



EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN TRIGO EN EL CENTRO SUR BONAERENSE

Los suelos de nuestra región poseen en general, deficiencias en la disponibilidad natural de dos macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos: el fósforo (P) (Darwich, 2006) y el nitrógeno (N).

El N se encuentra principalmente en la materia orgánica, representando entre un 0.03 y un 0.35 % de la misma, hallándose casi completamente bajo formas químicas que no pueden ser tomadas directamente por los cultivos. Por lo tanto, deben transformarse a través de la actividad biológica y microbiológica dentro del suelo (Darwich, 2006).

El suelo que se encuentra alrededor de las raíces se caracteriza por presentar una alta concentración de nutrientes, en comparación con el resto del suelo, como respuesta a la presencia de compuestos liberados por las raíces de las plantas (Rovira, 1973). En este ambiente particular se genera un lugar propicio para el desarrollo de gran cantidad de microorganismos, muchos de los cuales promueven el crecimiento de los cultivos, a través del incremento de la superficie de absorción de las raíces y/o facilitando la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo así el logro de cultivos de alta productividad (Díaz-Zorita, 2005).

Dentro de todas las bacterias que se pueden encontrar en esta zona existe un grupo específico, que se han denominado de diversas formas, pero la más aceptada y difundida es la de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). Son organismos altamente eficientes en favorecer del crecimiento de los cultivos y aumentan su tolerancia a otros microorganismos causantes de enfermedades (García y Bach, 2003).

Estas bacterias específicas, para ser consideradas PGPR, deben presentar una serie de requisitos: 1) alta densidad poblacional cerca de las raíces de los cultivos, luego de inoculada la semilla; 2) poseer una alta capacidad colonizadora sobre la superficie de la raíz; 3) influir positiva y significativamente sobre el crecimiento del cultivo; 4) en lo posible, controlar de manera eficiente a otros microorganismos del suelo capaces de enfermar los cultivos.

Es por ello que el objetivo de la inoculación de los cultivos con bacterias PGPR es asegurar la presencia y efectividad de microorganismos específicos, comprobados promotores del crecimiento para los cultivos.

Entre los microorganismos más utilizados en los inoculantes comerciales por su potencial contribución al desarrollo de las plantas, se encuentra la especie *Azospirillum brasilense*, organismo fijador de N que habita normalmente en la zona cercana a las raíces, y las bacterias PGPR pertenecientes al género *Pseudomonas*, organismos solubilizadores de P.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de la inoculación de semillas de trigo inoculantes microbianos disponibles comercialmente, y su combinación con fertilizantes biológicos foliares; sobre el stand de plantas logradas, la biomasa aérea, radical, total, las relaciones entre las tres variables, el rendimiento y sus componentes, en el sur bonaerense.

Para ello, se instalaron dos ensayos en las localidades de Barrow (partido de Tres arroyos) y Pasman (partido de Coronel Suárez), con características de suelo y clima diferentes (Figura 1).

El ensayo de Barrow fue realizado en el campo experimental, sobre un suelo Paleudol petrocálcico de textura franco-arcillosa, con limitación de profundidad por tosca a los 60 cm, bajo siembra directa, con antecesor soja.

El ensayo de Cnel. Suárez fue implantado en el campo experimental de la Chacra Experimental Cnel. Suárez, Pasman, sobre un suelo Hapludol típico con limitación de profundidad por tosca a los 80 cm, bajo labranza convencional y el antecesor fue pastura de alfalfa degradada.

Las principales características de los suelos al momento de la siembra, de ambas localidades, se muestran en la Tabla 1.

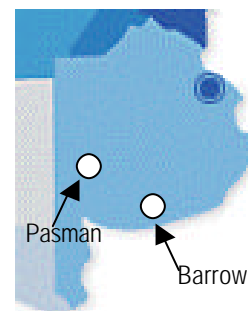


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios experimentales.

Tabla 1. Análisis de suelo al momento de la siembra

	Prof (cm)	MO (%)	P.extr. (ppm)	pH	N – NO ₃ ⁻ (ppm)	S (ppm)	N – NO ₃ ⁻ (kg/ha)	S (kg/ha)
Barrow	0-20	4,30	12,1	6,3				
	0-60						151	
Cnel Suárez	0-20	5,15	39,0	6,1	32,8	16,375	87,2	43,6
	20-40				15,45	15,425	41,1	41,0
	0-40						128,3	84,6

En ambos sitios, la variedad de trigo utilizada fue BioINTA 1001. La densidad de siembra fue de 89 kg/ha, para lograr un stand de 300 plantas/m².

Los tratamientos que requerían inoculación y/o fertilización foliar biológica fueron realizados bajo las condiciones y dosis recomendadas por el laboratorio de origen.

