

En el este de Entre Ríos la soja constituye el principal cultivo, es un cultivo de gran rusticidad, con capacidad para desarrollarse y producir aún en condiciones de suelos con ciertas limitaciones. Esta propiedad puede sugerir una escasa demanda de nutrientes, pero la información disponible en el país y en el exterior demuestran lo contrario. Es el cultivo agrícola de mayor requerimiento de nitrógeno (N) y de fósforo (P) como así también de azufre (S).

El N es el más importante de los nutrientes esenciales para los cultivos teniendo una gran participación en los sistemas de producción y es el elemento que más comúnmente limita la producción de los cultivos de grano. Recordemos que sus fuentes de provisión para los cultivos son el suelo y la fijación biológica. El N presente en la solución del suelo proviene de la mineralización de la materia orgánica cuyo nivel en el suelo es fundamental para mantener una producción sustentable. Pero el N que nos interesa en este artículo es el que proviene de la fijación atmosférica y más específicamente, de la fijación biológica de N (FBN) ya que nos referimos al cultivo de soja. La soja se caracteriza por acumular importantes cantidades de proteína en grano, alcanzando valores del 40 % en promedio, para lo cual debe acumular grandes cantidades de N. Se estima que se requieren 80 kg de N para producir 1.000 kg de soja (García, 2000).

Una gran parte de este requerimiento es cubierto vía la FBN a través de la simbiosis Soja-Rhizobium y en diferentes zonas sojeras de la Argentina Racca (2009) cita aportes muy variables que van de un 23 a un 72 % de N derivado de la atmósfera.

En el marco del Proyecto Regional Agrícola, del Proyecto Inocular (INTA-IMYZA) y con la colaboración de productores, técnicos y empresas del sector, en el este de Entre Ríos, entre los años 2000 y 2006 se condujeron numerosas experiencias con el objetivo de evaluar diferentes formulaciones de inoculantes en cuanto a soporte (turba, líquidos acuosos y oleosos, etc.), protectores, aditivos, curasemillas y aplicaciones en el surco de siembra, en las que se observó una respuesta a la inoculación del cultivo de soja en suelos con historia sojera de 337 kg/ha, promedio de 20 ensayos, lo que representa un 11 % sobre los testigos sin inocular (Arias, 2006).

Los inoculantes disponibles en el mercado en los últimos 3 años han incorporado además el agregado de microorganismos promotores del crecimiento (PGPR-Plant Growth Promoting Rizobacteria). Los mecanismos por los cuales estos microorganismos ejercen efectos benéficos sobre las plantas son numerosos. Entre ellos podemos mencionar la fijación de nitrógeno asociada a la raíz, producción de fitohormonas, incremento en la permeabilidad de la raíz, producción de sustancias movilizadoras de nutrientes, sideróforos, resistencia a estreses bióticos y abióticos, etc.

Dentro del grupo de las PGPR se encuentran las bacterias del género *Azospirillum*, que presentan la capacidad de colonizar raíces y estimular el crecimiento radicular. La inoculación con *Azospirillum* produce un aumento de la masa radicular, debido a la capacidad de producir fitohormonas, como auxinas, citoquininas y giberelinas que promueven la elongación radical e incrementan las ramificaciones laterales por lo que aumenta el área radical. Se ha demostrado que las plantas inoculadas con esta bacteria absorben más rápido minerales de la solución y, consecuentemente, acumulan más materia seca, N, P y K en tallos y hojas.

La tasa de adopción de la técnica de inoculación en Entre Ríos es muy alta, sin embargo aún se observan problemas en los lotes asociados a fallas en la nodulación de las plantas de soja.

A partir de la aparición en el mercado de inoculantes de numerosos productos que apuntan a optimizar la FBN logrando un mejor funcionamiento del cultivo en lo que hace a disponibilidad de agua, balance de otros nutrientes y captación máxima de los recursos, se presenta un resumen de numerosas experiencias conducidas en el este de Entre Ríos entre los años 2006 y 2009, en lotes con historia de soja previa, en las que se evaluaron diferentes formulaciones de inoculantes en cuanto a soporte, protectores, aditivos, aplicaciones en el surco de siembra y co-inoculación con PGPR.

Como resumen de los resultados obtenidos en la Figura 1 se observa la respuesta a la inoculación del cultivo de soja en suelos con historia sojera del este de Entre Ríos, promedio de 18 ensayos. La respuesta promedio a la inoculación fue de 426 kg/ha lo que representa un 14 % sobre los testigos sin inocular, superior a la encontrada en años anteriores (Arias, 2006).

