

Toma de muestras en análisis de suelo e interpretación de los datos

Miguel Giménez Montesinos.

Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO). Universidad Miguel Hernández.

Cuando queremos tomar una muestra de suelo de una parcela nos surgen dos preguntas fundamentales: ¿realizamos bien el muestreo? ¿Sabemos interpretar adecuadamente los resultados analíticos? Sin dejar de lado esta última cuestión, en este artículo nos centraremos en dar respuesta a la primera pregunta, dado que la realización de muestreo es fundamental para la obtención de resultados fidedignos. Además, se aportan una serie de cuadros que ayudan a la interpretación de los resultados que nos ofrece el laboratorio una vez analizadas las muestras.

La realización de análisis de suelos, aguas y hojas es hoy una práctica habitual para el correcto diagnóstico de la fertilización de los cultivos agrícolas. Desde hace ya muchos años, el convencimiento de técnicos y agricultores sobre la necesaria utilización de éstos es claro, por lo que en la actualidad se realizan miles de análisis con la finalidad de obtener un diagnóstico y una recomendación adecuada a cada caso en particular.

En estos momentos es de plena actualidad la producción integrada (PI) en numerosos cultivos y comunidades por la serie de ventajas que pueden derivarse de ella si se realiza correctamente. El éxito de la misma depende de una correcta normativa, lo cual no es fácil, y de una adecuada aplicación.

Así, para las diferentes prácticas agrícolas a desarrollar y para el programa de abonado, las distintas normativas citan como práctica obligatoria la realización de análisis de tierra cada tres o cinco años, además de análisis foliares y de agua anualmente, que deberán quedar convenientemente reseñados en el libro de explotación.

Nos encontramos, pues, que el análisis de tierra puede ser que se realice por convencimiento técnico de una forma rutinaria o por obligatoriedad de la normativa de las distintas normas de la PI. En ambos casos es necesario contar con una buena interpretación de los análisis realizados, para lo que hace falta una buena toma de la muestra, que sea representativa de la finca que vamos a diagnosticar, que (como veremos en el apartado siguiente) es el punto más importante de todo análisis agrícola.

Todo gira, pues, alrededor de una muestra (suelo, agua o planta), y debemos hacernos dos preguntas fundamentales: si se realiza bien el muestreo y si se saben interpretar adecuadamente los resultados analíticos. Sin dejar de lado esta última cuestión, puesto que a continuación aportaremos unos cuadros sobre ello, vamos a intentar contestar a la primera pregunta. Pensamos que lo que en la práctica hacen el agricultor y algún que otro técnico deja bastante que desear. Es más, creemos que en un porcentaje muy alto más del 90% de las muestras de suelo que toma el agricultor están mal hechas y que, al no representar a la parcela que tratamos de analizar, no sirve para nada.

Toma de muestras

Un análisis nunca supera a la muestra. Éste es un axioma de sobra conocido y, por lo demás, bastante obvio. Al laboratorio le llega una determinada cantidad de tierra que es la que se analiza. Otra cosa es que



El suelo es un material muy heterogéneo y se necesitan bastantes submuestras para obtener una verdaderamente representativa.

Podemos afirmar que con la azada no se puede realizar ningún muestreo, ya que resulta difícil imaginar que el agricultor haga de veinte a treinta hoyos. Por lo tanto, se ha de utilizar obligatoriamente una broca o barrena sacamuestras específica

esa tierra sea representativa del huerto o parcela de donde se cogió.

La causa de estos errores de muestreo se deberá a que las muestras tomadas en el campo no representen suficientemente a la parcela en cuestión. Ello es debido a que el suelo es un material muy heterogéneo y se necesitan bastantes submuestras para obtener una verdaderamente representativa. El número de submuestras de suelo depende de la variabilidad del mismo y del límite de error que se desee (normalmente un máximo del 10-15%), para una probabilidad en la significación dada (normalmente al 95%).

Schufflen *et al.* (1945) determinaron la heterogeneidad de un suelo dentro de 1 m², obteniendo muestras de cada decímetro cuadrado y averiguando el K disponible. Tomando como término de comparación el promedio de los contenidos de K (100%), las submuestras variaban entre el 43% y el 200%. El error de muestreo era del 40% de la muestra. La variación de los niveles de nutrientes dentro de un mismo metro cuadrado es casi la misma que dentro de una hectárea (Hauser, 1980). Este aspecto del número de submuestras es fundamental, pues de lo contrario podíamos obtener información errónea que nos llevaría a realizar recomendaciones de fertilización inadecuadas, con el consiguiente perjuicio económico debido a gastos innecesarios o pérdidas de rendimientos en cosechas o en la calidad de las mismas.

