

### **Inoculación y micronutrientes dos grandes colaboradores de la soja**

Ing. Agr. M.Sc. Luis Ventimiglia

Lic. Econ. Lisandro Torrens Baudrix

**Octubre 2018**

La soja es un cultivo nitrógeno (N) dependiente, cuanto mayor cantidad de nitrógeno acumule en su ciclo productivo, mas posibilidad tendrá de alcanzar mayores rendimientos, como así también mejor calidad. Recordemos que la proteína contiene importantes cantidades de N, como también de otros nutrientes. En general el N que el cultivo acumula proviene de lo que puede aportar el suelo y principalmente de la fijación biológica, proceso vital y de bajo costo que se debería maximizar para potenciar la producción. El productor puede realizar varias acciones con el objetivo de eficientizar la fijación biológica, entre otras podríamos mencionar: Adecuada fertilización con fósforo y azufre, correcta inoculación, verificar y de ser necesario corregir la acidez que presenta el suelo, complementar la fertilización tradicional con micronutrientes, mantener una adecuada sanidad del cultivo, etc.

En la actualidad una gran proporción de los suelos de la región pampeana presentan carencia de macro y meso nutrientes, tales como: nitrógeno, fósforo y azufre, pero en los últimos años se han detectado otros problemas con elementos menores o micronutrientes como: zinc, boro, etc. Paralelamente, hay nutrientes que juegan papeles muy especiales como el cobalto y molibdeno dentro del proceso de fijación biológica de N.

El molibdeno es esencial para las plantas, ya que forma parte de la enzima nitrato reductasa, que reduce al nitrato absorbido por las plantas a amonio para posteriormente incorporarse a los compuestos orgánicos. Así plantas deficientes en este nutriente presentan relativamente mayor acumulación de nitratos y menor acumulación de compuestos amino soluble. Como su función más importante en el

metabolismo de la planta es la reducción del nitrato, existe similitud en los síntomas visuales de su deficiencia, que se muestra como una clorosis inicial en las hojas más maduras. Y al contrario de la deficiencia de N, la de molibdeno presenta posteriormente necrosis en las márgenes de las hojas debido a la acumulación de nitratos. El molibdeno puede ver reducida su disponibilidad debido a la acidificación producida en los suelos como consecuencia de la acidificación progresiva, cosa bastante común en los suelos de la región pampeana.

El cobalto también es esencial para la fijación biológica del N y el crecimiento de los rizobios. Al aumentar el suministro de cobalto aumenta el crecimiento de los rizobios, la fijación de N, el contenido de la co-enzima B12 y la formación de leghemoglobina en el rizobio. Suele ser deficiente en suelos arenosos, ácidos o excesivamente cultivados.

El agregado de molibdeno junto al inoculante como tratamiento de semilla, es la forma más frecuente de incorporar este nutriente. Debido también a la mínimas necesidades de molibdeno, aunque no menos esenciales, se necesitaría una dosis de 12 a 25 g/ha de este nutriente. En el caso de cobalto se precisan aún menos cantidades que de molibdeno, apenas entre 1 y 5 gramos por hectárea. Otra forma práctica de poder adicionar estos micronutrientes al cultivo es en forma foliar. En este caso la aplicación es más simple, dado que al diluirse en agua, se hace homogénea la aplicación de pequeñas cantidades de activo. De aplicar estos micronutrientes en forma foliar, se lo debería hacer en estadios tempranos del cultivo, no más allá de V5 (5 nudos en tallo principal). Si bien los resultados encontrados en muchos trabajos comprueban que las aplicaciones foliares pueden ser eficientes, puede ocurrir que las mismas lleguen un poco tarde. Se recuerda que ambos elementos químicos interactúan fuertemente

tanto en el proceso de formación de nódulos como así también en la fijación biológica propiamente dicha.

Durante el ciclo productivo 2017/18 la Agencia INTA 9 de Julio realizó una experiencia en la cual se comparó el efecto de un buen inoculante y la acción de este mismo inoculante con el agregado de cobalto y molibdeno.

