

MICORRIZAS EN TRIGO PAN: EFECTO DEL MOMENTO DE INOCULACIÓN Y EL USO PROTECTORES BACTERIANOS

INTA EEA Pergamino.
Proyecto Regional Agrícola, Campaña 2012.

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo es una especie exigente en nutrientes, y por este motivo se recurre a fertilizarlo con nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). En los últimos tiempos, se ha revalorizado el concepto de calidad, afectando su comercialización. La fertilización de base y los tratamientos biológicos realizados sobre semilla tienen como objetivo generar un elevado número de macollos, y la expansión y duración de suficiente área foliar como para sostenerlos. Esto permitiría fijar un alto número de granos. Los efectos podrían ser potenciados por la instalación de una población microbiana favorable en la rizósfera del cultivo, a través de la inoculación de microorganismos con efecto promotor del crecimiento vegetal, acompañados por fungicidas curasemillas y polímeros que los protejan.

Los objetivos de este experimento son 1. Evaluar el efecto de tratamientos biológicos de semilla conteniendo micorrizas junto a polímeros que los protejan sobre variables intermedias y el rendimiento del cultivo y 2. Cuantificar su interacción con la fertilización nitrogenada del cultivo. Hipotetizamos que 1. Los tratamientos de semilla incrementan el rendimiento independientemente del momento de aplicación – a la siembra o anticipados- 2. El uso de polímeros de protección permite aumentar el número de microorganismos funcionales potenciando sus efectos y 3. Los resultados se manifiestan estables a diferentes niveles de fertilización.

Palabras clave: trigo, promotores de crecimiento, protectores bacterianos, inoculación anticipada, nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de campo en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico. El ensayo fue sembrado el día 27 de Junio, en Siembra directa, siendo la variedad Nidera Baguette 9. El antecesor fue soja de primera. El experimento se fertilizó con P y S, con el criterio de suficiencia. Se evaluaron tratamientos sobre semilla, que consistieron en el uso del inoculante Crinigan Trigo bajo diferentes variantes tecnológicas – tiempos de inoculación y uso de polímeros- y dos niveles de N en arreglo factorial (4 x 2), con cuatro repeticiones. La denominación de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos evaluados en los ensayos. Inoculación con micorrizas y dosis de nitrógeno en trigo. Pergamino. Campaña 2012/13.

	Tratamientos biológicos	Tratamiento fungicida	Protector	Momento de Inoculación	Nivel de N
					Dosis fertilizante (kg ha ⁻¹)
T1	Testigo				N1: 50 (s) + 50 (mac)
					N2: 100 (s) + 50 (mac)
T2	Crinigan trigo	Carbendazim+thiram		15 d.a.s.	N1: 50 (s) + 50 (mac)
					N2: 100 (s) + 50 (mac)
T3	Crinigan trigo	Carbendazim+thiram	Polímero	15 d.a.s.	N1: 50 (s) + 50 (mac)
					N2: 100 (s) + 50 (mac)
T4	Crinigan trigo	Carbendazim+thiram		Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac)
					N2: 100 (s) + 50 (mac)
					N2: 100 (s) + 50 (mac)

d.a.s.: días antes de la siembra

Previo a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 2. El sitio contaba con una moderada disponibilidad hídrica inicial, que alcanzó a 90 mm de agua útil (0-140 cm).

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
0-20	5,8		2,8	0,130	13,4	16,3	85,0	9,7
	Magnesio	Potasio	Calcio	Zinc	Manganeso	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	186	414	1262	0,6	34,3	1,0	63,4	0,38

En el estado de Zadoks 65 (espigazón plena) se estimó N en hoja bandera mediante una medida adimensional no destructiva con Spad, el vigor, contenido de materia seca y la altura de planta. La cosecha se realizó en forma mecánica, recolectado toda la parcela. Sobre una muestra se determinó NG (número de granos) y PG (peso de los granos). Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza (ANVA), comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS

A) Características climáticas de la campaña

En 2012, la reserva inicial de agua en el suelo fue media, abasteciendo las necesidades del cultivo durante las primeras etapas, hasta que las precipitaciones a partir de agosto completaron el perfil (Figura 1).

