

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

TERCER AÑO DE ENSAYOS

INTA EEA Pergamino,
Proyecto Regional Agrícola, Campaña 2011/12.

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

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

Introducción

La inoculación de cebada cervecera con microorganismos promotores del crecimiento vegetal es una práctica innovadora 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.

Los objetivos de este trabajo fueron 1. Evaluar el Inoculante Crinigan, el cual contiene micorrizas junto a otros microorganismos en su formulación, en su efecto sobre la implantación, el vigor inicial, la acumulación de biomasa, contenido de nitrógeno (N) en hoja y el rendimiento de grano y 2. Analizar su comportamiento bajo diferentes niveles de fósforo (P) y N. 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.

Palabras clave: Cebada cervecera, micorrizas, fertilización, crecimiento, productividad, interacciones.

Materiales y métodos

El ensayo constituye el tercer año consecutivo de esta línea de trabajo. Se realizó como los años anteriores en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico. En cada 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 ensayo fue conducido con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, dos tratamientos de inoculación (testigo e inoculado) 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.

Factor 1: Inoculación			Factor 2: Nivel de fertilización
Tratamiento de semilla	Momento de inoculación	Dosis de uso	Dosis fertilizante (kg ha ⁻¹)
I1. 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 sobre sustrato dolomita, aplicada luego del humedecimiento previo de la simiente. Los ensayos fueron implantados con una sembradora experimental de siembra directa que distancia las hileras a 0,20 m. En ambos casos, el antecesor fue soja de primera, y el cultivar sembrado Scarlett. Cuando correspondió al tratamiento, las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con 0 o 100 kg ha⁻¹ de Superfosfato Triple (0-20-0) y 50 o 100 kg ha⁻¹ de N en forma de Urea (0-46-0),

según correspondiera. Los tratamientos de semilla fueron realizados a las dosis recomendadas en el protocolo correspondiente. 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 adecuada disponibilidad hídrica inicial, que alcanzó a 125 mm de agua útil (0-140 cm).

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

pH	Materia Orgánica	CE	N total	P-disp.	N-Nitratos 0-20, 20-40, 40-60 cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-40 cm
agua 1:2,5	%		(%)	ppm	ppm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
5,7	2,75	0,120	1,37	16,1	17,6 - 8,4 - 4,2	76,9	30,1

Se recontaron plantas en emergencia y espigazón, y se midió biomasa a inicios de encañado (estado de Zadoks 31). Se estimó N en hoja bandera mediante una medida adimensional no destructiva con Spad, y el vigor y altura de planta en antesis (Zadoks 65). La cosecha se realizó en forma mecánica, recolectado toda la parcela. Sobre muestra de cosecha 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 2011, la reserva inicial de agua en el suelo fue media, abasteciendo las necesidades del cultivo durante las primeras etapas pero soportando un moderado déficit de 85 mm (31 mm menor que en el caso de trigo), especialmente durante el llenado de los granos (Figura 1).

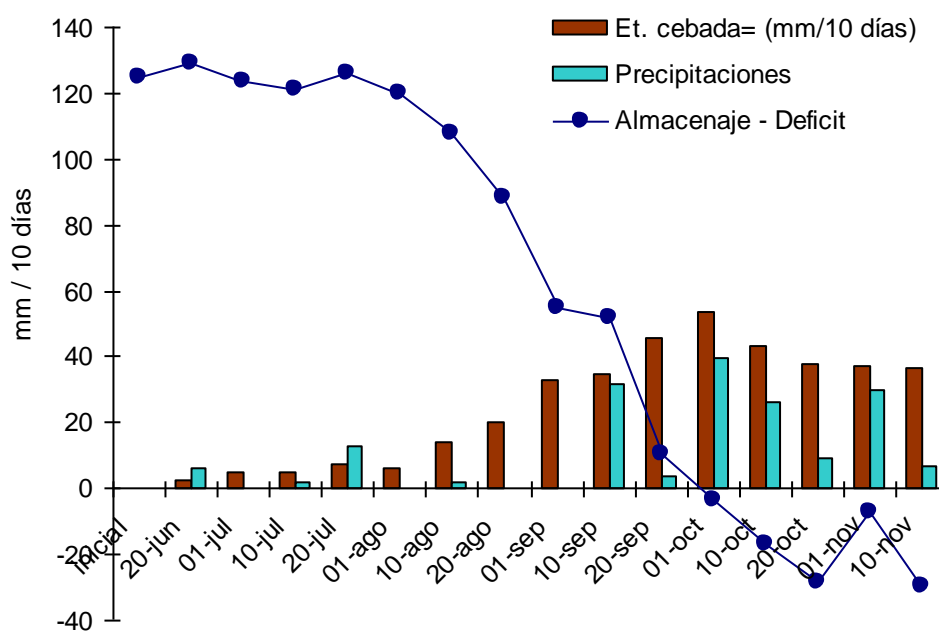


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para cebada en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2011. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 125 mm, déficit acumulado en el ciclo 86 mm.

