

EVALUACIÓN DE INOCULANTES Y BIOINDUCTORES EN SOJA

EFFECTOS SOBRE LA NODULACIÓN, EL RENDIMIENTO Y SU INTERACCIÓN CON PRÁCTICAS DE MANEJO

Proyecto Regional Agrícola. Campaña 2010/11

Ings. Agrs. Gustavo Ferraris y Lucrecia Couretot

*Proyecto Regional Agrícola-CRBAN. UCT Agrícola - Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino.
Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar*

Introducción

El Nitrógeno (N) es el elemento que presenta mayor demanda por parte del cultivo de soja, y la fijación biológica del nitrógeno (FBN) atmosférico el principal medio para abastecerlo, motivo por el cual este proceso debe ser optimizado. Con este fin, en las últimas campañas se han desarrollado inoculantes cuya formulación permite al *Bradyrhizobium* 1. Soportar condiciones de estrés y posibilitar la preinoculación. 2. Anticipar el proceso de reconocimiento entre planta y bacteria con el fin de colonizar los sitios más relevantes para la infección bacteriana.

Los objetivos de este trabajo fueron 1) Cuantificar el efecto sobre la nodulación y el rendimiento de tratamientos tradicionales y premium que contienen bacterias de *Bradyrhizobium japonicum*, fungicidas y protectores bacterianos en condiciones de campo. Hipotetizamos que 1. La inoculación con bacterias fijadoras de N incrementa el rendimiento de soja, aún en ambientes con prolongada historia de Soja. 2. La utilización de bioinductores de la nodulación junto a fungicidas de amplio espectro y protectores bacterianos permite incrementar las tasas de fijación, mejorar el crecimiento y, como consecuencia, el rendimiento del cultivo de soja.

Palabras clave: *Soja, Bradyrhizobium japonicum, señales, nodulación, rendimiento.*

Materiales y métodos:

El ensayo se implantó en la localidad de Sarasa, partido de Colón, sobre un suelo Serie Rojas de muy buena productividad. Los tratamientos fueron aplicados en soja de primera. La siembra se realizó el día 25 de octubre, con la variedad Don Mario 4210 RR, en hileras espaciadas a 0,42 m. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua con varios cultivos de soja en la secuencia.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con dos repeticiones siendo la unidad experimental franjas de 1 ha de extensión. La siembra, inoculación y cosecha se realizó con la maquinaria habitual de trabajo en el campo. La evaluación se realizó mediante el pesaje en balanza-tolva con posterior corrección por humedad. Los datos fueron cotejados con los brindados por el monitor de rendimiento. Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 1. El T1 constituyó el control sin inocular –Testigo–, mientras que el T2 fue el tratamiento que el productor utilizó en todo su campo.



Figura 1: Disposición de franjas experimentales. Sin Color, T1: Testigo. Azul, T2: (Inoculante 201) Rizoliq + Metalaxil-M + Fludioxonil. Verde: T3: (Inoculante 312) Signum + Metalaxil-M + Fludioxonil.

Tabla 1: Tratamientos de Inoculación en el cultivo de Soja. Sarasa, Colón, campaña 2010/11.

Tratamientos	Código	Tratamientos con Fijadores de N	Protector bacteriano	Fungicida
T1	-----	Testigo	Testigo	Testigo
T2	1-0-2	Rizoliq (Inoculante convencional)		Metalaxil-M+ Fludioxonil (Maxim XL)
T3	3-1-2	Signum (Bioinductor)	Premax R	Metalaxil + Fludioxonil (Maxim XL)

Previo a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de suelo del sitio experimental al momento de la siembra.

Prof	pH	Materia Orgánica	N total	P-disp.	Textura			Humedad	Condición física
Cm	Agua 1:2,5	%		ppm	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		
0-20	5,4	3,02	0,159	8,5	28,3	48,5	23,1	normal	Sin compactación

Se recontaron plantas, y en el estado V3 se realizó una evaluación de infectividad, considerando infectivas aquellas plantas con más de tres nódulos activos y morfológicamente normales. En R4 se cuantificó el número de nódulos efectivos (N°) y el peso seco (PS) de los nódulos en raíz principal (RP) y secundaria (RS), sobre cinco plantas de cada parcela. Posteriormente se pesaron sus raíces y se determinó la nodulación específica (PSE), como peso seco de nódulo por unidad de peso de raíz. En el mismo estado, se realizó una estimación indirecta del contenido de N por medio del medidor de clorofila Minolta Spad 502.

