

Mejores Prácticas de Manejo de la Fertilización en Soja



Nutrientes para el campo

Realización

Departamento de Investigación y Desarrollo (Ing.
Mirta Toribio)

¿Cuántos Nutrientes se llevan del suelo 1 ton de soja?
¿Estamos realizando una Fertilización Balanceada?
¿Qué Fuentes de nutrientes son las más adecuadas?

Introducción

Las MPM (Mejores Prácticas de Manejo) de nutrientes y fertilizantes se basan en la elección de una **Fuente** correcta para ser aplicada en **Dosis**, **Forma** y **Momento** adecuados (Bruuselma *et al.*, 2008).

El cultivo de soja demanda 80 kg de N ha⁻¹, 8 kg P ha⁻¹ y 6 kg S ha⁻¹ para producir 1 tn de granos, y se caracteriza por exportar una fracción mayor de los nutrientes absorbidos con relación a otros cultivos (75%, 83% y 80% respectivamente).

4 ton de soja se llevan del suelo:
- 120 kilos de N (260 kilos de urea)
- 27 kilos de Fósforo (132 kilos de superfosfato triple)
- 19 kilos de Azufre (100 kilos de sulfato de calcio)

Por otro parte, las estrategias de fertilización con Fósforo (P) y Azufre (S) implementadas en Argentina han determinado un balance claramente negativo, por el retiro de cantidades importantes con los granos. En cuanto a Nitrógeno (N) hay evidencias de que a partir de R5 la tasa de asimilación por FBN declina considerablemente (Zapata *et al.*, 1987) por lo que cultivos de altos rendimientos, requerirían elevada disponibilidad de nitrógeno (N) durante las etapas reproductivas, la cual puede no ser abastecida por el suelo y la FBN (Wesley *et al.*, 1998).

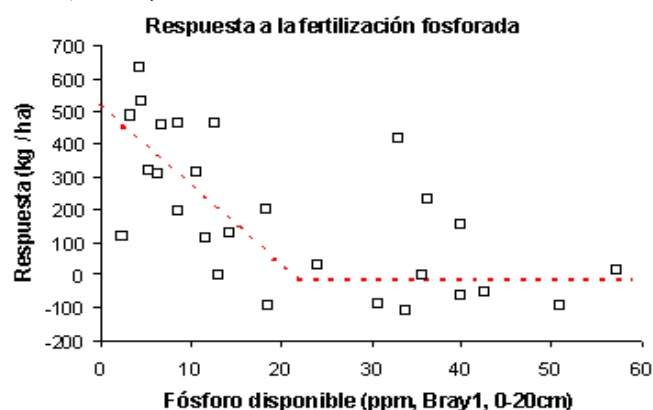
Todo esto lleva a pensar que es prioritario evaluar cada lote a través de análisis de suelo y diseñar estrategias que contemplen la reposición de las cantidades de nutrientes exportadas con los granos, y en el caso en que dichos niveles se encuentren por debajo de los umbrales críticos sugeridos, su restitución paulatina mediante fertilización.

Dosis

Para determinar la dosis a aplicar debemos saber la disponibilidad de nutrientes en el suelo y para ello debemos realizar un correcto análisis de suelo.

Fósforo (P) → la probabilidad de respuesta a la fertilización fosfatada se observa a partir de las 9 ppm de P en el suelo y hay respuesta variable cuando los niveles varían entre 9 y 14 ppm de P en el suelo. **Figura 1.**

Figura 1: Respuesta a la fertilización en función del Fósforo disponible a la siembra (Proyecto Fertilizar-INTA, 2001).



Azufre (S) → cabe resaltar que hay respuesta a las aplicaciones de este elemento, pero sólo se manifiestan cuando se corrigen las deficiencias de Fósforo (P). Además para diagnosticar S no sirve tomar muestras de 0 a 20 cm. por el lavado que sufre este nutriente. "Para medir contenido de S hay que ir más abajo (40-60 cm.), ya que es un nutriente muy móvil, similar a los nitratos" (Ing. N. Darwich).

