

EVALUACIÓN DEL INOCULANTE CRINIGAN EN CEBADA CERVECERA BAJO DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOSFORO-NITROGENADA

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino,
Proyecto Regional Agrícola, Campaña 2009/10.

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot
Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 (2700) Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

Introducción

El tratamiento de semillas con inoculantes que suministran microorganismos seleccionados es una práctica favorable con numerosos antecedentes de incremento en los rendimientos de trigo (Díaz-Zorita y Fernández-Canigia, 2008; Ferraris y Couretot, 2008; Ferraris, 2009; Valverde y Ferraris, 2010). Sin embargo, han sido menos estudiados en cebada cervecera y otras especies invernales. Con frecuencia, se asume que cebada y trigo manifiestan similar comportamiento y eficiencia de uso de recursos, aunque muchas experiencias en las cuales se cuantificó la respuesta al agregado de fertilizantes mostraron resultados diferenciales, dependiendo de la zona y la condición de cultivo bajo las cuales eran sembrados.

El objetivo de este ensayo fue 1. Cuantificar el efecto sobre el rendimiento y otras variables de cultivo del inoculante Crinigan, que contiene micorrizas en forma asociada a otros microorganismos en su formulación y 2. Evaluar la interacción entre la inoculación y la fertilización fósforo-nitrogenada. Hipotetizamos que 1. Los microorganismos aportados tienen la capacidad de promover el crecimiento vegetal y mejorar el rendimiento del cultivo de cebada cervecera y 2. Los efectos son independientes del nivel de nutrición fósforo-nitrogenada, siendo aplicables a un amplio rango de ambientes productivos.

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 evaluaron diferentes estrategias de uso de un inoculante formulado a partir de micorrizas, otros microorganismos considerados PGPR y microelementos, denominado comercialmente *Crinigan cebada*, en contraste con un testigo. El experimento fue conducido con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, dos tratamientos de inoculación (testigo y fertilizado) y cuatro niveles de fertilización, conformando un factorial completo 2x4. La descripción de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos evaluados en el ensayo.

Tratamiento de semilla	Factor 1: Inoculación		Factor 2: Nivel de fertilización
	Momento de inoculación	Dosis de uso	Dosis fertilizante (kg ha ⁻¹)
II. Testigo			F1: P0 N50
			F2: P0 N100
			F3: P20 N50
			F4: P20 N100
I.2. Crinigan cebada	siembra	8 g kg semilla ⁻¹	F1: P0 N50
			F2: P0 N100
			F3: P20 N50
			F4: P20 N100

Se utilizó una formulación en polvo, aplicada luego del humedecimiento previo de la simiente. El ensayo fue sembrado el día 18 de Junio, con una sembradora experimental de siembra directa que distancia las hileras a 0,20 m. El antecesor fue soja de primera, y el cultivar sembrado Scarlett. Cuando correspondió al tratamiento, se usó como fuente de fósforo (P) superfosfato triple de calcio (0-20-0) y urea granulada (46-0-0) como fuente de nitrógeno (N). Para proteger al cultivo de enfermedades foliares, fue tratado con el fungicida *Propiconazole* (25%) a la dosis de 500 ml ha⁻¹ en hoja bandera visible (Z 37).

Previo a la siembra, 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

Profundidad	pH	Materia Orgánica	P-disp.	N-Nitratos	N suelo	S-Sulfatos
cm	agua 1:2,5	%	ppm	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
0-20	5,4	2,17	12,8	8,0	20,8	2,0
20-40				4,0	10,4	2,0
40-60				2,0	5,2	
					36,4	

Se realizó un recuento de plantas emergidas a los 10 dde, y biomasa de planta entera en el estado Zadokz 25 (Zadoks et al., 1974) y a cosecha (Zadoks 89). De igual modo, se realizaron evaluaciones de vigor durante el ciclo del cultivo. 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 (ANVA) y comparaciones de medias.

Resultados y discusión

A) Características climáticas de la campaña

Las precipitaciones fueron reducidas durante el invierno y retornaron a partir de setiembre. No obstante, el cultivo manifestó un leve estrés en la post-antesis, dado el incremento en la tasa de crecimiento y la mayor temperatura, mientras que las precipitaciones se mantuvieron en registros ajustados hasta la segunda década de noviembre (Figura 1).

