

EFFECTOS COMBINADOS DE INOCULACIÓN, FERTILIZACIÓN MINERAL Y FOLIAR EN SOJA Y MAÍZ EN EL CENTRO SUR BONAERENSE

Ing Agr Martín Zamora zamora.martin@inta.gob.ar
Ing Agr Natalia Carrasco carrasco.natalia@inta.gob.ar
Chacra Experimental Integrada Barrow (INTA-MAA)

Introducción

Los suelos del centro sur bonaerense ofrecían originalmente una disponibilidad de 60 a 90 ppm de N a través de todo un ciclo de cultivo (Carrasco, 2009), pero luego de más de 50 años de actividad agrícola, esos valores han disminuido drásticamente hasta llegar a tener en promedio de menos de 40 ppm en aquellos lotes donde se fertiliza de manera periódica.

Es por eso que los suelos de nuestra región en general son deficientes en nitrógeno, y la incorporación de este elemento en el sistema redundará en mayores rendimientos. La forma de incorporar este nutriente puede darse por dos vías: la aplicación de fertilizantes o a través de la inoculación de semillas con bacterias fijadoras de N del aire. Estos microorganismos se desarrollan en el suelo que se encuentra alrededor de las raíces (rizósfera), que 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 es la de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). Son organismos altamente eficientes en el aumento del crecimiento de los cultivos y su tolerancia a otros microorganismos causantes de enfermedades (García y Bach, 2003).

Estas bacterias PGPR presentan una serie de características:

- 1) alta densidad poblacional en la rizosfera, luego de inoculada la semilla;
- 2) alta capacidad colonizadora de la raíz;
- 3) influencia positiva y significativa sobre el crecimiento del cultivo;

El objetivo de estos ensayos fue evaluar el efecto de:

- I. Tratamiento de semillas de soja y maíz con inoculante formulado a base de micorrizas, nutrientes minerales y hormonas vegetales a la siembra,
- II. Fertilización con mezcla mineral a la siembra y,
- III. Fertilización foliar, formulado en base N, hormonas vegetales y factores de crecimiento, durante la campaña 2014/15, en dos localidades del centro sur de la provincia de Buenos Aires.

Materiales y Métodos

Los ensayos fueron instalados en la Chacra Experimental Integrada Integrada Barrow (SOJA) y en la localidad de Cnel. Dorrego (MAIZ).

En ambos sitios experimentales el suelo correspondió a la serie Tres Arroyos somera, con limitación de tosca a los 60-75 cm de profundidad, la textura es franco-arcillosa.

Se diagramaron cinco macroparcels, con tres estaciones de muestreo cada una. El ancho de la parcela se determinó por el ancho de la sembradora en cada sitio, y el largo fue el largo del lote.

Los productos a testear fueron los siguientes:

1. Inoculante: formulado a base de endomycorrizas, Azospirillum, nutrientes minerales en formas de quelatos (nitratos, fosfatos, sulfatos, cloruros, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cinc, hierro, cobre, boro, cobalto y molibdeno) y hormonas vegetales (fitohormonas) y promotores de crecimiento, obtenidos en forma natural por fermentación bacteriana y fúngica
2. Mezcla mineral natural: compuesta por minerales obtenidos de yacimientos y enriquecida con calcio, azufre, manganeso, hierro, cinc, boro, manganeso y silicatos.
3. Fertilizante foliar: solución de N.

Tratamientos: en ambos sitios y cultivos la fertilización fue similar:

- **Tratamiento 1.** Testigo: fertilización a la siembra con DAP en dosis de 40 kg/ha.
- **Tratamiento 2.** Inoculación a la semilla y fertilización a la siembra con DAP en dosis de 20 kg/ha.
- **Tratamiento 3.** Inoculación a la semilla y fertilización a la siembra con DAP en dosis de 20 kg/ha. Fertilización foliar (4N foliar) (1 l/ha) en R3 (soja) y V7 (maíz).
- **Tratamiento 4.** Inoculación a la semilla y fertilización a la siembra con Mezcla mineral en dosis de 200 kg/ha. Fertilización foliar (4N foliar) (1 l/ha) en R3 (soja) y V7 (maíz).
- **Tratamiento 5.** . Inoculación a la semilla y fertilización a la siembra con Mezcla mineral en dosis de 200 kg/ha.



Manejo de los cultivos:

1.- Cnel Dorrego: la siembra de maíz se realizó el día 1/12/14, la densidad de siembra fue de 25000 ptas/ha. La distancia entre surco fue de 0,70 m. La aplicación del fertilizante Mycophos foliar (4N foliar) se realizó el día 12/01/15 al estado V7 (Foto). Para estas aplicaciones se utilizaron pastillas de abanico plano 110-015 con un caudal de aplicación de 100 l/ha. La cosecha se realizó en forma manual, con trilladora estática.

El suelo contenía al momento de la siembra (0-20 cm) 2,7% de materia orgánica, 6,2 de pH, 9,1 ppm de P-Bray y un contenido de 58,7 kg N/ha (0-40 cm).



