

# RESPUESTA A UN INOCULANTE FORMULADO SOBRE LA BASE DE MICORRIZAS EN TRIGO, SEGÚN PERFIL GENÉTICO Y NIVEL DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino,  
Proyecto Regional Agrícola, Campaña 2010/11.

Ings. Agrs. 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:nferraris@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 biológica y solubilización de nutrientes (Ferraris, 2009; Ferraris & Faggioli, 2010), además de incrementos de rendimiento que suelen ubicarse entre el 5 y 10 % sobre los testigos no inoculados, como valores medios (Diaz Zorita y Fernández Canigia, 2008). Al margen de esta tendencia general, es importante analizar las interacciones entre la respuesta a la inoculación y otras variables de cultivo como la fertilización fósforo-nitrogenada, el uso conjunto de terapicos como insecticidas y fungicidas, el genotipo sembrado y aun la especie, cuando se trata de cultivos que ocupan nichos similares como en el caso de trigo y cebada.

Los objetivos de este ensayo son 1. Cuantificar el efecto sobre la implantación, el vigor inicial, la acumulación de biomasa y el rendimiento de trigo de tratado con el inoculante Crinigan Trigo, el cual contiene Micorrizas en su formulación. 2. Estudiar si existe respuesta diferencial entre cultivares de distinto ciclo y origen genético. 3. Evaluar la interacción con la fertilización nitrogenada. Hipotetizamos que 1. Los microorganismos aportados tienen la capacidad de promover el crecimiento vegetal, solubilizar nutrientes y mejorar el rendimiento del cultivo de trigo. 2. Los cultivares tienen un comportamiento específico, existiendo algunos con mayor capacidad de respuesta 3. 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, trigo, variedades

## 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 inoculación sobre semilla con el inoculante Crinigan Trigo, el cual contiene Micorrizas en su formulación, en comparación con un testigo no inoculado. Los tratamientos fueron realizados sobre tres genotipos diferentes: Baguette 11 Premium (ciclo largo), Baguette 9 (ciclo intermedio) y Don Mario Cronox (ciclo corto). Esto a su vez fue combinado con dos niveles de N. Así, el experimento quedó conformado con un diseño en bloques completos al azar con dos tratamientos de inoculación, tres genotipos y dos niveles de N, conformando un factorial completo 2x3x2. La denominación de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Tratamientos evaluados en el ensayo.

Factor 1: Variedad	Factor 1: Inoculación	Factor 2: Nivel de N
		Dosis fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> )
Nidera Baguette 11 Premium	I.1. Testigo	N1: 50
	I.2. Crinigan	N2: 100
Nidera Baguette 9	I.1. Testigo	N1: 50
	I.2. Crinigan	N2: 100
DM Cronox	I.1. Testigo	N1: 50
	I.2. Crinigan	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. A la siembra, los tratamientos fueron fertilizados con 100 kg ha<sup>-1</sup> de

Superfosfato Triple (0-20-0) y 50 o 100 kg ha<sup>-1</sup> de N en forma de Urea (0-46-0), según el tratamiento correspondiente. Se detectaron desde temprano pústulas de Roya anaranjada de la hoja (*Puccinia recondita*) y una moderada incidencia de manchas foliares (*Septoria tritici* y *Pyrenophora tritici-repentis*), para lo cual el cultivo fue tratado con *Pyraclostrobin* + *Epoxiconazole* (13,5 + 5%), a la dosis de 1000 ml ha<sup>-1</sup> 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. El sitio contaba con una adecuada disponibilidad hídrica inicial, que alcanzó a 135 mm de agua útil (0-140 cm).

