

# RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS EN TRIGO BAJO DOS NIVELES DE NUTRICIÓN FOSFORADA

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino,  
Proyecto Regional Agrícola

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

## Introducción

El uso de inoculantes biológicos incorporados como tratamientos de semilla es una práctica que ha incrementado su difusión en la Región Pampeana Argentina. Esto es debido a que, en varios experimentos de campo, los microorganismos incorporados han demostrado potencial para aumentar el rendimiento de los cultivos. Así por ejemplo, Ferraris et al, (2006) informaron un incremento significativo medio de  $298 \text{ kg ha}^{-1}$  por la inoculación con Micorrizas, en un ensayo realizado en la localidad de Pergamino durante la campaña 2005/06. Estas diferencias se mantuvieron constantes en un rango de 0 a  $20 \text{ kgP ha}^{-1}$  y de 0 a  $150 \text{ kgN ha}^{-1}$ .

Si bien los efectos específicos varían en función del microorganismo agregado, de manera general, su efecto reside en promover el crecimiento de los cultivos, desarrollar tolerancia a estrés moderado y aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes. Este punto cobra especial importancia, ya que el fertilizante es un insumo que ha incrementado sensiblemente su costo en los últimos años. Precisamente, en el caso las Micorrizas, se han documentado efectos sobre la solubilización de fósforo (P), un nutriente crítico debido a los altos índices de extracción con los granos de cosecha a los que se ha visto sometido, y que registra hoy bajos niveles de disponibilidad en toda la superficie cultivada de nuestro país. Del mismo modo, estos microorganismos, al producir virtualmente una prolongación de la superficie radicular mediante el entramado de sus hifas, facilitarían la adquisición de agua

Debido a la tendencia actual hacia un incremento en las dosis de P, es importante discriminar los efectos de estos microorganismos bajo diferentes niveles de fertilidad. Es deseable que los incrementos de rendimiento por el uso de un determinado inoculante se mantengan en altos niveles de fertilización, para poder implementar así una estrategia que posibilite una alta eficiencia de uso de los nutrientes en el corto plazo, con un esquema de fertilización creciente que permita un gradual incremento en la disponibilidad de P y otros nutrientes en los suelos.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto del inoculante Crinigan, formulado sobre la base de *Micorrizas*, bajo dos dosis de P sobre el rendimiento de trigo en la localidad de Pergamino (Bs As). Hipotetizamos que la inoculación incrementa el rendimiento de este cultivo, independientemente de la dosis de P agregada.

## Materiales y métodos

Se realizó un experimento de campo, que consistió en la inoculación con Micorrizas bajo dos niveles de fertilización fosfatada. El experimento fue realizado en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico.

Para realizar el experimento se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos en arreglo factorial.

**Tabla 1:** *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

Tratamientos	Factor 1: Biofertilizante	Factor 2: Fertilizante químico
T1: Testigo P20	Testigo	Superfosfato Triple $100 \text{ kg ha}^{-1}$
T2: Testigo P40	Testigo	Superfosfato Triple $200 \text{ kg ha}^{-1}$
T3: Micorrizas P20	Micorrizas	Superfosfato Triple $100 \text{ kg ha}^{-1}$
T4: Micorrizas P40	Micorrizas	Superfosfato Triple $200 \text{ kg ha}^{-1}$

Como fuente de fertilizante fosforado se utilizó Superfosfato Triple de Calcio (0-20-0), aplicado en bandas localizadas al costado de la semilla. Los requerimientos de nitrógeno (N) y azufre (S) fueron cubiertos mediante fertilización, a igual dosis en todos los tratamientos.

El ensayo se implantó el día 11 de julio de 2006 en SD, con antecesor soja de primera. El cultivar sembrado fue Klein Chajá, a una densidad de 166 kg ha<sup>-1</sup> (densidad objetivo 350 pl m<sup>-2</sup>). A la siembra el cultivo fue fertilizado con NPS, y el sitio se mantuvo libre de plagas, malezas y enfermedades. Previamente, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	P-disp.	N-Nitratos	N suelo	S-Sulfatos
cm	agua 1:2,5		%		ppm	ppm	Kg ha <sup>-1</sup>	ppm
0-20	5,7	0,109	3,08	0,154	18	20	50	10
20-40						10	26	
40-60						5	13	
							<b>89</b>	

Se realizó un recuento de plantas emergidas, a los 10 dde. 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. Con los datos de rendimiento se calculó la EUP (Eficiencia de Uso del P) para cada tratamiento.