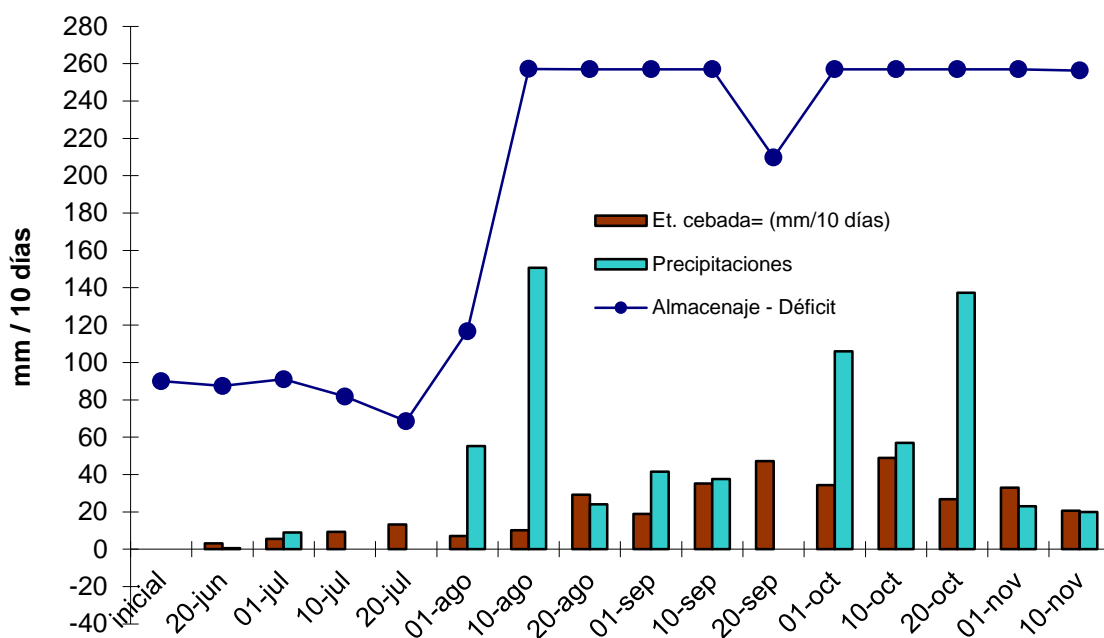


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para trigo en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2012. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 90 mm, no se registró déficit durante todo el ciclo.

En la Figura 2 se presenta el cociente fototermal (Q) (Fisher, 1985), el cual 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. Los valores para 2012 fueron de los más bajos en ocho años (Tabla 3), lo que contribuye a explicar los rendimientos limitados del cultivo. Fueron frecuentes los días nublados, con baja insolación (Tabla 3), alta humedad relativa y anoxia temporaria. Esto facilitó a su vez la proliferación de enfermedades, como Roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y Fusariosis (*Fusarium graminearum* Schwabe).

