

# FERTILIDAD DE SUELOS Y SUSTENTABILIDAD LO QUE MUCHOS SABEN PERO



Fertilización nitrogenada: mitad en forma de guano, mitad como urea (izquierda) y sólo como urea (derecha). No existe diferencia entre ambas formas de aplicación.

**H**oy, los agricultores están preocupados por adecuarse a los nuevos mercados, ya sea buscando alternativas de cultivos diferentes a los tradicionales, utilizando prácticas de bajo costo o usando nuevos insumos que traigan beneficios y estabilidad a la agricultura. Muchos elementos influyen en el éxito de esta estrategia orientada hacia el logro de una agricultura sustentable, que permita un mejoramiento de la calidad de vida del productor y la protección de los recursos naturales. Estos factores pueden tener diverso origen, por ejemplo, biológico, climático, económico, educacional o político. Entre los aspectos tecnológicos importantes para avanzar en lo que compete al uso racional de los recursos e insumos y a la disminución de costos, se encuentra la mantención de la fertilidad de los suelos como elemento de sustentabilidad. Ése es el tema del presente artículo.

**La reconversión de la agricultura no significa automáticamente cambiar de rubro, sino también hacer más eficiente el manejo de los cultivos para aumentar su rentabilidad.**

**Carlos Rojas W.**  
Ingeniero Agrónomo Ph.D.  
INIA La Platina

## El suministro de nutrientes

La adecuada fertilidad de los suelos resulta esencial para la producción continua y exitosa de los cultivos. La clave consiste en enfocar los esfuerzos en mantener el suministro de nutrientes en cantidades y proporciones adecuadas para los requerimientos de los cultivos. Los nutrientes son almacenados en el suelo, el que los hace disponibles para las plantas a diversas velocidades. El manejo agrícola debe estar orientado a favorecer la entrega de estos nutrientes cuando el cultivo más lo necesita. Además, la presencia de los nutrientes en cantidades balanceadas condiciona interacciones entre ellos que refuerzan su acción sobre el rendimiento de cultivos y praderas. Por el contrario, la presencia de nutrientes en cantidades desbalanceadas puede provocar efectos tóxicos, reducción del potencial productivo y de la calidad de los productos. En el sistema agrícola predial existen muchas fuentes de nutrientes que si se

aprovecharan en forma apropiada permitirían usar los fertilizantes de origen externo sólo como complemento a su aporte. Para ello es importante que el agricultor establezca metas de rendimiento reales —basadas en el promedio histórico— y que haga análisis del suelo que le posibiliten conocer el suministro de nutrientes al momento de la siembra y saber cuánto es lo que debe agregar. Por ejemplo, el nitrógeno puede estar disponible como nitratos en un área importante de la profundidad hasta donde crecen las raíces, para ser usado inmediatamente por las plantas; o bien puede existir una cantidad del elemento al estado de nitrógeno orgánico que se va mineralizando a través del tiempo. Este puede provenir de aplicaciones de guano o fertilizantes en el cultivo anterior, rotación con leguminosas, etc. La deducción de estas cifras permitirá al agricultor determinar la cantidad adicional de nitrógeno requerido como fertilizante para cubrir los requerimientos del cultivo siguiente. Básicamente, la idea es trasladarse de un modelo de alta importación de insumos externos a uno más eficiente de uso de insumos internos, con un mejor manejo de ellos, tal como se muestra en la Figura 1 para el caso del nitrógeno.

### Insumos de bajo costo

Algunos de los insumos internos de bajo costo de los que se puede disponer para la producción de los cultivos son las rotaciones con leguminosas (fijan nitrógeno atmosférico), uso de abonos verdes, guanos, lodos de aguas servidas, materiales compostados y otros residuos susceptibles de emplear para mantener la productividad del suelo. Los materiales compostados son una mezcla fertilizante de materiales vegetales descompuestos que ayudan también a mejorar las propiedades del suelo, tales como el color, la porosidad y la temperatura. Existen muchos antecedentes sobre el uso de estos recursos en la agricultura chilena. Uno de ellos es una investigación de largo plazo, realizada en