Nitrógeno (N) → Algunos estudios sugieren que la aplicación foliar de fertilizantes nitrogenado en estados reproductivos (R3-R5) podría ser una alternativa para complementar las necesidades del cultivo, suplir ese déficit y así aumentar los rendimientos (Ing. F. Salvagiotti – inédito 2010). La dosis no debería ser superior a los 20 kilos de N en una sola aplicación porque produciríamos un quemado de las hojas. Y la respuesta puede llegar a ser de hasta un 20% de aumento, cuando la disponibilidad de agua durante la etapa de llenado de los granos es óptima.

Fuentes

Los fertilizantes más usados habitualmente como fuentes de P son, el superfosfato triple (SPT, 20 % de P) y simple (SPS, 9% de P) y el fosfato diamónico (PDA, 18% N y 20% P) y fosfato monoamónico (PMA, 12% N y 23% P). La principal diferencia entre ambos es el aporte de nitrógeno que realiza el PDA y PMA, ya que todos son solubles y tienen semejante contenido de P. Se sabe que el cultivo de soja requiere cierta provisión de nitrógeno del suelo, ya que, por un lado la fijación simbiótica no cubre todos los requerimientos y, por el otro, ésta no comienza sino después de al menos 10-20 días de la infección.

No debemos olvidar que solo el 20% del Fósforo aplicado será utilizado en el año de aplicación, el resto queda como reserva en el suelo para los siguientes cultivos.

Mejoras en la tecnología de fertilización llevan al uso de mezclas con las proporciones adecuadas de nutrientes para lograr el balance adecuado requerido por el cultivo. Por este motivo nuevas tecnologías en fertilización se están presentando en el mercado de fertilizantes. Mezclas como las **Proterra AR Soja**, además de la provisión de Fósforo aseguran una correcta provisión de Azufre.

Proterra 7-40-0 S:5 o 0-30-0 S:7
aseguran un balance de nutrientes adecuado para lograr que el cultivo de soja exprese todo su potencial de rendimiento.

Formas y Momentos: Estrategias de fertilización

➡ Durante la Campaña 2007/08 se desarrollo un ensayo en el marco del ensayo de larga duración dirigido por el Ing. G. Ferraris del INTA Pergamino.

El ensayo es conducido en la localidad de Arribeños, partido de General Arenales. Rotación Maíz- Soja – Cebada/Soja de 2da. – Trigo/Soja de 2da.

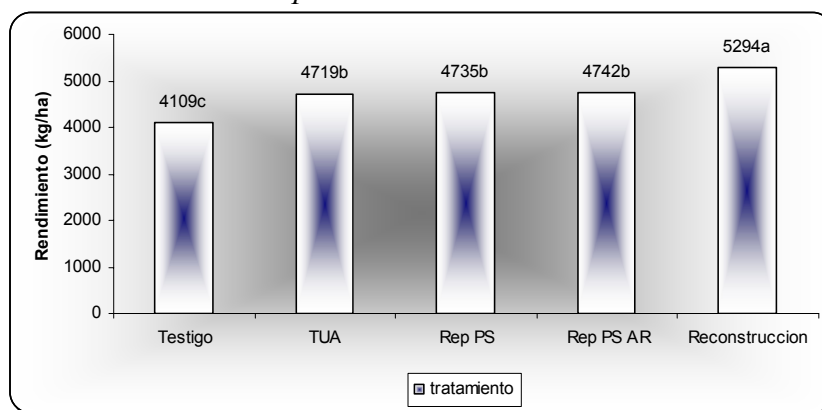
Tabla 1: Estrategias de fertilización evaluadas durante la campaña 2007/08. Soja. Segundo año de experiencias. Ing. G. Ferraris *et al.* del INTA Pergamino.

	Criterio de fertilización	Rendimiento objetivo	Fósforo (P) kg/ha	Azufre (S) kg/ha	SPT (0-20-0) kg/ha	SC (0-0-0-18S) kg/ha
T1	Testigo sin fertilización		0	0	0	0
T2	Tecnología Uso Actual		16	0	80	0
T3	Reposición PS Rendimiento objetivo medio	3800	22	12	110	68
T4	Reposición PS Rendimiento objetivo alto	4500	26	15	131	81
T5	Reposición S Reconstrucción P Rendimiento objetivo alto	4500	42	15	211	81

Los fertilizantes fosfatados y azufrados se aplicaron al voleo al momento de la siembra. Como fuentes se utilizaron Superfosfato triple de calcio (0-20-0) y Sulfato de calcio (0-0-0-18S).

Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos de soja ($P=0,00$; $CV= 6,1 \%$). El tratamiento de máxima (T5, reconstrucción de P) superó significativamente al resto de los tratamientos fertilizados y, a la vez, estos superaron al testigo (**Figura 2**).

Figura 2. Rendimiento de soja como resultado de diferentes estrategias de fertilización. Arribeños, General Arenales. Campaña 2007/08.



Las diferencias en soja serían atribuibles así, al efecto residual y directo del P y S aportados al antecesor maíz y a la soja del presente año, respectivamente.

En la **Tabla 2** se presenta el balance de nutrientes realizado al finalizar la Campaña de soja. Se observan claramente las estrategias que dan Balance positivo. Cabe resaltar que el N siempre fue negativo.

Tabla 2: Balance de nitrógeno, fósforo y azufre (kg ha⁻¹) para los diferentes tratamientos. Los datos de rendimiento y concentración de nutrientes en grano fueron ajustados a 13 % de humedad.

Tratamiento	Agregado (kg ha ⁻¹)			Extracción (kg ha ⁻¹)			Balance (kg ha ⁻¹)		
	N	P	S	N	P	S	N	P	S
T1 Testigo	0	0	0	238	15,4	5,8	-238	-15,4	-5,8
T2 TUA	0	16	0	271	22,8	6,0	-271	-6,8	-6,0
T3 Rep PS	0	22	12	279	23,3	7,5	-279	-1,3	4,5
T4 Rep PS AR	0	26	15	272	24,2	7,8	-272	1,8	7,2
T5 PS Reconstr	0	42	15	306	27,8	8,3	-306	14,2	6,7

➡ Durante la Campaña 2009/10 se realizaron, desde el Departamento de I&D de Profertil, dos ensayos en Tortugas y Armstrong (Santa Fe), con el fin de evaluar la importancia de la fertilización nitrogenada en estadios reproductivos con N-Foliar 20.

Los ensayos fueron fertilizados con 100 kg ha⁻¹ de Superfosfato Triple de Ca al costado incorporado y 80 kg ha⁻¹ de Sulfato de Ca aplicados al voleo. Las aplicaciones se hicieron entre siembra y preemergencia.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones en microparcelas de 5 surcos x 4 metros de longitud. Los datos se procesaron estadísticamente con el programa Infostat y test de Duncan al 0.05 %.

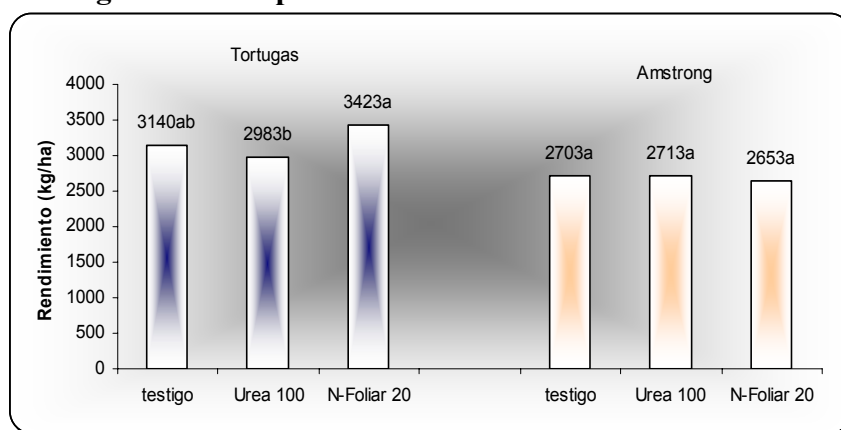
Tabla 1. Análisis de suelo en Presiembra

Muestra Prof. (0 - 20 cm)	N- NO3- ppm	N-NO3 kg ha ⁻¹ (0-20cm)	N-NO3 kg ha ⁻¹ (0-60 cm)	Humedad %	P ppm	MO %	pH	S-SO4 ppm
Tortugas	10.3	26.78	46.02	24.2	13.1	3.31	6.2	12.3
Armstrong	16.4	42.64	71.76	29.9	37.0	3.72	5.9	12.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrado por el distribuidor Profertil.