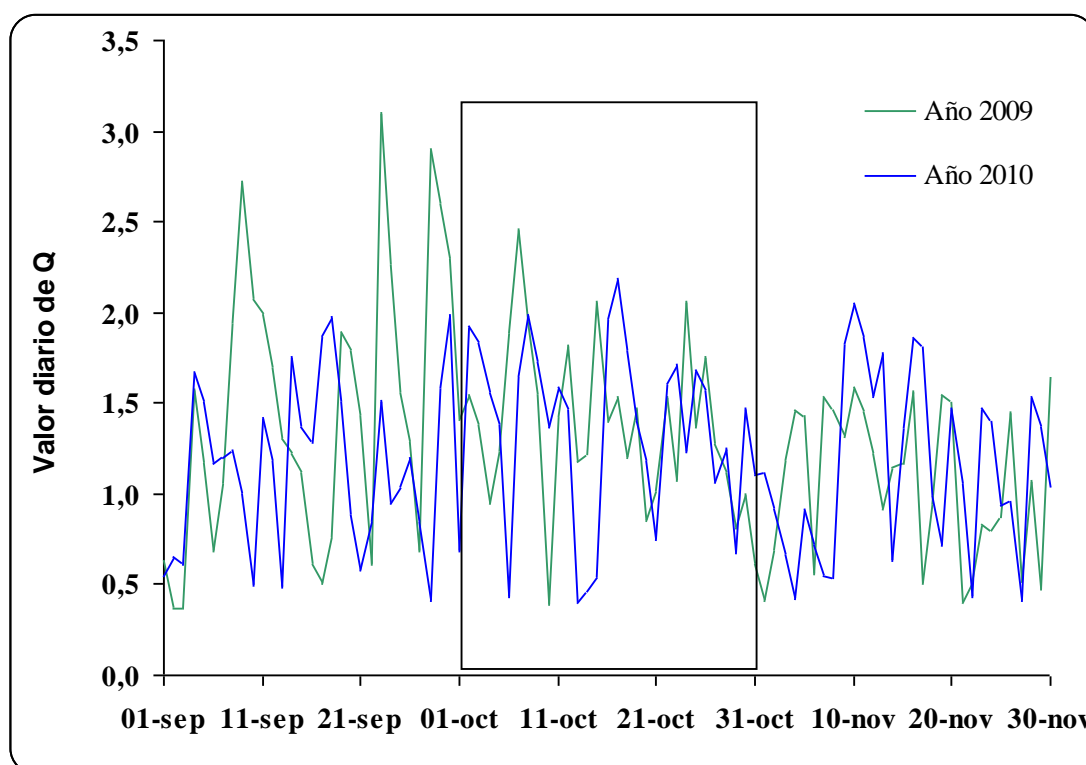
**Tabla 2:** Análisis de suelo al momento de la siembra

Profundidad	pH	Materia Orgánica	P-disp.	N-Nitratos	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-60 cm
cm	agua 1:2,5	%	ppm	ppm	kg ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>
Año 2010	5,8	2,57	10,7	4,0	41,6	31,2

## Resultados y discusión

### A) Características climáticas de la campaña

En este apartado 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. Sin alcanzar los valores excepcionales de 2009, este índice fue favorable durante el ciclo 2010 (Figura 1, Tabla 3). Los rendimientos superiores del ciclo 2010 con relación a 2009 se explican en una mejor condición hídrica, producto de mayor almacenaje al momento de sembrar el cultivo.



**Figura 1:** 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, Años 2009 y 2010.

**Tabla 3:** Insolación efectiva (hs), Temperatura media (C°) y Cociente fotothermal Q (T base 0°C) para el período crítico del cultivo de Trigo en la localidad de Pergamino. Se tomó entre 15 de setiembre al 15 de Octubre durante los años 2005 a 2009, y del 1 al 30 de Octubre en 2010, por encontrarse las etapas desfasadas en el tiempo durante esta campaña.

Condiciones ambientales	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010
Insolación Efectiva media (hs)	7,2	7,1	5,9	6,9	8,3	7,5
T media del período °C	15,1	17,1	15,0	16,4	13,4	14,8
Cociente fotothermal (Q) (Mj m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	1,24	1,10	1,12	1,10	1,56	1,34

**B) Rendimientos y otras variables de cultivo**

En la Tabla 4 se presentan los datos de las variables evaluadas en el ensayo.

**Tabla 4:** Plantas emergidas, Índice de vigor, materia seca acumulada en inicios de encañazón y antesis, intensidad de verde por Spad, rendimiento de grano, componentes y significancia estadística de las variables medidas en el ensayo. Inoculación con el inoculante Crinigan Trigo según variedad y nivel de fertilización nitrogenada en trigo. Pergamino, año 2010.