2.- Barrow: la siembra de la soja fue el día 11/12/14, la variedad fue ASP 3911, con una densidad de 35 ptas/m² y un distanciamiento entre líneas de 0,35 m. La aplicación del fertilizante Mycophos foliar (4N foliar) se realizó el día 10/02/15 al estado R3 (Foto). Para estas aplicaciones se utilizaron pastillas de abanico plano 110-015 con un caudal de aplicación de 100 l/ha. La cosecha se realizó en forma manual, con trilladora estática.

El suelo contenía al momento de la siembra (0-20 cm) 4,4% de materia orgánica, 6,6 de pH, 12,8 ppm de P-Bray y un contenido de 64,8 kg N/ha (0-40 cm).

Análisis estadístico: los datos fueron analizados utilizando el procedimiento proc glm del programa SAS (SAS Institute, Inc., 2001) para determinar efectos de los tratamientos. La separación de las medias en los tratamientos fue realizada por la prueba DMS para $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Características climáticas de la campaña:

La campaña agrícola 2014/15 resultó ser, en general, más húmeda de lo normal para la zona. Las precipitaciones para el ciclo de los cultivos superaron los 500 mm en ambos sitios (Tabla 1). No obstante, en ambos sitios se registraron escasas precipitaciones durante el mes de enero, provocando un déficit hídrico importante que afectó negativamente a los cultivos. Sin embargo, durante el mes de febrero y marzo los cultivos se recuperaron, con rendimientos por encima de la media de campañas anteriores.

Tabla 1. Precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo (2014/15), en comparación con el promedio zonal (1938-2009).

	2014				2015			
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Cnel Dorrego	178,7	80,1	36,1	30,7	127,9	28,2	91,7	573
CEIBarrow	183,6	120,6	130,4	21,2	194	39,7	69,7	759

Efecto de los tratamientos

1.- Sitio Cnel Dorrego:

El número de plantas a cosecha varió entre 2,3 y 3,5 ptas/m², presentando los mayores valores el tratamiento testigo del ensayo, en cambio la cantidad de espigas por unidad de superficie presentó los valores más bajos en este tratamiento (3,25 ptas/m²), si bien estas diferencias no fueron suficientes para detectar diferencias estadísticas significativas ni el número de espigas ni en el rendimiento en grano en ninguno de los tratamientos (Tabla 2).

En la Fig. 1 se observa un detalle de las espigas, tallos y raíces de cada uno de los tratamientos

Figura 1. Imágenes de las espigas, tallos y raíces de cada uno de los tratamientos.



Tabla 2. Número de plantas por metro cuadrado, número de espigas por metro cuadrado y rendimiento de maíz (kg/ha). Sitio Cnel. Dorrego

Tratamiento		Ptas/m2	Esp/m2	Rend (kg/ha)
1	Testigo	14,6	2,9	4200,8
2	Inoc + Dap	11,3	3,5	4385,7
3	Inoc+Dap+4Nfoliar	11	3,4	4424,2
4	Inoc + Mezcla	10,6	3,5	4680,6
5	Inoc+Mezcla+4Nfoliar	9,6	3,6	4768,0
Promedio			3,4	4492
Anova (p)			0,113	0,063
CV (%)			9,02	4,77

2.- Sitio Barrow:

En el cultivo de soja de Barrow se evidenció una respuesta significativa por el agregado de inoculante a base de micorrizas. No se evidenciaron diferencias entre los tratamiento inoculados que contenían Dap y los que contenían mezcla mineral. Sin embargo se observaron 200 kg/ha de grano más en los tratamientos de mezcla mineral que en los que contenían Dap (Tabla 3).

Es conveniente destacar que en este sitio se han continuado con las mismas franjas de aplicación de nutrientes en las mismas dosis durante los últimos 4 cultivos (trigo 2011/12, soja 2012/13, trigo 2013/14 y soja 2014/15). Es probable que la aplicación acumulada durante este periodo de la mezcla mineral con calcio en su composición, entre otros nutrientes (tratamientos 4 y 5) empiece a tener un efecto positivo sobre la estructura del suelo y mejoramiento de la porosidad y de las condiciones necesarias para el mejor desarrollo de las plantas.

Aunque las respuestas no fueron estadísticamente significativas, las aplicaciones foliares incrementaron el rendimiento en 100 kg/ha, principalmente dadas por un incremento en el tamaño del grano. Es probable que la aplicación de N foliar haya retrasado la senescencia de las hojas, logrando un mayor periodo de llenado de los granos.

Tabla 3. Rendimiento y peso de granos en soja, Barrow.

Tratamiento		Rend (kg/ha)		P1000
1	Testigo	1619	c	157
2	Inoc + Dap	1865	bc	159
3	Inoc+Dap+Plus foliar	1989	ab	162
4	Inoc + Mezcla	2065	ab	157
5	Inoc+ Mezcla+Plus foliar	2168	a	164
Promedio		1941		159,7
Anova (p)		0,022		
CV (%)		8,28		
DMS (kg/ha)		301,8		

Bibliografía

- Carrasco, N. 2009. Evaluación de la calidad de suelo según intensidad de uso y labranza en el centro sur bonaerense. Tesis de magister. 137 pag.
- 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.