

## Fertilización Foliar en Soja

*Equipo del Proyecto Fertilizar - INTA Pergamino*

*La fertilización foliar es una práctica común en agricultura intensiva como la producción de hortalizas o de frutas. La desventaja de una limitada capacidad de absorción por las hojas se compensa con la oportunidad de poder hacerlo en estados tardíos pero críticos para lograr altos rendimientos, o bien para aplicar eficientemente micronutrientes, que se requieren en dosis muy pequeñas. A estas ventajas también se suma economía debido a las bajas cantidades de producto que se requiere en relación a una fertilización de suelo. El productor sojero está bien equipado para realizar pulverizaciones gracias a una cultura antigua de uso de defensivos para control de malezas e insectos. Podría ser una oportunidad también para aplicaciones específicas complementarias de algunos nutrientes. Presentamos algunos antecedentes con los resultados provisorios de una investigación que se inicia en la campaña pasada.*

La nutrición nitrogenada de la soja presenta un problema complejo y algo paradójico a los agrónomos. Aunque los requerimientos de N esté entre los mas altos de los cultivos de campo, la fertilización no es recomendable ya que atenta contra la capacidad de fijación biológica. La absorción mineral, tanto del nitrógeno como la de los otros nutrientes no satisface las demandas de los granos durante el llenado, contribuyendo los requerimientos del cultivo a expensas de la translocación desde las hojas, tallos, y raíces, restando a su vez, capacidad de trabajo fisiológico a las raíces y a los nódulos.

Así se ha propuesto a la fertilización foliar durante el periodo reproductivo como un medio para suplementar la provisión de nutrientes a las plantas durante el periodo crítico de llenado de granos. García y Hanway fueron investigadores de Iowa que publicaron un clásico experimento donde con varias pulverizaciones con N, P, K y S aumentaron los rindes entre 200 y 400 kg/ha. la mayor parte de este aumento fue por el aumento en el número de granos por vaina. La proporción 5:4:12:2 fue la que mejor resultados le dio y explicaba que era la proporción de estos mismos nutrientes en las semillas. También aumento el total de N absorbido por el cultivo así como de los otros nutrientes, dando sustento a su hipótesis que aludía a una disminución en la capacidad de suministro de nutrientes por las raíces en decadencia durante el periodo de llenado de granos. Los autores enfatizaron el aspecto que la inclusión de todos los nutrientes era esencial, y cuando uno estaba ausente los resultados no eran los mismos.

Siguiendo estos promisorios resultados Vasilas y otros colegas realizaron un estudio mas detallado utilizando urea marcada para investigar el rol específico del nitrógeno durante el periodo reproductivo. Entre sus pruebas preliminares en dos años compararon la aplicación foliar de productos sin y con N, este último con urea marcada con  $^{15}\text{N}$ . El producto tenía una proporción NPKS de 5:4:12:2 y se realizaron cuatro aplicaciones entre R5 y R7 y dieron los resultados mostrados en el cuadro de abajo

	Williams 1976	Kent 1977
Control	3294	3203
P,K,S	3846	3794
$^{15}\text{N}$ ,P,K,S	3470	4248

Aunque el promedio en estos dos experimentos el tratamiento PKS era algo superior al de NPKS, las diferencias no fueron significativas. Sin embargo la absorción total de N con este ultimo tratamiento fue significativamente mayor. El trabajo de Vasilas demostró que una gran parte del N aplicado vía foliar es translocado a las semillas. Sin embargo otros intentos no tuvieron el éxito que estos autores pregonaron en sus experiencias, en particular lograr aumentos en el tamaño o peso de las semillas.

**Con todo el cuidado**

Una cuestión de primaria importancia en la fertilización foliar es la posibilidad de quemaduras en el follaje, en particular con fertilizantes que tienen urea. Vasilas menciona que en uno de los experimentos hubo un extensivo quemado del follaje que no ocurrió en otro de los ensayos. Este quemado no es por un efecto salino sino por los efectos fitotóxicos del amoníaco, que se libera dentro de la hoja una vez que ésta absorbe intacta la urea. La falta de quemaduras en el 2do ensayo se debió a que las aplicaciones se realizaron a la tarde en lugar de a la mañana. No obstante el riesgo de quemaduras sugeriría evitar la utilización de urea como tal, usando otras fuentes nitrogenadas.

### **Defensivos + fertilización**

Durante la campaña pasada se realizaron en la región sojera núcleo algunos experimentos que si bien podrían considerarse como exploratorios podrían resultar exitosos de comprobarse a campo sus resultados. El efecto podría ser importante ya que como tal, la fertilización foliar posee las ventajas que la región esta muy bien equipada con maquinaria de pulverización, existe una cultura de hacerlo por el control de insectos y de malezas, y en general los atributos de la fertilización foliar, que maneja volúmenes de productos mucho menores que la de suelos, admite también aplicaciones frecuentes para compensar la baja capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces.