Resultados y discusión

a) Ambiente climático en el sitio experimental

En la Figura 2 se presentan las precipitaciones determinadas en el sitio experimental y la evapotranspiración del cultivo, así como el balance hídrico decádico. Las precipitaciones fueron ajustadas pero bien distribuidas, con un período de déficit acotado a finales de diciembre pero sin carencias marcadas durante el período crítico. Este breve déficit no impidió que se obtuvieran rendimientos elevados.

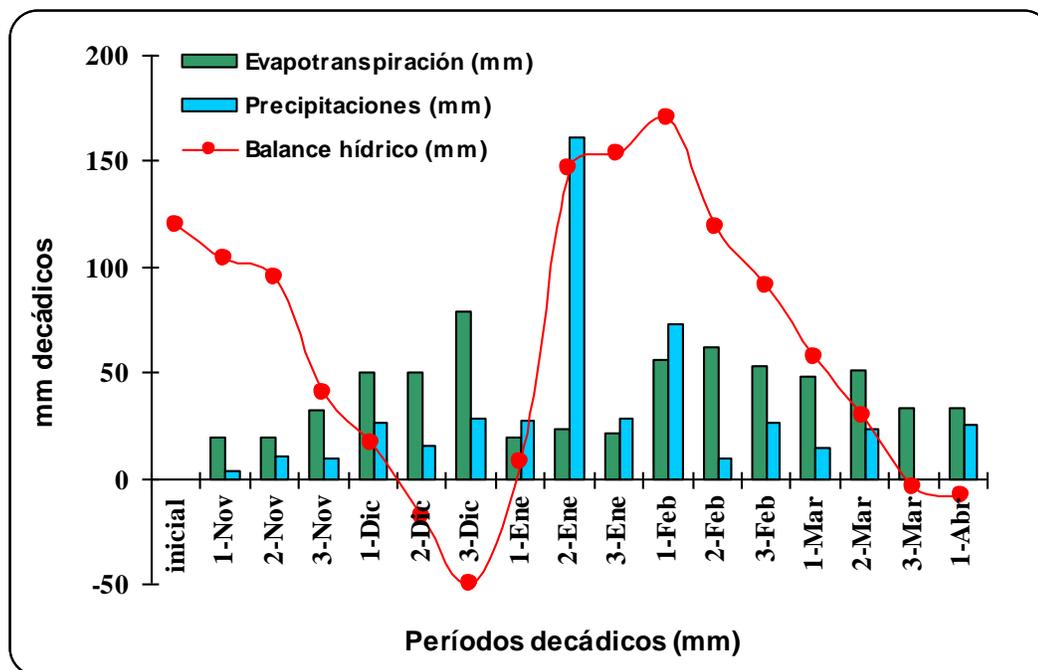


Figura 2: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádicos, considerando 2 m de profundidad. Colón, Bs As, campaña 2010/11. Precipitaciones totales 485 mm Déficit acumulado 81 mm..

b) Resultados del ensayo

En la Tabla 3 se presentan las variables relacionadas con la nodulación. En todos los casos los tratamientos inoculados se destacaron sobre el testigo, prevaleciendo uno u otro según la variable considerada.

Tabla 3: Número de nódulos (Nº) por planta en raíz principal (RP) y raíz secundaria (RS), plantas con nodulación concentrada mayormente en raíz principal (%), peso seco (PS) de nódulos en RP, PS de raíces y nodulación específica (PSE) (mg nódulo / g raíz) de los tratamientos evaluados en el ensayo. Para cada variable, en una misma dosis de fertilizante, en negrita se destaca el mejor tratamiento. Franjas experimentales de inoculación en Soja. Sarasa, Colón, campaña 2010/11.

Trat	Infectividad V3	Nº RP	Nº RS	Plantas con Nod > RP (%)	PS (g/m ²)	PS x raíz (g)	mg nódulo / g de raíz
T1	90	10,5	18,0	75	15,2	56,0	0,27
T2	100	16,5	18,6	80	21,2	83,6	0,25
T3	100	20,0	17,5	100	22,8	64,0	0,35

Se determinaron ligeras mejoras en la emergencia y vigor en los tratamientos con Signum, mientras que el máximo valor Spad se determinó para el tratamiento con Rizoliq (Tabla 4). Los rendimientos mostraron diferencias significativas (P=0,01) (Tabla 4). El experimento contaba con sólo dos repeticiones, sin embargo el gran tamaño de las unidades experimentales y lo uniforme del lote hicieron que ambas franjas mantuvieran un rendimiento muy similar, posibilitando obtener diferencias significativas. El tratamiento con el Bioinductor alcanzó el rendimiento máximo, seguido por el inoculado convencional y por último el Testigo (Figura 3). En NG fue el componente que explicó en mayor medida esta respuesta (Tabla 4).

