

## Manejo de la Fertilización en Cultivos de Verano

Andrés Quincke<sup>1</sup>, Adriana García Lamothe<sup>1</sup>, Alejandro Morón<sup>1</sup>

La historia de fertilización de cultivos extensivos en Uruguay comienza en forma masiva en la década del '70. Acompañando el proceso de adopción a nivel comercial, la investigación científica nacional comenzó a trabajar en esta disciplina, tanto en la Facultad de Agronomía, como en el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, posteriormente el INIA. Fueron fundamentales los trabajos en el desarrollo y la definición de técnicas analíticas para determinar la disponibilidad de nutrientes en nuestros suelos agrícolas. Además se realizaron los primeros trabajos experimentales dentro de estaciones experimentales y en condiciones de producción comercial, cuyos resultados permitieron publicar en 1976 la Guía de Fertilización de Cultivos (Oudri, et al., 1976). A partir de estos trabajos seminales, se llevaron a cabo varios proyectos de investigación para ampliar, mejorar y validar las recomendaciones de fertilización en Uruguay.

El objetivo de este trabajo es presentar una síntesis del estado actual de las recomendaciones nacionales de fertilización y realizar una discusión sobre “filosofías de fertilización”.

### Manejo de la fertilización de cultivos de verano

El manejo de la fertilización de cultivos de verano se basa fundamentalmente en el análisis de suelo, con el fin de evaluar la capacidad de aporte del suelo para el cultivo. La filosofía de fertilización que ha estado implícita en nuestras recomendaciones ha sido la de *suficiencia*. Esto significa que el objetivo de la fertilización es *complementar* el aporte de nutrientes del suelo. En el presente se usan comúnmente los siguientes análisis de suelos: contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>), fósforo disponible (P-Bray 1) y el potasio intercambiable (K intercambiable). En otras zonas es más usado el análisis de P con Ácido Cítrico. Además, como indicador complementario al N-NO<sub>3</sub>, también existe el Nitrógeno Potencialmente Mineralizable (o PMN), aunque se uso aún no se ha generalizado. La tabla 1 resume los niveles críticos desarrollados (y propuestos) para los suelos típicos del litoral agrícola-ganadero. Para cada uno de los cultivos (maíz, sorgo, girasol y soja) también se presenta una estimación de la extracción de nutrientes que se produce por la vía del grano cosechado (para el nivel de rendimiento que se indica).

**Tabla 1:** Niveles críticos para los nutrientes N-P-K para los cultivos de maíz, sorgo, girasol y soja.

Cultivo	Remoción en grano	N-NO <sub>3</sub>	P (Bray 1)	K int.
Maíz	Si rinde 6000 kg/ha: 88 kg N 41 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 29 kg K <sub>2</sub> O 11 kg S	A la <b>siembra</b> : 25 ppm A <b>V6</b> : 16-20 ppm	14-16 ppm	Texturas medias a pesadas: 0.30 ppm Textura FAr ó más liviana: 0.25 ppm
Sorgo	Si rinde 6000 kg/ha: 100 kg N 43 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 32 kg K <sub>2</sub> O 12 kg S	(se sugiere aplicar criterio de maíz) A la <b>siembra</b> : 25 ppm A <b>30 d</b> post-emergencia.: 16-20 ppm	14-16 ppm	
Girasol	Si rinde 2500 kg/ha: 65 kg N 23 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 22 kg K <sub>2</sub> O 5 kg S	A la <b>siembra</b> : 10-12 ppm (G 1 <sup>a</sup> ) 7 ppm (G2 <sup>a</sup> ) A <b>4-6 hojas</b> : 5-7 ppm	10-12 ppm	
Soja	Si rinde 3000 kg/ha: 180 kg N 47 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 59 kg K <sub>2</sub> O 14 kg S	No se recomienda fertilizar con N	10-12 ppm	

<sup>1</sup> Ing. Agr. Suelos, INIA La Estanzuela.

## Cómo se decide la dosis a aplicar de cada nutriente?

Siguiendo el criterio de *suficiencia*, la esencia de la fertilización es subir el nivel del suelo hasta el nivel crítico. En consecuencia, si el resultado del análisis de suelo es menor al nivel crítico, será necesario aplicar fertilizante para alcanzar las necesidades del cultivo. Así, la dosis teórica de fertilizante se calcula como la diferencia (entre el resultado del análisis de suelo y el nivel crítico) multiplicada por el *equivalente fertilizante*. El *equivalente fertilizante* (Tabla 2) indica la dosis necesaria para cada unidad de incremento en el nivel del suelo.

**Tabla 2:** Valores de *equivalente fertilizante* comúnmente aceptados.

Nutriente	Incremento en el nivel de suelo	Dosis a aplicar
N	1 ppm de N-NO <sub>3</sub>	2.5 kg N *
P	1 ppm de P (Bray 1)	10 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> **
K	0,1 meq de K int.	117 kg K <sub>2</sub> O ***

\* Nota: normalmente se acepta que la fertilización nitrogenada tiene una eficiencia de 50%.

\*\* Nota: este coeficiente fue definido para P-resinas en la Guía de Fertilización de Pasturas.

Además puede variar entre 5 y 15 ó 20, y se consideraría válido para los suelos del litoral.

\*\*\* Nota: no considera fijación de K en las arcillas del suelo, pero se acepta como orientativo.

Ejemplo 1: Definir la dosis de fertilizante P para un cultivo de soja en un suelo con 7 ppm de P (Bray 1). El nivel crítico se establece en 12 ppm. La diferencia (12–7=5 ppm) se multiplica por el *equivalente fertilizante* para obtener la dosis teórica: 5 ppm × 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = **50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha** (~110 kg de 0-46/46-0).

