

Análisis de suelos y su interpretación

Cultivar un suelo sin conocer sus necesidades es como pesar sin balanza, navegar sin brújula, gastar sin ton ni son...

Las nuevas técnicas de riego localizado han permitido un mejor aprovechamiento del agua y la incorporación continuada y de manera racional de los fertilizantes solubles, nuevas técnicas de laboreo...



Distintas muestras de tierras preparadas para analizar.

No cabe duda que a lo largo de estos últimos veinticinco años hemos visto como han ido creciendo los rendimientos de los cultivos gracias a las nuevas tecnologías puestas a disposición de nuestra agricultura. Entre ellas cabe destacar los logros alcanzados en la obtención de nuevas variedades más productivas y resistentes al ataque de agentes patógenos, las nuevas técnicas de riego localizado que han permitido un mejor aprovechamiento del agua y la incorporación continuada y de manera racional de los fertilizantes solubles, nuevas técnicas de laboreo, etc...

Pero, sin duda, todos estos avances

han sido posibles gracias al conocimiento previo de las posibilidades que ofrece el suelo sobre el cual se desarrollan los cultivos: su capacidad de retención de humedad, sus mecanismos que permiten poner a disposición de la planta los nutrientes necesarios, las relaciones entre éstos, sus carencias, sus excesos, en fin, su *fertilidad potencial*.

Esta, no cabe duda, se determina mediante un análisis que ha de informar sobre los aspectos físico-químicos del suelo o del subsuelo.

El análisis, en su más amplio sentido, comprende una serie de operaciones como son las de la *toma de la muestra, el estudio físico-químico en*

José Yanez Jiménez
Ingeniero Técnico Agrícola.
Jefe del Dpto. Agronómico
del Centro de Investigación
y Desarrollo de FESA
(Fertilizantes Españoles, S.A.)

el laboratorio o análisis propiamente dicho, *la interpretación de los resultados* y por fin, *las recomendaciones* a la vista de éstos.

Ahora bien, a lo largo de este proceso pueden cometerse muchos errores, estando demostrado que el más importante proviene precisamente de la primera operación, es decir de la toma incorrecta de la muestra de suelo.

A pesar de la información facilitada por los diferentes laboratorios, en cuanto a la manera de tomar una muestra de suelo de forma correcta es muy corriente en aquellos recibir gran número de muestras que no cumplen ni siquiera con la condición mínima, que es, lógicamente, la cantidad a enviar, unas veces excesivas y otras totalmente insuficientes. (Ver N° 104, de la revista Fertilización de ERT Fertilizantes).

Una vez tomada correctamente la muestra, ésta se prepara y embala en el material suministrado normalmente por el laboratorio y que consta de una caja o sobre en el que figuran la dirección de aquel y la del remitente y un impreso que ha de ser cumpli-



Laboratorios de I+D (Investigación y Desarrollo) de ERT Fertilizantes.

mentado cuidadosamente por el agricultor, si no quiere llevar a errores involuntarios al técnico que maneje posteriormente los datos, con el consiguiente consejo equivocado.

La mayoría de los laboratorios de análisis de suelos, siguen metodologías oficiales. Son a las que vamos a hacer referencia en este artículo.

Interpretar los resultados dados por el laboratorio es compararlos con unas escalas de valores.

Estas se han obtenido gracias a la recopilación de miles de datos, así como a observaciones y experiencias realizadas sobre el terreno durante un largo período de tiempo.

Los niveles de cada factor o elemento, son considerados bajos, normales o altos dependiendo de la técnica de cultivo seguida, los rendimientos esperados y tipo de suelo estudiado.

Estas escalas han de considerarse como medias y capaces de perfeccionarse en cada zona gracias a la atención particular prestada al tema por los técnicos del lugar.

Bien, comencemos por estudiar los aspectos que caracterizan a un suelo.

Nuestra fuerza: ¡LA CALIDAD!

La gran difusión de los INVERNADEROS RICHEL en toda EUROPA, es el resultado de una fabricación cuidadosamente controlada y una técnica confirmada por 20 años de experiencia. Más de 2.000 Ha, de invernadero instaladas en todo el mundo.

Nuestros diseños han sido cuidadosamente estudiados y calculados, para conseguir aunar el criterio de robustez y resistencia tradicional en nuestras estructuras, a las exigencias propias de cualquier tipo de clima.

- Variedad de técnicas de aireación.
- Construcción con tubos de hierro ovalizado (aumento de la resistencia).
- Galvanización de gran calidad (aumento de la duración).
- Sistema patentado de ensamblaje de arcos y correas, mediante bridas soldadas a las correas (precisión del montaje a lo largo del tiempo).

Amplia gama de modelos: 4,50 m (Especial fresón) 4,50 m normal - 7 m - 7,50 m - 8 m - 9,30 m - BITUNEL 16 m - y MULTICAPILLA modular de 6,40 m de ancho, en SIMPLE PARED o DOBLE PARED INFLABLE (que permite hasta un 40% de ahorro de energía).



SERRES DE FRANCE
RICHEL

13810 EYGALIÈRES - FRANCE

AGROFUTUR INVERNADEROS
GRUPO SAN JORGE, 14 BAJOS
08840 VILADECANS (BARCELONA)
TEL.(93) 658 39 52

DISTRIBUIDORES EN:
ASTURIAS, BADAJOZ, CACERES,
GALICIA, GIRONA, NAVARRA, TARRAGONA
Y ZARAGOZA.




Sluis & Groot
Semillas

Estos son, principalmente, los que siguen: textura y granulometría; pH; conductividad; materia orgánica; carbonatos; caliza activa; capacidad total de cambio; nutrientes (N, P, K y cationes).

Granulometría y textura

Son indispensables para interpretar la mayoría de los otros datos suministrados por el análisis.

La granulometría propiamente dicha es la constituida por los elementos finos del suelo, haciendo constar en el cuestionario que se envía el agricultor al laboratorio si existen el suelo fracciones mayores (piedras).

