

NOTAS VARIAS

CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS METODOS MAS USADOS PARA LA DETERMINACION DEL FOSFORO ASIMILABLE EN EL SUELO

Es sabido que existen varios procedimientos colorimétricos para la determinación del fósforo asimilable, basados en la formación del color azul del complejo fosfomolibdico. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas de sensibilidad y estabilidad y también con respecto a la interferencia de otros iones. De los numerosos agentes reductores usados ninguno supera al cloruro estannoso (Cl_2Sn), que es el más indicado y eficiente.

En el cuadro explicativo, que a continuación se detalla, se indican las distintas variantes en los procedimientos analíticos, que incluyen la reducción por el Cl_2Sn del ácido fosfomolibdico en solución de H_2SO_4 y HCl (I y II). La reacción con vanadato y molibdato de amonio, (método III), no requiere reducción.

La elección del método depende también del tipo de suelo con que se trabaje.

La intensidad del color es proporcional a la concentración de fósforo.

| | Fosfo-molibdato : azul | | Vanadato |
|--|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| | H_2SO_4 (I) | HCl (II) | molibdato : amarillo (III) |
| Grado de concentración de P en (ppm)..... | 0-1 | 0-2,5 | 0-20 |
| Concentración de P al 50% de transmisión de luz (ppm)..... | 0,4 | 0,8 | 6 |
| Tiempo requerido para desarrollo del color (en minutos)..... | 5 | 5 | 5 |
| Estabilidad del color (en minutos)..... | 15 | 15 | infinito |
| Concentración final del ácido..... | 0,39 N | 0,7 N | 0,2-1,6 N |

* Trabajo realizado en el Laboratorio de Fertilidad del Instituto de Suelos y Agroecología (I. N. T. A.), durante el curso que dictara, en 1959, el experto de la F. A. O., doctor Robert W. Pearson. Recibido para su publicación el 12 de agosto de 1959.

El método I tiene poca o menor gradación que el II, pero posee mayor sensibilidad que éste. Así se observa que 0,4 ppm de fósforo, en la solución problema, produce un color de suficiente intensidad para reducir la transmisión de luz en un 50 % en el fotocolorímetro. En el método II, en cambio, se necesitan 0,8 ppm, o sea una cantidad doble de fósforo; ésto da la medida de la sensibilidad. La estabilidad del color es de 15 minutos para I, 15 minutos para II, e infinita para III. Esto significa que en I y II deben efectuarse las lecturas entre los 5 y 15 minutos de producida la reacción, limitando la posibilidad de efectuar muchas observaciones analíticas al mismo tiempo.

Las concentraciones óptimas finales del ácido son las siguientes: para el método I: 0,39 N, para el II: 0,7 N y para el III: 0,2 a 1,6 N. Aquí vemos que la concentración del ácido, para una correcta realización de los métodos I y II, es un término definido y fijo. Si se variaran estas concentraciones, se producirían interferencias de otros iones y deficiente colorido de la reacción del fósforo. En cambio, en el método III hay un amplio margen de acidez para operar. En los métodos I y II un exceso de reactivo provoca variaciones en el color; en cambio, en el método III un exceso de reactivo no afecta la sensibilidad del color. En los métodos I y II hay que agregar cantidades iguales y exactas de reactivo, debido a las variaciones que se observarán en los resultados en caso de no proceder así; en cambio, en el método III ello no ocurre porque no hay agente reductor.

Método I. Dijimos que es el más sensible; es muy eficaz cuando se investigan bajas concentraciones de fósforo. No se producen interferencias por Si^{+++} , hasta 200 ppm; por ion Fe^{+++} hasta 5 ppm y por ion Fe^{++} hasta 100 ppm. Las cantidades de Ca^{++} , Mg^{++} y Cl^- que contiene el suelo producen interferencias cuando no se usan las concentraciones correctas del ácido y del Cl_2Sn . El arsénico da la misma reacción que el fósforo, pero ordinariamente no existe en el suelo o en las plantas, salvo en casos de cultivos como el algodón, por uso de insecticidas arsenicales. Con un problema como éste se puede reducir el As con bisulfito de sodio que al mismo tiempo reduce cierta cantidad de ion Fe^{+++} , generalmente el ion Fe^{++} no interfiere en estos casos, salvo cuando se usa una concentración muy elevada de HCl en la solución extractiva.

Un exceso de nitratos o cloruros producirá interferencias, por lo

tanto no deberán usarse estas sales en los reactivos; pero para el caso de aplicar este método para suelos salinos se pueden evitar los inconvenientes construyendo una curva Standard usando cloruros y nitratos de la misma concentración de los que se extraen del suelo, aunque lo mejor es usar otro procedimiento.

