

FERTILIZACIÓN DE SOJA

Estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación

Resultados de cuatro años de experimentación

INTRODUCCIÓN

La soja es capaz de mantener rendimientos elevados en condiciones de baja fertilidad, pero por otra parte presenta mayores requerimientos de nutrientes que los demás cultivos producidos en la región pampeana. El fósforo (P) es el nutriente al que se han observado respuestas de mayor magnitud en este cultivo y se cuenta con una metodología precisa para su cuantificación en los suelos pampeanos con el método Bray 1. Para la región pampeana, se ha determinado que la respuesta aumenta cuando la disponibilidad de P en el suelo disminuye, o cuando su nivel en el suelo es inferior a un rango de 12 a 16 ppm. Estas calibraciones fueron realizadas en experimentos de una campaña de duración, mediante aplicación de fertilizantes localizados en bandas al momento de la siembra. Sin embargo, ha sido menos estudiado el comportamiento del cultivo cuando se realizan aplicaciones anticipadas a la siembra, o estrategias combinando fertilización anticipada y a la siembra. Por otra parte, es necesario cuantificar los efectos residuales de la fertilización sobre el nivel de P en suelo, y la productividad de los siguientes cultivos de la rotación.

La aplicación de P en cantidades mayores a las exportadas con los granos sería adecuada para mantener o incrementar tanto la productividad como los niveles de P extractable en el suelo. Numerosos estudios analizan el comportamiento de soja, en relación con los niveles de P y la fertilización con este elemento, mayormente desarrollados en secuencias con otros cultivos

Gustavo N. Ferraris y Pablo Traficante
ferraris.gustavo@inta.gob.ar



en rotación. Sin embargo, son escasos los estudios que consideran este análisis en sistemas continuos de soja, situación muy frecuente en los planteos productivos en la región pampeana. En general, se observa que la fertilización con P en bandas próximas a la línea de siembra podría significar una mayor eficiencia de aprovechamiento del nutriente, pero en dosis limitadas para el cultivo por el riesgo salino de fitotoxicidad en contacto directo entre fertilizantes y semillas. Las aplicaciones en superficie son una alternativa de manejo de la fertilización con P, tanto por no presentar riesgos sobre la implantación, permitiendo aportar mayores dosis del nutriente, como por razones logísticas, mejorando la operación de siembra.

Este trabajo expone los resultados de cuatro años de un ensayo de larga duración, destinado a evaluar estrategias que difieren en cuanto a dosis, momento y forma de localización. Su objetivo fue evaluar los rindes de soja según la dosis y el momento de la fertilización fosfatada en suelos francos en el medio-oeste de Buenos Aires. Se asume que:

1. La soja responde a la fertilización fósforo-azufrada del cultivo.

2. La eficiencia de uso de P y azufre (S) no se modifica cuando se realizan aplicaciones anticipadas y/o combinando aplicaciones anticipadas y a la siembra, con respecto a la forma tradicional de aplicación de los fertilizantes a la siembra.

3. El incremento en la dosis total de fertilizante aplicado se traduce en aumentos en el rendimiento de los cultivos.

4. La dosis de P y S aplicados afectan la disponibilidad final del nutriente en el suelo, dejando P y S residual para los próximos cultivos de la secuencia.

CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo se conduce en la localidad de Ferré, sobre un suelo serie Rojas, de Clase I de muy buena productividad. Durante cuatro campañas, desde 2010 hasta la última en 2013, la soja se sembró inoculada con cultivares de alto potencial y en la ventana de fecha de siembra óptimas.

El ensayo incluyó seis tratamientos, cuatro de manejo de la fertilización de P, un testigo sin P y un testigo sin S. En los tratamientos con P éste se aplicó como Superfosfato Triple y los tratamientos con S se usó 100 kg de yeso/ha (18 kg de S/ha). El ensayo tenía un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones (Tabla 1).

Además de los rendimientos, se evaluaron otras variables tales como verdor del follaje (clorofilómetro Minolta-Spad), cobertura, materia seca total, concentración de N, P y S en los granos. También, en el suelo de cada parcela se evaluó el contenido de P y S disponibles.

RENDIMIENTOS OBTENIDOS

La respuesta al tratamiento “arrancador” fue la más baja, pero también era la que incluía la menor dosis de P (Figura 1). Por el contrario, los tratamientos de reposición muestran incrementos mayores de los rendimientos en relación al testigo. Una brecha creciente entre suficiencia y reposición es esperable, puesto que mientras en los primeros el fertilizante aplicado es inexorablemente retirado con los granos de cosecha, en los segundos hay una mejora creciente

en los niveles de fertilidad. Si bien las cantidades aplicadas superan ampliamente a lo estrictamente extraído y exportado de P. Por otra parte, la respuesta a S, derivada del contraste entre los tratamientos 5 y 6, es de alrededor de 500 kg/ha acumulado en los cuatro años.