Según la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, establece las dimensiones de las distintas partículas finas de suelo en:

- Arenas: entre 2 y 0,02 mm.
- Limo: entre 0,002 y 0,002 mm.
- Arcilla: menor de 0,002 mm.

Una vez determinado el tamaño de las partículas, el índice de textura de un suelo es el tanto por ciento de arena, limo y arcilla que entran en su composición. Con arreglo a ésta y con ayuda del triángulo de textura se determina el suelo de que se trata, que de una forma sencilla agrupamos en tres grandes grupos:

- Arenosos: suelos ligeros.
- Francos: de consistencia media.
- Arcillosos: fuertes o pesados.

Esta clasificación más sencilla nos servirá más adelante para la interpretación de otras determinaciones.

Centrándonos solamente en el % arcilla y de una forma un poco general podemos decir:

- Menos del 10% de arcilla: suelo arenoso.
- Entre 10 y 30% de arcilla: suelo franco.
- Más del 30% de arcilla: suelo pesado o arcilloso.

pH

El pH de un suelo nos expresa su acidez o alcalinidad, es decir la concentración de iones hidrógeno que se encuentran en ese momento disociados en la «solución suelo».

Esta concentración se mide en una escala de 0 a 14. En los suelos cultivados el pH está normalmente comprendido entre 4 y 9 y se puede dar la siguiente clasificación (pH en solución 1/2; 1 parte de tierra y 2 de agua):

- pH menor de 5,5: muy ácido.

- pH entre de 5,6 a 6,5: ácido.
- pH entre 6,6 a 7,5: neutro.
- pH entre 7,6 a 8,5: alcalino.
- pH mayor de 8,6: muy alcalino.

Un suelo muy ácido posee normalmente una mala estructura que limita la circulación del aire y agua, e impide la buena penetración de las raíces. Además se ve reducida la asimilación de ciertos elementos como el molibdeno y aumenta la toxicidad de otros como el manganeso y disminuye la actividad microbiana y por tanto la nitrificación. La asimilación del fósforo disminuye por formarse combinaciones insolubles con el hierro y el aluminio. Por el contrario los microelementos (a excepción del molibdeno) son más asimilables en medio ácido.

Para elevar el pH en una unidad (de 5,5 a 6,5), las cantidades medias de caliza fina a aportar por hectárea son las que siguen (expresado en carbonato cálcico):

- Suelos arenosos: 1.000 a 1.200 Kg de CO₃Ca.
- Suelos francos: 1.500 a 2.500 Kg de CO₃Ca.
- Suelos arcillosos: 4.000 a 6.000 Kg de CO₃Ca.

Si el suelo es arenoso, de bajo poder tampón, se emplearán indistintamente productos crudos o cocidos (cal viva o cal apagada).

La corrección de los suelos ácidos se presenta más fácil que la de los alcalinos. En estos la corrección es casi imposible; tan solo podremos realizar prácticas agrícolas encaminadas a paliar en lo posible los efectos perjudiciales: como por ejemplo, empleando abonos acidificantes o bien aportaciones de azufre, si bien las bajadas de pH no son duraderas y habrá que repetir las aportaciones cada 3-4 años.

Conductividad

La salinidad de un suelo se determina mediante la conductividad eléctrica en una solución de suelo (agua+suelo), que variará según sea la proporción suelo/agua (por ejemplo, 1/2 ó 1/5). A estas proporciones los laboratorios «tantean» la existencia de sales, pasando a determinar exactamente la conductividad eléctrica en extracto de saturación. CE_e, que consiste en añadir agua destilada a la muestra de suelo hasta saturarla, y de la parte resultante extraer el agua mediante succión y a través de

un filtro que no deje pasar las partículas de suelo.

La unidad de medida empleada es el milimho/cm² (mmho/cm²) o el milisiemens/cm (mS/cm).

| CE _e mS/cm | Clasificación |
|-----------------------|--------------------|
| 2 | No salino |
| 2-4 | Ligeramente salino |
| 4-8 | Salino |
| 8-16 | Muy salino |

Materia orgánica

El contenido en M.O. de un suelo depende, además del material vegetal, de la textura (arcilla), pH y del carbonato de cal.

Las tierras de menos del 10% de arcilla, es decir arenosas, suelen ser pobres en M.O. debido a la fuerte mineralización producida por una aireación excesiva. Por el contrario, en los suelos arcillosos los niveles de M.O. suelen ser más altos.

Tanto en un caso o en el otro, interesa mantener niveles, lo más altos posibles, con el fin de crear un buen complejo arcillo-húmico.

Asimismo, el pH influye en el nivel de M.O. de manera indirecta, ya que actúa sobre los microorganismos del suelo. A mayor cantidad y calidad de éstos, mayor mineralización con lo que los niveles de M.O. serán bajos o al revés.

Por ello en tierras ácidas los contenidos de M.O. del suelo son mayores que en tierras alcalinas debido a una mineralización defectuosa.

La interpretación de los datos numéricos del análisis de materia orgánica es como sigue:

| Suelo arenoso | Suelo franco | Suelo arcilloso |
|------------------------|--------------|-----------------|
| NIVEL MUY BAJO | | |
| 0-1,25 | 0-1,0 | 0-1,5 |
| NIVEL: BAJO | | |
| 1,26-2,00 | 1,01-1,75 | 1,51-2,50 |
| NIVEL: NORMAL | | |
| 2,01-3,00 | 1,76-2,50 | 2,51-3,50 |
| NIVEL: ALTO | | |
| 3,01-4,00 | 2,51-3,50 | 3,51-4,50 |
| NIVEL: MUY ALTO | | |
| 4,00 | 3,50 | 4,50 |

Es necesario considerar que éstos son los niveles que se dan interna-

cionalmente. En nuestro país, con niveles inferiores se obtienen también buenos resultados.

