

S

Análisis de la respuesta física y económica del cultivo de soja a la fertilización con fósforo.

Salvagiotti F¹, Prieto G², Antonelli M³

1 Nutrición Vegetal y Fertilidad de suelos – EEA Oliveros INTA

2 AER Arroyo Seco - INTA

3 Pasante AER Arroyo Seco - INTA

Introducción

La degradación química de los suelos como consecuencia de la agricultura intensiva con baja reposición de nutrientes ha llevado a una mayor frecuencia de respuesta a la fertilización. El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de los cultivos, y su disponibilidad en el suelo está regulada principalmente por el contenido de sus materiales originales, el porcentaje de arcillas y el contenido de materia orgánica. En el área agrícola del sur de Santa Fe es frecuente la respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo de soja, y la elección de la fuente a utilizar es una de las claves para el adecuado establecimiento del cultivo. La aparición de nuevas fuentes líquidas, que brindarían una ventaja operativa en el manejo de los fertilizantes, es una alternativa a ser evaluada para comparar su eficacia en relación con estrategias de fertilización actualmente utilizadas por los productores.

Si bien el fósforo es un nutriente de baja movilidad, en la región sur de Santa Fe hay referencias que muestran respuestas en el rendimiento aun con aplicaciones al voleo anticipadas, por lo que la tecnología de aplicación de este fertilizante juega un rol importante en la eficiencia en el uso de este nutriente y por ende en la respuesta económica a la fertilización. Para poder conocer el comportamiento de un fertilizante es importante generar conocimientos no sólo del nivel de respuesta de las diferentes fuentes sino de su interacción con la forma de aplicación.

Los objetivos del presente trabajo fueron: i) Estudiar la respuesta del cultivo de soja ante do-

sis creciente de fósforo en el suelo y ii) Evaluar la respuesta del cultivo con aplicaciones superficiales e incorporada de fertilizante granulado.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un lote de producción de la localidad de JB Molina (60 km al sur de Rosario). El ensayo se implantó en siembra directa, sobre cultivo de maíz como antecesor, en un suelo Argiudol vértico, serie Peyrano, en un lote con mas de 30 años de historia agrícola.

Se evaluaron cuatro dosis de fósforo (0, 10, 20 y 40 kg P ha⁻¹). Para la dosis de 20 kg de P se evaluó además la forma de aplicación del fertilizante (incorporado vs voleo post emergencia) para ambas fuentes. La fuente de fertilizante utilizada fue superfosfato triple.

Los tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron de 55 m². Las características de implantación del ensayo pueden observarse en la Tabla 1.

tabla

1

Características de implantación del ensayo

Variedad	Fecha siembra	Espaciamiento Entre líneas	Densidad
DM 4600	22/11/04	0.525	22 sem/m

El ensayo fue fertilizado con S a fin de que este nutrientes no limitara el rendimiento. Los insectos y malezas fueron controlados adecuadamente.

A la siembra se realizó un muestreo de suelo para determinar pH, P disponible y MO. Se cosechó el ensayo con cosechadora experimental y se determinó el rendimiento al 13.5%.

Resultados

El cultivo llegó al estado de R₂ a los 39 días de la emergencia. Durante todo el ciclo no se observaron diferencias visuales de crecimiento ni de desarrollo entre los tratamientos. Climáticamente, las temperaturas del mes de diciembre fueron sensiblemente superiores a las del año 2003, acumulándose 50 °C.día⁻¹ más que en diciembre de 2003. En cuanto a las lluvias (Figura 1), puede apreciarse que durante el mes de diciembre, éstas superaron en 20 mm al promedio de los últimos 17 años. La etapa de definición de rendimiento (R₅-R₇) comenzó el 1º de febrero, y las condiciones hídricas en ése período fueron superiores a la media y permitieron un buen crecimiento del grano (Ver Figura 1 en "Fertilización nitrógeno-azufrada del doble cultivo trigo/soja de 2º en J. B. Molina (Santa Fe). Efecto del N en la soja de 2º", página 139)

El suelo donde se realizó la experiencia es representativo de los lotes agrícolas con degradación química sur de Santa Fe, con contenido de materia orgánica inferiores a 3 %. Si bien la historia agrícola es muy larga, el manejo de los últimos 15 años ha sido muy cuidadoso en cuanto a que contempla una secuencia con cultivos de rastrojos voluminosos, siembra directa y fertilización balanceada.

Respuesta al incremento en el nivel de fósforo según fuente

Los rendimientos de los tratamientos oscilaron entre ca. 4000 y 4539 kg ha⁻¹, siendo éste el rendimiento que representa el máximo potencial de producción en el lote evaluado.

Se observaron incrementos en el rendimiento por efecto de la fertilización con P (P<0.05). La respuesta en el rendimiento en SPT fueron significativos cuando se aplicaron mas de 20 unidades de P. Dichos incrementos fueron en promedio del 6% (252 kg). La máxima respuesta se registró entre la dosis de 40 unidades de P y el testigo, de 330 kg.

La respuesta del cultivo al incremento en las dosis de P fue de tipo lineal (P<0.05), ya que los incrementos no se estabilizaron con las mayores dosis de P aplicado. El análisis de la curva de respuesta (Figura 2) muestra que hubo un incremento de 90 kg en el rendimiento por cada 10 unidades de P aplicadas.

Hay que tener en cuenta que el contenido de P era mediano, y en situaciones de menores contenidos (menores a 12 ppm en los primeros veinte cm), es factible obtener tasas de incrementos superiores.

