



identificar sinó que son preferentemente corregidas mediante aportes foliares de abonos, lo cual incrementa los costes de producción sobre todo porque para evitar riesgos se suele aplicar un abono foliar con todos los micronutrientes en lugar de añadir únicamente el elemento limitante.

El pH en KCl [B] se utiliza como medida complementaria al pH en H<sub>2</sub>O, pero los valores obtenidos son, en general, de 0.1 a 1.0 unidad inferiores a los del pH anteriormente comentado; por tanto, la interpretación debe ser diferente. Es un dato especialmente interesante en los suelos sometidos a cultivos intensivos, en cuyo caso la aproximación de los dos valores de pH refleja unos niveles elevados de sales solubles, que se determina en todos los casos debido a que siempre que su valor es inferior a 5.5 existe la posibilidad de que el suelo presente cierto grado de acidez, que debe ser cuantificado para conocer la cantidad de cal que es necesario añadir al suelo.

Existen innumerables procedimientos para estimar las necesidades de cal de un suelo; es un tema también ampliamente debatido entre los investigadores en Galicia. Dadas las necesidades de un laboratorio de diagnóstico: métodos sencillos y rápidos, se estiman con frecuencia las necesidades de carbonato cálcico en toneladas/hectárea de terreno multiplicando por 1000, 1500 o 2000 el valor de acidez cambiante [C], según se desee corregir al mínimo o, por el contrario, con las dosis máximas para evitar la necesidad de repetir el encalado todos los años. Las cifras obtenidas de este modo son aproximadas, pero es tal vez más importante desde el punto de vista agronómico una distribución correcta de las calizas: bien mezcladas con el terreno, repartidas en varios aportes cuando se precisan cantidades elevadas, con suficiente antelación al desarrollo del cultivo, etc, que precisar con mayor exactitud las dosis.

Los niveles de calcio cambiante [D] varían entre menos de 5 cmol(+)kg<sup>-1</sup> en los suelos naturales y más de 15 cmol(+)kg<sup>-1</sup> en aquellos que han sido intensamente modificados (básicamente con concha de moluscos); ambos extremos son indeseables para los cultivos.

La materia orgánica [E] es un factor de calidad del suelo, contribuyendo directa e indirectamente a su fertilidad. Los contenidos habituales en los suelos agrícolas oscilan entre 4 y 6%, superando un 8-10% en los naturales; el descenso en los niveles es notorio pero lógico, modificándose, asimismo, el tipo de materia orgánica para ser más activa. Cabe poner especial énfasis en la necesidad de mantener los niveles por encima del 4%, lo cual se consigue con aportes reiterados de abonos orgánicos -de origen vegetal- pero fundamentalmente con unas prácticas agrícolas correctas.

En sentido amplio, se suele considerar que un suelo con niveles de fósforo [F] comprendidos entre 18 y 36 ppm presentan las condiciones de partida adecuadas para cualquier cultivo; aún así, se debe efectuar un abonado fosfórico anual de mantenimiento (en otoño) o uno de arranque (en primavera) en función de las necesidades de cada cultivo.

Las elevadas cantidades de potasio tomadas por la mayoría de los cultivos obligan, igualmente, a efectuar aportes del mismo todos los años (o cada dos en suelos pesados). Las cantidades varían en función de diversos factores, entre los que se incluyen las necesidades específicas de cada cultivo, y deberán ser aumentadas en los casos en que los niveles de partida del suelo de potasio asimilable [G] sean inferiores a 120 ppm, efectuando lo que se conoce como abonado de enriquecimiento.

Al contrario que para los dos últimos nutrientes mencionados, no es necesario abonar todos los años con magnesio, dado que las cantidades tomadas por los cultivos son muy inferiores, y porque el suelo tiene cierta capacidad de reserva una vez que ha sido enriquecido externamente; la práctica adecuada es la de corregir la acidez con calizas que contengan magnesio, de manera que se edifiquen suficientes reservas en el suelo. Cabe señalar que son muchos los suelos de viña en Pontevedra deficientes en magnesio debido al exceso de calcio presente por acción del encalado con restos de moluscos; una práctica errónea y costosa, dado que prácticamente la única forma de corrección es mediante los aportes foliares del citado nutriente.