Carbonatos

Realmente podemos decir que un suelo es calizo a partir de un 10% de carbonatos existiendo exceso de caliza cuando este valor supera el 20%. Una tabla interpretativa adecuada es la siguiente:

- Muy bajo: 0-5%
- Bajo: 5-10%
- Normal: 10-20%
- Alto: 20-40%
- Muy alto: mayor del 40%

En cuanto a la *cal activa* utilizaremos la siguiente interpretación:

- 0-6%; Baja: no suelen aparecer clorosis.
- 6-9%; Media: se ven afectadas las plantas sensibles.
- Mayor 9%; Alta: problemas de clorosis graves, en particular en cultivos arbóreos.

Cuando un suelo es calizo influye en primer lugar en la textura. Favorece la rápida destrucción de la materia orgánica contribuyendo al empobrecimiento del suelo en humus.



Laboratorio agronómico.

Además bloquea, en formas insolubles, ciertos elementos nutrientes indispensables para la planta, como el hierro dando lugar a la llamada «clorosis férrica». Otros micronutrientes afectados de la misma forma son el

manganeso, zinc y cobre, produciendo lo que se llama enfermedades «carenciales» que repercuten extraordinariamente en la producción.

También el fósforo se ve afectado por la caliza que lo retrograda a formas insolubles. De manera parecida se ven afectados el potasio y el magnesio.

FERTILIZANTES SUPER-SOLUBLES

Fertilizantes ideales para fertirrigación

NITRATO POTASICO
KNO₃ 13-0-46

POLY-FEED-NPK Soluble

FOSFATO MONOAMONICO - M.A.P.
FOSFATO MONOPOTASICO - M.K.P.
“MAGNISAL” NITRATO DE MAGNESIO

Distribuido por: E.R.T., S.A.
ENFERSA

Distribuido por: EDEFI, S.A.

FABRICADO POR: **Haifa chemicals Ltd.**, Israel

FERQUISA fertilizantes químicos S.A.

NUEVA DIRECCION: Orense, 6-5º C-9 - 28020 MADRID - Tel.(91)456 24 94 - Fax: (91)597 02 46

GRUPO INTERNACIONAL DE ESPECIALISTAS

**Con más de 100 años de experiencia
en el cultivo, suministro y asesoramiento técnico**



De Holanda y California:

PLANTAS DE FRESA

«planta fresca» o congeladas para multiplicación
y producción.

PLANTAS Y SEMILLAS DE ESPARRAGO.

ARBOLES Y ARBUSTOS FRUTALES.

SEMILLAS HORTICOLAS PARA CULTIVOS

AL AIRE LIBRE (Patatas de siembra, puerros,
coles, etc.).



OFICINA CENTRAL, DEPARTAMENTO DE VENTAS

P.O.Box 1180; 3300 BD Dordrecht Holanda - Blekersdijk, 1; 3311 IC

Dordrecht Holanda. Tel. 07-31-78/313303-310147. Télex: 29008 vdh nl.

Telefax: 07-31-78/136717

OFICINA EN VALENCIA: Tel. 96-3316024

Los efectos negativos de la caliza se contrarrestan en parte con la aplicación de fuertes aportaciones de materia orgánica y sulfato de hierro o quelatos.

La fertilización fosfopotásica en suelos calizos deben ser un poco más elevadas de lo normal, y frecuentes para evitar así las retrogradaciones.

Corrección de deficiencias o excesos de carbonatos

Menos del 5%: Incorporar yeso 1.000-5.000 Kg/Ha. (Las cantidades más elevadas fraccionarlas en 3-4 años).

Más del 5%: Incorporar sulfato de hierro 500-1.000 Kg/Ha, anualmente y dependiendo de la sensibilidad a la clorosis del cultivo a abonar.

Capacidad de intercambio catiónico

Indica junto a la materia orgánica el índice de fertilidad de un suelo, y mide la capacidad que tiene un suelo para retener cationes y se expresa en miliequivalentes por cada 100 g de suelo (meq/100 g).

La suma de todos los cationes de cambio (H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , etc.) constituye la capacidad total de cambio (CTC) de un suelo. Esta depende del % de arcilla y de materia orgánica con contenga.

Como la arcilla es el elemento más abundante, es realmente el que mayor influencia tiene en la CTC.

Los valores medios de CTC según la textura, son:

- Suelos arenosos: 10 meq/100 gr.
- Suelos francos: 15 meq/100 gr.
- Suelos arcillosos: 20 meq/100 gr.

Una vez fijado el tipo de textura de un suelo, los valores de la capacidad total de cambio, podrán subir o bajar según la cantidad de materia orgánica.

Valores por debajo de 5 meq/100 gr, son muy bajos, indicando claramente que se trata de un suelo poco fértil. Por el contrario, valores cercanos a 30 meq/100 gr, indican que nos encontramos ante un suelo excesivamente arcilloso (o con un elevado contenido en materia orgánica) en el que existiría grave riesgo de asfixia radicular por problemas de encharcamientos, siendo desaconsejable, desde luego, para frutales.

Nitrógeno

Desde el punto de vista agrónomi-

co, la determinación analítica del nitrógeno no tiene un excesivo significado. En un suelo en estado natural, el nitrógeno existente o está en forma orgánica (más del 85%) o está en forma mineral, como resultado de la mineralización de la materia orgánica. Además se da la circunstancia que el nitrógeno mineral está expuesto a perderse en gran parte por lavados, y la velocidad de mineralización dependen indudablemente de condiciones de temperatura, humedad, textura, etc.

Como consecuencia se desprende, que los análisis de N poco espaciados en el tiempo, pueden dar resultados muy diferentes.

Por otro lado la capacidad de suministro de nitrógeno de su suelo, es poco importante e insuficiente para los cultivos.

Además el nitrógeno aportado por los abonos, está igualmente sometido a las variaciones citadas por las mismas influencias.