Al momento de la siembra se fertilizó con fosfato diamónico, en una dosis de 80 kg/ha.

Durante el macollaje se aplicaron fertilizantes nitrogenados (urea) en una dosis de 100 kg/ha.

Los tratamientos testeados se enumeran a continuación:

1. Testigo: 80 kg de DAP a la siembra + 100 kg urea al macollaje

Tratamientos con:

- Inoculante con *Azospirillum sp.*
 - Fertilizante foliar a base de hormonas, aminoácidos, vitaminas, ácidos nucleicos, orgánicos y azúcares, de aplicación foliar y al suelo.
2. 80 kg DAP a la siembra + 100 kg urea al macollaje + inoculante
 3. 80 kg DAP a la siembra + inoculante
 4. 80 kg DAP a la siembra + 100 kg urea al macollaje + fertilizante foliar + fungicida foliar

5. 80 kg DAP a la siembra + 100 kg urea al macollaje + inoculante + fertilizante foliar + fungicida.foliar

Sitio Barrow

El ensayo se sembró el 29 de julio del 2008, con sembradora experimental de parcelas.

Al momento del macollaje se realizó el control de malezas de hoja ancha con prosulfuron, yodosulfuron y dicamba (10 + 10 + 100 g/ha).

Las aplicaciones de fertilizante foliar biológico y de fungicida foliar fueron realizadas en la espigazón.

Determinaciones realizadas:

- **Recuento de plantas y determinación de biomasa aérea y radical.** A los 33 días después de la siembra, se efectuó el recuento de plantas emergidas por unidad de superficie. Además se extrajo una muestra de 3 plantas en cada parcela, cuyas raíces fueron lavadas, y separadas de la parte aérea para determinar biomasa aérea, radical, total y las relaciones entre sí.
- **Rendimiento y componentes de rendimiento.** Los 5 surcos centrales de las parcelas fueron cosechados con cosechadora experimental, determinándose el rendimiento en granos, humedad, peso de mil granos y porcentaje de proteína.

Sitio Cnel. Suárez

La siembra se realizó el 10 de julio 2008 con sembradora experimental de parcelas.

La fertilización foliar se realizó con 8 l/ha, que es la dosis recomendada por el laboratorio de origen, hacia finales del macollaje.

Determinaciones realizadas:

Rendimiento y componentes de rendimiento. La cosecha se realizó manualmente en un área de 4 m² de los surcos centrales de la parcela. El rendimiento de granos se determinó con trilladora estática. Además se determinó la humedad de los granos, para corregir el rendimiento final a una humedad del 14 %, y el peso de mil granos.

Características climáticas de la campaña:

Sitio Barrow

Las precipitaciones fueron escasas, contando el cultivo con solo 195 mm de lluvias en todo el ciclo, cuando el trigo tiene un requerimiento hídrico de al menos 400 mm, que es lo que normalmente precipita en nuestra zona. Es por ello que el cultivo debió recurrir a las reservas acumuladas del suelo para sostener su crecimiento inicial. Pero de todas maneras se generó un importante estrés hídrico en casi todo el ciclo que impactó negativamente sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (Figura 2).

Sitio Cnel. Suárez

Los primeros meses de desarrollo del cultivo transcurrieron bajo una situación de escasez de agua disponible para el cultivo. Mas tarde, en los meses de septiembre y octubre ocurre una recarga del perfil del suelo, para luego caer nuevamente en noviembre, pero esta vez la escasez de precipitaciones fue acompañada de altas temperaturas y fuertes vientos, afectando así a la floración, cuajado y llenado del grano, ocasionando un fuerte adelantamiento de la cosecha para los primeros días de diciembre (Figura 2).

Ings. Agrs. Natalia Carrasco, Martín Zamora y Ariel Melin – EVALUACIÓN DE
BIOFERTILIZANTES EN TRIGO EN EL CENTRO SUR BONAERENSE

