

INOCULACIÓN CON MICORRIZAS EN CEBADA CERVECERA CV SCARLETT. EFECTO DEL FUNGICIDA ACOMPAÑANTE Y LA INCORPORACIÓN DE 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](mailto: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. Por lo general Los tratamientos son recomendados al momento de la siembra, para asegurar la supervivencia de la población microbiana incorporada sobre semilla. Sin embargo, esto puede disminuir la practicidad del tratamiento, desalentando su utilización. Recientemente, se han desarrollado polímeros de gran eficacia para proteger a las bacterias y mantener su viabilidad. Han alcanzado una rápida difusión como acompañantes de las bacterias fijadoras de nitrógeno (N) en soja, pero su utilización en conjunto con promotores de crecimiento vegetal (PGPM) ha sido poco estudiada. De resultar exitosa, sería posible indagar su uso como herramienta para realizar tratamientos en forma anticipada a la siembra.

Los objetivos de este experimento fueron 1. Caracterizar el efecto sobre la implantación, el vigor inicial, la acumulación de biomasa, contenido de nitrógeno (N) en hoja y el rendimiento como resultado de la aplicación de un inoculante conteniendo micorrizas en cebada cervecera, estudiando variantes tecnológicas como la combinación con protectores bacterianos y el uso de fungicidas curasemillas y 2 Evaluar su interacción con la fertilización nitrogenada del cultivo. Hipotetizamos que 1. La utilización de protectores de última generación aumenta la supervivencia de los microorganismos aportados potenciando sus efectos. 2. Los resultados son constantes en todo el rango de dosis de N evaluadas en esta experiencia, siendo aplicables a una variedad de situaciones productivas.

Palabras clave: cebada cervecera, 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 Scarlett, caracterizada por su ciclo largo, aptitud maltera y alto potencial de rendimiento. El antecesor fue soja de primera. El experimento se fertilizó con fósforo (P) y azufre (S), con el criterio de suficiencia. Se evaluaron tratamientos sobre semilla, que consistieron en tratamientos con el inoculante Crinigan Avena & Cebadade Crinigan inoculantes SA, bajo diferentes variantes tecnológicas y dos niveles de N en arreglo factorial (5 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 cebada cervecera. Pergamino. Campaña 2012/13.

	Tratamientos biológicos	Tratamiento fungicida	Protector	Momento de Inoculación	Nivel de N
					Dosis fertilizante (kg ha⁻¹)
T1	Testigo			Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac) N2: 100 (s) + 50 (mac)
T2	Crinigan cebada	Carbendazim+thiram		Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac) N2: 100 (s) + 50 (mac)
T3	Crinigan cebada	Carbendazim+thiram	Polímero	Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac) N2: 100 (s) + 50 (mac)
T4	Crinigan cebada	Scenic		Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac) N2: 100 (s) + 50 (mac)
T5	Crinigan cebada	Scenic	Polímero	Siembra	N1: 50 (s) + 50 (mac) N2: 100 (s) + 50 (mac)

Scenic es un fungicida de Bayer CropScience Argentina SA conteniendo prothioconazole (3,75%), fluoxastrobin (3,75%) y tebuconazole (0,5 %).

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	5,7		2,6	0,130	14,0	14,1	83,9	9,3
	Magnesio	Potasio	Calcio	Zinc	Manganeso	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	206	571	1344	0,5	37,1	1,2	70,3	0,45

En el estado de Zadoks 65 (espigazón plena) se estimó N en hoja bandera mediante una medida adimensional no destructiva con Spad, el vigor de planta, el contenido de materia seca y la altura de planta. La cosecha se realizó en forma mecánica, recolectado toda la parcela. Sobre una muestra de cosecha se determinó NG (número de grano) 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). Durante la primavera, las continuas lluvias provocaron frecuentes caídas de radiación (Figura 2), haciendo que el potencial de rendimiento disminuya.