El año fue sumamente seco, con 5 meses (noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo), en los cuales la sumatoria de lluvias no superó los 175 mm. La demanda atmosférica para esos mismos meses fue muy superior al valor antes mencionando. Bajo estas condiciones el cultivo debería haber fracasado ampliamente, sin embargo esto no ocurrió gracias al aporte que realizó la napa freática. La siembra se efectuó en forma directa a 0,35 m entre hileras con la variedad DM 4615 STS. El diseño fue en bloques al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental contó con 7 surcos por 6 metros de largo cada uno. Todos los tratamientos fueron fertilizados en la línea de siembra con 107 kg/ha de una mezcla arrancadora (7 - 40 - 5). Los tratamientos ensayados fueron:

- 1.- Fertilizado
- 2.- Fertilizado e inoculado con *Bradyrhizobium japonicum* (1 cc/kg de semilla).
- 3.- Fertilizado + Cobalto y Molibdeno (1cc/kg de semilla) + *Bradyrhizobium japonicum* (1 cc/kg de semilla).

Nota: En todos los casos el volumen total se llevó a 5 cc/kg de semilla con el agregado de agua destilada a efectos de lograr una correcta homogeneidad de los productos en la semilla. El producto que contenía los micronutrientes estaba formulado peso/peso con 1,4 % de Cobalto y 10,1 % de Molibdeno.

El ensayo fue mantenido libre de malezas y plagas. La cosecha se realizó en forma manual recolectándose 2 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental. El material fue posteriormente trillado, pesado, tomada su humedad y expresado el resultado en kg/ha a 13,5 % de humedad.

Tabla 1.

**Tabla 1: Rendimiento y diferencias sobre el testigo**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia s/fertilizado	
		(kg/ha)	(%)
Fertilizado	3.656 a	----	-----
Fertilizado + Inoculante	4.169 a	513	14,0
Fertilizado + Inoculante + Co Mo	4.460 b	804	22,0

Co Mo = Cobalto y Molibdeno

Letras diferentes indican diferencia por el test DMS ( $p < 0,05$ ), CV: 7 %.

La experiencia presentó resultados muy interesantes. La inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno presentó un incremento de rendimiento muy elevado. Es posible que la seca reinante durante noviembre pudo haber hecho disminuir la población naturalizada de *Bradyrhizobium* en el suelo. La siembra se efectuó cuando se produjo una lluvia, quizás esto permitió que una mayor cantidad de bacterias aportadas con la semilla pudiesen colonizar las raíces de la soja y fijar importantes cantidades de nitrógeno, que el suelo en forma natural, no pudo suplir, de allí el incremento tan importante en el rendimiento alcanzado.

Otra situación que sorprendió gratamente fue el rendimiento obtenido, cuando, además de *Bradyrhizobium japonicum*, se adicionó cobalto y molibdeno. Este tratamiento alcanzó sobre el anterior un incremento de 8 %. Al ser una experiencia exploratoria si bien se realizó un análisis de suelo, el cual incluía algunos micronutrientes, no se dispone del dato de cobalto y molibdeno, sí se sabe que el pH era de 5,5, un valor muy similar al que presentan la mayor parte de los

suelos de esta región. La condición del lote donde se realizó la experiencia, de textura franco arenosa (Hapludol éntico), y con muchos años de agricultura continua, pudieron haber contribuido a que el cultivo presente las respuestas mostradas.

Es posible de cara a un futuro muy cercano, que cada vez más los micronutrientes pongan freno al rendimiento que los cultivos pueden llegar a obtener. Hay suficientes pruebas en distintos lugares de la región pampeana con respuestas positivas a muchos de ellos. Esta línea de investigación, como también la corrección del pH del suelo serán temas que se deberán abordar fuertemente.

### **Bibliografía Consultada**

- Ciampitti, I., Garcia, F. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, oleaginosos e industriales. Archivo Agronomico 11. 2007.
- Fontanetto, H., Keller, O., Negro, C., Belotti, L., Giailevra, D. Inoculación y fertilización con cobalto y molibdeno sobre la nodulación y la producción de soja. Informacion Tecnica Cultivos de Verano. Campaña 2006. Publicacion Miscelanea # 106. 2006. INTA Rafaela
- Melgar, R. Molibdeno y cobalto dos nutrientes esenciales en la producción de soja. Revista Fertilizar N 11 pag. 26 – 29.