## Resultados y discusión

### A) Características climáticas de la campaña

Las precipitaciones fueron muy escasas durante todo el invierno (Figura 1.a), por lo que el cultivo debió sostener su crecimiento con las reservas acumuladas en el suelo, ingresando en una etapa de déficit hídrico permanente desde finales de octubre (Figura 1.b). Sin embargo, estas condiciones climáticas posibilitaron muy buenas condiciones sanitarias, lo que *a posteriori* permitiría obtener buenos rendimientos.

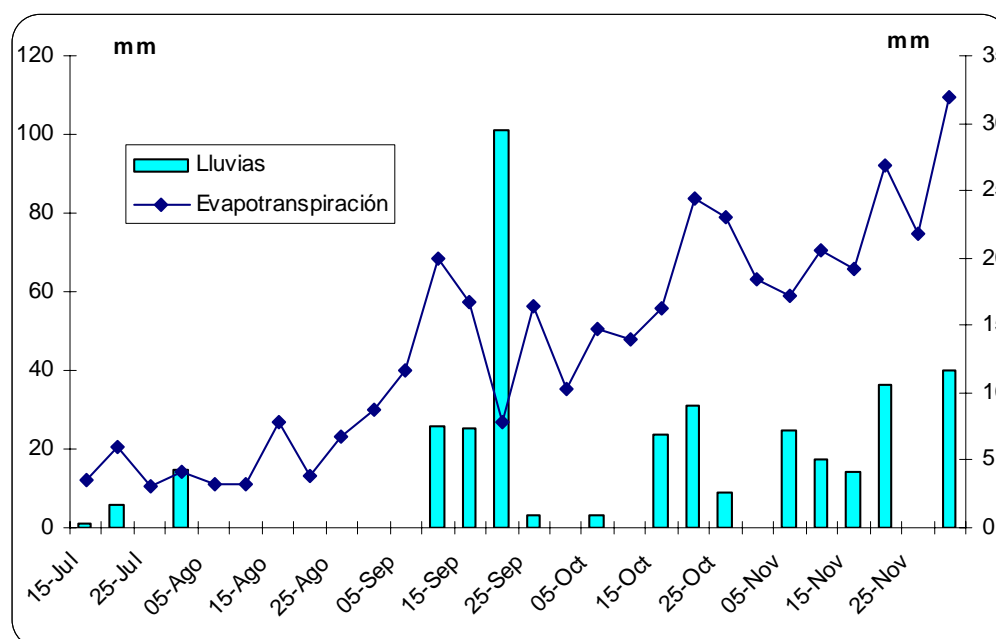


Figura 1.a

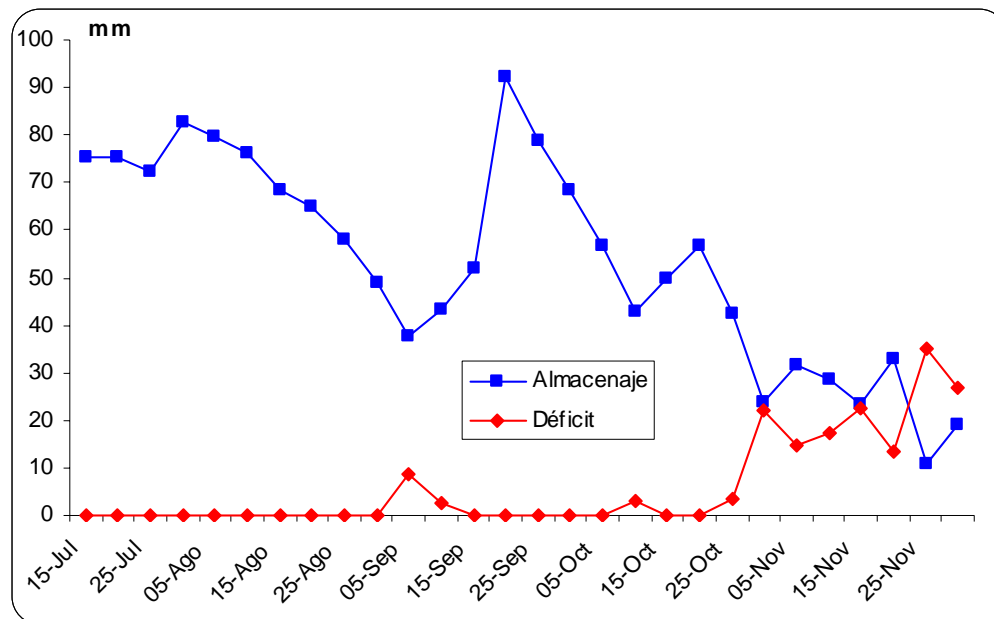
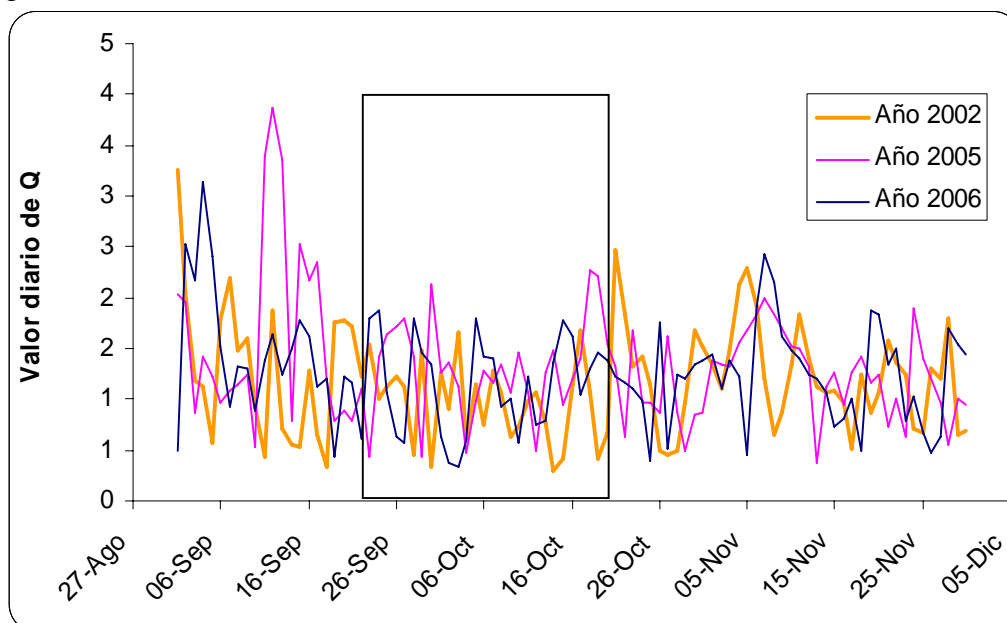


Figura 1.b

**Figura 1:** Lluvias, evapotranspiración (1.a) almacenaje y déficit (1.b) expresados como lámina de agua útil. Valores acumulados cada 5 días en mm. Pergamino, año 2006.