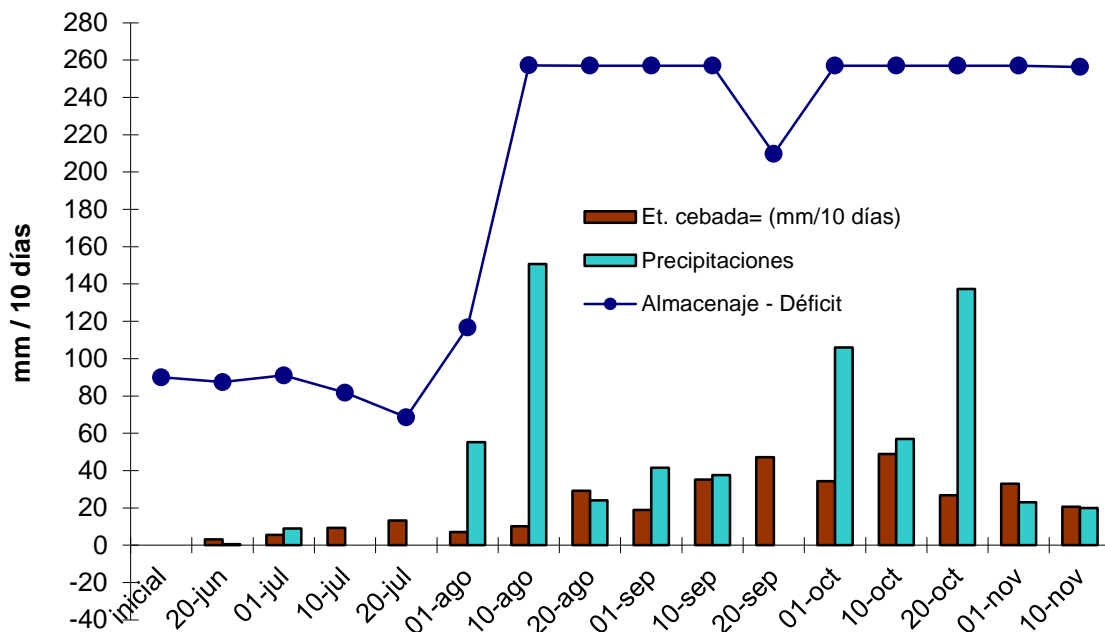


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para cebada en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2012. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 90 mm, no se registró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

En la Figura 2 se presenta la heliofanía y temperatura media para los meses de setiembre y octubre, por ser estos los de mayor peso en la definición del rendimiento del cultivo. Fueron frecuentes los días nublados, con baja insolación, alta humedad relativa y anoxia temporaria. Esto facilitó a su vez la proliferación de enfermedades, como Mancha en red (*Dreschlera teres*), Roya de la hoja (*Puccinia hordei*) y salpicado necrótico (*Ramularia collo cygni*).

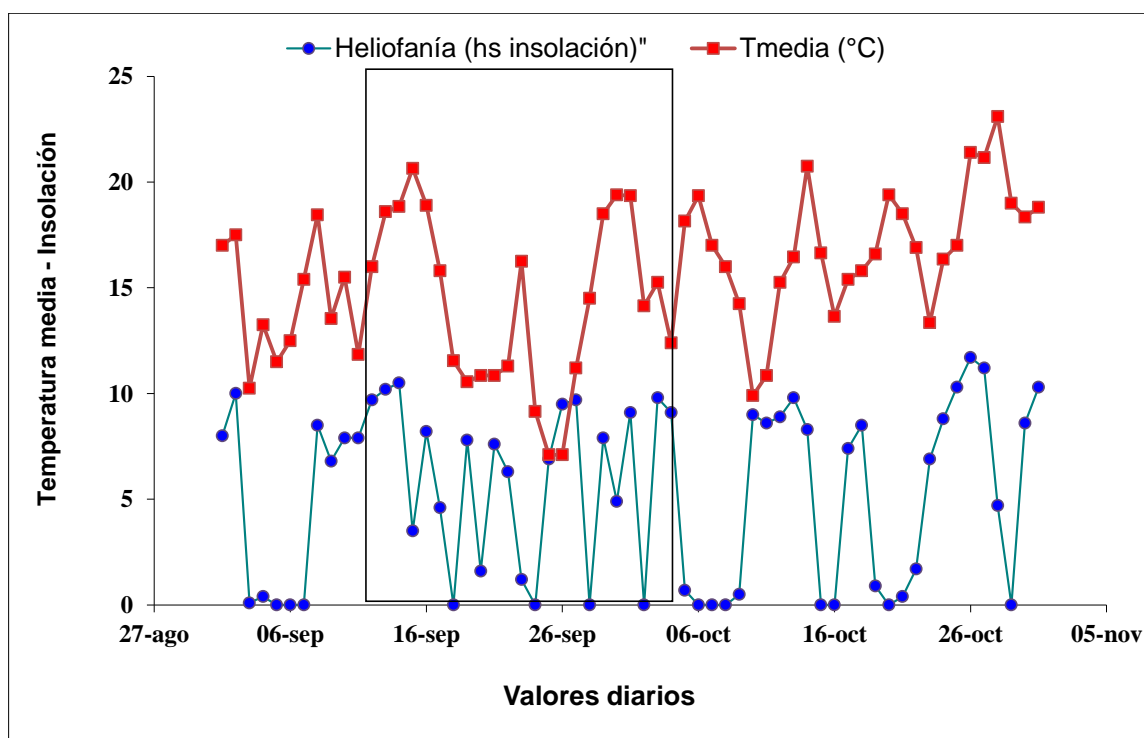


Figura 2: Horas diarias de insolación y temperaturas medias diarias en Pergamino, durante el período comprendido entre 1 de Setiembre y 1 de Noviembre de 2012. Véase las continuas caídas de insolación, por la frecuencia de días nublados y con precipitaciones.

b) Resultados del experimento

En la Tabla 3 se presentan datos de variables intermedias y observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo, mientras que en la Tabla 4 el rendimiento y sus componentes.