3

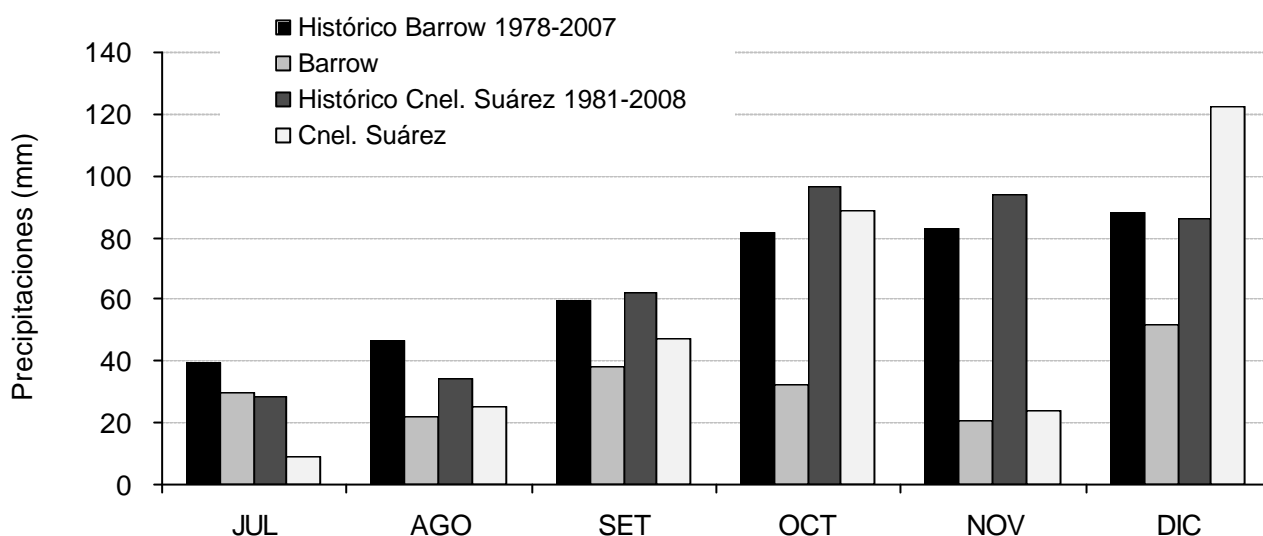


Figura 2. Precipitaciones registradas en los lugares de ensayo durante el ciclo del cultivo 2008/09 (estación meteorológica CEI Barrow Chacra de Pasman), en comparación con las de los últimos 20 años (1978-2007).

Efecto de los tratamientos

Sitio Barrow

Efecto de los tratamientos sobre el peso de las raíces y la biomasa aérea

Los tratamientos no presentaron diferencias de biomasa de las raíces, aérea ni total al momento del macollaje (Figura 3).

También se analizaron las relaciones entre las tres variables: biomasa aérea/biomasa radical, biomasa aérea/biomasa total y biomasa radical/biomasa total. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 3).

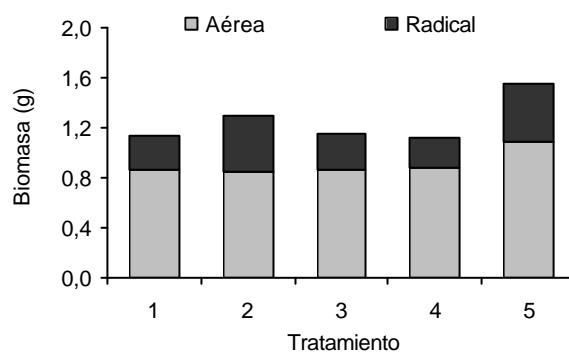


Figura 3. Biomasa aérea, radical y total, expresada en gramos, para cada tratamiento.

Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes

El tratamiento que presentó el menor rendimiento fue el testigo fertilizado con 80 kg de DAP y 100 de urea (Tabla 2).

El rendimiento promedio para todos los tratamientos excepto el testigo fue de 2648 kg/ha, y el rango de rendimientos fue de 2148 a 2800 kg/ha.

El valor de P1000 no fue afectado por los tratamientos testeados, ni los valores de porcentaje de proteína en grano.

Tabla 2. Rendimiento (kg/ha), respuesta en rendimiento (kg/ha) en referencia al testigo, y respuesta expresada en porcentaje (%).

Tratamientos	Rend (kg/ha)	Respuesta vs testigo (kg)	% vs testigo
1 Testigo (DAP + urea)	2148	-	
2 DAP + urea + inoc	2449	301	14,01
3 DAP + inoc.	2764	616	28,68
4 DAP + urea + fung + foliar	2577	429	19,97
5 DAP + urea + inoc. + foliar + fung	2800	652	30,35

Sitio Cnel. Suárez.

La emergencia de los cultivos ocurrió el 20 de julio, siendo similar entre tratamientos. La fecha media de espigazón del trigo fue el 3 noviembre.

Se observa una tendencia hacia rendimientos mayores ante la utilización de los biofertilizantes (Tabla 3). La mayor respuesta se detectó (421 kg/ha) cuando se aplicó el inoculante combinado con 80 kg de DAP/ha.

Tabla 3. Promedio de espigas por superficie (m²), peso de mil granos expresado en gramos, rendimiento (kg/ha), y respuesta en rendimiento (kg/ha) en referencia al testigo.