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. 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 2006, en comparación con 2005 (año favorable) y 2002 (año desfavorable) se presentan en forma diaria en la Figura 2, y como promedio del período crítico en la Tabla 6. Se consideró una temperatura base de crecimiento de  $0^{\circ}\text{C}$ . Se observa que el ciclo 2006, desde la oferta lumínica, representó una buena campaña agrícola, sin alcanzar las excepcionales condiciones registradas durante 2005.



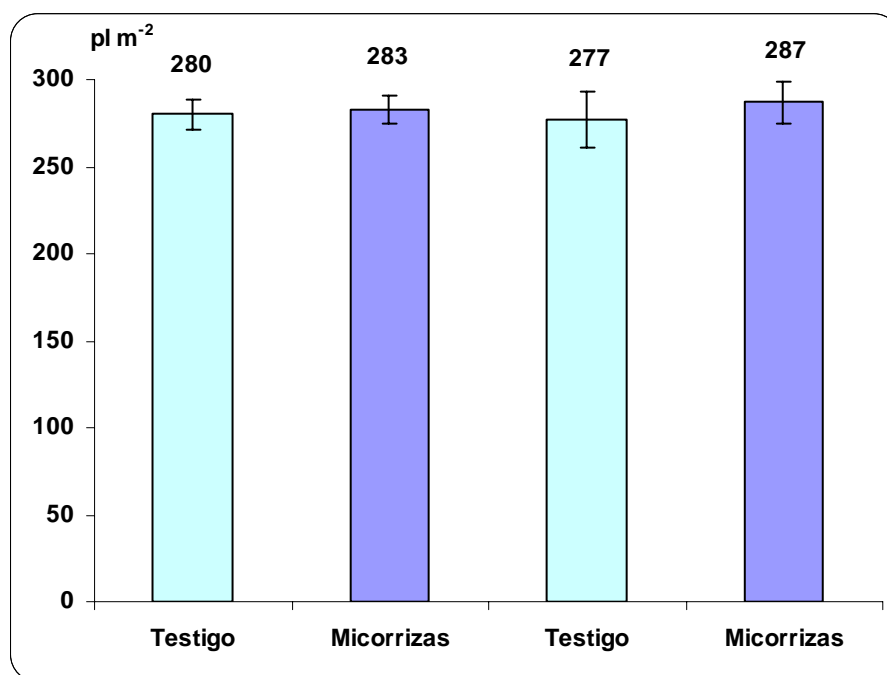
**Figura 2:** Coeficiente fototermal ( $Q$ ) durante el ciclo de cultivo de trigo. La etapa abarcada por el rectángulo representa el período crítico para la definición del rendimiento. Año 2006.