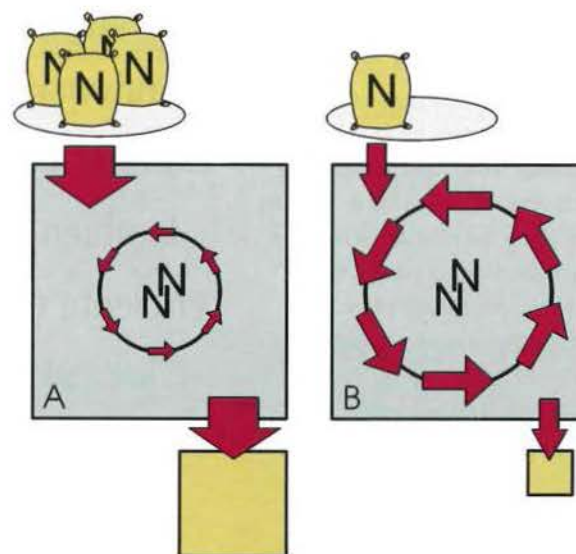
La Platina, sobre nutrición de maíz cultivado para silo, INIA-160. En ella se comprobó que es posible reemplazar hasta en un 50 por ciento la dosis de nitrógeno suministrado como fertilizante, por estiércol de vacuno con un 0,8 por ciento de nitrógeno total, sin deteriorar la productividad. En la Figura 2, se observa que, de acuerdo a investigaciones, para una demanda de 340 kilos de nitrógeno por hectárea, aplicando la mitad en forma de urea (en dos aplicaciones) y la mitad como estiércol, se obtuvieron rendimientos del orden de las 29 toneladas de materia seca por hectárea. Este es un recurso importante susceptible de reciclar, especialmente en predios lecheros. La literatura extranjera cita experiencias de la aplicación continuada de materia orgánica del guano como fertilizante nitrogenado. Un ejemplo notable, nombrado por otros autores, es la investigación llevada a cabo en Inglaterra, durante 60 años (1852 a 1910), en un cultivo de cebada, donde se demuestran claramente las bondades de este insumo (Figura 3).

### Labranza conservacionista

En más de cuatro millones de hectáreas de suelos arables de las áreas de secano del país —donde el agua es el factor más limitante para la productividad agrícola y

ganadera— el riesgo de pérdidas de suelo y nutrientes por erosión es de gran magnitud. Al respecto, se citan pérdidas del orden de las 35 toneladas por hectárea al año en suelos graníticos con once por ciento de pendiente, cultivados con trigo en labranza tradicional.

En este medio, en comparación con la labranza convencional, los sistemas de labranza reducida han ayudado a almacenar y entregar más agua a los cultivos y a reducir significativamente la erosión. Al respecto, estudios realizados por Del Canto en INIA Quilmapu, VIII Región, con labranza vertical —sin inversión del suelo—, en suelos de alto riesgo de deterioro, han demostrado ser exitosos. También existe información de rendimientos en trigo de invierno, cultivado en cero labranza, del orden de 52 a 65 quintales métricos por hectárea, en las variedades Lanco y Paleta, respectivamente, sin haber diferencias significativas con los mismos trigos cultivados en forma tradicional. Paradójicamente, los sistemas con labranza conservacionistas, representan una superficie insignificante en el país, alrededor de 90 mil hectáreas, concentradas principalmente entre la VIII y la X Región. El empleo de sistemas de cero labranza o de labranza reducida, requiere el uso de



**FIGURA 1**  
Modelo conceptual de manejo de cultivos.  
A: Sistema de alta inversión y grandes pérdidas.  
B: Sistema de baja inversión y pérdidas reducidas.



equipos apropiados y amplios conocimientos sobre el manejo de los residuos —que constituyen otra fuente de nutrientes—, y del **mulch** o cubierta, que evita las pérdidas de humedad del suelo y el daño provocado por las gotas de lluvia. Los residuos, al descomponerse, permiten capturar los nutrientes en la fracción orgánica del suelo que, de lo contrario, pueden lixiviarse (ser arrastrados a las profundidades por el agua) o perderse por escurrimiento superficial.

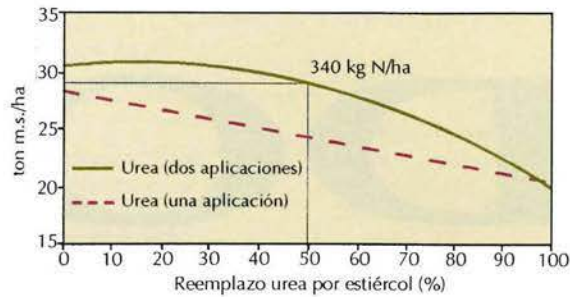
Siempre se ha reconocido que la rotación de cultivos es la pieza central de una agricultura sustentable. En gran medida, los beneficios que aporta se traducen en la “construcción” de fertilidad en el suelo, a través del empleo de leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico, y en la protección del suelo de los procesos erosivos. Por lo tanto, es una norma de manejo que debe mantenerse en los sistemas de labranza conservacionistas. No obstante, en sistemas intensivos de cultivo (por ejemplo monocultivos), bajo acumulación de altos niveles de residuo, también se ha logrado mantener la productividad y la fertilidad de los agrosistemas. Tal es el caso del maíz: en Estados Unidos, en el llamado cinturón del maíz, se hace monocultivo por más de 50 años (para más detalles ver «Efecto del cultivo anterior en los rendimientos», **Tierra Adentro** N° 4, octubre-noviembre, 1995).