## El análisis de suelos como herramienta de diagnóstico para el abonado racional

Los criterios- o herramientas de diagnóstico- en que se basa el abonado de los suelos se pueden resumir en cuatro: (i) experiencias de abonado; (ii) análisis de las plantas; (iii) aspecto visual de los cultivos; y (iv) análisis de los suelos; a los que cabe añadir el conocimiento del tipo de suelo y de las condiciones del mismo que, directa o indirectamente, influyen en el suministro de nutrientes a los cultivos. En este trabajo se comentan brevemente las principales limitaciones de cada uno de los procedimientos y se profundiza en el análisis de los suelos; teniendo presente que el análisis del suelo debe ser concebido como un método de carácter preventivo que permite identificar aquellas características del mismo que se alejan de manera significativa de las exigidas para un crecimiento adecuado de los cultivos y que, por consiguiente, deben ser corregidas mediante la incorporación al suelo de correctores y/o fertilizantes. Es, por tanto, la única vía que permite practicar un abonado racional.

Las experiencias de abonado necesarias para valorar las dosis a aplicar en cada cultivo y tipo de suelo son muy laboriosas y costosas; sobre todo en un contexto como el de Galicia donde se practican cultivos muy variados y donde los suelos son, a su vez, muy variables, y, por consiguiente, el número necesario de ensayos de campo es enorme.

El análisis de las plantas es igualmente complejo; más concretamente lo es la interpretación de los valores obtenidos, dado que la composición óptima (contenidos de nitrógeno, potasio, magnesio, etc) varía durante el desarrollo del cultivo (por ejemplo desde la floración hasta la maduración), de modo que niveles que en un momento dado son adecuados se convierten en limitantes en otros períodos, difiere entre los distintos órganos (hojas, brotes, frutos, etc), e incluso entre distintas variedades de un mismo cultivo. Además, una vez que este procedimiento de diagnóstico nos permite identificar una carencia en uno o más nutrientes no nos permite deducir la causa y, por tanto, la manera de efectuar la corrección; de manera que siempre tiene que ser complementado con el análisis del suelo u otros procedimientos alternativos de diagnóstico.

El diagnóstico visual, es decir, la identificación de la carencia en uno o más nutrientes mediante el examen de los síntomas o anomalías en la planta presenta, a su vez, diversas limitaciones; la más inmediata es que normalmente cuando aparecen los síntomas (hojas jóvenes o viejas anormalmente amarillas, con los bordes quemados, etc), ya es tarde para corregir los daños causados por la o las carencias en el cultivo. Además de la complejidad que en si misma presenta la identificación de los síntomas, cabe añadir que distintas carencias pueden dar lugar a síntomas similares, y que pueden presentarse carencias múltiples causando el solapamiento de los síntomas (el caso extremo es el denominado “síndrome de acidez”). Finalmente, al igual que con el análisis de la planta, este procedimiento no indica cual es la causa de la escasez: una fertilización inadecuada, las condiciones del suelo, o, incluso, las condiciones climáticas; de manera que tiene que ser complementado con el análisis del suelo u otros procedimientos alternativos de diagnóstico.

Un análisis de suelo es cualquier medida físico-química del mismo, si bien en el campo de la producción vegetal su significado se limita al de un análisis químico rápido que nos informa del estado del suelo a efectos de la nutrición, salinidad, o condiciones tóxicas. Por su parte, este análisis suele ir acompañado de una interpretación, evaluación y los correspondientes consejos de abonado; en cuyo caso se debe distinguir en el análisis los datos técnicos de los juicios interpretativos.