Método II. Posee la misma sensibilidad que el I, pero es 2.5 veces mayor el grado de concentración en que es posible trabajar. Existen gran cantidad de iones cloro. La acidez de la solución se ajusta, para que haya una interferencia mínima. Para el caso de que tengamos más de 6 ppm de iones Fe... cuando extraemos con HCl 0,05 N, conviene tomar una parte alícuota del extracto (10 cc) y pasarlo a través del reductor Jones, en el que el Fe... pasa a Fe... Parte de los 10 cc queda absorbida por el Zn, por lo que hay que lavar el reductor con ácido (HCl o H₂SO₄) diluido, según sea el ácido que estemos usando de la solución extractiva; 3 lavados con 3 a 5 cc en cada lavado es suficiente. Este filtrado se lleva a volumen, se toma una parte alícuota y sobre ella se determina fósforo. Las interferencias que se producen en este método son las mismas que para el método I.

Suele también producir interferencias el fluor, cuando supera las 2 ppm; este elemento se puede eliminar con el agregado de ácido bórico, formándose un complejo fluor-boro, que no interfiere en el color.

Los métodos I y II son afectados por la temperatura, que influye, tanto en la curva Standard como en las determinaciones analíticas; las determinaciones deben efectuarse a 25° C, con un margen de tolerancia de más o menos 5° C.

Método III. Es mucho menos sensible, pero tiene una gradación mucho mayor. El color es estable. Las interferencias son mucho menores y más difíciles. La temperatura no afecta la intensidad del color amarillo desarrollado. Este método es cada vez más aceptado y usado en análisis rutinarios y en gran escala.

Cuando se usa el fotocolorímetro deberá usarse el filtro apropiado. En el caso del molibdato azul se usa el de longitud de onda de 660 milimicrones, es decir para los métodos I y II, en cambio para el III se usará el de 470 milimicrones, pudiéndose usar el de 400 a 490.

Con dos técnicos y cuatro laboratoristas se pueden realizar cincuenta análisis diarios.

Al preparar la curva Standard se pondrá el fotocolorímetro en 100 % de transmitancia con el testigo blanco y luego se efectuarán las lecturas con los Standards de fósforo preparados de antemano. Los valores de T % (transmisión por ciento de luz) van en la ordenada, y en la abscisa las respectivas concentraciones de fósforo en partes por millón (ppm) contenidas en la escala preparada con antelación. Una transmitancia del 100 % corresponde a 0 ppm de fósforo. Deben hacerse numerosas pruebas para obtener la curva Standard, de modo que la línea quede bien determinada para poder eliminar así cualquier error experimental. Conviene constatar la curva periódicamente para estar seguros de que nada ha cambiado en los reactivos o en el procedimiento.

El $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ es el más adecuado para la preparación de la solución Standard.

Las soluciones extractivas de HCl 0,05 N y H_2SO_4 0,025 N se emplean para suelos ácidos o donde existe predominancia de $(\text{PO}_4)_2\text{Mg}$ y $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.

La extracción con 0,025 N de HCl y 0,03 N de NH_4F se usa para suelos donde predominan PO_4Fe y PO_4Al .

Para suelos calcáreos extracremos con NaHCO_3 0,5 N.

PRECAUCIONES OPERATIVAS

En las manipulaciones deben evitarse las contaminaciones con fósforo. Entre los errores más frecuentes encontramos los que se deben a los pipeteados por contacto con la saliva. También contienen fósforo la transpiración y las cenizas de los cigarrillos.

Deben usarse reactivos puros exclusivamente, en caso contrario deberán ser recristalizados a pH 4,5 y secarlos previo a la pesada, toda una noche en estufa a 40° C.

Nunca se debe pipetear directamente del matraz que contiene la solución Standard de fósforo, sino que sacaremos una parte en otro recipiente del cual se extraerá con la pipeta eliminándose el sobrante, que en ningún caso se volverá al matraz.

El jabón y los detergentes también contienen fósforo.

El material de vidrio para envasar soluciones valoradas de fós-

foro, deberá ser lavado con un ácido fuerte, para eliminar cualquier vestigio y luego enjuagado con agua destilada. El material nuevo de vidrio deberá ser tratado con mezcla sulfo-crómica; el vidrio pirex contiene 0,7 % de arsénico, que dará lugar a errores si no es convenientemente eliminado.

Se considera, como guía general, que un suelo con menos de 3 ppm de fósforo, es muy deficiente para el crecimiento de las plantas y que con más de 20 ppm posee lo adecuado. — *Carlos Alberto Mazza* ¹

CONSIDERACIONES SOBRE EL CREDITO AGRARIO

Al crédito agrario se lo ha encarado con criterio bursátil, especulativo y burocrático.

Todo lo que se refiere al crédito: sistemas, tipos, plazos, formas de pago, intereses, etc., no condice —no encuadra— con la realidad agraria.

Cuatro son los caracteres que la economía tradicional le ha reconocido; eso precisamente por cuanto nunca se lo ha analizado con criterio agrícola.