Algo parecido realizó nuestro equipo, pero con todos los parámetros (no sólo con el K), y además en dos tipos de suelo, uno arenoso y otro arcilloso. El trabajo completo puede consultarse en la bibliografía; sus conclusiones finales fueron claras: el número de submuestras necesarias para obtener una muestra fiable al 95% y con un error máximo del 10-15% es de:

- Suelos sueltos (arenosos): 30 (o más)
- Suelos medios (francos): 25
- Suelos fuertes (arcillosos): 20

Como consecuencia práctica y clara, podemos afirmar que con la azada no se puede realizar ningún muestreo, ya que resulta difícil imaginar que el agricultor haga de veinte a treinta hoyos. Por lo tanto, se ha de utilizar obligatoriamente una broca o barrena sacamuestras específica; existen muchos tipos o modelos en el mercado y, en el peor de los casos, cualquier herrero puede construir una.

Todo lo que no sea operar de esa manera es perder tiempo y dinero y, lo que aún es peor, tener unos resultados analíticos no fiables o erróneos en un 50%, con las consecuencias que ello produce en la futura actuación en el abonado.

El contenido en carbonatos es muy importante para tener presente el abonado fosfórico. Para un mismo cultivo, valores bajos de carbonatos necesitarán menos cantidad de abonos fosfatados que para un suelo rico en dichos carbonatos



MINI chisel **Mantenimiento Cero**

El sistema Non Stop patentado por Ovlac a base de tacos de caucho aporta todas las ventajas de un sistema tradicional de muelle y elimina totalmente el mantenimiento. Sin bulones. Sin casquillos. Olvídate de engrasar. Olvídate de las holguras.

OVLAC



OVLAC, S.A.
POLIGONO INDUSTRIAL, P-163
E-34200 VENTA DE BAÑOS (PALENCIA) ESPAÑA
 Tel.: +34 979 76 10 11
 Fax: +34 979 76 10 22
 E-mail: comercial@ovlac.com
 Web: http://www.ovlac.com

Interpretación de los resultados

Textura

Tradicionalmente, la textura de un suelo viene referida a los triángulos de textura, bien el de la Sociedad Internacional de Ciencias del Suelo (ISS), o bien la del Departamento Americano de Agricultura (Soil Survey USDA), que establecen entre once y doce clasificaciones.

Otra forma más elemental es basarse solamente en el contenido de arcilla, estableciéndose tres texturas (suelta, media o fuerte), o mejor cinco, tal como reflejamos en el **cuadro I**.

La clasificación de la textura es primordial para la correcta interpretación del resto del análisis, en particular del fósforo y de los cationes de cambio; entre ellos, el más importante desde el punto de vista del abonado es el potasio.

Conductividad eléctrica (CE 1/5)

La prueba de la CE 1/5 es una prueba previa para realizar o no la verdadera determinación para hallar la salinidad y que no es otra que la conductividad eléctrica en extracto de saturación (CEe). El **cuadro II** muestra la clasificación.

Tan sólo cuando el valor en extracto 1/5 sobrepasa el valor 0,65 realizamos el extracto saturado.

pH del suelo

El **cuadro III**, obtenido de la bibliografía internacional, lo utilizamos para interpretar la acidez o alcalinidad de un suelo.

Carbonatos

El contenido en carbonatos es muy importante para tener presente el abonado fosfórico. Para un mismo cultivo, valores bajos de carbonatos necesitarán menos cantidad de abonos fosfatados que para un suelo rico en dichos carbonatos. La clasificación del contenido en carbonatos de un suelo se muestra en el **cuadro IV**.

Materia orgánica

A partir de aquí las interpretaciones las vamos a subdividir en dos grandes grupos, secano y regadío, puesto que no tienen la misma productividad y por tanto las extracciones son distintas, mucho mayores en el caso del regadío.

Tan sólo tendremos en cuenta la aportación de nitrógeno por parte de la materia orgánica a partir de valores normales, ya que en los estadios de muy bajo o bajo se desprecian (**cuadro V**).



Para la correcta toma de muestras de suelo es necesario utilizar una broca o barrena sacamuestras específica.

Fósforo

Recordemos que el fósforo es uno de los elementos más importantes del análisis de suelo, puesto que el abonado fosfatado dependerá en gran parte de este resultado.