## Fertilización para labranza conservacionista

En países grandes, como Estados Unidos, la tendencia ha sido incrementar la superficie agrícola bajo las diversas formas de labranza reducida. Según datos del Centro de Información de Tecnología Conservacionista (CTIC), en 1995 llegaron a cerca de 6,7 millones de hectáreas. Por otra parte, la tendencia general es el empleo de cargas de residuo más altas en los sistemas de labranza reducida. Como regla general, se recomienda incorporar al menos un 30 por ciento de los residuos de cosecha. El CTIC enfatiza que el mejor manejo

**FIGURA 2**

Reemplazo de urea-fertilizante por estiércol de vacuno (Rojas, C.W. y Ruiz, I. 1993).



bajo los sistemas de labranza reducida y cero labranza se basa en el monitoreo cuidadoso de la fertilidad del suelo. En consecuencia, recomienda el siguiente manejo, que puede adaptarse en gran parte a la realidad nacional:

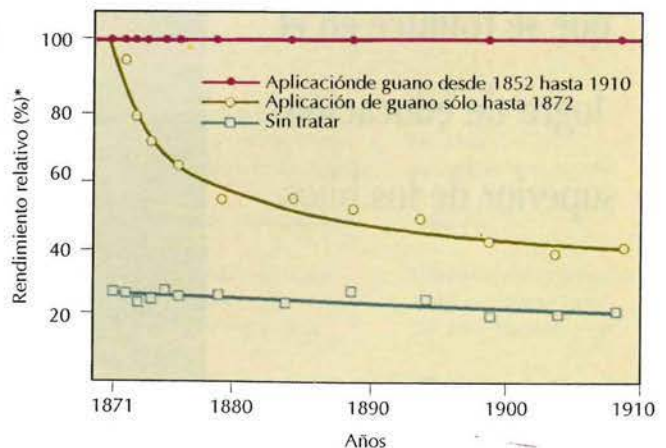
- Muestrear y analizar el suelo.
- Corregir los niveles limitantes de nutrientes, basándose en resultados experimentales acerca de las necesidades de nutrientes por los cultivos y en análisis de suelo, antes de cambiar a los sistemas de labranza conservacionista.
- Fundamentar las recomendaciones (dosis) de fertilizantes sobre la base de resultados experimentales acerca de las necesidades de nutrientes por los cultivos y reales metas de rendimiento.
- Incorporar los fertilizantes nitrogenados amoniacales (urea u otros) al suelo para evitar pérdidas del nutriente por volatilización.
- Efectuar muestreo de suelo a una profundidad de entre 5 y 8 cm para determinar el pH del estrato superficial, cuando se aplique superficialmente

nitrógeno, puesto que tanto los fertilizantes nitrogenados como los residuos de siembra pueden acidificar el suelo en forma inconveniente durante el proceso de mineralización del nitrógeno.

- Aplicar, cuando sea necesario, cal agrícola para controlar el pH superficial y, así, estimular la disponibilidad de nutrientes y la actividad de los microorganismos del suelo. La dosis dependerá de las características del suelo.
- Mantener la disponibilidad espacial del fósforo y potasio, intercalando cada cierto tiempo un sistema de siembra convencional para homogeneizar la fertilidad del suelo. Esta recomendación se basa en que ambos nutrientes se desplazan poco en el suelo y, al aplicarlos en la superficie —que es lo que se hace en los sistemas conservacionistas— en sistemas de alto residuo, se mantienen concentrados tres veces más entre los 5 y 8 cm superiores del suelo, con respecto al estrato ubicado entre los 8 y 15 cm.
- Efectuar monitoreos de la fertilidad del suelo en forma regular. ▲

**FIGURA 3**

Uso continuado de guano por 60 años en un cultivo de cebada (Saltar y Schollenger, 1988).



\*El rendimiento relativo muestra cuánto menores fueron, en porcentaje, los tratamientos sin aplicación de nutrientes, respecto de los rendimientos con aplicaciones de guano.