

EVALUACIÓN DE FORMULACIONES ACOMPAÑANTES DEL INOCULANTE CRINIGAN EN TRIGO BAJO DOS NIVELES DE NITRÓGENO

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

Los tratamientos biológicos aplicados sobre semilla producen en trigo variados efectos favorables como una más rápida implantación, mayor crecimiento radicular y acumulación de biomasa, tolerancia mejorada a patógenos, fijación libre de nitrógeno (N) y solubilización de nutrientes (Ferraris, 2009; Ferraris & Faggioli, 2010), provocando como consecuencia incrementos moderados en los rendimientos.

Los objetivos de este ensayo fueron 1. Evaluar formulaciones conteniendo protectores bacterianos para preinoculado en trigo, en cuanto a su efecto sobre variables intermedias y el rendimiento de grano y 2. Estudiar su interacción con la disponibilidad de N. Hipotetizamos que 1. Las formulaciones evaluadas mejoran la supervivencia de los microorganismos contenidos en los inoculantes 2. Los efectos son constantes en todo el rango de dosis de N evaluadas en esta experiencia, siendo aplicables a una variedad de situaciones productivas.

Palabras clave: Micorrizas, protectores microbianos, preinoculación, trigo.

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 tratamientos de semilla conteniendo el inoculante Crinigan, en diferentes formulaciones que se compararon con un testigo no inoculado. El experimento fue conducido con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, cuatro tratamientos de inoculación y dos niveles de N, conformando un factorial completo 4x2. La denominación de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

Factor 1: Tratamiento biológico	Factor 2: Fungicida + Protector	Factor 3: Nivel de N Dosis fertilizante (kg ha ⁻¹)
T1: Crinigan Trigo	Efecthor D Plus (EDPlus)	N1: 50
		N2: 100
T2: Crinigan Trigo	EDPlus + Disco L203 (3 ml)	N1: 50
		N2: 100
T3: Crinigan Trigo	EDPlus + Disco L203 (5 ml) + Aditivo	N1: 50
		N2: 100
T4: Testigo		N1: 50
		N2: 100

El ensayo fue sembrado el día 1 de Julio, con una sembradora experimental de siembra directa que distancia las hileras a 0,20 m. El antecesor fue soja de primera, y el cultivar ACA 315. A la siembra, los tratamientos fueron fertilizados con 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 el tratamiento correspondiente. Los tratamientos de semilla fueron realizados a las dosis de inoculante y protector indicadas por protocolo. 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 122 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
6,7	2,76	0,158	0,138	16,1	17,8-9,2-4,6	82,2	33,3

Se recontaron plantas en emergencia y espigazón, y se midió biomasa a final de macollaje (estado de Zadoks 25). 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 grano), 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 durante el llenado de granos (Figura 1).

