RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN PARA SOJA

Ing. Agr. (MSc) Adriana García Lamothe

Programa Nacional de Cultivos de Secano

GENERALIDADES DEL CULTIVO

La soja es una leguminosa que asociada con rizobios específicos puede fijar nitrógeno (N) atmosférico. En chacras nuevas que no han tenido soja debe inocularse la semilla para que ese proceso de fijación simbiótica ocurra. También puede ser necesaria la inoculación después de eventos extremos que puedan provocar la muerte de gran parte de la población de rizobios como ser una prolongada sequía o inundación. Comúnmente después de uno o dos cultivos de soja bien nodulados queda establecida una población adecuada de rizobios en el suelo que hace innecesaria la inoculación.

La tabla siguiente resume información muy general de los requerimientos de nutrientes y manejo de la fertilización en soja.

Nitrógeno (N):	Con una nodulación efectiva el cultivo utiliza el N atmosférico fijado por los rizobios. No obstante, puede haber dos momentos en los que aplicar N puede resultar beneficioso para la soja: 1) a la siembra para promover una rápida fotosíntesis y transporte de azúcares a la raíz; 2) al inicio de la etapa reproductiva si se comprueba que el cultivo está amarillento, lo que sugiere que falló la inoculación.
Fósforo (P_2O_5):	En general el cultivo de soja no tiene requerimientos altos de fósforo (P). Comúnmente 10-12 mg/ kg de suelo de P-Bray es un nivel adecuado para lograr buen rendimiento. No obstante, con siembra directa (SD) la condición del suelo es menos favorable para el desarrollo de raíces puede ser recomendable aplicar P a la siembra, junto a la semilla, a una dosis no mayor a 30 kg de P_2O_5/ha.
Potasio (K_2O):	En suelos arenosos y franco arenosos la concentración de potasio (K) intercambiable es baja. En suelos donde los niveles de K no son bajos puede que la tasa de reposición del K intercambiable desde las reservas sea menor a la tasa de absorción del K por el cultivo, debido a los altos requerimientos de éste. En esos casos es probable que haya respuesta al agregado de KCl. Se puede aplicar hasta 80 kg de KCl con la semilla, sin afectar negativamente la germinación por efecto salino.

En etapas vegetativas del cultivo hay un síntoma bastante frecuente que no responde a deficiencia de ninguno de esos nutrientes. Se trata de un amarillamiento de las hojas donde las nervaduras permanecen verdes, en general se presenta bajo la forma de manchones. Ese síntoma está asociado a problemas de drenaje en el suelo. La falta de oxígeno hace que el hierro (Fe) pase de su forma férrica (Fe^{+3}), la utilizada por las plantas, a la forma ferrosa (Fe^{+2}). Se produce entonces la deficiencia en Fe, cuyo síntoma típico es la clorosis férrica. Cuando el suelo pierde agua y hay oxígeno suficiente el problema desaparece. También puede haber clorosis férrica con exceso de carbonato.

IMPORTANCIA DEL AZUFRE EN EL CULTIVO DE SOJA

Los tres macronutrientes antes mencionados siempre se citan como esenciales para un cultivo, sin embargo hay otros 10 nutrientes esenciales que contribuyen al rendimiento y calidad industrial de los mismos, favoreciendo la eficiencia de los insumos utilizados, o mejorando el valor nutricional, la cantidad de aceite, de proteína y por consiguiente el valor de mercado. Entre estos nutrientes está el azufre (S).

La deficiencia de azufre en cultivos extensivos es cada vez más común. En plantas de soja la deficiencia de S se manifiesta a través del color verde pálido o amarillento de las hojas, un tamaño más pequeño de los foliolos y tallos más delgados.

En términos fisiológicos lo que ocurre cuando hay deficiencia de S es acumulación de compuestos orgánicos solubles de diferentes fracciones de nitrógeno (N) y de azúcares. Una consecuencia de esa acumulación de productos solubles en las plantas es la mayor susceptibilidad al ataque de insectos y patógenos.

El requerimiento de S de cultivos oleaginosos es comúnmente mayor que el de cereales lo que los hace más propensos a responder al nutriente, en la medida que su disponibilidad en el suelo sea escasa.

¿Porqué es cada vez más frecuente encontrar respuesta a S?

Por un lado por la mayor extracción de los cultivos, a consecuencia de la intensificación agrícola sin reposición de lo extraído; en este sentido ha contribuido el uso de fertilizantes con poco o ningún contenido de S. Por otro lado, hay una reducción sistemática de la deposición de S de la atmósfera como consecuencia de los nuevos procesos industriales “limpios”.

Para diagnosticar la respuesta a S, si bien el análisis de suelo es una guía a tener en cuenta, puede no resultar demasiado útil por tres motivos: 1) el sulfato puede lavarse sobre todo en suelos livianos, 2) el cultivo es capaz de acceder a sulfato retenido en capas más profundas si no hay impedimentos para el arraigamiento, 3) los residuos de cultivos anteriores liberan S durante la estación de crecimiento por mineralización y en algunos casos complementan al S ya presente en el suelo.

Es probable que como ocurre en otros cultivos la concentración de S en el grano de soja pueda usarse como indicador de suficiencia y contribuir a ajustar el manejo futuro del cultivo o la rotación. Con ese fin debe estudiarse la relación existente entre el contenido de S en el grano y el rendimiento final. Las plantas con síntomas de deficiencia a S producen semillas con contenidos bajos del elemento (< 1,5 gramos por kg) y rendimiento significativamente menor. De encontrarse una buena relación se podrían establecer niveles críticos, de adecuación y de suficiencia, y esta herramienta permitiría determinar con mayor precisión la necesidad de S, no sólo para el cultivo de soja sino también para los siguientes de la rotación.