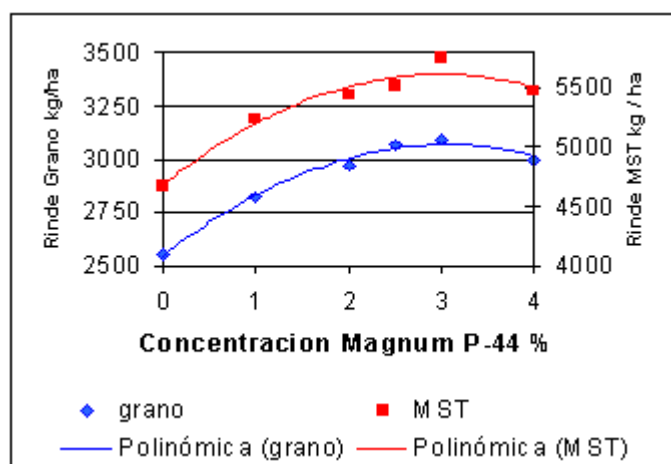
Justificar una fertilización foliar desde el punto de vista económico es difícil ya que el costo es relativamente bajo, se usan cantidades pequeñas en relación a la fertilización de suelo, pero también los aumentos esperados no son muy altos, lo que nos exigió trabajar con alta precisión, con parcelas grandes, y seis repeticiones, ese diseño facilitó lograr una alta precisión que detectó diferencias estadísticas del orden de 1,5 q/ha.

### **Cuando la soja es joven**

Se evaluaron dos estrategias de fertilización foliar, una de ellas, con pulverizaciones en estado vegetativo con un producto a base de fósforo principalmente, cuyo uso incluso podría hacerse coincidir con las aplicaciones complementarias de glifosato. Este experimento se realizó con soja de segunda, y con un objetivo primario de atender los requerimientos de los nódulos en formación antes que los de la planta propiamente dicha. Para ellos se aplicaron dosis crecientes (0, 1, 2, 2.5, 3 y 4 %) de ureafosfato (o fosfourea) (Magnum-P44) en 200 lt (lo que resultó en dosis de 0, 2, 4, 5, 6 y 8 kg/ha). La ureafosfato es un producto cristalino formado por la mezcla de urea y ácido fosfórico u otros materiales fosfatados, que se usa principalmente en fertirriego en cultivos intensivos. Las aplicaciones se realizaron al atardecer, en V-3 en soja RG del grupo 6 o 5,4 en Murphy, Urquiza y Arequito. A la floración se realizó un conteo y pesado de nódulos en 5 plantas por tratamiento en cada sitio. En cada parcela se evaluó además del rendimiento de grano y de biomasa total, los principales componentes de rinde: Vainas/m<sup>2</sup>, granos/vaina y peso de 100 granos.

Los resultados indicaron ganancias cercanas al 21 % en promedio logradas con la dosis de 3 %, que representó cerca de 5 q/ha promediando todos los sitios. Desde ya, el verano anterior las precipitaciones fueron muy desparejas lo que motivó cultivos de soja de 2da desde menos de 20 q/ha hasta algún caso con más de 35 q/ha, pero los incrementos fueron consistentes ya que el rinde de soja aumentó casi linealmente hasta la dosis indicada (Fig.Nº1).

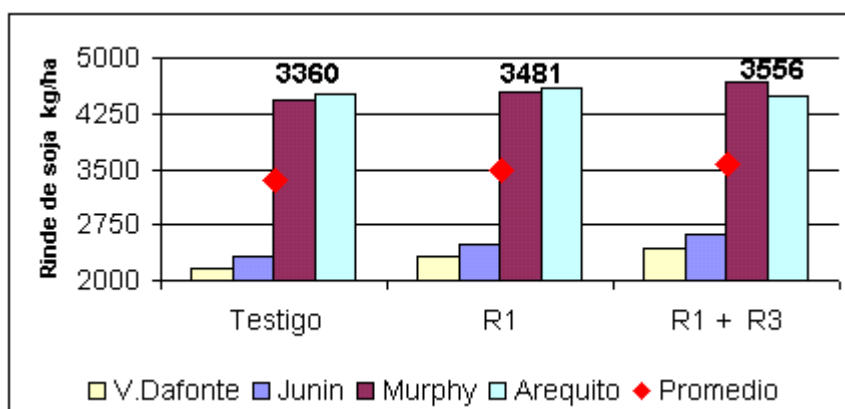
El análisis detallado reveló que gran parte de esta ganancia fue lograda por una mejor nodulación. Es probable que la aplicación por vía foliar de fósforo se transloque inmediata y directamente a los nódulos fijadores. Esta hipótesis se sustenta porque la soja tratada con las dosis más altas tenían mayor número de nódulos y de mayor peso (más grandes) que las no tratadas o con dosis más bajas. La mejor nodulación resultó en una mejor nutrición nitrogenada, llegando a más Nº de granos por vainas, con escasa modificación del peso de nódulos o vainas por m<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Resultados de la aplicación de fosforea (Magnum -44) en V-3 en soja de segunda