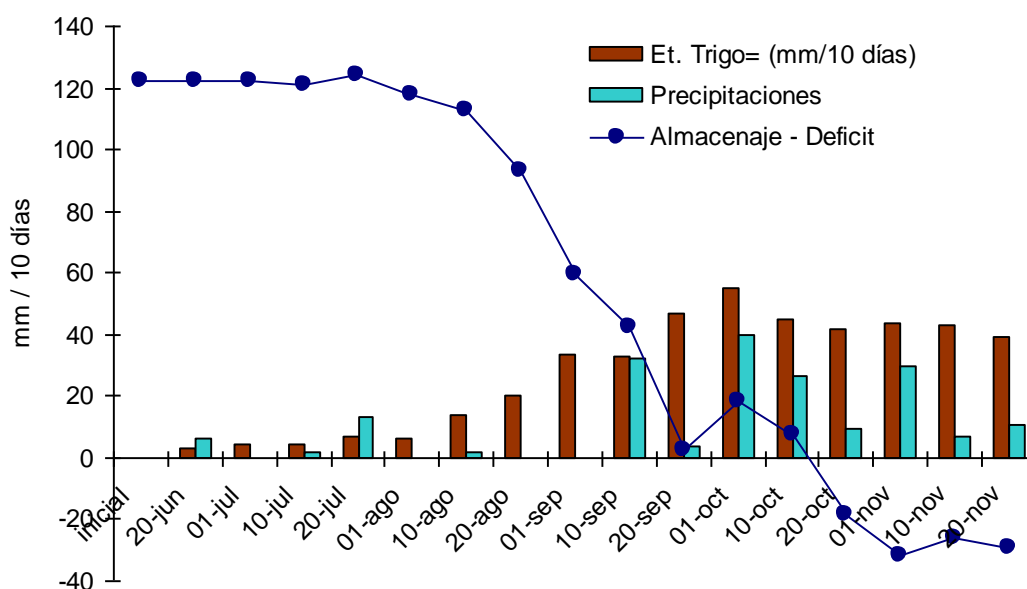


Figura 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para trigo en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2011. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 122 mm, déficit acumulado en el ciclo 105 mm.

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 2011 fueron cercanos a la media histórica, sin alcanzar los índices excepcionales de 2009 y 2010 (Tabla 3).

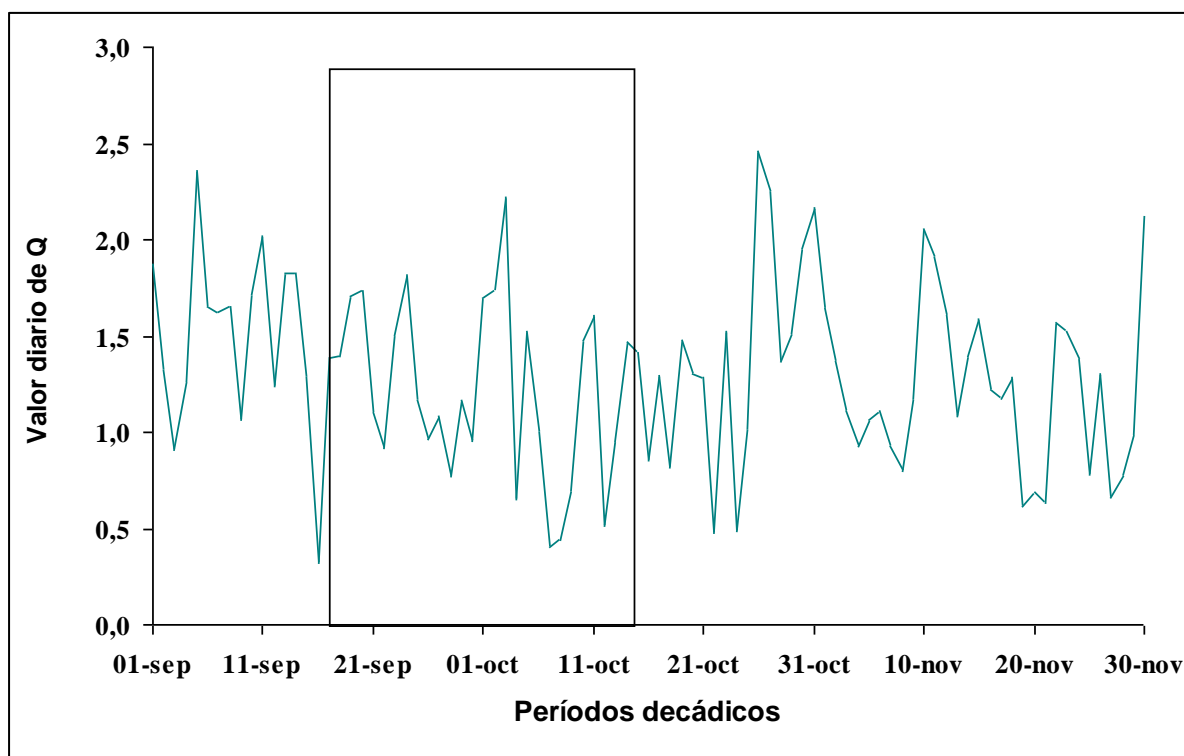


Figura 2: Coeficiente fototermal (Q) durante el ciclo de cultivo de trigo. La etapa abarcada por el rectángulo representa el período crítico para la definición del rendimiento. Pergamino, Año 2011.