Dado que los nutrientes esenciales para los cultivos son 16, a los que cabe añadir elementos presentes en el suelo potencialmente tóxicos tales como manganeso, aluminio y ciertos metales pesados, algunos laboratorios efectúan análisis químicos muy complejos y aportan datos a priori innecesarios o irrelevantes. No obstante, la tendencia general en los laboratorios de análisis de suelos es la opuesta: efectuar únicamente las determinaciones analíticas básicas, en orden a una mayor eficacia de servicio y menores costes, y reservar los análisis especiales para situaciones particularmente complejas.

**-ANÁLISIS DEL SUELO-**

REMITENTE:..... PARCELA:.....  
 CÓDIGO DE LABORATORIO:..... CÓDIGO DE CULTIVO:.....

PARÁMETRO	VALOR	INTERPRETACIÓN
[A] pH H <sub>2</sub> O(1:2.5).....	.....	.....
[B] pH Kcl (1:2.5).....	.....	.....
[E] %materia orgánica.....	.....	.....
[C] Acidez de cambio (cmol(+)kg <sup>-1</sup> ).....	.....	.....
[F] Fósforo disponible (ppm) <sup>(1)</sup> .....	.....	.....
[G] Potasio asimilable (ppm) <sup>(2)</sup> .....	.....	.....
[H] Magnesio cambiabile (ppm) <sup>(2)</sup> .....	.....	.....
Cationes del complejo de cambio (cmol(+)kg <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup> ..... [D]Ca <sup>2+</sup> .....Mg <sup>2+</sup> .....		
Na <sup>+</sup> .....K <sup>+</sup> .....Al <sup>3+</sup> .....CiCe <sup>(3)</sup> .....		
Relación.Ca/Mg.....K/Mg.....Ca:K:Mg.....		
<b>[I] OBSERVACIONES DEL ANÁLISIS. " anomalías importantes: fuerte acidez; sobreencalado severo; sugerencia de abonados foliares; etc.".....</b>		
<b>[J]CONSEJOS DE ABONADO. DOSIS ORIENTATIVAS. " enmiendas calizas o magnésicas; aportes de abonos fosfóricos; aportes de abonos potásicos; etc..".....</b>		

(1) Método Olsen. (2) Desplazamiento con CINH<sub>4</sub>. (3) Capacidad efectiva de intercambio

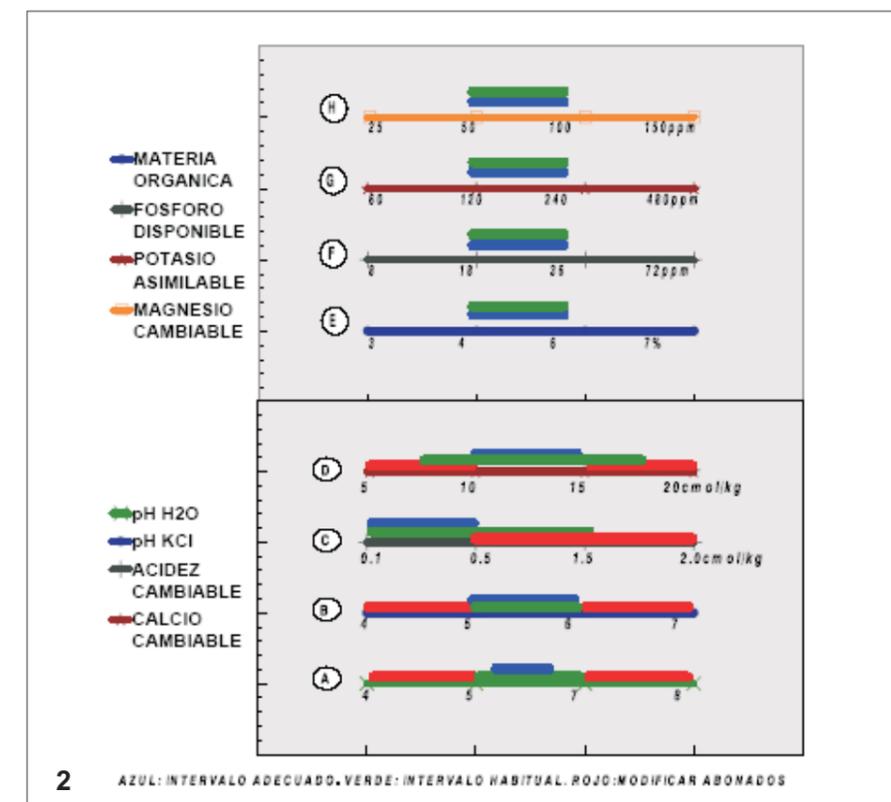
En la figura 1 se recogen los parámetros analíticos más frecuentemente ofrecidos por los laboratorios de análisis, junto con algunas anotaciones [I] que, a juicio del técnico, pueden derivar de la evaluación de las condiciones del suelo, así como los posibles consejos de abonado [J] sugeridos para el cultivo existente - o que se pretende implantar- en cada suelo.

