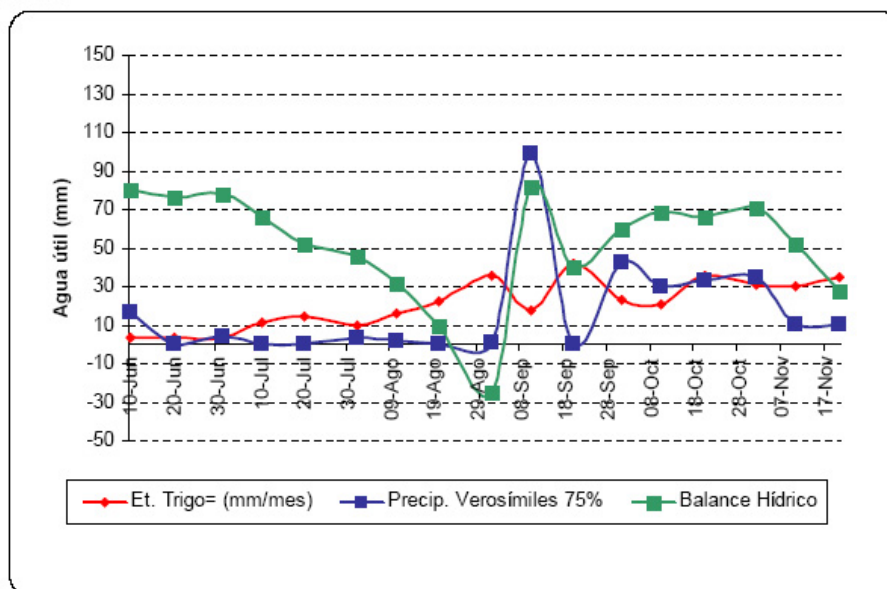


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico expresados como lámina de agua útil. Valores acumulados cada 10 días en mm. Pergamino, año 2007.

El cociente fototermal (Q) (Fisher, 1985) representa la relación existente entre la radiación efectiva diaria en superficie y la temperatura media diaria, y es una medida del potencial de crecimiento por unidad de tiempo térmico de desarrollo. Es decir, daría una medida del potencial de rendimiento en ausencia de limitaciones hídricas, nutricionales y de sanidad. Esto se debe a la relación lineal positiva existente entre la tasa de crecimiento del cultivo y la radiación incidente. Dichas relaciones fueron demostradas para trigo en la Región Pampeana Argentina por Abbate (1995). Los valores para el año 2007, en comparación con 2006

y 2005 se presentan en forma diaria en la Figura 2, y como promedio del período en la Tabla 3. Desde este aspecto, los tres años ilustrados presentaron condiciones muy favorables de potencialidad.

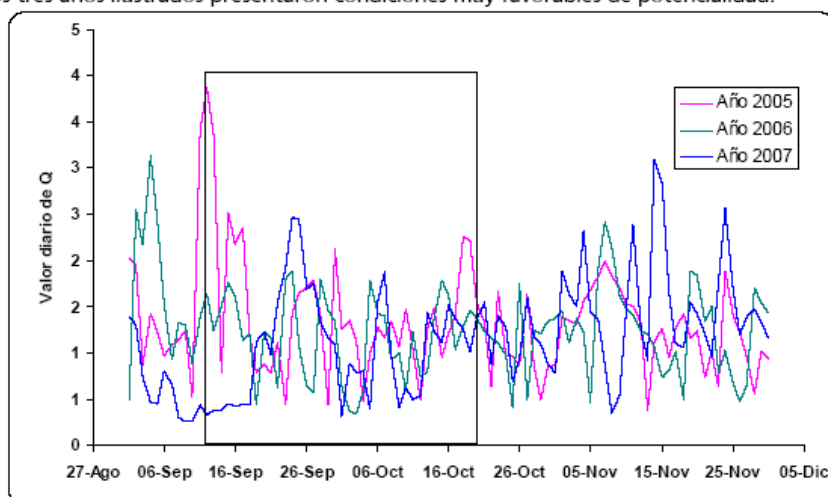


Figura 2: Coeficiente fototermal (Q) durante el ciclo de cultivo de trigo. La etapa abarcada por el rectángulo representa el período crítico para la definición del rendimiento. Año 2007.

Tabla 3: Insolación efectiva (hs), Temperatura media (C°) y Cociente fototermal Q (T base 0°C) para el período de 15 de setiembre al 15 de Octubre en la localidad de Pergamino durante los años 2005, 2006 y 2007.

Condiciones ambientales	Año 2005	Año 2006	Año 2007
Insolación efectiva media (hs)	7,2	7,1	5,9
T media del período °C	15,1	17,1	15,0
Cociente fototermal (Q) (Mj m ² día ⁻¹ °C ⁻¹)	1,24	1,10	1,12

B) Rendimientos del cultivo

En la Tabla 4 se presentan los datos de las variables determinadas en el ensayo.