**Tabla 6:** 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 2002 (año desfavorable para trigo), 2005 (año favorable) en comparación con la campaña actual.

Condiciones ambientales	Año 2002	Año 2005	Año 2006
Insolación Efectiva media (hs)	6,9	7,2	7,1
T media del período °C	18,1	15,1	17,1
Cociente fototermal (Q) (Mj m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	1,02	1,24	1,10

### B) Rendimientos del cultivo

La dosis de P y la inoculación con Micorrizas no afectaron el número de plantas emergidas (P>0,10, Figura 3).



**Figura 3:** Número de plantas emergidas en los diferentes tratamientos. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media.

En la Figura 5 se presentan los rendimientos de los tratamientos evaluados. Se determinó efecto de dosis de P, a pesar de la adecuada disponibilidad de este nutriente en el suelo. En cambio, no se observó interacción Micorrizas x fertilización fosforada ni efecto significativo de la inoculación con Micorrizas (Tabla 7). Es decir, la inoculación con Micorrizas produjo una tendencia positiva media de 355 kg ha<sup>-1</sup> (+ 9,8 %), independiente de la dosis de P agregada (Figuras 4 y 5). Esta diferencia es muy similar a la ya mencionada respuesta observada en el ensayo conducido por nuestro grupo de trabajo durante el año 2005, de 298 kg ha<sup>-1</sup> (7,1 %) (Ferraris et al., 2006). Por otra parte, el aumento de la dosis de P20 a P40 en 1200 kg ha<sup>-1</sup> (37,7 %). El componente de rendimiento responsable de estas diferencias fue el número de granos, siendo menos afectado su peso (Figuras 4.a y b)

**Tabla 7:** Análisis de la Varianza para rendimiento.

Efecto evaluado	Valor de P=
Dosis de P	0,002
Micorrizas	0,14 n.s.
Interacción Dosis de P x Micorrizas	0,97 n.s.
<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>11,7 %</b>