Tratamientos	Descripción	Plantas m <sup>2</sup>	Índice de Vigor Z39	Mseca Z31 (kg ha <sup>-1</sup> )	Mseca Z65 (kg ha <sup>-1</sup> )	Spad
V1-I1-N1	B11-Testigo-N50	243	4,0	875,0	5412,5	41,7
V1-I2-N1	B11-Crinigan-N50	270	4,2	675,0	5387,5	40,0
V2-I1-N1	B9-Testigo-N50	300	3,9	737,5	7950,0	39,1
V2-I2-N1	B9-Crinigan-N50	303	3,9	975,0	7975,0	38,0
V3-I1-N1	Cronox-Testigo-N50	225	4,0	737,5	7087,5	40,3
V3-I2-N1	Cronox-Crinigan-N50	268	4,2	762,5	7512,5	40,2
V1-I1-N1	B11-Testigo-N100	250	4,2	650,0	8750,0	42,0
V1-I2-N1	B11-Crinigan-N100	271	4,5	650,0	8950,0	43,7
V2-I1-N1	B9-Testigo-N100	306	4,4	925,0	8975,0	44,0
V2-I2-N1	B9-Crinigan-N100	299	4,6	575,0	8387,5	43,8
V3-I1-N1	Cronox-Testigo-N100	230	4,3	700,0	7950,0	44,4
V3-I2-N1	Cronox-Crinigan-N100	250	4,3	725,0	7387,5	41,3

Tratamientos	Descripción	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	NG	PG
V1-I1-N1	B11-Testigo-N50	5963	17681	35,5
V1-I2-N1	B11-Crinigan-N50	6831	19790	33,0
V2-I1-N1	B9-Testigo-N50	6669	16060	41,0
V2-I2-N1	B9-Crinigan-N50	6869	16253	42,5
V3-I1-N1	Cronox-Testigo-N50	6250	17750	33,5
V3-I2-N1	Cronox-Crinigan-N50	6288	17751	32,5
V1-I1-N1	B11-Testigo-N100	6560	18310	35,5
V1-I2-N1	B11-Crinigan-N100	6679	18681	35,0
V2-I1-N1	B9-Testigo-N100	6773	17850	39,0
V2-I2-N1	B9-Crinigan-N100	6979	17550	40,5
V3-I1-N1	Cronox-Testigo-N100	6191	19656	33,5
V3-I2-N1	Cronox-Crinigan-N100	6621	20899	32,5
Inoculación		<b>P=0,074</b>		
Variedad		<b>P=0,077</b>		
Dosis N		<b>P=0,345 n.s.</b>		
Inoculación * Variedad		<b>P=0,717 n.s.</b>		
Inoculación * Dosis N		<b>P=0,716 n.s.</b>		
Variedad * Dosis N		<b>P=0,953 n.s.</b>		
Inoculación * Variedad * Dosis N		<b>P=0,357 n.s.</b>		
CV (%)		<b>5,88%</b>		

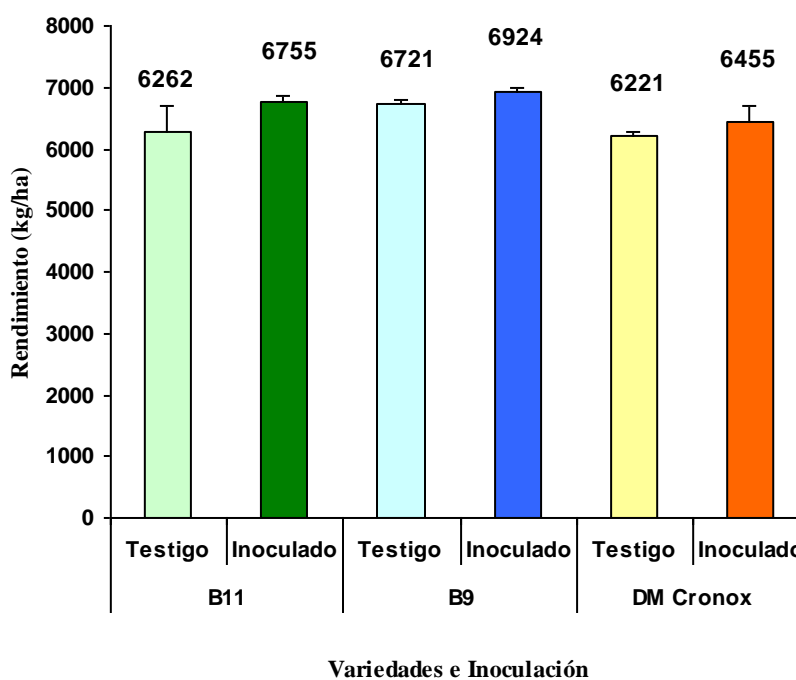
Las diferentes variables evaluadas mostraron un comportamiento dispar, observando mejoras producto de la inoculación en crecimiento, Spad y vigor que fueron más importantes en el caso de los