Tomando en cuenta el precio del SPT en U\$S 300 la tonelada y un precio de soja de U\$S 172, esta eficiencia es la mínima que se tendría que tener para que la respuesta sea económicamente rentable (Figura 3).

tabla

2

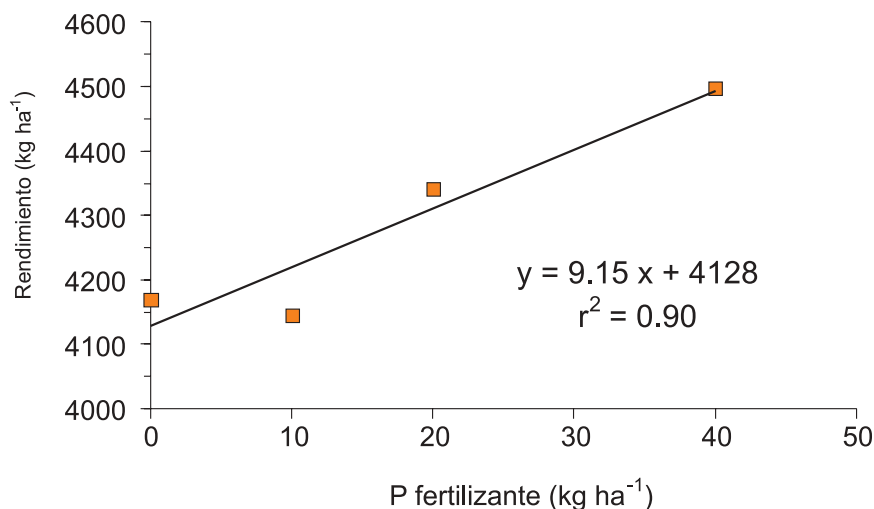
Características químicas de los primeros 20 cm del suelo.

profundidad	P Bray (ppm)	pH	MO (%)	SO ₄
0-10	8.5	5.15	2.94	17
10-20	7	5.25	2.48	7

figura

2

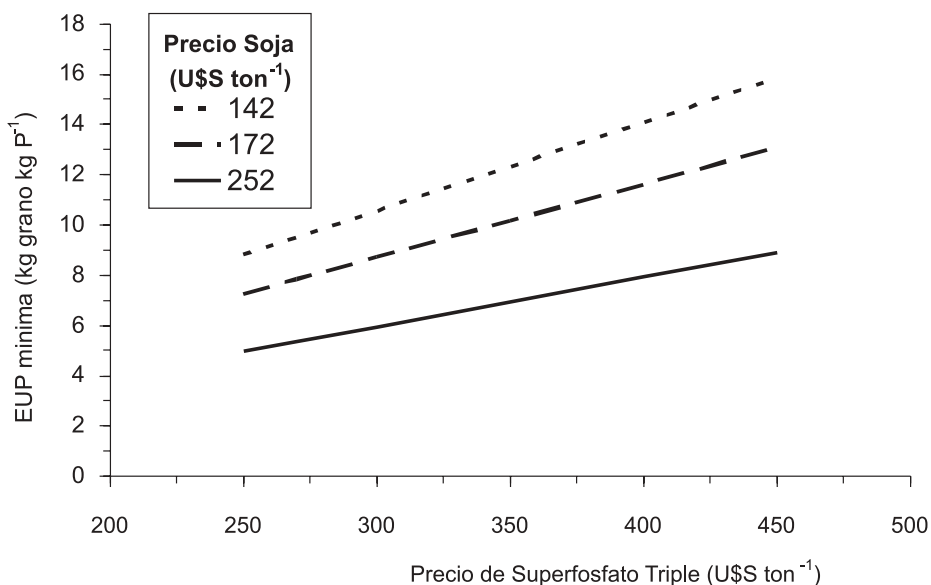
Rendimiento del cultivo de soja en función del nivel de P aplicado como fertilizante.



figura

3

Eficiencia en el uso de P mínima para pagar el costo de la fertilización en función del precio del superfosfato triple, para diferentes cotizaciones del grano de soja.



Forma de aplicación

Para analizar la forma de aplicación del fertilizante fosforado, se estudiaron dos alternativas: en superficie (voleo luego de la siembra) versus aplicaciones con incorporación al suelo en un nivel constante de P (20 kg ha⁻¹).

La aplicación de P incrementó el rendimiento en ca 200 kg ha⁻¹ cuando fue incorporada al suelo (P<0.03).

tabla

3

Rendimiento del cultivo de soja de acuerdo a la forma y fuente aplicada.

Forma de aplicación	Rendimiento	
Incorporado	4539	A
Superficie	4341	AB

Consideraciones finales

A pesar de los medianos contenidos de P con respecto a la expectativa de respuesta del cultivo de soja a la fertilización con este nutriente, se observaron incrementos significativos en el rendimiento. Estos resultados muestran que es posible obtener respuesta en el cultivo aun con estos tenores de P en el suelo, cuando el potencial de rendimiento del cultivo es alto (en este ensayo el tratamiento sin aplicación de P superó los 4000 kg ha⁻¹).

La incorporación del fertilizante mostró ventajas importantes en términos de incrementos en el rendimiento, especialmente en la fuente granulada. Es importante destacar que esta incorporación se realizó cuando el cultivo tenía entre 3 y 4 nudos. Es probable que la respuesta en aplicaciones al voleo sean mayores cuando las aplicaciones de P se realicen con mayor tiempo de anticipación.

En el caso del P, al tener baja movilidad y dejar remanentes en el suelo, la respuesta tiene que ser analizada no sólo en el cultivo sino también en los efectos que se puedan obtener en los rendimientos de los cultivos subsiguientes.