Por todo lo antedicho, el nitrógeno a la hora de valorarlo, de cara a una correcta fertilización, debe ser considerado en términos de dinámica, o sea de valorización en función del tiempo y las condiciones más que en términos estáticos o de determinación en un momento dado por medio de análisis.

No obstante, el análisis en conjunto nos puede proporcionar elementos de

juicio muy estimables para el estudio de la dinámica del nitrógeno, teniendo en cuenta fundamentalmente los siguientes aspectos:

- Necesidades de cada cultivo en concreto e incluso de cada variedad y su proporcionalidad con la producción.

- La determinación de los residuos o su estimación.

- La determinación de un coeficiente de utilización en cada caso del nitrógeno disponible.

- Estimación de las pérdidas por desnitrificación y por lixiviación.

Estas determinaciones únicamente pueden ser deducidas mediante experimentación para una situación dada de una zona determinada considerando los factores de suelo-clima y planta.

Fósforo

Desde el punto de vista agrónomico, que es el que nos interesa, el fósforo puede estar en el suelo en cuatro situaciones.

- Directamente asimilable, en la solución de suelo.

- Intercambiable, a corto plazo, fijado en el complejo arcillo húmico.

- Lentamente asimilable, que está absorbido en los geles de hierro y aluminio en tierras ácidas y por las partículas de caliza en las alcalinas, además del contenido en la materia orgánica.

**Tabla 1: Método OLSEN.
Fósforo (ppm)**

| | Muy bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|--------------------------|----------|-------|--------|-------|----------|
| SECANO | | | | | |
| Suelto | 0-4 | 5-8 | 9-12 | 13-20 | > 20 |
| Franco | 0-6 | 7-12 | 13-18 | 19-30 | > 30 |
| Arcilloso | 0-8 | 9-16 | 17-24 | 25-40 | > 40 |
| REGADIO EXTENSIVO | | | | | |
| Suelto | 0-6 | 7-12 | 12-18 | 19-30 | > 30 |
| Franco | 0-8 | 9-16 | 17-24 | 25-40 | > 40 |
| Arcilloso | 0-10 | 11-20 | 21-30 | 31-50 | > 50 |
| REGADIO INTENSIVO | | | | | |
| Suelto | 0-10 | 11-20 | 21-30 | 31-50 | > 50 |
| Franco | 0-15 | 16-30 | 31-45 | 46-60 | > 60 |
| Arcilloso | 0-20 | 20-35 | 36-50 | 51-70 | > 70 |

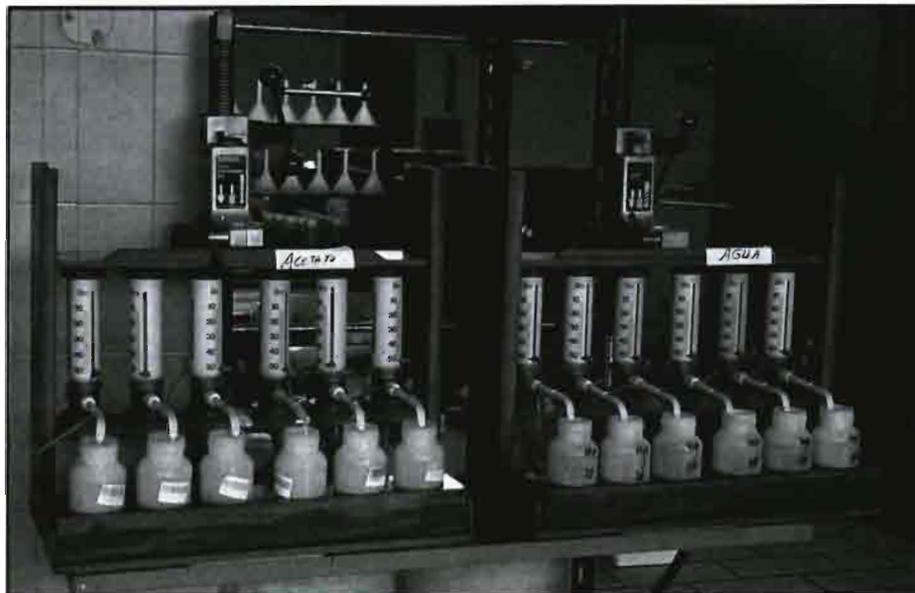
- Inasimilable, procedente de la roca madre y el precipitado por reacciones con el Al y el Fe en suelos ácidos y con el Ca en suelos básicos (fosfatos tricálcicos).

Determinación del fósforo asimilable

Como pilar fundamental de una buena fertilización es indispensable el determinar las reservas asimilables de cada suelo antes de emprender un determinado plan de abonado; los laboratorios consideran «asimilable» aquel fósforo que se extrae con la ayuda de ácidos débiles de concentración bien definida.

Existen numerosos métodos según se trate de suelos ácidos o básicos o bien calizos.

El método oficial empleado en España y el seguido comúnmente por la mayoría de los laboratorios tanto oficiales como privados es el denominado OLSEN que emplea como extractante el bicarbonato sódico 0,5 N y pH=8, utilizándose fundamentalmente en tierras calizas o básicas, si bien da muy buenos resultados en tierras ácidas también, aunque para



El análisis de tierras, cultivos y aguas de riego ofrece la información precisa que optimiza la rentabilidad de la explotación agrícola.

ésta es corrientemente utilizado el método Bray-Kurtz, con una interpretación sencilla, pues al no existir carbonatos de cal en los suelos ácidos estos no influyen en la retrogradación del fósforo en la medida que los hace en los suelos básicos. El método Bray-Kurtz (suelos ácidos) es el



**TREN AUTOMÁTICO
TREN SEMIAUTOMÁTICO
ADAPTACIÓN A PRENSAS DE CEPELLONES**

**ES DIFERENTE
CUANDO TODAS ASPIRAN, ESTA SOPLA
PORQUE ASÍ ES MÁS FÁCIL**

SEMBRAMOS FUTURO. LLÁMENOS Y LE INFORMAREMOS.