### Cuando van pintando las chauchas

Otra estrategia de la fertilización foliar en soja fue seguir aquella sugerida por los investigadores pioneros Hanway y García en Iowa, es decir realizar aplicaciones durante en el periodo reproductivo. En este caso en cuatro sitios sembrados con soja de 1ra. del grupo IV, que no habían recibido ninguna fertilización de suelo, se pulverizaron con formulaciones (Rotem-Amfert® de Israel), especializada en productos fertilizantes altamente solubles para fertirriego y foliares. El control, que no recibió ninguna fertilización se comparó con un tratamiento que recibió una aplicación de N-P-K-S de grado equivalente a 5-45-30-0, al 2 % al momento de inicio de la floración (R1). Otro tratamiento incluyó además del mencionado, otra aplicación de 2 % de 0-25-40-9S al momento del inicio del llenado de granos (R3). Estos resultados se grafican en la figura nº 2.



**Figura 2.** Resultados de aplicaciones de NPKS en soja de 1ra. durante la floración y fructificación en tres localidades.

Aparentemente no solo el producto es importante sino también la concertación y sobre todo el momento de aplicación. Otras serie de pruebas realizadas con 13-0-46 (Multi-K® de Haifa Chemicals), mostró que aplicaciones realizadas en R1 no eran tan efectivas como las realizadas en R3, a no ser que la concentración aumente al doble. La menor concentración dio aumentos de rinde equivalentes a la mayor cuando se aplicó apropiadamente en R3, con casi 4 q/ha promediando los cuatro sitios (387 kg/ha). Todos estos aumentos de rendimiento estuvieron correlacionadas casi exclusivamente a un aumento del peso de granos, antes que a cualquier otro componente de rendimientos (151 vs. 175 g/100 granos)

### Haciendo las cuentas

Así, no obstante estos promisorios resultados, resta la prueba de fuego de superar la conveniencia económica. De repetirse los resultados a campo la ecuación económica será altamente conveniente debido al costo relativamente menor del producto, aunque queda sin embargo, contabilizar el costo de aplicación, que se sabe,

oscila entre 4 a 5 \$/ha. No queda duda que para obviar el costo de aplicación sería óptimo poder sincronizar estas aplicaciones de nutrientes con otros defensivos como pesticidas para el control de oruga de la flor de aparición cada vez mas frecuente en la floración temprana o para control de chinches, mas frecuentes durante la etapa del llenado de granos.

Sin embargo a pesar de esta conveniencia, no sería lo mas adecuado arriesgar una aplicación, definida para lograr un aumento de rinde y que aparenta ser muy dependiente de la fenología del cultivo, a la eventual aparición de una plaga, cuyo oportunidad de control radica mas en criterios de control de población. En ese sentido la base de la decisión deberá ser el criterio del asesor, que integrará los factores agronómicos, económicos como ambientales.

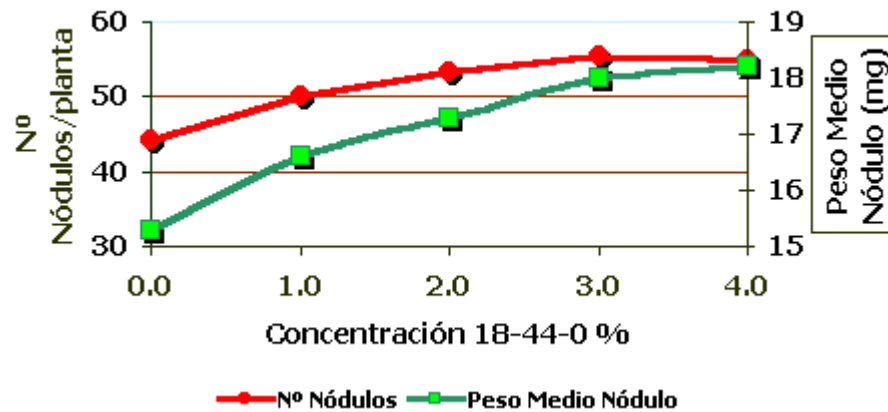


Figura 3. Efecto de 18-44-0 sobre el nº y peso de nódulos en soja de 2da.

#### Referencias:

- Garcia R. and J. Hanway. 1976 Foliar fertilization of soybeans during the see filling period. Agr. Jr. 68: 653-57.
- Vasilas, B.L., J.O. Legg and D.C. Wolf. 1980. Foliar fertilization of Soybeans: Absorption and translocation of <sup>15</sup>N labeled urea. Agr. Jr.. 72:271-275