Análisis de suelos:

una herramienta clave para el diagnóstico de fertilidad de suelos y la fertilización de cultivos.

Ing. Agr. Martín Torres Duggan (Tecnoagro S.R.L.)

El análisis de suelos es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo, su capacidad productiva y es la base para definir la dosis de nutrientes a aplicar. Para que el dato analítico reportado por el laboratorio sea útil, es imprescindible realizar un adecuado muestreo de suelos, ya que en esta etapa es donde se define la exactitud de los resultados del análisis de suelos. En este artículo se presentan y discuten los principales beneficios del análisis de suelos y los pasos para realizar un adecuado muestreo de suelos para diagnóstico de fertilidad.

Las buenas prácticas de manejo como marco global para optimizar el manejo de la fertilización

Para lograr altos rendimientos y sostenidos en el tiempo resulta imprescindible integrar el manejo de la fertilización, con los demás aspectos del manejo de cultivos (ej. manejo sanitario, selección de genotipos, etc.) y aplicar buenas prácticas de manejo agronómico (BPMA). Las principales BPMA son la siembra directa con alta cobertura de rastrojos, rotación de cultivos con gramíneas y la fertilización balanceada. La aplicación de las mismas permite ingresar en un "círculo virtuoso", con rendimientos elevados, más estables y al mismo tiempo minimizar el deterioro del suelo. Hay evidencias claras que los suelos bien rotados y fertilizados, mejoran su fertilidad física, química y biológica, beneficiando a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Figura 1. El plan nutricional y su inserción en el esquema global de producción de un establecimiento agropecuario.

El diagnóstico de las necesidades de fertilización, realizadas en base a los análisis de suelos, representa el camino más eficiente para establecer la necesidad de aplicación de fertilizantes. Una vez definida la dosis de nutrientes a aplicar (diagnóstico) se definen los demás componentes de un plan nutricional, que incluye el tipo de fertilizante, las formas y momentos de aplicación (Figura 1).

En este artículo nos centraremos en el primer paso de un plan nutricional, que es el diagnóstico de

la fertilidad del lote o ambiente de producción. En especial nos concentraremos en profundizar en los principales criterios y recomendaciones para realizar un adecuado muestreo de suelos y obtener análisis de suelos más exactos.

¿Cuál es la utilidad de los análisis de suelos en el diagnóstico de fertilidad de suelos?

Los análisis de suelos, en especial los análisis químicos que son los descriptos en este artículo, constituyen la herramienta más eficiente para conocer cuál es la disponibilidad de nutrientes del suelo o propiedades edáficas variables en el tiempo y en el espacio. También son elementos complementarios interesantes y útiles de estudios de aptitud productiva del suelo, donde, además de las características variables mencionadas, interesa conocer las propiedades permanentes, que permiten definir la capacidad de uso, información central para la planificación de los cultivos y las rotaciones. A continuación de mencionan algunos de las principales contribuciones de los análisis de suelos al manejo de la fertilidad de suelos y fertilización de cultivos:

• Determinación de disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la probabilidad de respuesta a la fertilización.

• Definición de dosis de nutriente a aplicar en modelos de fertilización.

• Estimación de dosis de enmienda para corrección de suelos (ej. aplicación de yeso en suelos sódicos, aplicación de calcita o dolomita en suelos ácidos o acidificados).

• Monitoreo de variables de fertilidad (ej. salinidad-sodicidad en lotes regados, mapeo de nutrientes para manejo sitio-específico, etc.).

• Caracterización y/o delimitación de ambientes para el manejo diferenciado de insumos, como complemento de la descripción y clasificación de los suelos a través de calicatas, pozos de observación y otras herramientas como las imágenes satelitales y mapas de rendimiento.

¿Cómo realizar un buen muestreo de suelos?

Un plan de muestreo implica definir los siguientes aspectos:

• Objetivo del muestreo
• Equipamiento
• Intensidad de muestreo
• Profundidad y época
• Rotulado y acondicionamiento

Objetivos del muestreo

Los objetivos del muestreo de suelos pueden ser muy diversos. Algunos ejemplos son:

• Diagnóstico de fertilidad (determinación de dosis de nutrientes para fertilización).