CONIC SYSTEM S.C.C.L. C/ Prat, 10 - 08840 VILADECANS (BARCELONA) - Tel. (93) 658 04 98



Sus películas para túneles e invernaderos...

Nuestro EX655 (4% AV)

- bajo índice de fluidez
- amarillo, 2 campañas (Almería)
- térmico

Nuestro AG 0627 (4% AV)

- bajo índice de fluidez
- amarillo, 3 campañas (Almería)

Nuestro AG0190 (15% AV)

- bajo índice de fluidez
- natural, 3 campañas (Almería)

El emblema de Exxon Chemical es una marca de Exxon Corporation.

Ruego me envíen información técnica sobre sus productos
Ruego me telefonen para concertar entrevista

Nombre: _____

Empresa: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Fecha: _____

EXXON
CHEMICAL

Exxon Chemical International Marketing Inc.
Avenida de Burgos, 12 - 28036 Madrid
Tel.: (1)766.36.29 - Telex: 49035

siguiente:

- Muy bajo: 0-3 ppm.
- Bajo: 3-7 ppm.
- Normal: 7-20 ppm.
- Alto: 20-30 ppm.
- Muy alto: mayor 30 ppm.

Sin embargo, y tal como hemos apuntado anteriormente, dependiendo del pH y más directamente del contenido en carbonatos del suelo, el grado de retrogradación del fósforo está en función de aquellos.

Asimismo, la textura de un suelo influirá notablemente sobre la mayor o menor disponibilidad de fósforo para la planta ya que a igualdad de fósforo disponible la concentración de fósforo en la solución del suelo será mayor en un suelo arenoso que en uno arcilloso, puesto que la cantidad de agua útil disponible para los cultivos en un suelo arenoso es muy inferior a la de un suelo arcilloso.

Todo esto nos lleva a considerar que a iguales cantidades de fósforo en el suelo los niveles de riqueza en este elemento dependerán fundamentalmente de su textura y contenido en carbonatos, así como del sistema de cultivo seguido. (Ver tabla 1).

Contenidos bajos en fósforo

Si los niveles no son suficientes para atender las necesidades, de cultivo, el abonado deberá atender: necesidades de mantenimiento + necesidades de enriquecimiento.

Las cantidades a utilizar las reflejamos en la siguiente tabla en las que expresamos en % los incrementos considerándolos variables en función de la textura y contenido en carbonatos.

| Contenido en carbonatos | | |
|-------------------------|--------|--------------------|
| Muy bajo - Bajo | Normal | Alto - Muy alto |
| TEXTURA: ARENOSO | | |
| 10% | 20% | 30% |
| TEXTURA: FRANCO | | |
| 20% | 30% | 40% |
| TEXTURA: ARCILLOSO | | |
| 30% | 40% | 50% |

Obsérvese como a mayores contenidos de carbonatos y a texturas más finas las cantidades de fósforo recomendadas deben de incrementarse más importantemente.

Contenidos muy altos en fósforo

Se reducirán las dosis de abonados sobre las consideradas de mantenimiento en las cantidades expresadas en el siguiente cuadro:

| Contenido en carbonatos | | |
|-------------------------|--------|--------------------|
| Muy bajo - Bajo | Normal | Alto - Muy alto |
| TEXTURA: ARENOSO | | |
| 30% | 20% | 10% |
| TEXTURA: FRANCO | | |
| 40% | 30% | 20% |
| TEXTURA: ARCILLOSO | | |
| 50% | 40% | 30% |

Nótese en este caso que las cantidades a reducir en el abonado fosfatado en suelos muy ricos en fósforo serán mas importantes en los suelos de menor contenido en carbonatos puesto que existirá menos posibilidades de bloqueo del fósforo.

Contenidos de fósforo en exceso

En estos casos se procederá de dos maneras según se trate de:

- Cultivos arbóreos: suprimir el abonado fosfatado de 3 años.
- Cultivos herbáceos: reducir el 50% de las cantidades consideradas como abonados de mantenimiento durante 1-3 años y repetir análisis.

Potasio

Podemos distinguir varios tipos de potasio en el suelo:

- *Mineral*, el más abundante y que forma parte de muchos minerales como feldespatos, micas, arcillas, etc. La descomposición de estos minerales con el transcurso del tiempo liberarán potasio que podrá ser utilizado por las plantas.

- *Interlaminar*, que es el que se encuentra fijado entre las láminas de arcillas, prácticamente inutilizable por las plantas a excepción del situado en los bordes y en suelos muy pobres en potasio.

- *Cambiable*, que es el que está retenido en el complejo arcillo-húmico. Esta fracción de potasio es la que interviene en el intercambio catiónico con la solución de suelo, siendo la principal reserva de potasio de que dispone la planta.

- *En solución*, en el agua del suelo y que puede ser absorbida directamente por la planta.

Al igual que apuntábamos cuando hablábamos del fósforo, la cantidad de agua útil disponible para las plantas es muy superior en un suelo arcilloso que en uno arenoso, por lo tanto a igualdad de riqueza de potasio disponible la concentración de potasio en la solución de suelo es mayor en un suelo arenoso que en uno arcilloso; asimismo, cuanto mayor sea el

**Tabla 2: Interpretación de los resultados analíticos.
Potasio (meq/100 gr)**

| | Muy bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| SECANO | | | | | |
| Suelto | 0,00-0,15 | 0,16-0,30 | 0,31-0,45 | 0,45-0,75 | 0,75 |
| Franco | 0,00-0,20 | 0,21-0,40 | 0,41-0,60 | 0,61-1,00 | 1,00 |
| Arcilloso | 0,00-0,25 | 0,26-0,50 | 0,51-0,75 | 0,76-1,25 | 1,25 |
| REGADIO EXTENSIVO | | | | | |
| Suelto | 0,00-0,20 | 0,21-0,40 | 0,41-0,60 | 0,61-1,00 | 1,01 |
| Franco | 0,00-0,25 | 0,26-0,50 | 0,51-0,75 | 0,76-1,25 | 1,26 |
| Arcilloso | 0,00-0,30 | 0,31-0,60 | 0,61-0,90 | 0,91-1,50 | 1,51 |
| REGADIO INTENSIVO | | | | | |
| Suelto | 0,00-0,30 | 0,31-0,55 | 0,56-0,85 | 0,86-1,35 | 1,35 |
| Franco | 0,00-0,35 | 0,36-0,65 | 0,66-0,10 | 1,01-1,60 | 1,60 |
| Arcilloso | 0,00-0,40 | 0,41-0,75 | 0,76-1,15 | 1,16-1,85 | 1,85 |

contenido en arcilla mayor será su capacidad de fijación de iones potasio. Tanto en superficie como interlaminarmente.