Las aplicaciones de los fertilizantes foliares no mostraron síntomas de fitotoxicidad luego de aplicados. Cabe resaltar que los dos lotes tuvieron problemas de anegamiento y que el lote de Tortugas tuvo baja incidencia de mancha ojo de rana (MOR) en cambio el lote de Armstrong tuvo más problemas de MOR.

Gráfico 2. Rendimiento del cultivo de soja bajo distintos tratamientos de fertilización nitrogenada. Campaña 2009/10.



Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05). Test: Duncan α=0.05

Si observamos el **Gráfico 2** vemos que en Tortugas hubo una tendencia positiva del tratamiento con N-Foliar 20 sobre el testigo. Con diferencias en rendimiento de alrededor del 9% (más de 280 kg ha⁻¹). Esto no se observó en Armstrong.

Consideraciones Finales

Programar una correcta Fertilización Balanceada dentro de las MPM implica considerar una serie de aspectos que van desde:

1- Decidir **que** nutrientes y **cuanto** necesito (dosis) para lo cual debo:

a- contar con un diagnóstico adecuado del lote, para ello necesitamos realizar el Análisis de Suelo con un correcto Muestreo de Suelo.

b- plantear rendimientos objetivos razonables y considerar los requerimientos no solo del cultivo sino también de la rotación.

c- conocer y considerar la cuantiosa información técnica disponible en ensayos, modelos y experiencia para la toma de decisión de la dosis más conveniente.

2- Evaluar la **mejor fuente, forma y momento** de aplicación de dicho nutriente para lo cual deberemos considerar:

a- Las estrategias de fertilización con Fósforo y Azufre se elaboran en conjunto, pensando siempre en una fertilización balanceada con estos nutrientes, para que el cultivo de soja exprese todo su potencial.

b- Las experiencias con fertilizaciones durante el período reproductivo, destinadas a proveer N durante el llenado de grano cuando la actividad de los nódulos disminuye, han mostrado resultados variables según la oferta de N del suelo, el estado y crecimiento del cultivo y el rendimiento obtenido (Wesley *et al.*, 1998; Scheiner *et al.*, 1999; Ventimiglia *et al.*, 1999).

c- Profertil recomienda consultar a su asesor de confianza y evaluar el uso de mezclas a medida que faciliten la incorporación del P y el S necesario (**Proterras SOJA**), complementándolo con el N adecuado (**N-Foliar 20**) en estados reproductivos (R3-R5) sobre todo en años con alto potencial de rendimiento. www.profertilnutrientes.com.ar

Bibliografía

- Bruulsema T.W., C. Witt, F. García, S. Li, T. Nagendra Rao, F. Chen, y S. Ivanova. "Un Marcos Global para las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) de los fertilizantes. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N° 38. IPNI. 2008.

- Ferraris G. N¹.; Lucrecia Couretot¹; M. Toribio² y R. Falconi³. "Fertilización de Soja: ¿Qué estrategia adoptamos?". ¹Desarrollo Rural INTA Pergamino; ²Investigación y Desarrollo Profertil S.A. ; ³El Ceibo Cereales S.A. Campaña 2007/08

- Gutierrez Boem, F. H. y J. D. Scheiner. « Fertilización Fosforada del Cultivo de Soja». Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, U.B.A.

- Salvagiotti, F. "Evaluación de la Fertilización con nitrógeno en Soja". EEA INTA Oliveros. 2010.

- Scheiner J., F. Gutiérrez Boem y R. Lavado. 1999. "Experiencias de fertilización de soja en el centro-norte de Buenos Aires". En Jornada de Actualización Técnica para Profesionales "Fertilización de Soja". INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. 39 pág.

- Ventimiglia L., H. Carta y S. Rillo. 1999. "Fertilización foliar nitrogenada complementaria". Agromercado, Cuadernillo No. 40. Buenos Aires, Argentina.

- Wesley, T.L.; Lamond, R.E; Martin, V.L; Duncan, S.R. 1998. "Effects of late season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition". J. Prod. Agric. 11:331-336.

- Zapata, F; Danso, S; Hardarson, G.; Fried, M. 1987. "Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology". Agron. J. 79:172-176.