Tabla 3: 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 semilla con Micorrizas en cebada cervecera cv Scarlett. 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	N 50 kg	230	83	5305	3,5	42,7
T2	Crinigan + C+Th		205	86	5905	3,8	41,4
T3	Crinigan + C+Th + polímero		238	83	5265	4,0	44,5
T4	Crinigan + Scenic		208	87	6330	4,2	44,1
T5	Crinigan + Scenic + polímero		228	87	5895	4,4	41,4
T1	Testigo	N 100 kg	225	84	8740	4,5	46,3
T2	Crinigan + C+Th		235	84	8425	4,3	47,0
T3	Crinigan + C+Th + polímero		205	79	8495	4,0	47,3
T4	Crinigan + Scenic		200	79	8870	4,6	47,7
T5	Crinigan + Scenic + polímero		215	89	8555	4,2	45,7

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

Zadoks 65: Plena esigazón.

Tabla 4: Rendimiento (kg ha^{-1}), componentes, y respuesta absoluta a tratamientos de semilla con micorrizas bajo dos niveles de N en cebada dos hileras cv Scarlett. 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	N 50 kg	4013	11802	34,0	
T2	Crinigan + C+Th		4237	12038	35,2	224
T3	Crinigan + C+Th + polímero		4255	12226	34,8	242
T4	Crinigan + Scenic		4787	14248	33,6	774
T5	Crinigan + Scenic + polímero		5147	14963	34,4	1134
T1	Testigo	N 100 kg	4367	12694	34,4	
T2	Crinigan + C+Th		4106	11665	35,2	-261
T3	Crinigan + C+Th + polímero		4560	13571	33,6	193
T4	Crinigan + Scenic		4876	13544	36,0	509
T5	Crinigan + Scenic + polímero		4821	13695	35,2	454
	R² vs rendimiento			0,93	0,00	
	Tratamientos de semilla (P=)		0,02			
	Dosis N (P=)		0,71			
	Tratamientos de semilla x Dosis N (P=)		0,62			
	CV (%)		7,73			

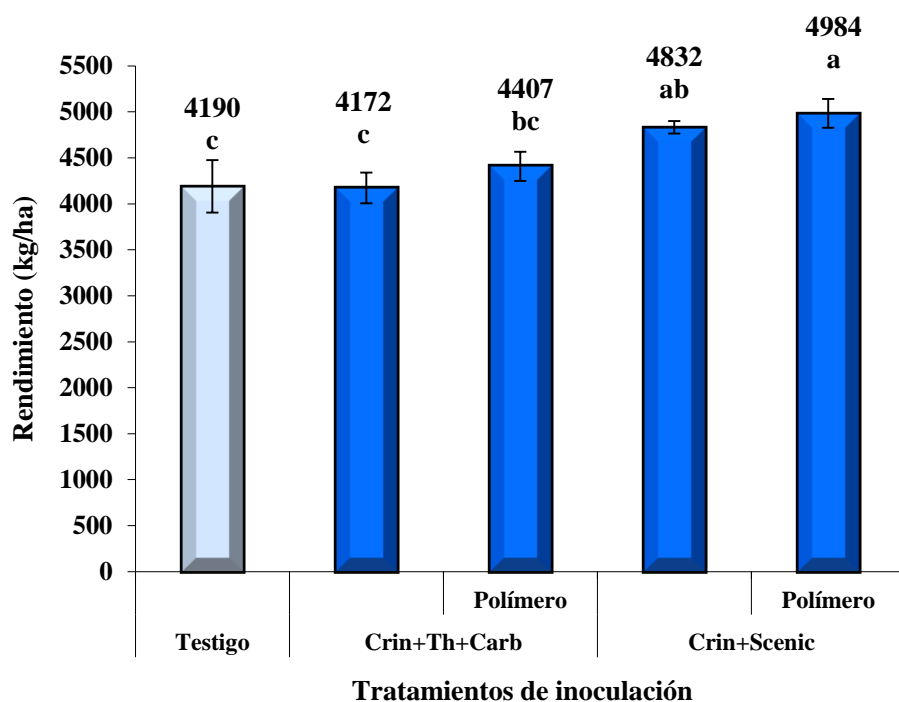


Figura 3: Producción media de grano de cebada cervecera según tratamientos sobre semilla, promedio de dos niveles de N. Pergamino, año 2012. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las barras de error representan la desviación standard de la media.