De ahí que la tabla de interpretación de resultados analíticos (tabla 2), tenga en cuenta además del sistema de cultivo los diferentes tipos de textura, a la hora de marcar los niveles.

Para la recomendación de abonado a la vista de los resultados analíticos pueden darse cuatro situaciones:

1. Suelos normales o alto en potasio. En los que las aportaciones de los abonos potásicos deberán tener como finalidad mantener el suelo en las mismas condiciones que está por lo que se aportarán sólo las necesidades del cultivo además de las posibles pérdidas que por lavado puedan producirse.

Es el llamado abonado de mantenimiento.

2. Suelos con bajos contenidos en potasio. En estos además de la dosis de mantenimiento habrá que enriquecer el suelo.

Para ello hay que comenzar saturando los espacios interlaminares de las arcillas y posteriormente las zonas superficiales, por lo que según la cantidad de arcilla presente en el suelo se aplicarán mayores o menores cantidades de abonos potásicos.

Además hay que tener en cuenta que al ser más móvil que el fósforo pueden existir pérdidas importantes por lavado, sobre todo en suelos muy arenosos.

Los incrementos de abonado con respecto al fijado como de mantenimiento en % son indicados en el siguiente cuadro:

| Textura | | |
|----------------------------------|--------|-----------|
| Arenoso | Franco | Arcilloso |
| NIVEL DE POTASIO BAJO | | |
| 20% | 10% | 30% |
| NIVEL DE POTASIO MUY BAJO | | |
| 40% | 20% | 40% |

3. Suelos con contenido en potasio muy alto, haciendo las mismas consideraciones que en apartado anterior, la reducción de los abonados preestablecidos se hará en los porcentajes siguientes:

| Textura | | |
|----------------------------------|--------|-----------|
| Arenoso | Franco | Arcilloso |
| NIVEL DE POTASIO MUY ALTO | | |
| 10% | 20% | 40% |



Después de emplear la técnica analítica adecuada, los resultados se pueden tratar informáticamente de tal forma que se entregan al agricultor con valoraciones adecuadas a sus cultivos.

los análisis pasados 2-3 años.

Hay que tener en cuenta que cuando existe exceso de potasio es muy posible que se nos presenten problemas de salinidad y/o carencias inducidas de magnesio por antagonismo con el potasio.

Cationes de cambio

Los cationes de cambio son el Ca^{++} , el Mg^{++} y el Na^+ . También tiene el complejo de cambio otros cationes como el NH_4^+ y los oligoelementos, pero es en tan poca cantidad que es muy difícil determinarlos

4. Suelos con excesivo contenido en potasio. Se reducirá el abonado de un 50% a un 100% durante 1 a 3 años según los niveles que nos indique el boletín de análisis, repitiendo

Tabla 3: Interpretación de los cationes Ca, Mg y Na, según la textura del suelo

| | Muy bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| CALCIO (meq/100 gr) | | | | | |
| Arenoso | 0-3 | 3-6 | 6-7 | 7-8 | > 8 |
| Franco | 0-4.5 | 4.5-9 | 9-10.5 | 10.5-12 | > 12 |
| Arcilloso | 0-6.0 | 6-12 | 12-14 | 14-16 | > 16 |
| MAGNESIO | | | | | |
| Arenoso | 0-0.5 | 0.5-1.00 | 1.00-1.50 | 1.50-2.00 | > 2.00 |
| Franco | 0-0.75 | 0.75-1.50 | 1.50-2.25 | 2.25-3.00 | > 3.00 |
| Arcilloso | 0-1.00 | 1.00-2.00 | 2.00-3.00 | 3.00-4.00 | > 4.00 |
| SODIO | | | | | |
| Arenoso | | < 0.25 | 0.25-0.50 | > 0.50 | |
| Franco | | < 0.50 | 0.50-0.75 | > 0.75 | |
| Arcilloso | | < 0.75 | 0.75-1.25 | > 1.25 | |

| Métodos de análisis | |
|---------------------|---|
| Textura | Densímetro de Boyancos |
| pH | pHmetro, extracto 1/2 a 20°C |
| Conductividad | Conductivímetro, extracto 1/2 a 20°C |
| Materia orgánica | Walkey-Black, muestra más dicromato potásico en medio sulfúrico. Valoración con valorador automático Metrohm. |
| Carbonatos | Clacíetro de Bernard |
| Caliza activa | Droinean |
| Cationes de cambio | Cationes extraídos por acetato amónico 1N pH 7, Ca y Mg valorados por absorción atómica y K y Na por fotometría de llama. |
| Fósforo asimilable | Olsen, suelos alcalinos Bray-Kurtz, suelos ácidos. |

| Unidades empleadas en los análisis de suelos | |
|--|---|
| % | tanto por ciento |
| mS/cm | milisiemens por cm |
| mmho/cm ² | milimho por cm ² |
| ppm | partes por millón |
| meq/100 gr | miliequivalentes por cada 100 gr de suelo |

| Equivalencias | |
|--------------------|--|
| % X 10.000 = ppm | |
| ppm X 0,0001 = % | |
| ppm = mg/Kg = g/Tm | |

por medios analíticos y por tanto no se consideran.