Tabla 4: Número de plantas emergidas, Cobertura, Índice verde (Unidades Spad), vuelco, vigor, rendimiento de grano, componentes y respuesta sobre el testigo. Para cada variable, en una misma dosis de fertilizante, en negrita se destaca el mejor tratamiento. Franjas experimentales de inoculación en Soja. Sarasa, Colón, campaña 2010/11.

Trat	Emergencia (pl/m ²)	Cobertura e intercepción R3	Spad R4	Vuelco	Vigor	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Respuesta (kg ha ⁻¹)	NG	PG
T1	35	>95	45,6	1,0	4,5	5241		2758	190
T2	39	>95	48,2	1,0	4,7	5494	253	2847	193
T3	45	>95	47,8	1,0	4,8	5638	397	2906	194
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (P=)						0,01			
CV (%)						0,58			

R3 (inicio de formación de vainas) y R4 (vaina de máximo tamaño), de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness, 1974. Índice de Vigor: Según escala 1: mínimo – 5: máximo.

Vuelco: Según escala 1: todas las plantas erectas – 5: todas las plantas volcadas.

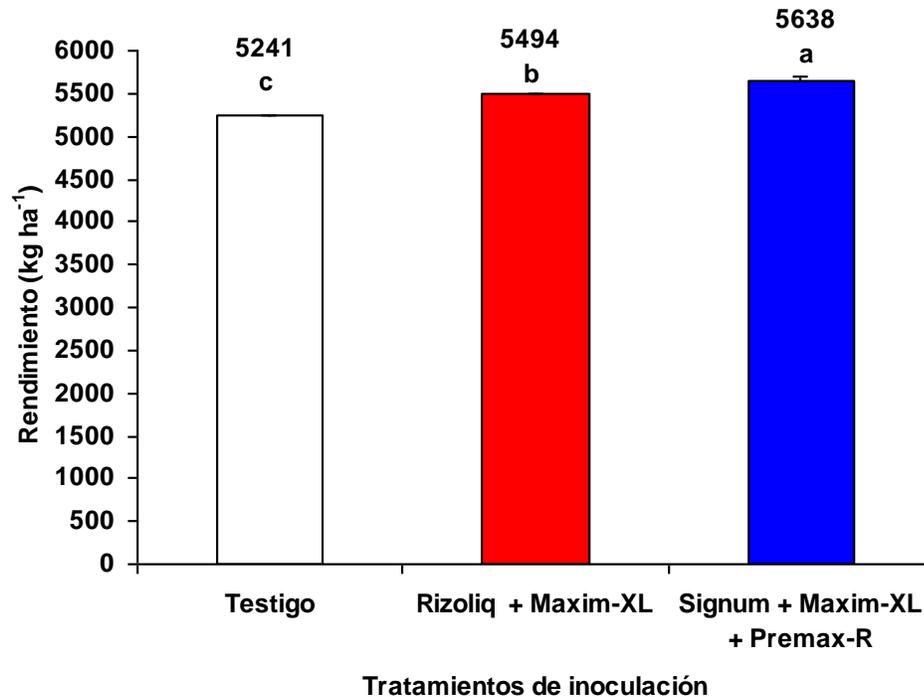


Figura 2: Rendimiento de grano como resultado de Franjas experimentales de inoculación en soja. Sarasa, Colón, campaña 2010/11. Las barras de error indican la desviación standard de la media.

Conclusiones

*La inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* es la principal práctica microbiológica para el cultivo de Soja, y en este caso fue responsable de cambios en la magnitud de nodulación, vigor, Spad y los rendimientos del cultivo. Independientemente del producto utilizado, la decisión de inocular el cultivo fue la práctica de mayor relevancia. Esta medida de manejo incrementó los rendimientos significativamente, en 257 kg ha⁻¹.

*La utilización de un Bioinductor mejoró parámetros hasta ahora poco referenciados para la inoculación i.e. emergencia de plantas, y posibilitó un nuevo salto en los rendimientos, en este caso de 144 kg ha⁻¹ adicionales.