B) Rendimiento y relación entre variables.

En la Tabla 3 se presentan los valores de diferentes variables intermedias relevadas durante el ciclo. En la Figura 2 se esquematizan los rendimientos de los tratamientos para cada nivel de fertilización, mientras que estos son promediados en la Figura 3.

Tabla 3: Plantas emergidas, materia seca temprana, intensidad de verde por Spad, vigor, altura de planta, rendimiento de grano y significancia estadística para rendimiento. Para cada variable, en negrita se señalan los mejores tratamientos. Tratamientos de semilla con inoculante Crinigan bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada en cebada cervecera cv Scarlett. Pergamino, año 2011.

Tratamientos	Inoculación	Nivel fertilización (kg ha ⁻¹)	Plantas/m ²	Índice de Vigor Zadoks 25	Mseca Z25 (kg ha ⁻¹)	Spad Z39	Altura planta (cm)
I1-F1	Testigo	P0 N50	128	2,4	2325	50,3	47,5
I1-F2	Testigo	P0 N100	145	3,0	2175	54,9	57,0
I1-F3	Testigo	P20 N50	155	3,0	3350	54,0	55,5
I1-F4	Testigo	P20 N100	148	3,6	3200	51,5	62,5
I2-F1	Crinigan	P0 N50	115	2,6	3600	50,6	40,0
I2-F2	Crinigan	P0 N100	115	2,8	3900	54,4	44,0
I2-F3	Crinigan	P20 N50	138	3,2	4650	53,4	58,0
I2-F4	Crinigan	P20 N100	123	3,5	4850	48,5	54,5

Tratamientos	Inoculación	Nivel N (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Diferencia según (kg ha ⁻¹)
I1-F1	Testigo	P0 N50	3964			
I1-F2	Testigo	P0 N100	3541			
I1-F3	Testigo	P20 N50	4518			
I1-F4	Testigo	P20 N100	4381			
I2-F1	Crinigan	P0 N50	3806			-158
I2-F2	Crinigan	P0 N100	3909			368
I2-F3	Crinigan	P20 N50	4626			108
I2-F4	Crinigan	P20 N100	4715			335
Inoculación=			0,199			
Fertilización=			0,002			
Interacción Inoc x Dosis N=			0,403			
CV (%)			5,5 %			

Zadoks 31: primer nudo visible Zadoks 55: media espiga visible Zadoks 65: antesis (Zadoks et al., 1974)

NG: número de granos m⁻² PG: Peso de mil granos.

Índice de Vigor: En base a cobertura, sanidad, intensidad de verde y uniformidad. Escala 1 (mínimo)-5 (máximo vigor).

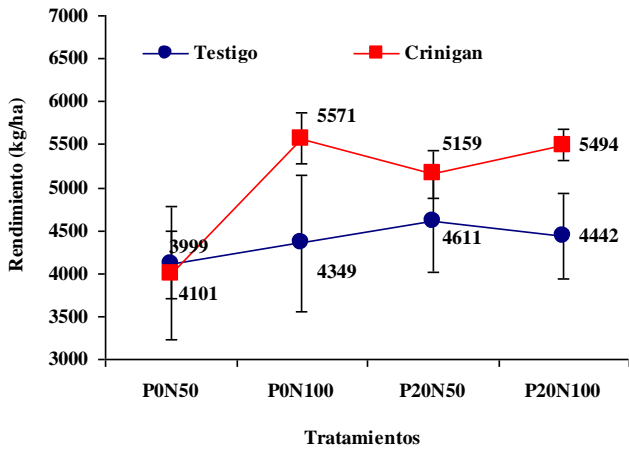


Figura 2.A Año 2009

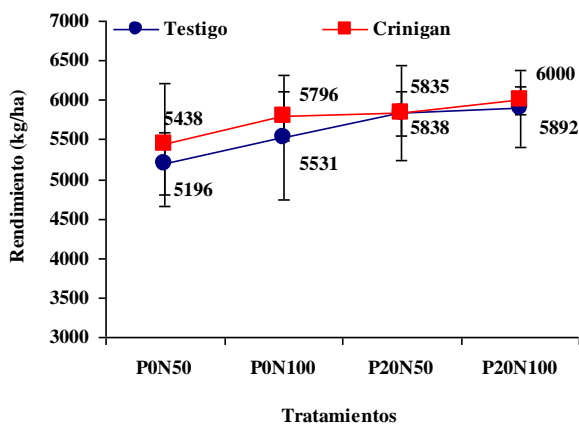


Figura 2.B. Año 2010

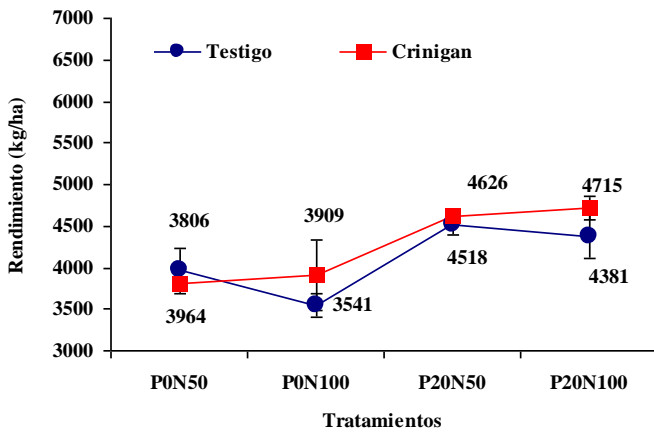


Figura 2.C. Año 2011

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, años 2009, 2010 y 2011.