tratamientos con la dosis de N 50, e independientes de la variedad sembrada (Tabla 4). Muy destacadas fueron las diferencias en el stand de plantas logrado, parámetro sobre el cual se observó efecto de variedad y tratamiento de inoculación (Tabla 4).

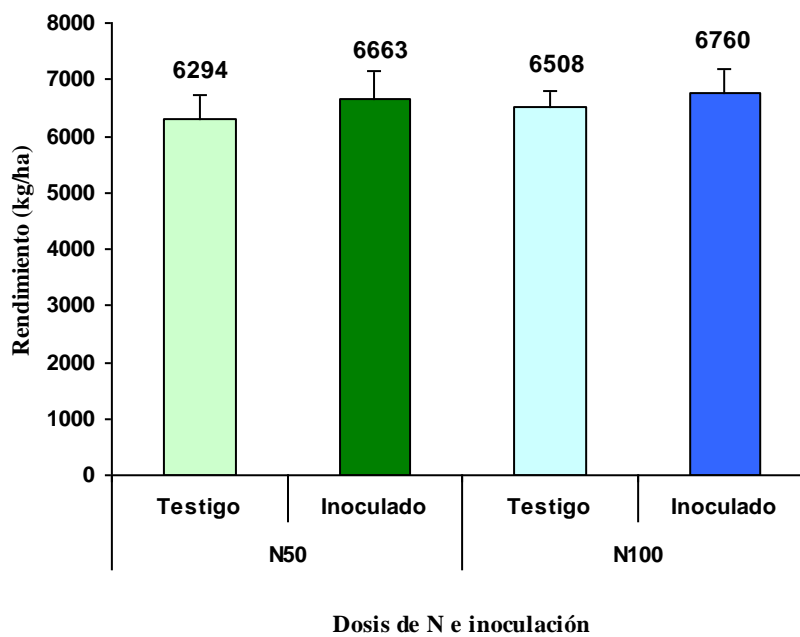
Los rendimientos de grano mostraron un efecto significativo de inoculación ( $P=0,074$ ) y de variedad ( $P=0,007$ ), sin efecto de dosis de N ni interacción entre variables (Tabla 4). Todas las variedades evidenciaron un comportamiento similar, siendo las diferencias más importantes en el cultivar de menor porte y ciclo más largo (B11, Figura 2) y menores en el de mayor altura y crecimiento (B9) aunque como ya se mencionara, no existió interacción significativa entre inoculación y variedad. La dosis de N no afectó la respuesta a la inoculación (Figura 3).

Respecto de los efectos individuales, el tratamiento Crinigan Trigo superó a su testigo (Figura 4). Igualmente, la variedad B9 superó a DM Cronox y no difirió de B11 (Figura 5). Por otra parte, es llamativa la escasa respuesta a N considerando el nivel de rendimiento alcanzado por el cultivo (Figura 6).

El componente de rendimiento mejorado dependió en alguna medida de la estrategia de la variedad para construir rendimiento. Así, en B11, de escaso porte, elevado macollaje y bajo PG, el componente mejorado fue el NG. Por su parte, en B9, variedad con prolongado período de llenado y alto PG, fue éste componente el responsable de las diferencias por efecto de la inoculación. (Tabla 4).



**Figura 2:** Producción media de grano de trigo según variedad y tratamiento de inoculación con Crinigan Trigo, promedio de la aplicación de 50 y 100 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno a la siembra. Las barras de error indican la desviación standard de la media. Pergamino, año 2010.



**Figura 3:** Producción media de grano de trigo en parcelas que combinan tratamientos de inoculación y dosis de nitrógeno a la siembra, promedio de tres variedades. Las barras de error indican la desviación standard de la media. Pergamino, año 2010.