Respecto de la localización, la tendencia central marcó un mejor comportamiento de los tratamientos que combinaron una aplicación anticipada y localizados a la siembra. Los tratamientos de aplicación totalmente a la siembra o totalmente anticipados tuvieron una menor performance.

RESIDUALIDAD DE LOS NUTRIENTES A COSECHA

En la Tabla 2 se presenta el balance acumulado entre las cantidades aportadas y extraídas de nutrientes en los granos. A través de los años, el balance de nutrientes fue positivo con relación al estimado, ya que los tratamientos destinados a reposición de P sobreestimaron la extracción pese a los buenos rendimientos del ensayo, dejando un crédito remanente de P en suelo. La concentración de P y S en grano no fue afectada por el tratamiento de fertilización ni guardó relación con el nivel de productividad, siendo el balance dependiente del nivel de fertilización y la productividad del cultivo.

En la Figura 2 se muestra la evolución del nivel de P en los diferentes tratamientos. Se observa una caída en los niveles del testigo que se acelera en los últimos años, contrastando con el mantenimiento o ligero incremento en el resto de los tratamientos. La Figura 3 por su parte muestra la relación entre el nivel final de P y el balance (aplicado-extraído). Las relaciones encontradas indican que es necesario agregar 2,8 kg de P en exceso para aumentar la disponibilidad de P en suelo en 1 ppm. A la inversa, una deficiencia en el balance de P en esa magnitud resultará en una disminución de 1 ppm de P-Bray. Este valor es inferior al valor de 6,75 kg/ha/ppm observado en un experimento de Larga duración conducido desde hace 8 años por nuestro grupo de trabajo, en una secuencia intensiva de 6 cultivos en 4 años. Es probable que la degradación física y biológica asociada al monocultivo, la pérdida de cobertura y el habitual desecamiento superficial del suelo del sitio experimental sean responsables de una baja absorción de P por el cultivo, dejando mayor cantidad de P remanente en el suelo. Es decir, mientras en una secuencia intensiva el cultivo es eficiente en absorber P, bajo monocultivo el nutriente tiende a permanecer en el suelo.

CONCLUSIONES

La respuesta de la soja varió en un rango de 625 y 2700 kg/ha (5 a 20 %), en total en los cuatro años. La respuesta al S varió entre 0 y 300 kg/ha, acumulando 480 kg/ha en los cuatro años.

Luego de cuatro años, las alternativas tecnológicas para la aplicación de nutrientes –anticipado al voleo, localizado a la siembra y una combinación de ambas– no muestran diferencias significativas en los rendimientos ni una tendencia consistente en la evolución de PS en suelo.

La respuesta al P aplicado depende de la dosis, acentuando la diferencia entre tratamientos de reposición y suficiencia con relación a ciclos anteriores, tanto en términos de rendimientos absolutos como porcentuales.

La estrategia de fertilización afecta el nivel residual de los nutrientes en el suelo. A partir del tercer año se aceleraron los cambios en la disponibilidad de P, con caída en el testigo, mantenimiento en la estrategia de suficiencia, y un crecimiento en los niveles de P cuando se aplicó el concepto de reposición.

“El fósforo (P) es el nutriente al que se han observado respuestas de mayor magnitud en este cultivo”

Tabla 1.