En la figura 2 se resume el tema central de este trabajo: dar a conocer los valores habituales de cada uno de los parámetros analizados en los suelos cultivados (principalmente en Pontevedra pero extrapolable al resto de Galicia), señalando a grosso modo los intervalos óptimos- o a los que se debe aspirar con las correcciones y/o abonados- y destacando las situaciones en que el suelo se aleja significativamente de las condiciones idóneas para desarrollar cualquier cultivo no específicamente adaptado. Se trata de una aproximación cualitativa (en otros trabajos citados al final se cuantifican los datos analíticos) presentada con el objetivo de que los usuarios puedan efectuar una valoración de los resultados del análisis de suelo enviados desde el laboratorio.

El valor de pH en H<sub>2</sub>O [A] es, tal vez, el parámetro analítico con el cual están más familiarizados el conjunto de usuarios de un Servicio de Análisis de Suelos. Su determinación en el laboratorio es muy sencilla, y, con ser un parámetro indirecto de fertilidad, aporta una información valiosa acerca de las

condiciones nutricionales del suelo. El intervalo de pH adecuado para la mayoría de los suelos y cultivos es el de 5.5 a 6.5. Lo habitual es que los suelos que no han sido corregidos presenten valores de pH inferiores a 5.5, de modo que el intervalo deseado se alcanza mediante uno o varios encalados (con calizas, calizas magnésicas, menos frecuentemente con cal viva o apagada, y, en ciertas áreas costeras, con conchilla de moluscos).

En la citada figura se destacan en rojo los valores de pH comprendidos entre 4 y 5. Este intervalo se asocia indirectamente con niveles altos de aluminio en suelo- un elemento tóxico para prácticamente todos los cultivos- con el agravante de que donde se encuentra este catión no hay espacio para otros nutrientes esenciales para los cultivos: calcio, magnesio y potasio. Además, en estas condiciones la actividad de los microorganismos beneficiosos del suelo- que facilitan la utilización del nitrógeno presente en el mismo- está muy disminuida; y un nutriente casi siempre escaso en el suelo: el fósforo, se presenta- en este intervalo de pH- en formas que no pueden ser fácilmente tomadas por las plantas. Es, por tanto, evidente, que la corrección del pH del suelo es una práctica agronómica fundamental.



En el extremo opuesto, una proporción importante de los suelos agrícolas presentan valores de pH superiores a 6.5 o, incluso, a 7.0. Esto suele ser debido al aporte masivo de conchilla de moluscos y es- por su parte- una práctica agronómica inadecuada, cuyas consecuencias perduran durante muchos años (como mínimo 5) y cuya corrección es difícil y raramente rentable. En este caso, los lugares de que dispone el suelo para suministrar nutrientes a las plantas están masivamente ocupados por calcio, que no deja espacio a otros básicos (potasio y magnesio).

Además, estas condiciones pueden impedir que la planta tome algunos nutrientes menos conocidos (manganeso, hierro, zinc, cobre y boro) porque las pequeñas cantidades que suministra el suelo suelen ser suficientes y no suelen ser añadidos como fertilizantes; la consecuencia indirecta de unos valores de pH elevados es que aparezcan anomalías en los cultivos (en sus hojas, brotes, en la fructificación, etc) causadas por carencias en micronutrientes, que no solamente son difíciles de