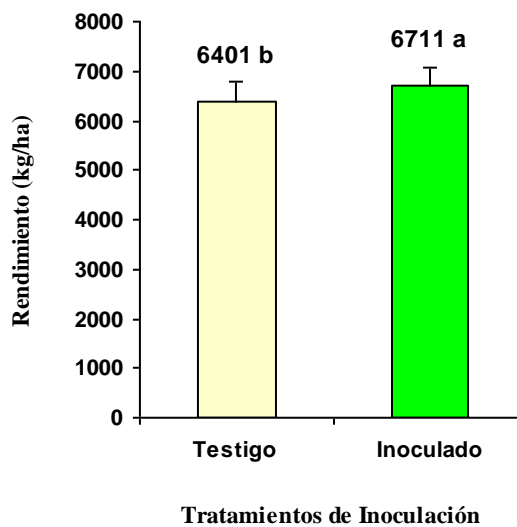


Figura 4.a

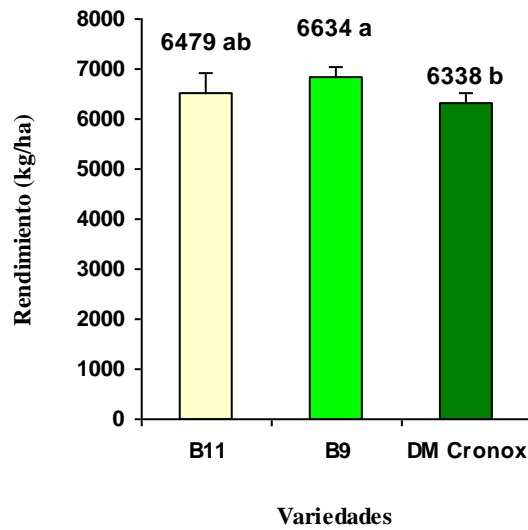


Figura 4.b

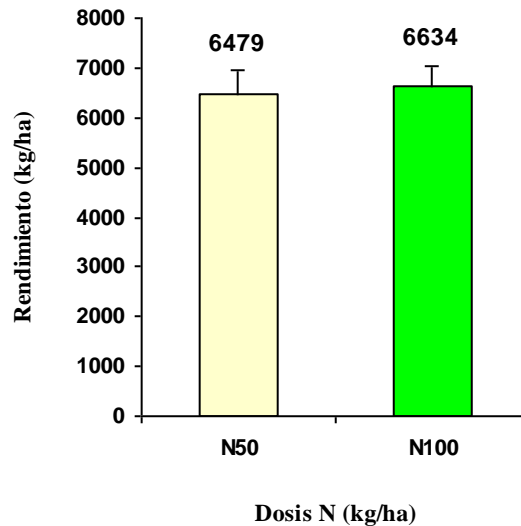


Figura 4.c

**Figura 2:** Rendimiento medio de grano de trigo según a)tratamientos de inoculación, b)variedad o c) dosis de N. Letras distintas sobre la columnas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,10$ ). Las barras de error representan la desviación standard de la media. Pergamino, año 2010.

### Conclusiones

\*Se determinaron diferencias significativas por la inoculación con el inoculante Crinigan Trigo (hipótesis 1, aceptada), una ausencia de interacción entre variedad y respuesta a la inoculación, aunque con una tendencia más favorable a favor de la variedad con menor acumulación de biomasa (hipótesis 2, no aceptada) y ausencia de interacción con el nivel de N aplicado (hipótesis 3, aceptada).

\*En este experimento, los efectos de variedad e inoculación fueron de mayor importancia que la dosis de N.

\*Los tratamientos ocasionaron efectos variables sobre parámetros de crecimiento tales como número de plantas emergidas, materia seca acumulada en Z39 y Z65, y también en los nutricionales como vigor y unidades Spad. En general, el efecto de la inoculación fue de mayor importancia sobre estas variables en la dosis menor de N, N50, a excepción del número de plantas, que fue mejorado por la inoculación para ambas dosis de N.

\*El componente de rendimiento mejorado dependió de la estrategia de la variedad para construir rendimiento, siendo NG en B11 y PG en B9.

### **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.