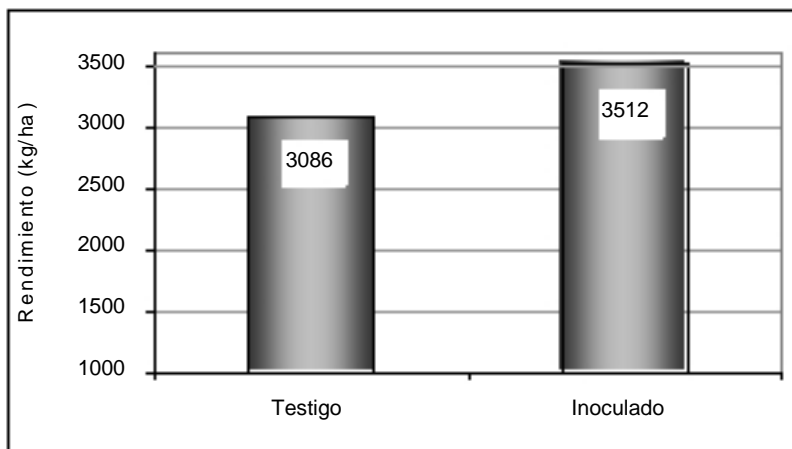


Figura 1. Respuesta a la inoculación en suelos con historia de soja. Campañas 2006-09 en el este de Entre Ríos (promedio de 18 ensayos).

Estos resultados son coincidentes con los reportados por Peticari (2005) y González (2006) en otras zonas sojeras de la Argentina.

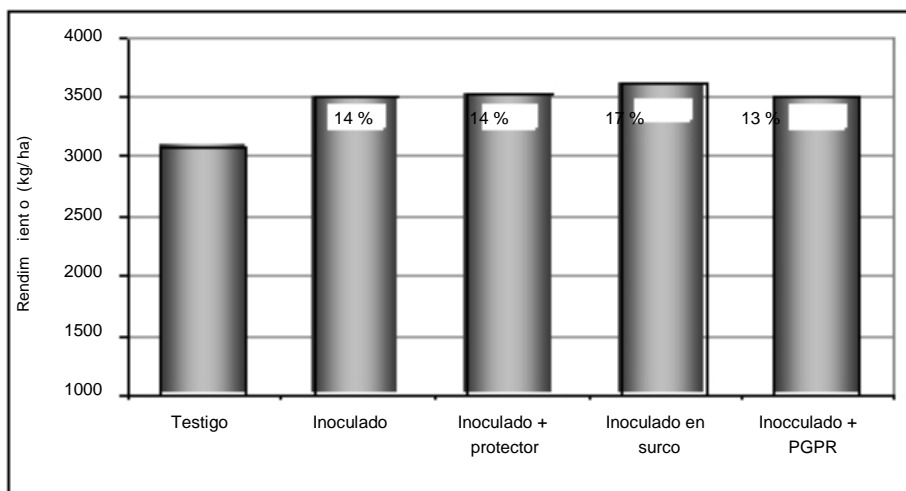


Figura 2. Respuesta a diferentes técnicas de inoculación en suelos con historia de soja. Campañas 2006-09 en el este de Entre Ríos.

Desglosando estas respuestas a la inoculación en función de las diferentes técnicas empleadas como son la inoculación a la siembra, el preinoculado ya sea a la siembra o como sistema anticipado, la aplicación del inoculante en el surco de siembra y la co-inoculación con PGPR, podemos ver en la Figura 2 el comportamiento de cada una de esas opciones en lotes con historia de soja.

Cuando analizamos las respuestas a las diferentes técnicas de inoculación observamos que la inoculación sobre el surco de siembra tuvo un comportamiento similar al señalado por Arias (2006) en suelos del este de E. Ríos y por Ventimiglia y Carta (2005) en suelos de 9 de Julio. En cuanto a la técnica novedosa de co-inoculación con PGPR se considera de interés experimentarla en más campañas con ambientes climáticos diferentes.

Consideraciones finales

El objetivo de la inoculación es asegurar la mayor cantidad posible de bacterias sobre la semilla que garanticen un alto suministro de N por la fijación de N atmosférico hacia la planta disminuyendo la extracción de N del suelo.

Sin embargo, solamente la complementación de las dos fuentes de nitrógeno, el suelo y la fijación, son capaces de generar los rendimientos potenciales de los cultivares actuales.

Bibliografía

Arias, N. 2006. Inoculación de soja en el este de E. Ríos. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2005/06. INTA EEA C. del Uruguay. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. N.º 47. Pág. 91-95.

González, N. 1997. Nutrición nitrogenada. En: El cultivo de la soja en la Argentina. Ed. L. Giorda y H. Baigorri. INTA Centro Regional Córdoba. Pág. 187-198.

Perticari, A. 2005. Inoculación de calidad para un máximo aprovechamiento de la FBN. Congreso Mundo Soja 2005. Actas del Congreso: 121-126.

Racca, R.W. 2009. Importancia de la FBN en cultivos y principales factores ambientales que la condicionan. En: XVII Congreso Aapresid, la era del ecoprogreso. Rosario, agosto de 2009. Pág. 213-215.

SIBER, 2006. Informe de Producción de Soja Campaña 2005/06. www.bolsacer.com.ar

Ventimiglia, L. y Carta, H. 2005. Inoculación en soja: un nuevo sistema que permite mejorar la captura de nitrógeno. www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de las empresas productoras de inoculantes que en todas las campañas aportan nuevas tecnologías en búsqueda del conocimiento para lograr una producción más competitiva y sustentable.