Como se puede apreciar, para la interpretación de los análisis del fósforo por el método Olsen, utilizamos los **cuadros VI y VII** en los que la textura juega un papel decisivo, ya que según sea ésta, el resultado varía; de ahí la gran importancia de obtener una buena muestra, pues si cometemos un error grande en la textura, ya arrastramos una falsa interpretación que se agrava con el error del fósforo.

Cuadro I.

Clasificación de la textura de un suelo basándose en su contenido en arcilla.

% Arcilla	Textura
< 10%	Arenosa o ligera
11%-15%	Franco-arenosa
16%-25%	Franca o media
26%-30%	Franco-arcillosa
> 30%	Arcillosa o pesada

Cuadro II.

Clasificación de la salinidad de un suelo según el método analítico utilizado.

CEe (dS/m)	CE (1/5)	Clasificación
< 2	< 0,35	No salino
2 - 4	0,35 - 0,65	Ligeramente salino
4 - 8	0,66 - 1,15	Salino
8 - 16	> 1,15	Muy salino

Cuadro III.

Clasificación de un suelo en función del pH.

Suelo	pH
Muy ácido	< 5,5
Ácido	5,5 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,5
Alcalino	7,6 - 8,5
Muy alcalino	> 8,5

Cuadro IV.

Clasificación del contenido de carbonatos de un suelo.

Clasificación del contenido de carbonatos	Porcentaje de carbonatos totales
Muy bajo	0 - 5%
Bajo	5 - 10%
Normal	10 - 20%
Alto	20 - 40%
Muy alto	> 40%

Potasio

El potasio es, junto con el fósforo, el elemento más importante de un análisis de suelo. Hay que tener en cuenta que el abonado en nuestro país es fundamentalmente de los macronutrientes principales (N, P y K), ya que los macronutrientes secundarios (Ca, Mg y S) normalmente existen en suficiente cantidad, y en caso de aportarse, se realizan como enmienda, lo que significa que duran varios años (mínimo dos o tres). Sin embargo, los macronutrientes principales tenemos que aportarlos en forma de fertilizantes todos los años. En los **cuadros VIII y IX** se muestra la clasificación del contenido en potasio en un suelo en función del régimen hídrico y de la textura del mismo.

Recomendación del abonado en función del análisis

Evidentemente, en suelos pobres en un elemento habrá que aumentar la dosis de abonado y, al revés, en suelos ricos bajaremos la dosis. En los **cuadros X y XI** podemos ver los factores por los que hay que multiplicar cada nutriente en función del análisis. Todo ello partiendo de la fórmula de abonado tradicional de la zona o, en su defecto, la que se venga utilizando en la finca, que por lógica es la que mejor se adapta a cada cultivo en cada una de las regiones, obtenida a través de la experiencia de muchos años.

En el breve espacio con que contamos en este artículo no se puede

Cuadro V.

Contenido de materia orgánica en un suelo en régimen de secano y otro en régimen de regadío.

Cultivo	Secano	Regadío
Muy bajo	0 - 0,5	0 - 0,75
Bajo	0,5 - 1	0,75 - 2
Normal	1 - 1,5	2 - 3,25
Alto	1,5 - 2,5	3,25 - 4,5
Muy alto	> 2,5	> 4,5

Fuente: M. Giménez Montesinos.

Cuadro VI.

Clasificación del contenido de fósforo (ppm) en un suelo de secano, obtenido por el método Olsen.

Textura	Arenosa	Franco-arenosa	Franco	Franco-arcillosa	Arcillosa
Muy bajo	0 - 2	0 - 4	0 - 6	0 - 8	0 - 10
Bajo	2 - 4	4 - 8	6 - 12	8 - 16	10 - 20
Normal	4 - 6	8 - 12	12 - 18	16 - 24	20 - 30
Alto	6 - 10	12 - 20	18 - 30	24 - 40	30 - 50
Muy alto	10 - 16	20 - 32	30 - 48	40 - 64	50 - 80

Fuente: M. Giménez Montesinos.

Cuadro VII.

Clasificación del contenido de fósforo (ppm) en un suelo de regadío, obtenido por el método Olsen.

Textura	Arenosa	Franco-arenosa	Franco	Franco-arcillosa	Arcillosa
Muy bajo	0 - 6	0 - 8	0 - 10	0 - 12	0 - 14
Bajo	6 - 12	8 - 16	10 - 20	12 - 24	14 - 28
Normal	12 - 18	16 - 24	20 - 30	24 - 36	28 - 42
Alto	18 - 30	24 - 40	30 - 50	36 - 60	42 - 70
Muy alto	30 - 48	40 - 64	50 - 80	60 - 96	70 - 112

Fuente: M. Giménez Montesinos.