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
Insolación Efectiva media (hs)	7,2	7,1	5,9	6,9	8,3	7,45	6,8
T media del período $^{\circ}\text{C}$	15,1	17,1	15,0	16,4	13,4	14,8	14,8
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

B) Variables intermedia y Rendimiento de grano.

En la Tabla 4 se presentan los valores de diferentes variables intermedias relevadas durante el ciclo, mientras que en la Figura 3 se esquematizan los rendimientos de los tratamientos biológicos, promedio de dos niveles de N. Finalmente, en la Figura 4 se muestran los rendimientos de ambas dosis de N.

Tabla 4: Plantas emergidas, número final de espigas e índice de macollaje, 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. Formulaciones acompañantes del inoculante Crinigan en trigo. Pergamino, año 2011.

Tratamientos	Plantas m ²	Mseca Z25 (kg ha ⁻¹)	Spad Z39	Índice Vigor Z65	Altura planta Z65 (cm)
T1-N50	208	3900	48,8	3,9	62,5
T2-N50	253	4025	46,6	3,8	65,0
T3-N50	213	4500	49,4	3,8	64,5
T4-N50	235	4400	48,1	3,6	66,0
T1-N100	233	4450	44,8	4,0	63,0
T2-N100	219	3800	44,1	3,9	65,0
T3-N100	218	3850	45,8	3,8	66,0
T4-N100	233	3225	45,7	3,6	65,0
R ² vs rendimiento	0,06	0,05	0,67	0,18	0,00

Tratamientos	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Dif con testigo (kg ha ⁻¹)
T1-N50	3934,0	10927,8	36,0	79
T2-N50	4003,0	11547,0	34,7	147
T3-N50	4291,7	12146,2	35,3	436
T4-N50	3855,5	10911,8	35,3	0
T1-N100	4982,2	13345,1	37,3	377
T2-N100	4988,8	14119,3	35,3	383
T3-N100	4791,6	13310,0	36,0	186
T4-N100	4605,6	12560,7	36,7	0
R ² vs rendimiento		0,95	0,29	
Tratamiento (P=)	0,00			
Dosis N (P=)	0,73			
Trat * Dosis N (P=)	0,79			
CV (%)	9,47 %			

Zadoks 25: Final de macollaje; Zadoks 39: hoja bandera expandida 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).