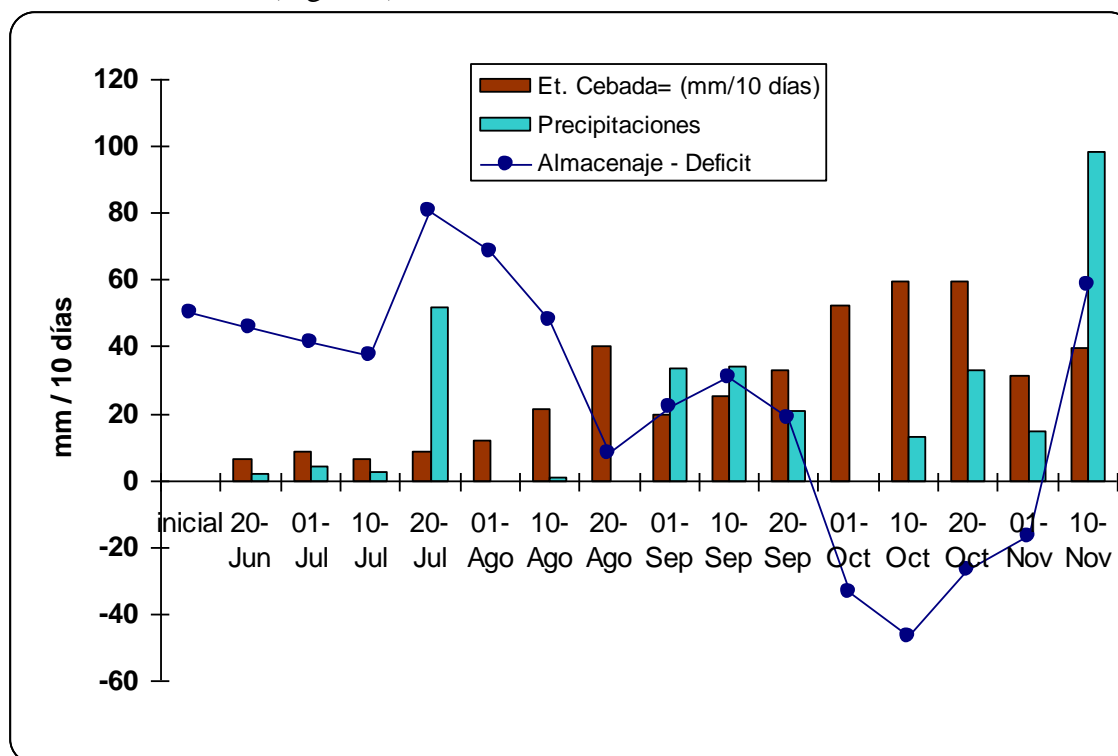


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos). Valores acumulados cada 10 días en

mm. Los Kc fueron modificados para cebada. Lámina de agua útil inicial 50 mm. Déficit acumulado en el ciclo 124 mm. Pergamino, año 2009.

B) Rendimientos del cultivo

En la Tabla 3 se presentan los datos de las variables evaluadas en el ensayo.

Tabla 3: Número de plantas emergidas, índice de vigor, materia seca acumulada en macollaje y a cosecha, rendimiento de grano, y significancia estadística de las variables medidas en el ensayo. Inoculación con *Crinigan* bajo diferentes niveles de fertilización en cebada cervecera. Pergamino, año 2009.

Tratamientos	Inoculación	Nivel fertilización (kg ha ⁻¹)	Plantas/ m ²	Índice de Vigor Zadoks 39	Mseca Z25 (kg ha ⁻¹)	Mseca Total (kg ha ⁻¹)
I1-F1	Testigo	P0 N50	133	3,8	497	10256
I1-F2	Testigo	P0 N100	130	4,0	298	9569
I1-F3	Testigo	P20 N50	155	3,9	804	10145
I1-F4	Testigo	P20 N100	141	4,1	878	9771
I2-F1	Crinigan	P0 N50	155	4,0	660	8798
I2-F2	Crinigan	P0 N100	222	4,5	490	12257
I2-F3	Crinigan	P20 N50	136	4,3	824	11349
I2-F4	Crinigan	P20 N100	109	4,8	1397	12088
Inoculación=			0,132		0,054	0,470
Fertilización=			0,475		0,019	0,015
Interacción Inoc x Dosis N=			0,096		0,894	0,182
CV (%)			27,0		40,3	17,8

Tratamientos	Inoculación	Nivel N (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Diferencia x fertilización (kg ha ⁻¹)	Diferencia x inoculación (kg ha ⁻¹) a isodosis de fertilizante
I1-F1	Testigo	P0 N50	4101		
I1-F2	Testigo	P0 N100	4349	+ 248	
I1-F3	Testigo	P20 N50	4611	+ 510	
I1-F4	Testigo	P20 N100	4442	+ 341	
I2-F1	Crinigan	P0 N50	3999		-102
I2-F2	Crinigan	P0 N100	5571	+ 1572	+ 1222
I2-F3	Crinigan	P20 N50	5159	+ 1160	+ 547
I2-F4	Crinigan	P20 N100	5494	+ 1495	+ 1053
Inoculación=			0,168		
Fertilización=			0,001		
Interacción Inoc x Dosis N=			0,183		
CV (%)			13,3%		