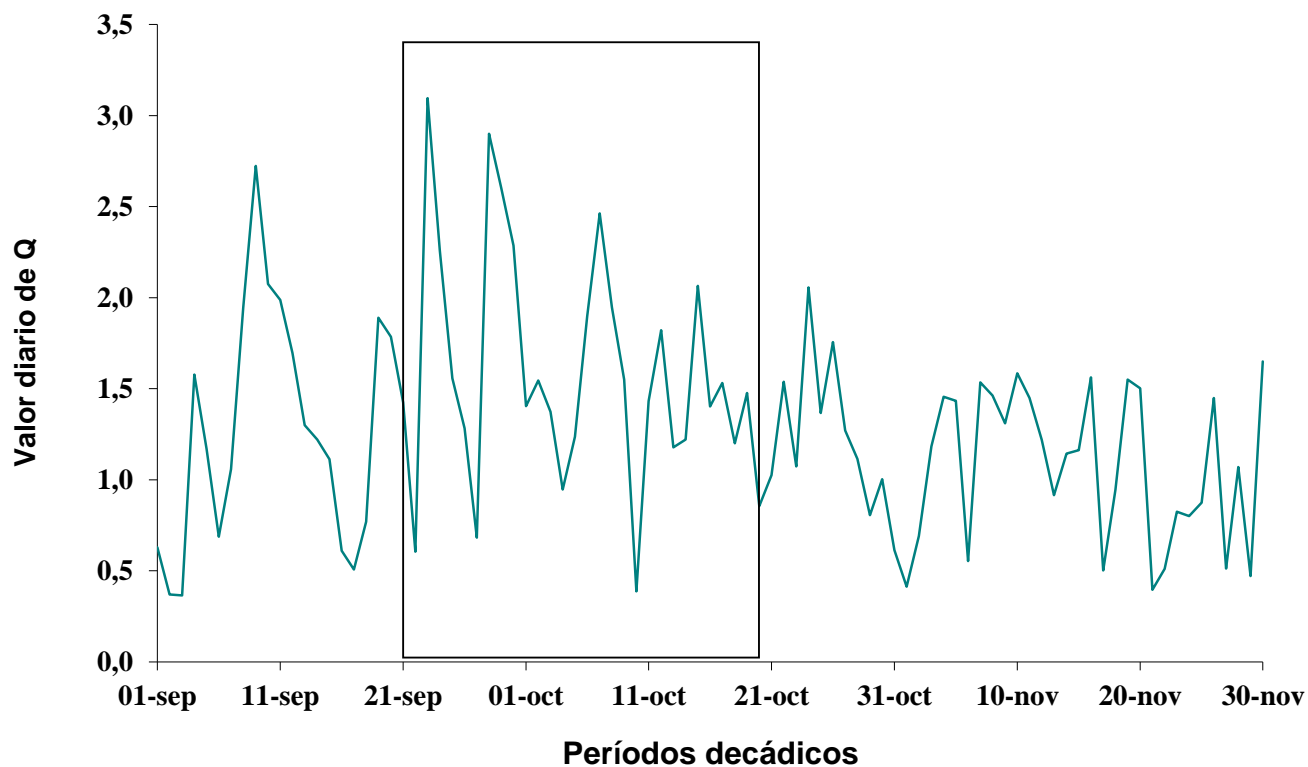


Figura 2: Coeficiente fototermal (Q) durante el ciclo de cultivo de trigo. La etapa abarcada por el rectángulo representa el período crítico para la definición del rendimiento. Pergamino, Año 2012.

Tabla 3: Insolación efectiva (hs), Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$) y Cociente fototermal Q (T base 0°C) para el período crítico del cultivo de Trigo en la localidad de Pergamino. 1 al 30 de octubre en 2010, y 15 de setiembre al de 15 de octubre en el resto de los años.

Condiciones ambientales	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012
Insolación Efectiva media (hs)	7,2	7,1	5,9	6,9	8,3	7,45	6,8	5,0
T media del período $^{\circ}\text{C}$	15,1	17,1	15,0	16,4	13,4	14,8	14,8	14,3
Cociente fototermal (Q) ($\text{Mj m}^{-2} \text{ día}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	1,24	1,10	1,12	1,10	1,56	1,34	1,19	1,11

b) Resultados del experimento

En la Tabla 4 se presentan datos de variables intermedias y observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo, mientras que en la Tabla 5 el rendimiento y sus componentes.

Tabla 4: Parámetros morfológicos de cultivo: Plantas emergidas, altura de plantas, materia seca en antesis (Z65), índice de vigor y lecturas de intensidad de verde en unidades Spad. Tratamientos de inoculación con Micorrizas bajo diferentes variantes tecnológicas y dos niveles de N en trigo. Pergamino, año 2012.

