

COMO EL pH BUFFER AYUDA A DETERMINAR EL REQUERIMIENTO DE CAL EN SUELOS ACIDOS

La reacción del suelo (pH) es una de las determinaciones más importantes, ya que es un indicador de múltiples propiedades químicas, físicas y biológicas que influyen fuertemente en su fertilidad. Los suelos con pH's menores de 6.5 pueden clasificarse como ácidos y ésta condición limita la disponibilidad de algunos nutrientes, por lo que, la aplicación de cal agrícola como neutralizador de la acidez, es una práctica muy común en estos suelos (Figura 1).



Figura 1. Encalado de suelos.

El pH y la productividad

Cuadro 1. Clasificación de los suelos en función de la acidez medida en una relación suelo: agua 1:2.

pH suelo	Grado de acidez o alcalinidad
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 – 5.4	Ácido
5.5 – 6.4	Moderadamente ácido
6.5 – 7.3	Neutro
7.4 – 8.1	Moderadamente alcalino
8.2 – 8.8	Alcalino
> 8.9	Extremadamente alcalino

El pH del suelo se mide mediante un electrodo en una pasta de suelo en una relación suelo: agua 1:2 o en la presencia de un electrolito, como cloruro de calcio 0.01 M, en relación suelo: solución 1:2 (Castellanos et al., 2000). Los valores de pH del suelo van de 0 hasta 14, y se clasifican según la acidez o alcalinidad (Cuadro 1), así como las condiciones químicas sobresalientes del suelo (Cuadro 2).

La máxima disponibilidad de nutrientes en el suelo, se encuentra en un pH cercano a la neutralidad (6.0- 6.5). Por lo tanto, el pH del suelo afecta el rendimiento de los cultivos, reduciéndose conforme se aproxima a 6.0 (dependiendo del cultivo). En este sentido, suelos con pH de 5.5 o menor (exceso de aluminio intercambiable), son apropiados para producir por la toxicidad del aluminio (Cuadro 2). El impacto negativo de este elemento en los suelos ácidos se ha reducido con el encalado (aplicación de cal agrícola), actividad muy común para el manejo de estos suelos.

Cuadro 2. Condiciones químicas sobresalientes del medio suelo-agua, según el pH.

pH suelo	Condición del sistema suelo-agua
< 4.0	Presencia de ácidos libres (oxidación de los sulfuros).
< 5.5	Presencia de aluminio intercambiable y/o exceso de manganeso.
6.0-6.5	Con excepción de los suelos andosoles, los demás suelos presentan una aceptable disponibilidad de nutrimentos.
7.3 – 8.4	Probable presencia de carbonatos de calcio (CaCO_3)
> 8.2	Probable presencia de elevadas concentraciones de sodio intercambiable.

pH buffer y encalado

El pH del suelo obtenido con el análisis de rutina en los laboratorios agrícolas es un buen indicador de la acidez, sin embargo, este parámetro no permite determinar el requerimiento o cantidad de cal necesaria para aumentar el valor de pH del suelo, según las necesidades del cultivo a producir. La mayor parte de la acidez en los suelos tropicales (excluyendo suelos orgánicos) proviene del aluminio (Al), sin embargo, se utiliza la acidez intercambiable ($\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$) como sinónimo de Al intercambiable. La acidez intercambiable se determina mediante la extracción de Al^{+3} y el H^+ del suelo con una sal neutra no tamponada como el KCl 1N.

Por otro lado, un método común para determinar las necesidades de cal en suelos de carga permanente utiliza soluciones tampón o buffer. Una solución buffer es una solución que tiene la capacidad de resistir cambios de pH cuando se le adicionan pequeñas cantidades de un ácido o base fuerte. Esta solución reguladora de pH, dependiendo de su naturaleza reacciona con cualquier ácido o base fuerte, manteniendo un pH constante y bien regulado. La solución tampón más popular es la SMP buffer (Schoemaker, Mclean y Pratt, 1961) desarrollada para suelos ácidos de Ohio, E.U., la cual está compuesta de p-nitrofenol, trietanolamina, cromato de potasio, acetato de calcio y cloruro de calcio todo ajustado a pH 7.5. Los valores de pH de equilibrio de la suspensión suelo: agua: solución tampón (relación 5:5:10), se correlacionan con la cal necesaria para elevar el pH a un valor de 6.8 (determinada por incubación de CaCO_3) de las mismas muestras de suelo. De este modo, se obtiene una curva de calibración de la cual se obtiene una tabla de recomendaciones que determina las cantidades de cal necesaria para lograr un determinado pH (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cantidad de cal necesaria para cambiar el pH de la suspensión suelo-solución buferizada (método SMP) y el pH requerido en suelos de Ohio, Estados Unidos (Shoemaker *et al.*, 1961).

Índice SMP	pH en agua requerido después de la aplicación de la cal		
	6.0	6.4	6.8
	CaCO ₃ puro (t/ha)		
4.8	22.5	26.2	30.6
5.0	20.6	23.7	27.7
5.2	18.3	21.3	24.7
5.4	16.1	19.0	22.0
5.6	13.8	16.6	19.0
5.8	11.9	14.1	16.1
6.0	9.6	11.6	13.3
6.2	7.7	9.1	10.4
6.4	5.7	6.7	7.7
6.6	3.5	4.2	4.7
6.7	2.5	3.0	3.5

El uso de la solución tampón SMP buffer funciona satisfactoriamente en suelos de carga permanente y son recomendados para suelos ácidos dominados por arcillas de tipo 2:1 y para suelos diferentes a Oxisoles, Ultisoles y Andisoles, ya que éstos, presentan carga variable y se estarían sobreestimando las dosis de encalado (Espinosa y Molina, 1999). Por lo tanto, cada país deberá obtener estos valores mediante investigación para los suelos de su región. En algunos casos, los suelos ácidos pierden cantidades sustanciales de calcio, magnesio y potasio, por lo que la incorporación de cales agrícolas y dolomíticas (calcio y magnesio) toman mayor importancia como fuente de estos nutrimentos que como neutralizadores de la acidez. Sin embargo, ambos beneficios permiten mejorar las condiciones químicas del suelo que favorecen una adecuada nutrición de los cultivos.

Fuentes

- Castellanos R., J. Z., J. X. Uvalle B. y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos, aguas agrícolas, plantas y ECP. 2a edición. México. 201 p.
- Espinosa, J. y E. Molina. 1999. Acidez y encalado de los suelos. 1a edición. International Plant Nutrition Institute (IPNI) - Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 42 p.
- Shoemaker, H. E., E. O. Mclean and P. F. Pratt. 1961. Buffer methods for determining lime requirements of soils with appreciable amounts of exchangeable aluminum. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25(1):247-277.