Zadoks 25: cinco (5) macollos visibles; Zadoks 39: hoja bandera expandida (Zadoks et al., 1974)

Índice de Vigor: Escala de 1 a 5. 1: Muy bajo vigor 5: Vigor Excelente

Se determinó efecto estadísticamente significativo de la fertilización sobre la acumulación de materia seca a finales de macollaje (Zadoks 25), cosecha y rendimiento ($p < 0,05$). La inoculación en cambio, incrementó significativamente la producción de materia seca en macollaje ($p < 0,10$) (Tabla 3). No se observó interacción entre inoculación y fertilización, para ninguna de las variables evaluadas ($p > 0,10$) (Tabla 3). Aún así, la respuesta a la fertilización fue más notable cuando se realizó de manera conjunta con la inoculación (Figura 2). Las diferencias entre las parcelas inoculadas y testigo fueron de mayor magnitud en presencia de adecuados niveles de fertilización, especialmente nitrogenada (Tabla 3 y Figura 2), alcanzando un máximo de 1222 kg ha⁻¹. Por el contrario, no se determinó respuesta positiva al uso de inoculante para el nivel más bajo de fertilización, P0N50 (Tabla 3 y Figura 2). En oposición a estos resultados, en un ensayo de trigo realizado en la misma localidad y campaña por nuestro grupo de trabajo la respuesta fue de mayor magnitud bajo una dosis de N50 en comparación con N100. Si se compara la respuesta interespecífica, en

promedio fue levemente superior es cebada (680 kg ha⁻¹) (Figura 3) con relación a trigo (355 kg ha⁻¹). De acuerdo a investigaciones recientes, aquel cultivo podría mantener un potencial de respuesta mayor (González Anta, comunicación personal), aunque se ha generado mucho menos información hasta el presente si se compara con los numerosos ensayos realizados en trigo.

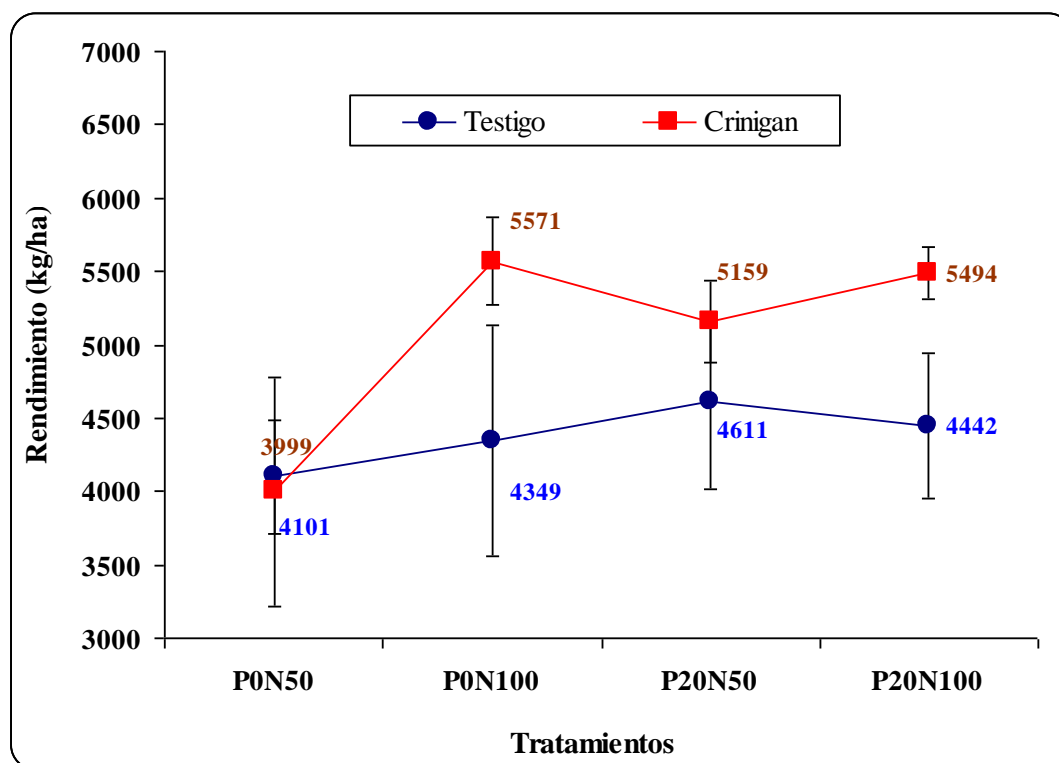


Figura 2: Rendimiento de grano de parcelas testigo o inoculadas con Crinigan cebada, bajo diferentes niveles de fertilización fósforo-nitrogenada (kg ha⁻¹) aplicados a la siembra. Las barras de error indican la desviación standard de la media. Pergamino, año 2009.