Tratamientos	Espigas (m ²)	P1000 (grs)	Rendimiento (kg/ha)	Respuesta vs Testigo (kg/ha)
1 Testigo (DAP + urea)	390	28,2	1795	
2 DAP + urea + fung + foliar	510	23,6	2086	291
3 DAP + urea + inoc	490	23,4	1929	134
4 DAP + inoc.	550	25,4	2216	421
5 DAP + urea + inoc. + foliar + fung	640	21,1	1839	44

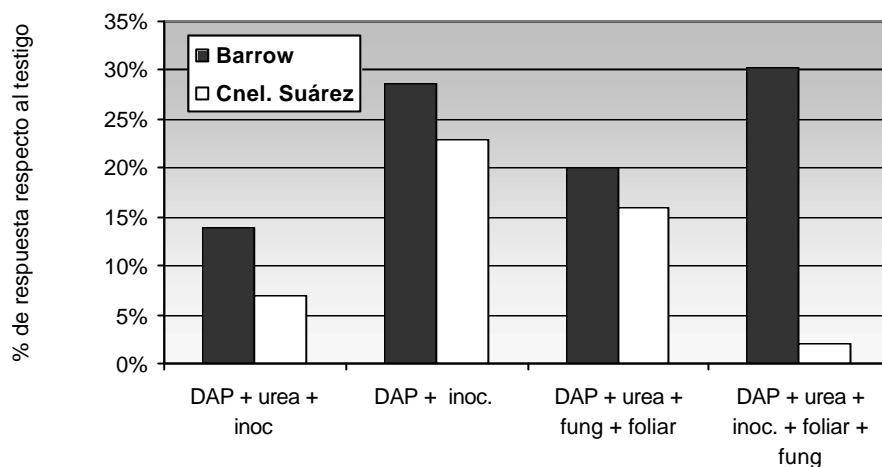


Figura 4. Respuesta porcentual de los tratamientos con respecto al testigo, en los ensayos localizados en Barrow y en Cnel. Suárez.

Tabla 4. Rendimiento promedio (kg/ha) de los dos sitios, y respuesta en rendimiento (kg/ha) en referencia al testigo.

Tratamientos	Rend (kg/ha)	Diferencia vs testigo
1 Testigo (DAP + urea)	1972	-
2 DAP + urea + fung + foliar	2268	296
3 DAP + urea + inoc	2347	375
4 DAP + inoc.	2397	425
5 DAP + urea + inoc. + foliar + fung	2320	348

Consideraciones finales:

La utilización de biofertilizantes aplicados en la semilla a través de la inoculación ó la aplicación foliar en los cultivos de invierno ha demostrado ser una practica que genera diferencias positivas en el rendimiento final de grano de trigo.

Las condiciones iniciales para el cultivo fueron adecuadas debido al buen llenado del perfil con las precipitaciones ocurridas antes de la siembra. Por lo cual la emergencia y desarrollo de los primeros estadios del cultivo fueron ideales, y es por esto que se observan diferencias entre la biomasa total y aérea entre tratamientos.

En contraposición, las condiciones climáticas desde el macollaje hasta el final del ciclo fueron restrictivas para el buen desarrollo del cultivo de trigo, debido a lo cual no se pudieron alcanzar los rendimientos medios de la zona. Esta escasez de precipitaciones contribuyó a la baja eficiencia de los fertilizantes e inoculantes utilizados en los diferentes tratamientos.

La generación de información con tecnologías alternativas de bajo costo como la biofertilización evaluada en el presente trabajo debería desarrollarse con más intensidad y frecuencia entre años de prueba que generen confianza y hagan de las misma un uso habitual por el agricultor, ya que mejoraría la respuesta y aumentaría la eficiencia de los

Ings. Agrs. Natalia Carrasco, Martín Zamora y Ariel Melin – EVALUACIÓN DE
BIOFERTILIZANTES EN TRIGO EN EL CENTRO SUR BONAERENSE

6



recursos que intervienen en la generación final del rendimiento como lo ha demostrado este trabajo.

Bibliografía

Darwich, N.A. 2006. Manual de fertilidad de suelos. Talleres de gráfica Armedenho, Mar del Plata. 289 pp.

Díaz-Zorita, M.; Baliña, R.M.; Fernández-Canigia, M.V. y Peticari, A. 2005. Rendimientos de cultivos de trigo en la región pampeana inoculados con *Azospirillum brasilense*. INPOFOS. Informaciones Agronómicas N° 29. pp. 17-19.

García, R. y Bach, T. 2003. Efecto de rizobacterias promotoras de crecimiento sobre el rendimiento de maíz. Informe Técnico N° 325. INTA, EEA Pergamino. 18 pp.

Rovira, A.D. 1973. Zones of exudation along plant roots and spatial distribution of micro-organisms in the rhizosphere. Pestic. Sci. 4: 361-366.