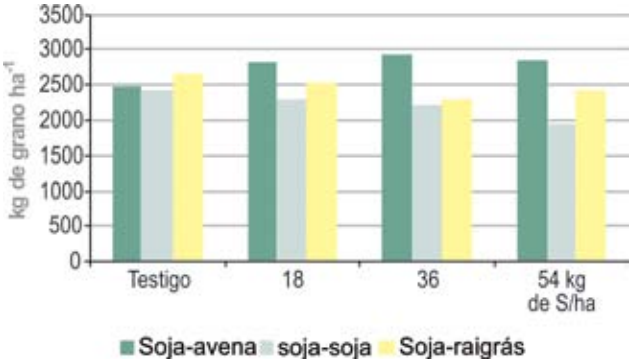

Figura 1 - Rendimiento en grano promedio obtenido con dosis crecientes de S en cada sistema considerado.

RESULTADOS RECIENTES DE RESPUESTA A S (ZAFRA 2010-2011) EN LA ESTANZUELA

Los experimentos se llevaron a cabo en sistemas de producción con más de 10 años bajo SD y diferentes sistemas de agricultura continua: soja-cobertura invernal (avena); soja-soja; soja-cobertura invernal (raigrás). Los resultados se aprecian en la Figura 1.

Solamente en un caso hubo efecto estadísticamente significativo al agregado de S (16% de incremento en producción de grano) y fue en la rotación de soja-cobertura invernal con avena. La curva de respuesta a S ajustada se presenta en la Figura 2.

Con base al modelo cuadrático se calculó que el máximo rendimiento se obtuvo con 36 kg de S/ha pero el rendimiento obtenido con 18 o 36 kg de S/ha no fue estadísticamente diferente, las diferencias fueron significativas sólo con el testigo.

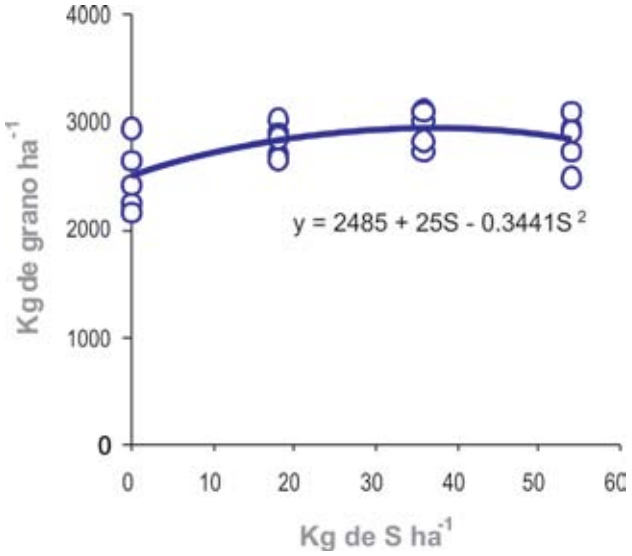

Figura 2 - Curva de respuesta a Azufre en soja

¿Qué se puede concluir en base a estos datos de un mismo año, en un mismo suelo y con igual manejo general del cultivo en cuanto a siembra, fertilización y control de plagas?

1) que cuando no se aplicó S (testigos) no hubo diferencia significativa entre los diferentes sistemas, que en promedio rindieron 2500 kg/ha,

2) cuando se fertilizó al cultivo con S la respuesta al nutriente fue diferente según la rotación:

a) con cobertura de avena la respuesta a S fue significativa y atribuible a que la avena utilizó S del suelo, lo acumuló en su biomasa, pero la descomposición de los residuos fue relativamente lenta debido a la calidad de los mismos (relación C:N) pudiendo haber generado incluso cierta inmovilización de S.

b) cuando la rotación fue soja-soja no hubo extracción de S por cultivos (pudo existir lavado) pero tampoco se logró el rendimiento máximo de casi 3000 kg/ha logrado en el caso anterior, lo que sugiere que otro factor de crecimiento fue más limitante que el S. Por el contrario, el agregado de S tendió a tener efecto negativo sobre el rendimiento.

c) cuando la cobertura fue raigrás tampoco hubo respuesta al S, si bien el raigrás, al igual que sucedió con la avena, debió consumir S. Sin embargo, el residuo que deja el raigrás tiene menor relación C:N lo que podría aumentar la disponibilidad de S para la soja siguiente, sin embargo el potencial de la soja fue menor que en el primer caso. Una explicación posible es que el crecimiento inicial de la soja haya sido en este caso más lento debido al gran volumen del rastrojo de raigrás y a la menor cantidad de agua disponible que dejó esa cobertura en el suelo.

En resumen, hace falta continuar investigando acerca del manejo de la fertilización con azufre, pero queda claro que en ocasiones puede ser una limitante importante, puesto que una diferencia de 500 kg de grano soja por hectárea puede definir la rentabilidad del sistema. En este sentido el cuadro de nutrientes original debería complementarse con los requerimientos de Azufre.

Azufre	La recomendación es aplicar entre 20 y 35 kg/ha como sulfato u otra fuente apropiada, fundamentalmente en suelos livianos, pobres en materia orgánica o después de barbechos prolongados. También se recomienda su aplicación donde no haya residuos frescos de cultivos, o cultivos que se ensilaron dejando escasos residuos en el suelo, o si éstos son de baja calidad y lenta mineralización.