T	Factor 1: Dosis Azp (ml ha ⁻¹)	Factor 2: Dosis N (kg ha ⁻¹)	Plantas emergidas/m ²	Altura planta (cm)	MSeca Z65 (kg ha ⁻¹)	Índice de Vigor Z65	Unidades Spad Z65
T1	Testigo	N50 + 50 kg	230	83	5305	3,5	42,7
T2	Crinigan + C+Th (15 d.a.s.)		205	86	5905	3,8	41,4
T3	Crinigan + C+Th + polímero (15 d.a.s.)		238	83	5265	4,0	44,5
T4	Crinigan + C+Th (s)		208	87	6330	4,2	44,1
T1	Testigo	N100 + 50 kg	225	84	8740	4,5	46,3
T2	Crinigan + C+Th (15 d.a.s.)		235	84	8425	4,3	47,0
T3	Crinigan + C+Th + polímero (15 d.a.s.)		205	79	8495	4,0	47,3
T4	Crinigan + C+Th (s)		200	79	8870	4,6	47,7
	R² vs rendimiento		0,01	0,36	0,16	0,32	0,00

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo
Zadoks 65: Plena esigazón.

Tabla 5: Rendimiento (kg ha⁻¹), componentes, y respuesta absoluta a tratamientos de inoculación con Micorrizas bajo diferentes variantes tecnológicas y dos niveles de N en trigo. Pergamino, año 2012.

	Factor 1: Dosis Azp (ml ha ⁻¹)	Factor 2: Dosis N (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG/m ²	PG x 1000 (g)	Dif con testigo absoluto (kg ha ⁻¹)
T1	Testigo	N50 + 50 kg	3426	10706	32,0	
T2	Crinigan + C+Th (15 d.a.s.)		3679	11944	30,8	253
T3	Crinigan + C+Th + polímero (15 d.a.s.)		3453	10927	31,6	27
T4	Crinigan + C+Th (s)		3569	11896	30,0	143
T1	Testigo	N100 + 50 kg	3513	10843	32,4	
T2	Crinigan + C+Th (15 d.a.s.)		3700	11708	31,6	187
T3	Crinigan + C+Th + polímero (15 d.a.s.)		3746	11706	32,0	233
T4	Crinigan + C+Th (s)		3926	12118	32,4	413
	R² vs rendimiento			0,71	0,03	
	Tratamientos de semilla (P=)		0,05			
	Dosis N (P=)		0,01			
	Tratamientos de semilla x Dosis N (P=)		0,21			
	CV (%)		3,22			

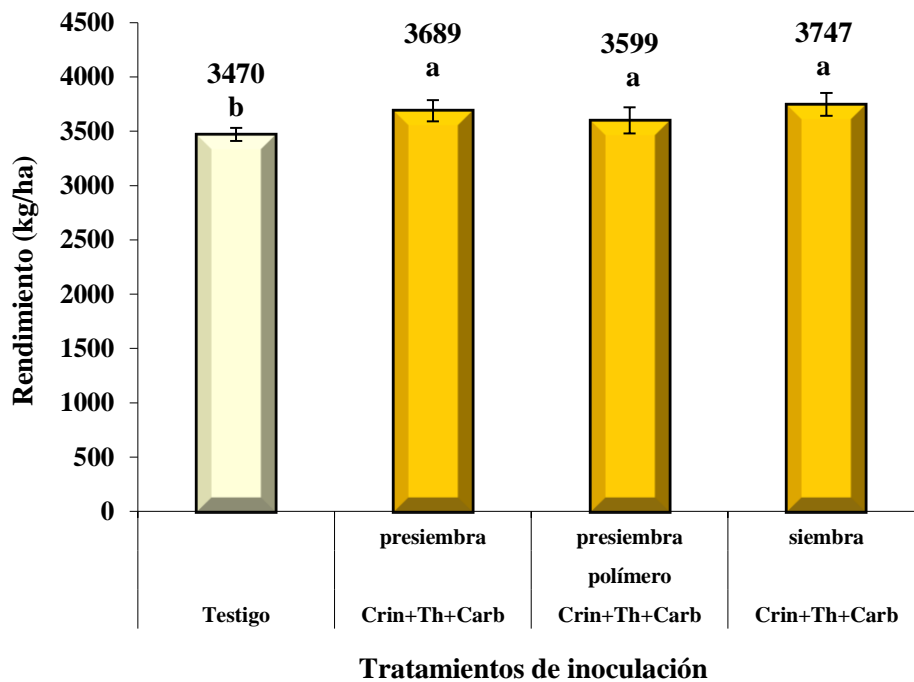


Figura 3: Producción media de grano de trigo según tratamientos con micorrizas, tiempos de inoculación y uso de polímero, promedio de dos niveles de N. Pergamino, año 2012. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las barras de error representan la desviación standard de la media.