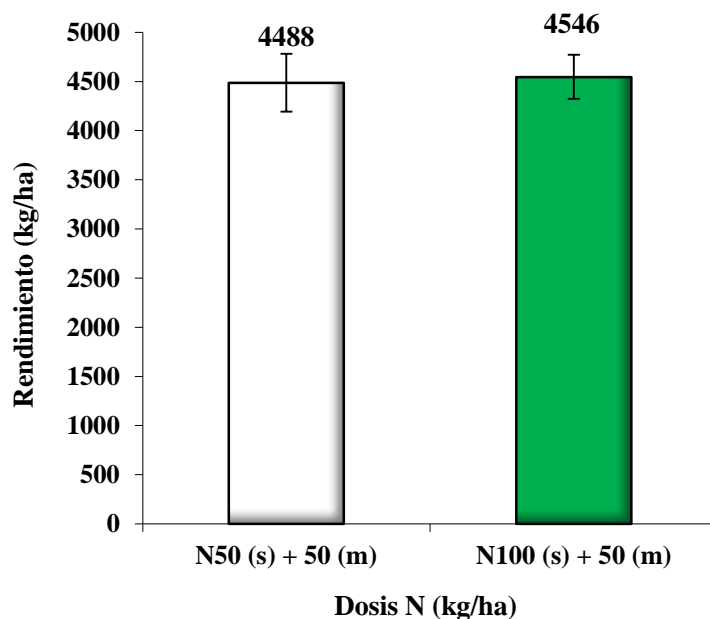


Figura 4: Rendimiento de cebada cervecera según dosis de Nitrógeno promedio de todos los tratamientos de semilla. Las barras de error representan la desviación standard de la media.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* Los rendimientos oscilaron entre 4013 y 5147 kg ha⁻¹ (Tabla 4), valor que puede considerarse satisfactorio teniendo en cuenta los excesos hídricos, condiciones de baja radiación y elevada presión de enfermedades a que se vio sometido el cultivo.

* NG m⁻² fue la variable con mayor contribución para explicar los rendimientos (R²=0,93).

* No se verificó interacción tratamiento de inoculación x dosis N (P>0,10, cv=7,73%) (Tabla 4). Se determinaron diferencias significativas por efecto de tratamiento (P=0,02), aunque no por niveles de N (P>0,10). Es evidente que la respuesta a este elemento fue limitada por las condiciones poco favorables para expresar el potencial del cultivo.

* El curasemillas de última generación y amplio espectro Scenic fue compatible con el inoculante Crinigan, expresado en variables como la acumulación de materia seca, vigor de planta (Tabla 3) número de granos y rendimiento (Tabla 4). Por su parte, la adición de un polímero de protección impactó positivamente sobre estos tratamientos, aumentando los rendimientos.

* Los resultados obtenidos permiten aceptar las hipótesis propuestas: Claramente, existen curasemillas y protectores de alta eficacia que utilizados como acompañantes de los inoculantes pueden potenciar sus efectos incrementando los rendimientos. La respuesta a estos tratamientos integrales de semilla se mostró independiente del nivel de fertilización, y por lo tanto los criterios de recomendación no deberían cambiar con la dosis de N aplicada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

*Ferraris, G y V. Faggioli. 2010. 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. pp 8-9. Taller Internacional de Rizósfera, Biodiversidad y Agricultura sustentable. XXII Congreso Argentino de Microbiología.

* Ferraris y col. 2012. Rendimiento y eficiencia comparativa eficiencia de uso de fósforo, nitrógeno y agua en trigo y cebada cervecera en la región centro y noroeste de Buenos Aires. Resultados de tres campañas agrícolas: 2009, 2010 y 2011. Actas II Jornada de Cultivos Invernales INTA-AIANBA 2012. Pergamino, Mayo de 2012.

* Prystupa, P., G. Ferraris, T. Loewy, F Gutierrez Boem, L. Ventimiglia, L. Couretot, y R Bergh. 2012. fertilización nitrogenada de cebada cervecera cv. Scarlett en la provincia de Buenos Aires. Actas XIX Congreso

Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Comisión III. Fertilidad de Suelos. Versión digital. Mar del Plata, Argentina.

* Prystupa, P, M. Torres Duggan y G. Ferraris. 2012. Tecnología de aplicación de micronutrientes en la región pampeana argentina. N°5. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. pp 2-8. ISSN 2222-0178. IPNI Cono Sur.

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