• Definición o caracterización de ambientes, integrado a otros estudios como la observación y descripción de perfiles (calicatas, pozos de observación) y/o imágenes satelitales, mapas de rendimiento, etc.

• Monitoreo de variables de fertilidad (ej. MO, pH, CE, P Bray 1, etc.).

Equipamiento

Los implementos de muestreo nos deben permitir tomar una muestra de suelo en las profundidades

de interés. En los barrenos metálicos es importante considerar que las puntas estén afiladas, para facilitar el funcionamiento y corte del suelo. En suelos que están duros (ej. suelo seco, horizonte B2t muy arcilloso, etc.) puede ser útil disponer de un martillo con maza de goma que permiten golpear el barreno en el extremo, sin dañar el metal.

Intensidad de muestreo y representatividad de la muestra

La intensidad de muestreo es la cantidad de submuestras que debemos tomar para estimar el verdadero valor de la propiedad de interés, con una adecuada exactitud. El verdadero valor de la variable no lo conocemos (valor "poblacional" de la variable) y por ello lo estimamos a través de una muestra compuesta, producto de la mezcla de una cantidad de submuestras ("piques"). La diferencia entre el valor muestral y el verdadero valor que tiene la variable edáfica se denomina error de muestreo. Cuanto menor sea el error de muestreo, mayor será la exactitud del dato analítico. Si quisiéramos determinar el "verdadero valor" de la variable deberíamos realizar un muestreo muy intensivo, equivalente a lo que se hace en un censo poblacional, operativamente complicado y costoso. Por lo tanto, debemos tomar una cantidad de submuestras lo suficientemente grande como para que la muestra compuesta obtenida, permita aproximarnos de un modo aceptable al verdadero valor de la variable en el lote o ambiente muestreado.

La intensidad de muestreo se definirá en base a la variabilidad de la propiedad estimada (cuanto más variable será necesario tomar más muestras) y al "error tolerado" que estamos dispuestos a asumir

Variable	Intensidad (submuestras)	Profundidad y época	Observaciones
MO, pH, CE	20-25	0-20 cm. Época variable según objetivo.	En suelos afectados por sales, las intensidades pueden ser mayores y también puede ser útil medir a diferentes profundidades.
Nitratos	20-25	0-20, 20-40 y 40-60 cm. Presiembra.	Es posible estimar la capa 40-60 cm midiendo el contenido de nitratos de 0-20 y 20-40 cm.
Fósforo Bray 1	30-40	0-20 cm. Presiembra u otros momentos.	En los últimos años se está observando una elevada variabilidad del P en el suelo. La intensidad consignada es orientativa, ya que hay pocos estudios de variabilidad en lotes en siembra directa.
Humedad gravimétrica	10	0-100 cm (mínimo)	La intensidad consignada corresponde a unidades de muestreo homogéneas en cuanto a tipo de suelo y cobertura. En caso de observase diferencias en distribución de rastrojos, tipo de suelo, etc. puede ser necesario muestrear en diferentes partes del lote.

Tabla 1. Intensidad de muestreo, profundidad y épocas para diferentes variables edáficas.

para el propósito del muestreo. Cuestiones operativas como restricción presupuestaria o de disponibilidad de tiempo, también pueden ser aspectos considerados para determinar la cantidad de submuestras a tomar por muestra compuesta. Sin embargo, es importante definir una mínima intensidad de muestreo que garantice una adecuada exactitud del dato analítico. En la Tabla 1 se presentan valores orientativos de cantidad de submuestras a tomar en diagnóstico de fertilidad de suelos agrícolas.

Las unidades de muestreo, deben ser, idealmente, lo más homogéneas posibles en cuanto a tipo de suelo y relieve (topografía), de modo de manejar menor variabilidad y obtener una muestra de suelo que nos permita obtener un dato analítico más exacto. Si bien la superficie correspondiente a una unidad homogénea de muestreo puede variar entre zonas de acuerdo a la heterogeneidad de los suelos y su ubicación en el paisaje, podemos mencionar como superficie de referencia un máximo de 50 ha.