Estudiando dicho crédito desde el punto de vista del agricultor pueden señalarse las siguientes cualidades:

a) Es *imprescindible*, debido a que la explotación agropecuaria requiere grandes inversiones de capital.

Y coincidentemente, nuestro agricultor es casi siempre un empresario sin capital.

En tales circunstancias el crédito resulta de “uso obligado”.

b) *Su producido no es inmediato*, pues la agricultura es periódica y estacionaria; condiciones que obligan a esperar cierto tiempo para recoger los frutos.

En todo tiempo, ni en cualquier momento, es posible sembrar ni cosechar.

c) La periodicidad biológica y la estacionalidad climática *eliminan la regularidad* y la seguridad en el trabajo agrícola. Ellas actúan a manera de factores limitantes en cierto sentido, desde el momento que reducen las posibilidades.

Según el individuo y el lugar serán los resultados.

¹ Ingeniero agrónomo.

d) La actividad agrícola *no se puede ajustar arbitrariamente*, a voluntad del hombre, es regulada por leyes naturales como la del "mínimo" y "de la productividad variable".

e) Está expuesta a *riesgos incontrolables o adversidades imprevisibles* por depender de la naturaleza (suelo, clima, plagas y el propio poder vital de la planta o el animal).

Así los resultados del trabajo se vuelven aleatorios: se puede cosechar poco, mucho o nada, no obstante satisfacerse todos los requerimientos técnicos y prevenir cualquier eventualidad.

f) Todos los productos agrícolas *son perecederos* por excelencia, pues la materia orgánica es la menos durable y *no se ha de conservar sino artificialmente*. Esa cualidad los hace poco propicios para la especulación y reducen la seguridad que ofrecen como garantía.

g) La expansión horizontal, propia de la agricultura, y las razones ecológicas (de suelo y clima) que rigen y predeterminan su desarrollo, establecen una rigurosa *localización*.

Esa localización del área y de lugar subordina y constriñe la evolución y expansión agrícola.

A tantos factores restrictivos, limitantes, o negativos se suma otro, por el contrario ampliamente favorable, el de *ser productivo*. El crédito rural es productivo desde el momento que la producción multiplica los bienes sembrados (de un grano se obtiene una espiga o varias).

Enunciados los caracteres elementales que particularizan al crédito agrícola, será fácil captar los errores o fallas económicas y legales de su aplicación.

1º No existe el pago en especie, como es habitual en las relaciones económicas agrícolas.

El pago en especie facilita el cumplimiento del productor y le garantiza un precio real y equitativo.

2º No existe el pago proporcional a la cosecha, es decir una cantidad variable de acuerdo al rendimiento obtenido, lo que posibilita disminuir apreciablemente la deuda sin mayor sacrificio en caso de gran producción, y, por el contrario no gravita penosamente sobre la economía del agricultor en caso de baja producción. Y, sobre todo, de malograrse el fruto de todo el año de tra-

bajo por adversidades naturales, no se lo expone a quebrar su economía, o abandonar su empresa.

O a empeñarse indebidamente con intereses punitivos, con que se castiga a todo deudor moroso.

3º No existe la "remisión", parcial o total, en caso de grave disminución o pérdida de la cosecha a causa de la acción de los agentes naturales (sequías, heladas, plagas, etc.) cargándose la cuota no saldada sobre el remanente.

4º No existe un interés proporcional, que no grave indebidamente al crédito rural por cuanto sólo se mide para establecerlo el mayor riesgo, sin tener en cuenta que la casi totalidad de esos riesgos no son como los habituales de la industria o el comercio, (consecuencia de un accidente o el azar), pues aquí responden a causas naturales imprevisibles e incontrolables.

El monto de los intereses, o la razón que habitualmente se aplica, no corresponde a circunstancias de carácter agronómico, ni a hechos de orden rural sino que obedecen a simples planteamientos bursátiles.

5º No existe una relación lógica ni equitativa entre las cuotas rígidas de los créditos con los períodos biológicos y los procesos estacionales que rigen a la agricultura y ganadería. Se exigen cuotas a plazos fijos que no guardan relación alguna con la recolección de los frutos o las pariciones.

6º No existe un sistema administrativo práctico y rápido que se avenga a la modalidad del campesino y a las dificultades que el medio rural plantea por la dispersión y la distancia de los núcleos familiares.

7º No se avala como corresponde la garantía personal del productor que ejerce una artesanía biológica cuyos productos satisfacen las necesidades elementales — primarias — de la humanidad.

8º En definitiva no existe una *modalidad rural* (biológica y productiva) para programar, tramitar, otorgar y saldar los créditos rurales que a pesar de ser agrarios, se manejan con criterio neta y exclusivamente bancario. — *Andrés Ringuet* ¹.

¹ Profesor titular de Economía agraria.