Interpretación de resultados

El boletín nos da una cifra expresada en meq/100 gr. Su interpretación no depende solamente de las unidades que nos facilita el análisis, sino que dependerá de la CTC, es decir

de la arcilla y del humus de cada suelo en particular, ya que cada catión debe estar comprendido entre unos límites porcentuales de la CTC, como ya se dijo en el apartado referido a la capacidad de intercambio catiónico y que aquí volvemos a señalar por su extraordinaria importan-

cia: Ca, 60-80% de la CTC; Mg, 10-20% de la CTC; K, 2-6% de la CTC; Na, 0-3% de la CTC.

A parte de la interpretación individual de cada catión, hay que tener presente además, una serie de relaciones entre ellos con efectos antagónicos.



Pigaferrero



Polígono Industrial «La Redonda» - C.N. 340, Km. 86.
Telf: (951) 48 10 50 - 48 10 54. Télex: 78946 PIGA-E. Telefax: (951) 48 43 27
04710 SANTA MARIA DEL AGUILA - EL EJIDO (Almería).



Nuevo

Micro-aspersor y micro-jet DAN SPRINKLERS

LAS COPIAS NOS HACEN MAS ORIGINALES



La investigación y el desarrollo de nuevos productos es una constante en Regaber. Por eso, ahora, presentamos nuestros nuevos diseños de micro-aspersor y micro-jets, que mejoran sus prestaciones:

- Nuevo puente.
- Mayor resistencia a la acción solar.
 - Mayor duración de las piezas.
 - Válvula antigoteo incorporada para evitar la descarga de la tubería.
 - Nueva base que reduce los gastos de mantenimiento.

Aplicaciones:

- Riego de semilleros y viveros.
 - Riego antihelada.
 - Refrigeración del ambiente en invernaderos y naves animales.
 - Lombricultura.
 - Pulverización.

Consulte a nuestros distribuidores autorizados.

Comprobará que la calidad y la tecnología de REGABER son inimitables.

| Factores de conversión útiles en los análisis de suelos. (Miliequivalentes por litro en el extracto saturado en partes por millón en suelo seco) | | |
|---|---|---|
| MULTIPLIQUE | POR | PARA OBTENER |
| Miliequivalente por litro de extrato saturado | Peso equivalente X $\frac{\% \text{H}_2\text{O en suelo para saturación}}{100}$ | Partes por millón en suelo seco |
| Ca | 20,04 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | Ca |
| Mg | 12,16 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | Mg |
| Na | 23,00 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | Na |
| K | 39,10 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | K |
| Cl | 35,46 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | Cl |
| SO ₄ | 48,03 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | SO ₄ |
| CO ₃ | 30,00 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | CO ₃ |
| HCO ₂ | 61,01 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | HCO ₂ |
| PO ₄ | 31,65 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | PO ₄ |
| CaSO ₄ .2H ₂ O | 86,09 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | CaSO ₄ .2H ₂ O |
| CaCO ₃ | 50,04 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | CaCO ₃ |
| S | 16,03 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | S |
| H ₂ SO ₄ | 49,04 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | H ₂ SO ₄ |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ .18H ₂ O | 111,07 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | Al ₂ (SO ₄) ₃ .18H ₂ O |
| FeSO ₄ .7H ₂ O | 139,01 X $\frac{\% \text{H}_2\text{O}}{100}$ | FeSO ₄ .7H ₂ O |

| Miliequivalentes por litro en partes por millón | | |
|---|------------------|---|
| Miliequivalentes por litro | Peso equivalente | Partes por millón |
| Ca | 20,04 | Ca |
| Mg | 12,16 | Mg |
| Na | 23,00 | Na |
| K | 39,10 | K |
| Cl | 35,46 | Cl |
| SO ₄ | 48,03 | SO ₄ |
| CO ₃ | 30,00 | CO ₃ |
| HCO ₃ | 61,01 | HCO ₃ |
| PO ₄ | 31,65 | PO ₄ |
| CaSO ₄ .2H ₂ O | 86,09 | CaSO ₄ .2H ₂ O |
| CaCO ₃ | 50,04 | CaCO ₃ |
| S | 16,03 | S |
| H ₂ SO ₄ | 49,04 | H ₂ SO ₄ |
| Al ₂ (SO ₄) ₂ .18H ₂ O | 111,07 | Al ₂ (SO ₄) ₂ .18H ₂ O |
| FeSO ₄ .7H ₂ O | 139,01 | FeSO ₄ .7H ₂ O |

| Miliequivalentes en miligramos | | |
|---|------------------|---|
| Miliequivalentes | Peso equivalente | Miligramos |
| Ca | 20,04 | Ca |
| Mg | 12,16 | Mg |
| Na | 23,00 | Na |
| K | 39,10 | K |
| Cl | 35,46 | Cl |
| SO ₄ | 48,03 | SO ₄ |
| CO ₃ | 30,00 | CO ₃ |
| HCO ₃ | 61,01 | HCO ₃ |
| PO ₄ | 31,65 | PO ₄ |
| CaSO ₄ .2H ₂ O | 86,09 | CaSO ₄ .2H ₂ O |
| CaCO ₃ | 50,04 | CaCO ₃ |
| S | 16,03 | S |
| H ₂ SO ₄ | 49,04 | H ₂ SO ₄ |
| Al ₂ (SO ₄) ₂ .18H ₂ O | 111,07 | Al ₂ (SO ₄) ₂ .18H ₂ O |
| FeSO ₄ .7H ₂ O | 139,01 | FeSO ₄ .7H ₂ O |

FESA, Fertilizantes Españoles S.A.

Su centro de investigación y desarrollo en Huelva.

Bajo una única dirección, este centro cuenta con una serie de departamentos que permiten desarrollar programas y proyectos.