Si por ejemplo se muestrea un lote que tiene posiciones más elevadas y más bajas, pero se pretende diagnosticar la oferta de nutrientes del lote en forma global, se debería muestrear en áreas que consideremos representativas, evitando tomar, por ejemplo en áreas bajas (ej. suelos halo-hidromórficos), no sembradas o con una aptitud productiva muy inferior al resto del lote. La pregunta que nos debemos hacer cuando muestreamos áreas de este tipo es: ¿esta zona del lote o ambiente, es representativa o es atípica?. Si la respuesta es que es atípica, no debemos muestrearla, salvo que nos interese específicamente conocer la aptitud o fertilidad de ese ambiente de menor aptitud.

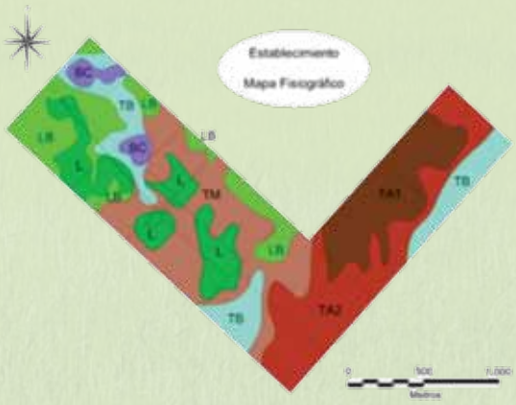
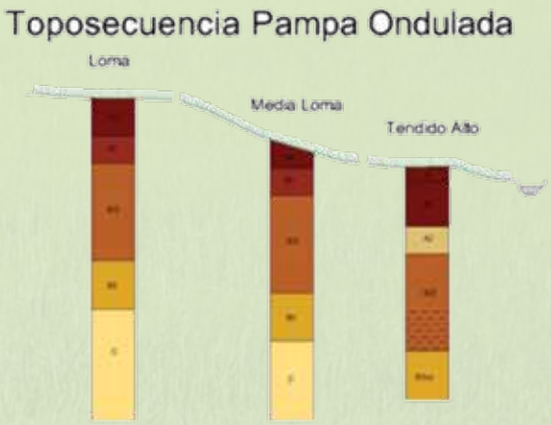
Profundidad y momento de muestreo

En términos generales, si el muestreo de suelos incluye nutrientes móviles en el suelo (ej. nitratos o sulfatos) el muestreo se debe hacer lo más cercano a la siembra, dejando tiempo como para enviar las muestras al laboratorio, donde pueden requerir una semana o un poco más, dependiendo del laboratorio y las determinaciones solicitadas. Cuando los nutrientes presentan poca movilidad en el suelo, el momento de muestreo es más flexible (Tabla 1).

Rotulado y acondicionamiento

El acondicionamiento de las muestras es un paso importante, ya que errores en esta etapa pueden alterar el contenido de nutrientes de las muestras, y por lo tanto las decisiones que se tomen en base a los mismos, serán erróneas. Los errores más comunes, que debemos evitar son:

- Guardar las muestras en bolsas de fertilizantes o agroquímicos (que pueden contaminar las muestras).
- Dejar las muestras expuestas al sol (ej. en la caja de la camioneta). Cuando se evalúa nitratos es necesario mantener las muestras refrigeradas y enviarlas al laboratorio con envases como los utilizados para vacunas.
- Colocar los rótulos en contacto con el suelo. Si se humedecen o ensucian, dificulta la identificación de las muestras.
- Utilizar en los rótulos frases que luego no recordamos a qué se referían. Se recomienda siempre utilizar el número o nombre del lote y la profundidad a la que se tomó la muestra, como mínimo de información. Luego agregar datos que faciliten la interpretación del reporte del laboratorio.

Agricultura por ambientes: el éxito de su aplicación depende en gran medida del adecuado conocimiento de los suelos y su aptitud.

La creciente difusión del manejo agronómico diferencial en ambientes delimitados en base a gradientes topográficos u otros criterios, requiere de un abordaje integral del estudio de los suelos. Para ello, es necesario conocer la geomorfología de la región, la distribución de los suelos en el paisaje y evaluar a una escala detallada (ej. 1:20.000 o más detallado) las características y aptitud de los suelos a través de calicatas y pozos de observación.