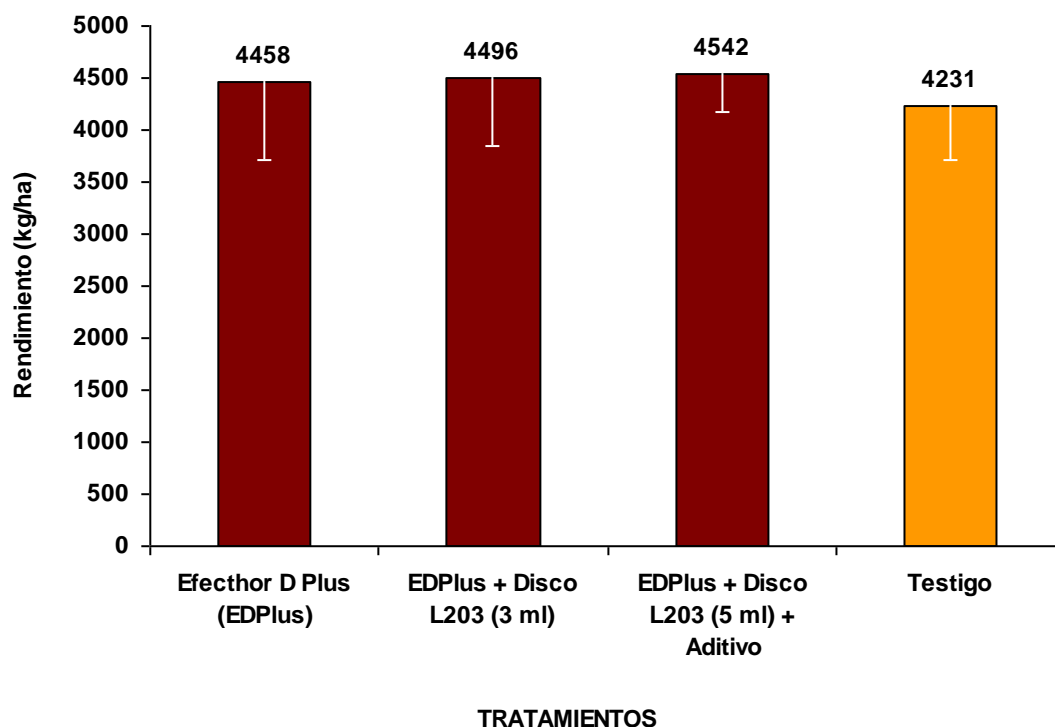


Figura 3: Producción media de grano de formulaciones conteniendo el inoculante Crinigan, aplicadas sobre semilla de trigo, promedio de 50 y 100 kg ha⁻¹ de Nitrógeno a la siembra. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos. Las barras de error indican la desviación standard de la media. Pergamino, año 2011.

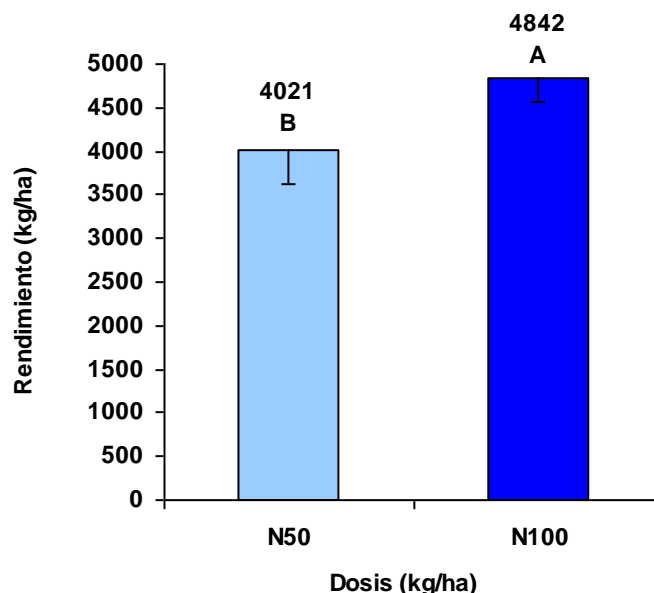


Figura 4: Rendimiento medio de trigo según dosis de Nitrógeno. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos. Las barras de error indican la desviación standard de la media. Pergamino, año 2011.

Discusión y Conclusiones

*El NG ($R^2=0,95$), índice Spad ($R^2=0,67$) y PG ($R^2=0,29$) el vigor de planta fueron las variables de mayor contribución para explicar los rendimientos.

*Los tratamientos T2 (Crinigan + Efecthor D Plus) y T3 (Crinigan + Efecthor D Plus + Disco L203 5 ml + Aditivo) fueron los más destacados en parámetros intermedios, como vigor, acumulación de materia seca inicial, número de espigas, altura de planta y Spad.

*Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos por efecto de dosis de N ($P=0,00$) pero no por tratamiento de inoculación ($P=0,73$) o interacción entre las variables ($P=0,79$) ($CV=9,47\%$).

*Las diferencias medias alcanzaron un valor entre 228, 265 y 331 kg ha⁻¹ para T2, T3 y T4, respectivamente. Es decir, existió una moderada respuesta a la inoculación, y los nuevos aditivos protectores permitieron una ventaja en los rendimientos, pero esta fue leve.

*A partir de los resultados obtenidos, no existe evidencia que permita aceptar la hipótesis principal 1 - existe diferencia entre formulaciones-. En cambio, se deba aceptar la hipótesis 2. -no existe interacción significativa entre tratamientos de inoculación y dosis de N-, por lo tanto la jerarquía entre tratamientos biológicos permanece estable independientemente del nivel de N utilizado.

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.