Cuadro VIII.

Clasificación del contenido de potasio (meq/100 g) en un suelo de secano, obtenido mediante el método acetato amónico.

Textura	Arenosa	Franco-arenosa	Franco	Franco-arcillosa	Arcillosa
Muy bajo	0,00 - 0,05	0,00 - 0,06	0,00 - 0,08	0,00 - 0,09	0,00 - 0,11
Bajo	0,05 - 0,15	0,06 - 0,18	0,08 - 0,23	0,09 - 0,27	0,11 - 0,33
Normal	0,15 - 0,40	0,18 - 0,48	0,23 - 0,60	0,27 - 0,72	0,33 - 0,88
Alto	0,40 - 0,70	0,48 - 0,84	0,60 - 1,05	0,72 - 1,26	0,88 - 1,54
Muy alto	0,70 - 1,00	0,84 - 1,20	1,05 - 1,50	1,26 - 1,80	1,54 - 2,20

Fuente: M. Giménez Montesinos.

profundizar más, pero conviene decir que todo esto se puede complicar lo que queramos; y a tal efecto nuestra Universidad, Miguel Hernández, junto con la Universidad de Alicante y la Universidad Politécnica de Valencia, mediante convenio firmado con la empresa Fertiberia, está desarrollando el programa Siddra (Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación de Abonado), en el que en principio se distinguen dos tipos de secanos, más fresco y menos fresco (es decir, con más o menos lluvia), al tiempo que dos regadíos, uno extensivo y otro intensivo,

Cuadro IX.

Clasificación del contenido de potasio (meq/100 g) en un suelo de regadío, obtenido mediante el método acetato amónico.

Textura	Arenosa	Franco-arenosa	Franco	Franco-arcillosa	Arcillosa
Muy bajo	0,00 - 0,10	0,00 - 0,12	0,00 - 0,15	0,00 - 0,18	0,00 - 0,22
Bajo	0,10 - 0,30	0,12 - 0,36	0,15 - 0,45	0,18 - 0,54	0,22 - 0,66
Normal	0,30 - 0,60	0,36 - 0,72	0,45 - 0,90	0,54 - 1,08	0,66 - 1,32
Alto	0,60 - 1,00	0,72 - 1,20	0,90 - 1,50	1,08 - 1,80	1,32 - 2,20
Muy alto	1,00 - 1,50	1,20 - 1,80	1,50 - 2,25	1,80 - 2,70	2,20 - 3,30

Fuente: M. Giménez Montesinos.

Cuadro X.

Dosis a multiplicar según el resultado del análisis de fósforo.

Cultivos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Herbáceos (x)	1,7	1,3	1	0,4	0,2
Leñosos (x)	1,7	1,3	1	0,2	0,0

Cuadro XI.

Dosis a multiplicar según el resultado del análisis de potasio.

Cultivos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Herbáceos (x)	1,7	1,3	1	0,2	0,0
Leñosos (x)	1,7	1,3	1	0,4	0,2

que junto a las cinco texturas nos darán veinte cuadros para una mejor interpretación.

Se tendrán en cuenta todos los factores del análisis correlacionándolos entre sí, que se complementarán con la analítica del agua de riego y sus posibles aportaciones de nutrientes o su posible salinidad. Todo ello se complementará con una analítica foliar que finalmente nos determinará el estado nutricional de la planta. Y como resultado de todas estas concatenaciones, obtendremos una fórmula final de abonado.

Evidentemente, para estudiar tantos parámetros, se necesita la creación de un programa experto informático *ex profeso* que, de forma similar al que actualmente tenemos, Fertirrigación 3.1 para cultivos en riego por goteo, sea capaz de realizar todos los cálculos pertinentes en un corto espacio de tiempo; se espera poder tenerlo en poco más de un año.

Para ello se cuenta con una base de miles de análisis de suelo-agua-planta que, convenientemente tratados de forma estadística, nos darán unos mejores cuadros interpretativos. Hay que resaltar que para la interpretación de los análisis foliares se han tomado y analizado específicamente más de 10.000 muestras de todos los cultivos de las distintas regiones españolas, obteniéndose así cuadros específicos de nuestras variedades más representativas, e incluso particularizando por zonas o comarcas. ■



Máquina utilizada en laboratorio para la obtención de los resultados analíticos.