Ejemplo 2: Definir la dosis de refertilización con N en un cultivo de maíz en un suelo que tiene 5 ppm N-NO<sub>3</sub> en el estadio V6. El nivel crítico se establece en 18 ppm. La diferencia (18–5=13 ppm) se multiplica por el *equivalente fertilizante* para obtener la dosis teórica: 13 ppm × 2.5 kg N = **32.5 kg N/ha**. Se considera una eficiencia de 50% del fertilizante nitrogenado (32,5 / 0,50), obteniéndose 65 kg N /ha (~140 kg de urea).

### Filosofías de Fertilización: *suficiencia vs. subir y mantener*

El desarrollo de las recomendaciones de fertilización para cultivos agrícolas ha estado dominado por lograr establecer *niveles críticos* para los distintos cultivos de interés y para los nutrientes más importantes. El nivel crítico indica el valor de análisis de suelo por encima del cual no se esperan aumentos de rendimiento por la fertilización. Como se dijo antes, este concepto lleva implícito que los fertilizantes se usan como complemento del aporte del suelo, y el agricultor espera maximizar la ganancia con el insumo fertilizante. No considera el mantenimiento de la calidad del recurso suelo en el largo plazo. Esta filosofía para definir recomendaciones de fertilización se denomina *de suficiencia* o *de corrección de deficiencias*.

En contraposición, la filosofía de *mantenimiento de la fertilidad* o *de balance nutrientes* no está enfocada a las necesidades del cultivo presente, sino a asegurar la calidad del recurso suelo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo se mantenga en niveles no limitantes para el rendimiento de los cultivos.

### Para la discusión

**Años excepcionales climáticamente:** Se debería prever dosis más altas para aprovechar los años con mayores rendimientos potenciales? De acuerdo al criterio de suficiencia, en general cuando las condiciones climáticas favorecen rendimientos excepcionales, también se favorece una mayor liberación de nutrientes del suelo. Consecuentemente, en una situación “promedio” no habría necesidad de incrementar la dosis para concretar un mayor rendimiento potencial en años excepcionales. De cualquier manera, si el año puede aumentar la respuesta física de la fertilización, por lo cual la dosis económicamente óptima sería mayor.

**Productores excepcionales agrónomicamente:** Se debería prever dosis mayores si el productor logra rendimientos altos sistemáticamente, tanto en años buenos como en años malos? Las calibraciones para recomendar la dosis óptima están basadas en promedios de un elevado número de experimentos, abarcando un rango amplio de ambientes (año climático, tipo de suelo, nivel tecnológico del productor, etc.). Por eso, en

situaciones de excepcional manejo agronómico, es posible que las dosis recomendadas no resulten suficientes para concretar el verdadero potencial de rendimientos.

### Referencias y bibliografía adicional:

- Arias, N. y De Battista, J.J. 2003. Fertilización de soja en vertisoles. Jornada Nacional de Soja, 22 de Agosto de 2003. Serie de Actividades de Difusión N° 325. INIA.
- Bordoli, J.M. (sin publicar). Informe de resultados de los ensayos de fertilización P y K en maíz (Durazno, 2004-05).
- Bordoli, J.M. y A. Marchesi. 2001. Fertilización Nitrogenada de Girasol en sistemas de Siembra Directa. Resumen de Trabajos de la 9ª Jornada Anual de Siembra Directa, 12 de octubre de 2001. AUSID.
- Bordoli, J.M.; A. Quincke; A. Marchesi, y E. Marchesi. 2000. Fertilización Nitrogenada de Girasol en Sistemas de Siembra Directa. Resumen de Trabajos de la 8ª Jornada Anual de Siembra Directa. 13 de octubre de 2000. AUSID.
- Cano, J.D., O. Ernst, y F. García. 2007. Respuesta a la fertilización potásica en maíz para grano en suelos del noreste de Uruguay. Informaciones Agronómicas 36:9-12. IPNI.
- Casanova, O. 2005. Actualidad y perspectivas de los fertilizantes en Uruguay. Revista Cangüé N°27 pp46-48. EEMAC, Fac. Agronomía, Uruguay.
- Criterios para la fertilización con fósforo y potasio en sistemas agrícolas. 24 de Julio de 2008. IPNI, Facultad de Agronomía, EEMAC. Paysandú, Uruguay.
- Ferguson, R.B. Fertilizer recommendation philosophies. <http://soilfertility.unl.edu/>
- García Lamothe, A. (sin publicar). Fertilización en girasol: Respuesta a nitrógeno y a boro (2004-2005).
- Hernández, J., O. Casanova, y J. Zamalvide. 1988. Capacidad de suministro de potasio en suelos del Uruguay. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. Boletín de Investigación N° 19.
- Morón, A. 2005. Informe de resultados de la red de ensayos de fertilización y fijación biológica de nitrógeno en soja 2003-04. Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Agosto 2005. Serie de Actividades de Difusión N°417. INIA.
- Morón, A. 2005. Informe de resultados de la red de ensayos de fertilización de soja 2002-03. Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Agosto 2005. Serie de Actividades de Difusión N°417. INIA.
- Morón, A. 2003. Fertilización en soja. Jornada Nacional de Soja, 22 de Agosto de 2003. Serie de Actividades de Difusión N° 325. INIA.
- Murdock, L. Evaluating Fertilizer Recommendations. Cooperative Extension Service, University of Kentucky. AGR-151.
- Perdomo, D. y G. Cardellino. 2006. Respuesta de maíz a fertilizaciones definidas con diferentes criterios de recomendación. Agrociencia 10:63-79.
- Zamuz, E.M.; y J.L. Castro. 1981. Comparación de métodos para estimar fósforo disponible en suelos con diferentes fertilizaciones previas. Investigaciones Agronómicas, 2:1, 8-15.