Tabla 4: Número de plantas emergidas, materia seca acumulada en antesis, rendimiento de grano y respuesta sobre el testigo de los tratamientos evaluados en el ensayo. Inoculación con Micorrizas y estrategias de fertilización en Trigo. Pergamino, año 2007.

Tratamientos	Plantas/ m ²	Mbeca antesis (kg/ha)	Rend. (kg/ha)	Nº granos m ² *	Peso 1000 granos *	Diferencia s/testigo (kg/ha)	Rendimiento Relativo al testigo
T1 Testigo TUA	473	6858	3142	40,4	7777		
T2 Testigo AT	471	9743	3348	38,0	8810	206	107
T3 Micorrizas TUA	420	7756	3364	37,6	8948	222	107
T4 Micorrizas AT	410	10448	3524	38,4	9178	382	112
Inoculación P=	0,033	0,030	0,360				
Fertilización P=	0,809	0,000	0,399				
Interacción fert x inoc P=	0,859	0,841	0,913				
CV (%)	10,2	11,2	12,4				

* Se realizó en el bloque 1

Se observaron diferencias significativas en el número de plantas emergidas, a favor de los testigos sin inoculación. Estos resultados no tienen explicación aparente, dado que el inoculante, formulado en polvo, no dificultaba el corrimiento de la semilla en los dosificadores. Por el contrario, la producción de materia seca en antesis favoreció a los tratamientos con alta dosis de nitrógeno, y en menor magnitud pero también en forma significativa, a los inoculados con Micorrizas.

No se determinaron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos. Los incrementos a favor de las parcelas inoculadas (177 a 222 kg ha⁻¹) fueron similares para ambas estrategias de

fertilización (Figura 3). Lo mismo sucedió con el fertilizante, cuyos discretos incrementos (160 a 206 kg ha⁻¹) se mantuvieron independientemente del tratamiento de inoculación. En términos relativos, se pudo alcanzar una mejora en los rendimientos del 7% recurriendo a incrementos de la fertilización o a la inoculación con Micorrizas, y un 12 % cuando se aplicaron ambas estrategias en conjunto. La respuesta a estas tecnologías mostró un comportamiento claramente aditivo, tanto en producción de materia seca hasta antesis como en los rendimientos.

El componente responsable de las variaciones de rendimiento observadas fue el número de granos (Tabla 4). Existió una cierta compensación a través del peso de los granos, siendo el testigo TUA el tratamiento donde este parámetro alcanzó el máximo valor. Esto se debería a la menor cantidad de destinos por llenar en este tratamiento.

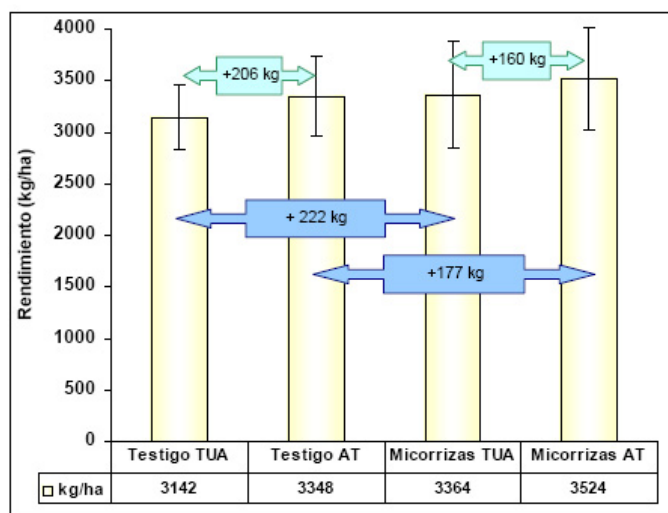


Figura 3: Rendimiento y respuesta relativa a diferentes tratamientos de inoculación con Micorrizas y fertilización en Trigo. En los recuadros celestes se indican las diferencias por inoculación para una misma dosis de fertilizante. En los recuadros verdes se expresan las diferencias por incremento de la dosis de nitrógeno, para igual tratamiento de inoculación. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. Pergamino, año 2007.

Restan incluir en este informe preliminar los datos de porcentaje de proteína en grano.

Consideraciones finales:

El campo de la biología de suelos es sin lugar a dudas una de las áreas con mayor potencialidad para aumentar los rendimientos de los cultivos en los próximos años. En este ensayo en particular, se observaron incrementos significativos en la producción de materia seca tanto por el uso del inoculante con Micorrizas como por el incremento en la dosis de fertilizante. En cuanto a los rendimientos, se lograron mejoras no significativas en la producción del 7% por el uso de alguna de estas tecnologías, y del 12 % por su aplicación conjunta.

Bibliografía:

- Abbate, P.; F. Andrade and J. Culot. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *J. Agric. Sci.* 124:351-360.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2006. Evaluación de la Inoculación con *Pseudomonas fluorescens* en Trigo bajo diferentes condiciones de fertilidad. IV año de ensayos. Campaña 2005/06. 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 (en prensa).
- Fisher, R. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Aric Sci.* 105:447-461.