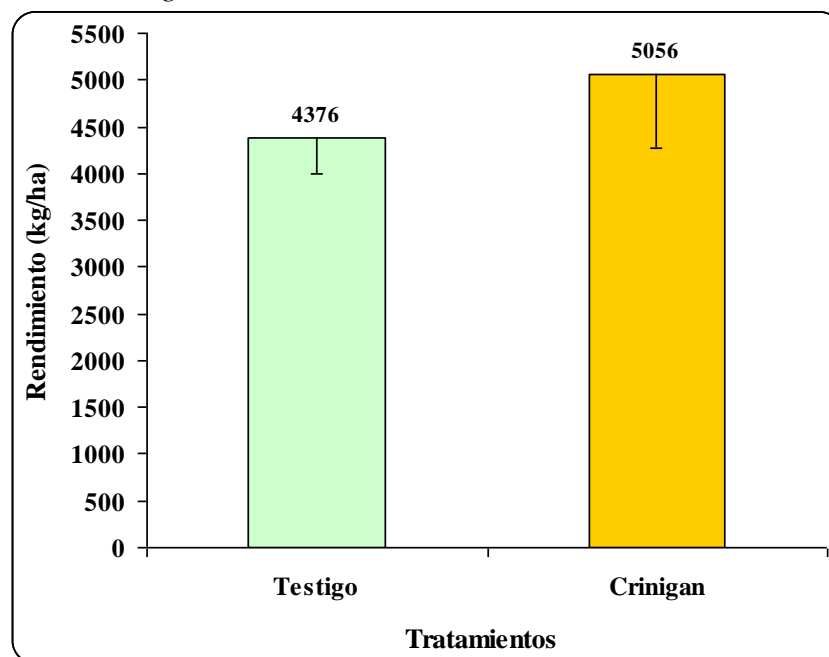


Figura 3: Rendimiento de grano de parcelas testigo o inoculadas con Crinigan cebada, promedio de diferentes combinaciones de P (0 y 20 kg ha⁻¹) y N (50 y 100 kg ha⁻¹).

Consideraciones finales

La hipótesis 1 –existe respuesta a la inoculación– es aceptada parcialmente, ya que se obtuvieron diferencias de rendimiento en el rango de -102 a 1222 kg ha⁻¹ según nivel de fertilización y 680 kg ha⁻¹ de respuesta media, aunque las diferencias no alcanzaron la significancia estadística. La hipótesis 2 –ausencia de interacción entre inoculación y otras prácticas de manejo– no puede ser aceptada, ya que la respuesta fue de mayor magnitud bajo adecuada fertilización, especialmente nitrogenada.

La inoculación de cebada cervecera con microorganismos promotores del crecimiento vegetal se presenta como una práctica favorable con potencialidad de incrementar la producción de biomasa y los rendimientos en la región norte de Buenos Aires, como complemento de un buen manejo agronómico que incluya la fertilización fósforo-nitrogenada del cultivo.

Bibliografía

- C. Valverde & G. Ferraris. 2010. Las Pseudomonas. Un grupo heterogéneo con diversos mecanismos promotores del desarrollo vegetal. En: Promotores del crecimiento Vegetal. Peticari, A, M. Puente y J. García (eds) (en prensa).
- Díaz-Zorita M. & MV Fernández-Canigia. 2008. Field performance of liquid formulation of Azospirillum brasilense on dryland wheat productivity. Eur. J. Soil Biol. 1-9.
- Ferraris G. y L. Couretot. 2008. Respuesta a la inoculación con Micorrizas bajo dos ambientes de fertilización. pp 63-68. En: Trigo. Resultados de Experiencias. Campaña 2008. (Parte II). Proyecto Regional Agrícola. EEA Pergamino-Villegas. CRBAN. ISSN 1852-0472.
- Ferraris G. 2009. Microorganismos con efecto promotor de crecimiento (PGPM) en cultivos extensivos. Impacto sobre los rendimientos, la eficiencia de uso de los nutrientes y otros caracteres de interés agronómico. Resúmenes. pp8-9. En: II Jornadas Bonaerenses de Microbiología de Suelos. “Herramientas Microbiológicas para una Agricultura Sustentable” UNICEN, Azul (BA), 9 y 10 de Septiembre.
- Zadoks J.C., T.T. Chang, y C.F. Konzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.