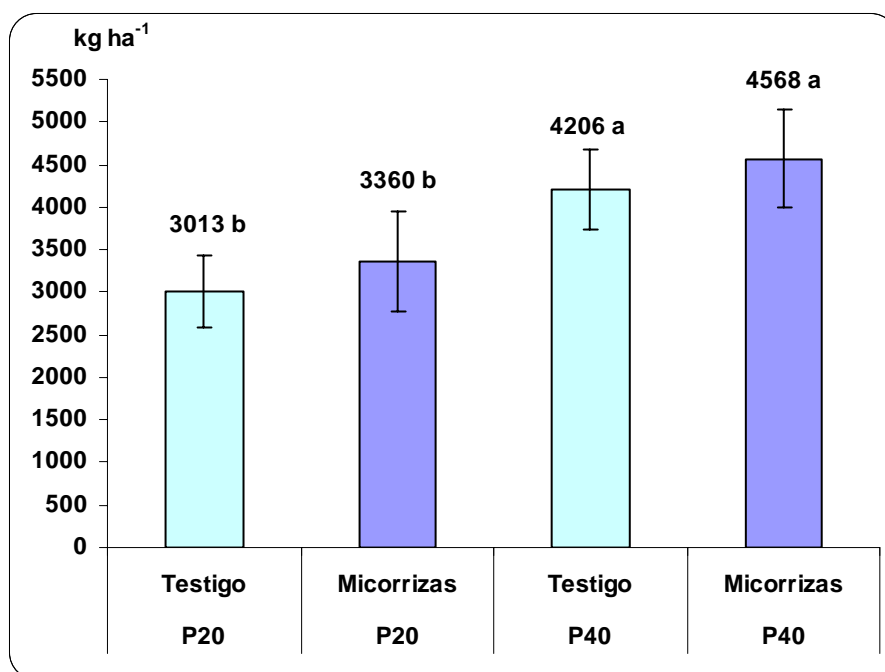


Figura 4.a

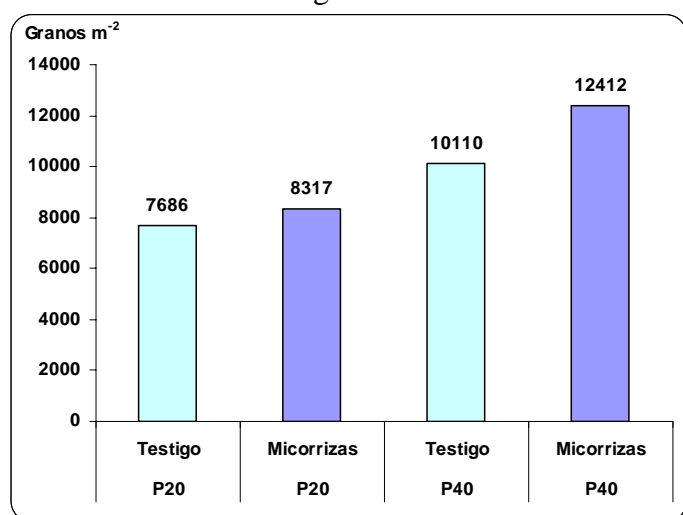


Figura 4.b

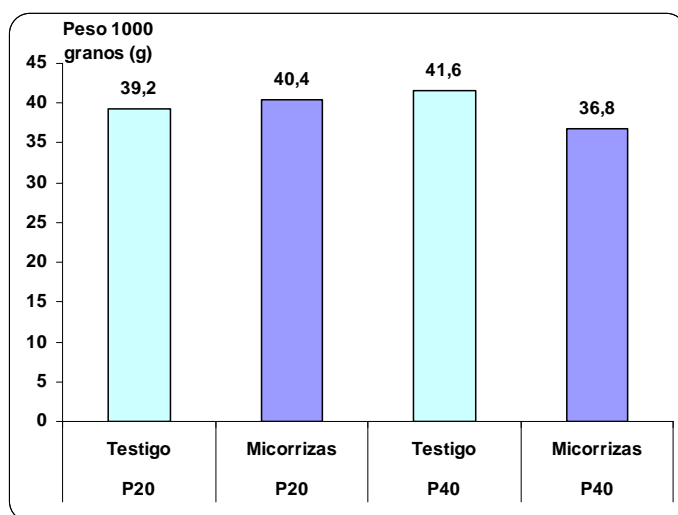


Figura 4.c

**Figura 4:** Rendimiento (4.a) y sus componentes, número (4.b) y peso (4.c) de los granos como resultado de la inoculación Micorrizas en dos niveles de fertilización fosforada. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media.