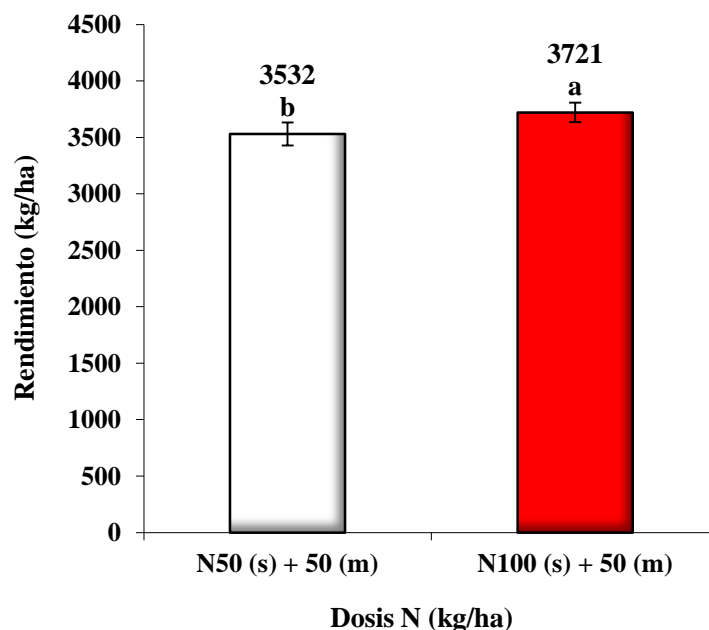


Figura 4: Rendimiento de cebada cervecera según dosis de Nitrógeno promedio de todos los tratamientos de semilla. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las barras de error representan la desviación standard de la media.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* Los rendimientos oscilaron entre 3426 y 3926 kg ha⁻¹ (Tabla 5), siendo inferiores a los de un experimento similar conducido en cebada, y también con relación al promedio de los últimos años en la región producto de excesos hídricos, baja radiación y elevada presión de enfermedades.

* NG m^{-2} fue la variable con mayor contribución para explicar los rendimientos del cultivo ($R^2=0,71$). Altura de planta ($R^2=0,36$) e índice de vigor presentaron una correlación media ($R^2=0,32$).

* No se verificó interacción tratamiento de inoculación x dosis N ($P>0,10$, $\text{cv}=3,2\%$) (Tabla 5). Se determinaron diferencias significativas por efecto de tratamiento ($P=0,05$) y dosis de N ($P=0,01$).

* La inoculación con micorrizas aumentó los rendimientos de manera significativa, sin diferencias entre momentos de inoculación o por el uso de un polímero de protección (Figura 3). Esto significa que las diferentes tecnologías de procesos o insumos que acompañaron al inoculante se comportaron de manera equivalente, teniendo un peso secundario en los rendimientos en comparación con el componente principal que fue el uso del inoculante. Este comportamiento difiere en alguna medida con el observado en cebada, donde el empleo del polímero mejoró la eficacia del inoculante. Esto podría atribuirse a que parte de la evaluación en cebada fue realizada en combinación con un fungicida de amplio espectro, que podría requerir de mayor protección para los microorganismos.

* Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis 1: Existe respuesta a la inoculación con micorrizas en el cultivo de trigo.

* Por el contrario, la hipótesis 2 no es aceptada, al evidenciar una respuesta estable bajo diferentes tiempos y estrategias de protección de los microorganismos.

* La hipótesis 3, referida a ausencia de interacción, es aceptada puesto que la respuesta a los tratamientos de semilla y foliares fue positiva en ambas dosis de N. Esto permite concluir que las recomendaciones sobre inoculación con micorrizas no deberían cambiar con la dosis de N aplicada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

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

* Zadoks J.C., T.T. Chang, y C.F. Konzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.