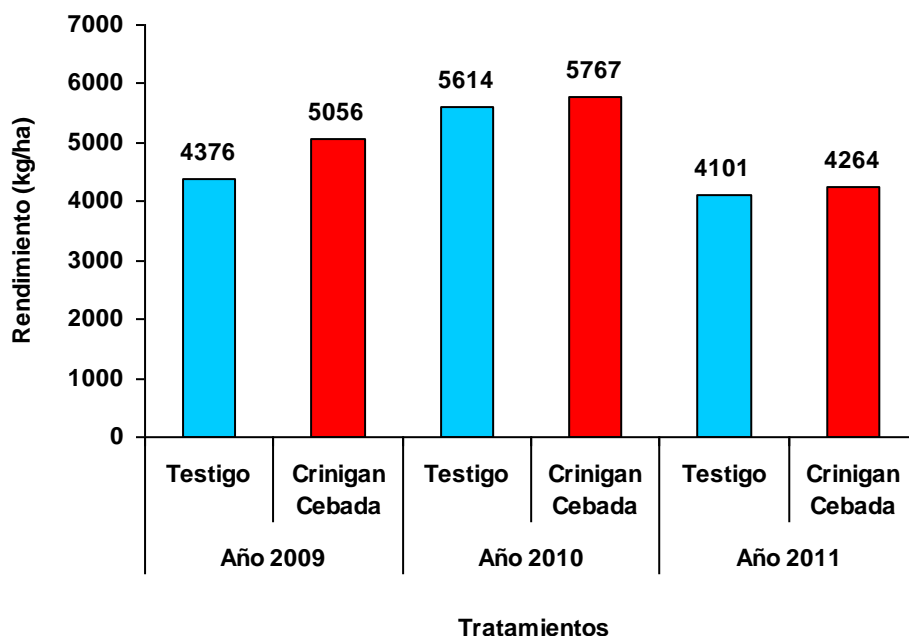


Figura 3: Rendimiento de grano de parcelas testigo o inoculadas con *Crinigan cebada*, promedio de diferentes combinaciones de P (0 y 20 kg ha⁻¹) y N (50 y 100 kg ha⁻¹).

Discusión y conclusiones

- Se detectó variabilidad en los parámetros intermedios medidos durante el ciclo de cultivo. El número de plantas emergidas fue superior en los testigos, tal vez porque una semilla sin tratar fluya con mayor facilidad en una siembra a chorrillo. Sin embargo, la acumulación de materia seca a final de macollaje fue mayor en los inoculados. El vigor de planta, Índice Spad y altura de planta manifestaron un nivel de equidad. Por su parte, los mayores niveles de fertilización expresaron igualmente un comportamiento superior.
- La campaña 2011 presentó un comportamiento similar a 2009. Se determinó una respuesta leve a moderada a la inoculación con micorrizas en todas las comparaciones, a excepción del menor nivel de fertilización, P0N50.
- Por el contrario, en 2010 y con un nivel productivo superior, los tratamientos de menor fertilización fueron los de mayor respuesta.
- El comportamiento observado sugiere a los niveles medios de fertilización y productividad como los más proclives a mostrar respuestas positivas al uso de Micorrizas.
- Analizando el efecto año, 2009 mostró una respuesta superior, la cual fue más moderada en los años subsiguientes. La magnitud de respuesta guardó cierta relación con el déficit de precipitaciones: **Año 2009:** déficit 154 mm, respuesta 15,5 %; **Año 2010:** déficit 61 mm, respuesta 2,7 %, **Año 2011:** déficit 86 mm, respuesta 4 %. Una situación de sequía moderada favorece la expresión de respuesta.
- Este trabajo permite concluir que la Hipótesis 1 puede ser aceptada: Existe respuesta leve a moderada a la inoculación con micorrizas, según año climático y nivel de fertilización. La hipótesis 2 es igualmente aceptada: no se probó interacción inoculación x nivel de NP, aunque la magnitud de la respuesta aumentó en niveles medios de fertilización y rendimiento, en este caso en el rango de 4000 a 5800 kg ha⁻¹.

Bibliografía

- 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. 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.
- Ferraris, G. & V. Faggioli. 2011. Inoculación con microorganismos con efecto promotor de crecimiento. Conocimientos actuales y experiencias realizadas en la Región Pampeana Argentina. 18 pp. En: Anales del Internacional de Rizósfera, Biodiversidad y Agricultura sustentable. XXII Congreso Argentino de Microbiología.
- 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.