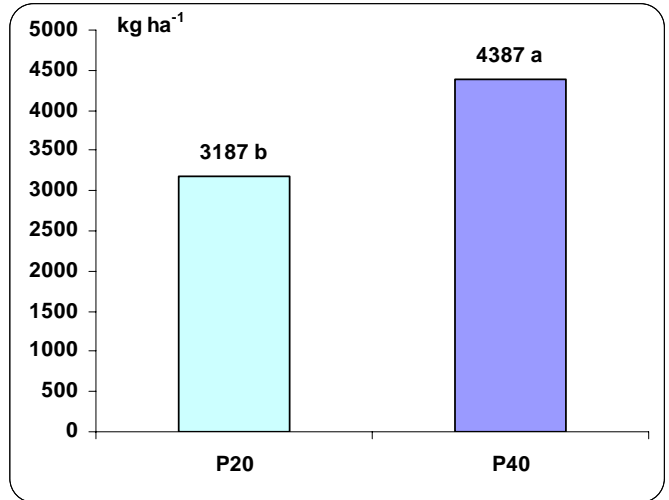
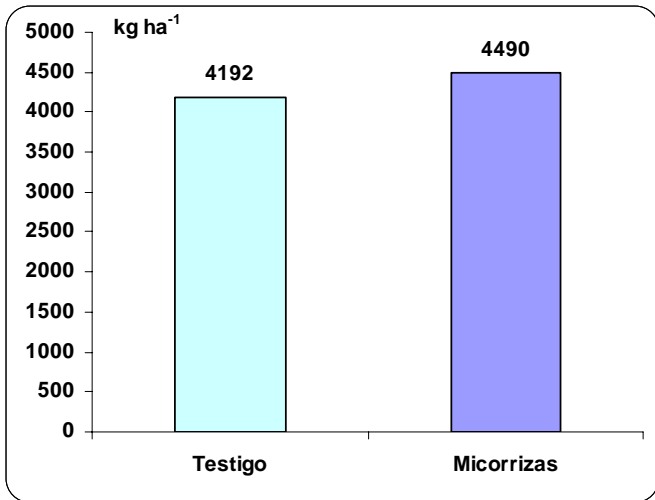
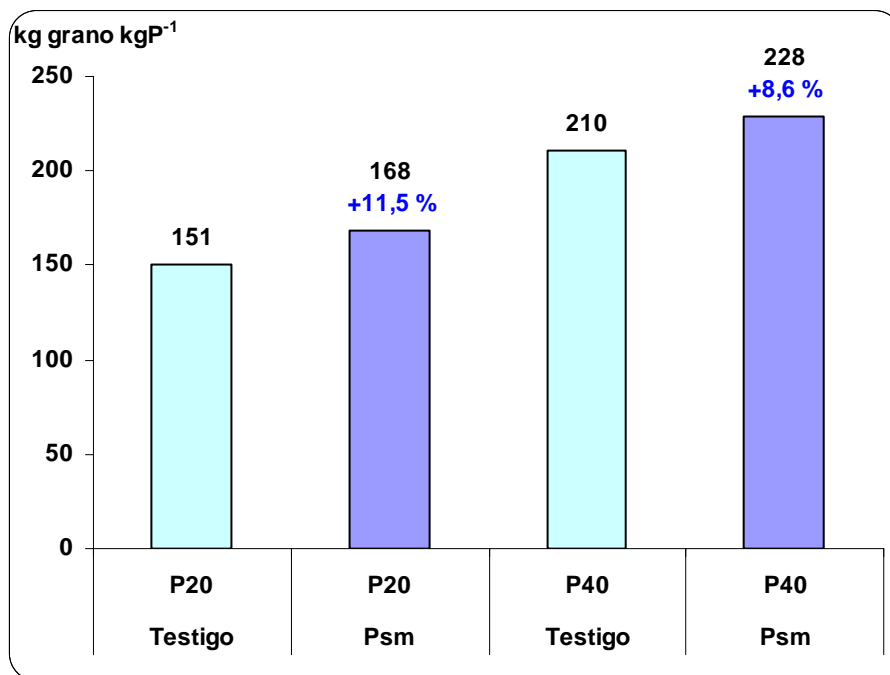


Figura 5.a

Figura 5.b

**Figura 5:** Rendimiento como resultado de: 5.a) la inoculación con Micorrizas, promedio de dos dosis de P y 5.b) dos niveles de fertilización fosforada, promedio de tratamientos con y sin inoculación. Letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,10$ ).

La EUP representa la producción de grano por unidad de P aplicado, y es una medida adecuada para evaluar el efecto de las Micorrizas, ya que esta bacteria tiene un efecto directo sobre el nutriente. En el presente ensayo, dicha eficiencia se incrementó en un 11,5 % (dosis de P20) y en un 8,6 % (dosis de P40) (Figura 6).



**Figura 6:** Eficiencia de uso del fósforo (kg rendimiento : kg P agregado) para diferentes dosis de P e inoculación con Micorrizas.

### Conclusiones:

Las condiciones ambientales configuraron una campaña agrícola favorable, con elevada insolación, temperaturas moderadas y lluvias puntuales que posibilitaron un buen estado sanitario de los cultivos.

Durante la mayor parte del ciclo, el trigo sostuvo su crecimiento a partir de las reservas de agua acumuladas en el perfil.

Se determinaron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos por efecto de fertilización fosforada, que alcanzaron a un 37,7 %. La inoculación con Micorrizas no afectó el stand de plantas emergidas, y mejoró la EUP en un rango de 8,6 a 11,5 % que se tradujo en una tendencia positiva aunque no significativa en los rendimientos.

### **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 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.
- Fisher, R. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Aric Sci.* 105:447-461.