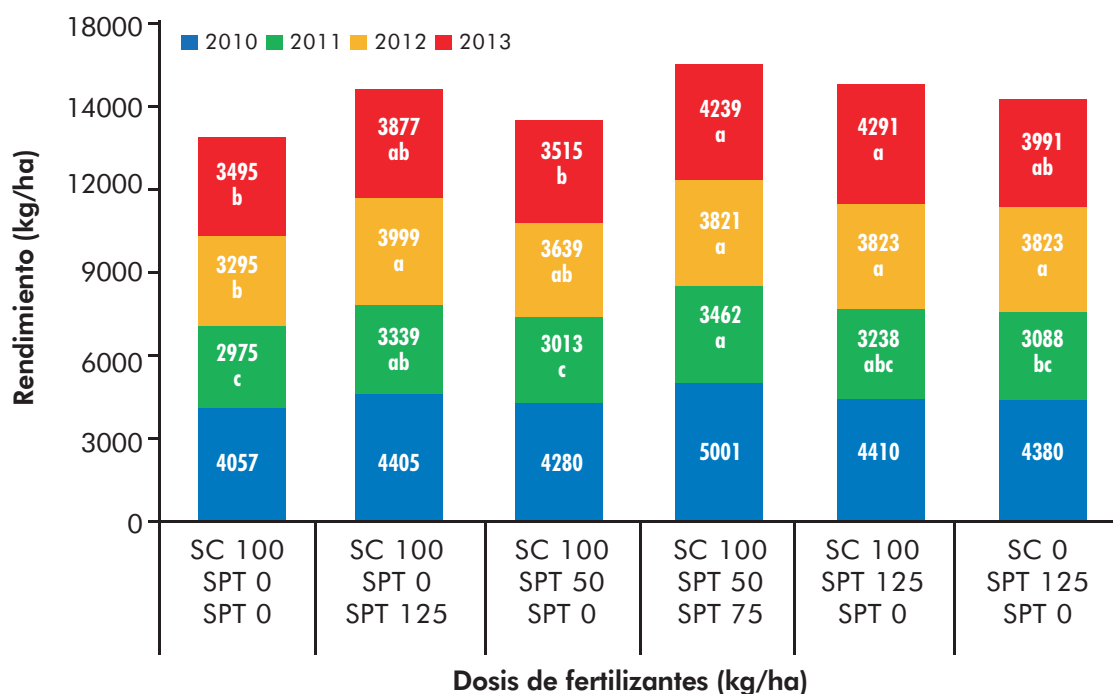
Lista de los tratamientos evaluados en el ensayo. Fuentes y localización de fertilizantes fosforados en Soja. La Trinidad, General Arenales, Bs As. Campañas 2010/11 a 2013/14.

Tratamiento	Criterio para P	Dosis de Superfosfato Triple/ha	Momento aplicación	Localización
1	Testigo	0		
2	Reposición	125	Anticipado en Junio	Al voleo
3	Arrancador	50	A lasiembra	Localizado
4	Reposición dividida	50+75	Anticipado y a la siembra	Al voleo y Localizado
5	Reposición de P	125	A la siembra	Localizado
6	Reposición sin S	125	A lasiembra	Localizado

19

Figura 1.

Rendimientos acumulados de cuatro campañas de soja como resultado de estrategias de diferentes dosis, momentos y formas de localización en Soja.



Para un mismo año, letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD $\alpha=0,10$).

Tabla 2.

Balance entre las cantidades aportadas y extraídas de Fósforo y Azufre de los tratamientos de fertilización. Estas últimas son el producto del rendimiento de grano y su concentración en estos nutrientes en las semillas de soja.

Tratamiento	Aporte (kg/ha)		Rinde (t/ha)	Concentración g/kg		Extracción (kg/ha)		Balance (kg/ha)	
	P	S		P	S	P	S	P	S
1	0	72	13,8	4,21	2,19	53	27	-53	45
2	100	72	15,6	4,30	2,17	61	30	39	42
3	40	72	14,4	4,29	2,18	56	28	-16	44
4	100	72	16,5	4,34	2,28	65	34	35	39
5	100	72	15,8	4,33	2,23	61	31	39	41
6	100	0	15,3	4,31	2,12	59	29	41	-29

Figura 2.

Cambios en el contenido de P disponible en el suelo a lo largo del experimento con distintas estrategias de fertilización bajo soja continua.

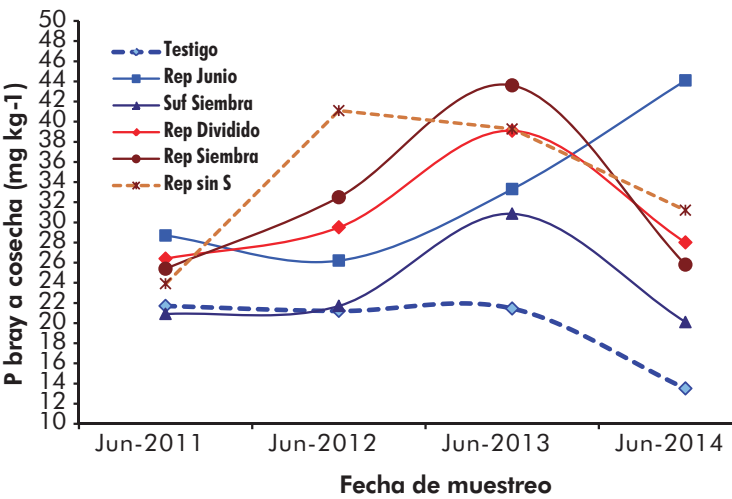


Figura 3.

Relación entre el nivel final de P y el balance de P entre extracción y aplicación luego de 4 años en una secuencia continua de soja