Los departamentos: ingeniería de procesos, desarrollo de productos, investigación de nuevos proyectos, laboratorio agrónomo, laboratorio de análisis y control y departamento agrónomo.



Nº REFERENCIA: B902040020

FINCA: El PINTADO

PARCELA: MUESTRA Nº 2

CULTIVO: FRUTALES

POBLACION: GIBRALEON

C.P.

RESULTADOS ANALITICOS DE LA MUESTRA DE TIERRA

| CARACTERIZACION DEL SUELO | | | |
|----------------------------|------|-------------------|------|
| pH | 7,47 | Capas activas (%) | |
| Conductividad Extraída (%) | 0,20 | Carbonatos (%) | 0,87 |
| Conductiv. (meq/cm) | | GEOLOMETRIA | |
| Extracción saturación | | arena (%) | 6,2 |
| Materia orgánica (%) | 0,61 | limo (%) | 20 |
| | | arcilla (%) | 1,8 |

| NUTRIENTES | | | |
|--------------------|------|--------------------|------|
| N. Nitro (ppm) | 3,9 | Calcio meq/100 g | 5,54 |
| N. Amoniacal (ppm) | 0,0 | Magnesio meq/100 g | 1,57 |
| Fósforo (ppm) | 15,5 | Potasio meq/100 g | 0,26 |
| CaCl meq/100 g | | Sodio meq/100 g | 0,36 |

| OLIGOELEMENTOS Y OTROS | | | |
|------------------------|------|---------------|----|
| Hierro (ppm) | 1258 | Cloruro (ppm) | 25 |
| Cinc (ppm) | 1,6 | | |
| Manganeso (ppm) | 86 | | |
| Cobre (ppm) | 8 | | |

| REPRESENTACION GRAFICA DE RESULTADOS | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------|------|--------|------|----------|
| Determinación | BAJO | MEY BAJO | BAJO | NORMAL | ALTO | MEY ALTO |
| M. ORGANICA | ** | | | | | |
| CARBONATOS | ** | | | | | |
| CALIZA ACTIVA | | | | | | |
| FOSFORO | ***** | | | | | |
| CALCIO | ***** | | | | | |
| MAGNESIO | ***** | | | | | |
| POTASIO | ***** | | | | | |
| SODIO | ***** | | | | | |
| CLORURO | ***** | | | | | |

LA TEXTURA DEL SUELO ES DEL TIPO

FRANCO ARCILLO ARENISA

FECHA DE EMISION: 17/02/89

INFORME AGRONÓMICO Y RECOMENDACIONES DE ABOHO

Modelo de hoja de resultados de análisis. En este tipo de hojas los resultados proceden del ordenador. En estas hojas los resultados analíticos de la muestra de tierra son: caracterización del suelo; nutrientes; oligoelementos y otros; textura del suelo y una representación gráfica de resultados.

15% de la CTC estamos antes un suelo sódico, con todos sus problemas de tipo físico que nos presentará y al que habrá que aplicar mejorantes químicos, tipo azufre o yeso.

En la Tabla 3 se da la interpretación de los cationes Ca, Mg y Na, según la textura del suelo. Sin embargo, para el K y por su clara influencia en el abonado se dan tablas interpretativas no sólo según la textura del suelo, sino del tipo de cultivo que se pretende abonar, tanto si es de secano como si es de regadío. (Tabla 2).

Hasta aquí se han expuesto las normas de interpretación de análisis utilizados por FESA, Fertilizantes Españoles S.A., basadas en la larga experiencia adquirida por esta empresa procedente de la fusión de ERT-Fertilizantes y S.A. Cros.

Estas normas han de considerarse como generales y son los técnicos de cada zona o comarca los que han de interpretar los resultados en función del conocimiento y la práctica en cada lugar.

Además, hay que tener en cuenta que las técnicas de análisis y los medios de cálculos (informática) evolucionan de manera muy rápida y permitirán comparar mejor los resultados entre el análisis y la experimentación en campo, lo que en un plazo corto el análisis de suelos será más complejo pero también más fácil de interpretar y de mayor precisión.

Así un exceso de Ca^{++} cambiable puede interferir la asimilación del Mg^{++} y del K^+ . Si la relación Ca/Mg , expresados ambos en meq/100 gr es mayor de 10, es probable una carencia inducida de Mg. Lo ideal es que esta relación esté alrededor de 5.

Otra relación muy estudiada es la K/Mg , también expresados en meq/100 gr. Lo idóneo es que dicho cociente esté entre el 0,2-0,3. Caso de que sea mayor de 0,5 existe riesgo de carencia en Mg, no por falta de este elemento en el suelo, sino por un exceso proporcional de K. Por el contrario, si dicha relación está alrededor de 0,1, lo más probable es que exista carencia inducida de K.

Un exceso de Na produce deficiencias en Ca y Mg, lo que en cultivos arbóreos se traduce en fuertes defoliaciones. Cuando el Na signifique más del 10% de la CTC que viene a ser 1 meq/100 gr en tierras arenosas, 1,5 meq/100 gr en tierras francas y 2 meq/100 gr en tierras arcillosas, cabe sospechar problemas de salinidad de tipo sódico, por lo que se recomienda acudir a un examen especial de sanilidad.

Cuando el Na significa más del



José Yanez Jiménez, autor de este trabajo sobre los análisis de suelo y su interpretación es Ingeniero Técnico Agrícola por la Universidad de Sevilla. Ha desempeñado diversos cargos de asesoría técnica de 1966 a 1970 en la Delegación de Andalucía Oriental de la compañía Fertiberla. Después pasa a Sevilla con la empresa ERT Fertilizantes. Actualmente, es Jefe del Departamento Agronómico del Centro I+D de FESA, en Huelva, donde coordina el laboratorio de análisis con las delegaciones a nivel nacional y diversas experiencias sobre fertilización en diversos cultivos así como I+D de nuevos tipos de abonos. En la foto, José Yanez con una muestra de suelo.