

CAPITULO 3

ACIDEZ DEL SUELO

Por: Leyla Amparo Rojas Escobar *

Gloria Inés Gonzalez Luna**

3.1. Introducción

La reacción del suelo se evalúa midiendo el pH, o sea, determinando la actividad iónica del H^+ en una suspensión del suelo en agua o en un electrolito débil y se define con la siguiente ecuación:

$$pH = -\log a_{H^+} \quad (1)$$

a_{H^+} = actividad iónica de H^+

El pH es una de las propiedades físico-química mas importantes de los suelos; de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas no solo porque determina su solubilidad, si no porque controla el tipo de actividad biológica y por lo tanto la solubilidad de la materia orgánica. también tiene efecto sobre la concentración de iones y sustancias tóxicas, la CIC de suelos y raíces, enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (2).

Un suelo ácido es aquel que tiene un pH menor de 7. Sin embargo la acidez del suelo como limitante para el desarrollo de las plantas, solo adquiere importancia cuando el pH es menor de 5.5. El crecimiento pobre de las plantas en los suelos ácidos está directamente relacionado con concentraciones del Al^{3+} intercambiable, baja disponibilidad de algunos

* Químico Ph. D. Programa de Suelos. Instituto Colombiano Agropecuario. Apartado Aereo 151123 Bogotá. 1989

** Químico. Programa de Suelos. Instituto Colombiano Agropecuario. Apartado Aereo 2316 Barranquilla. 1989

La acidificación progresiva de los suelos, se debe al reemplazo de las bases cambiabiles Ca, Mg, K, y Na por los iones H y Al. Este reemplazo resulta de la percolación de agua, extracción de cationes básicos por las plantas y por el uso de fertilizantes de carácter ácido (1).

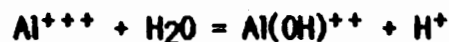
3.2. Clasificación de la Acidez del suelo

3.2.1. Acidez Activa

Comprende los iones H^+ de la solución del suelo y se determina midiendo el pH, lo cual se logra por medio de métodos colorimétricos y potenciométricos. Los métodos colorimétricos se utilizan en el campo y no son tan exactos como los potenciométricos, estos últimos se utilizan en los laboratorios y se basan en la medición potenciométrica de la actividad de H^+ contra un electrodo de referencia, generalmente un electrodo de calomel saturado.

3.2.2. Acidez Intercambiable

Se ha demostrado que los suelos tienen muy poco H^+ intercambiable y que es el aluminio y no el hidrógeno el responsable de la acidez del suelo, ya que este aluminio intercambiable al pasar a la solución del suelo reacciona con el agua formando hidróxido de aluminio e H^+ . Esto puede ilustrarse en las siguientes reacciones:



Así pues la acidez intercambiable comprende los iones Al^{+++} e H^+ y se determina desplazando estos iones con una sal neutra como KCl.

3.2.3. Acidez no Intercambiable

Comprende los iones $Al(OH)_2^+$, el hidrógeno covalente de la materia orgánica y los grupos $Si-OH$ de las arcillas. Esta acidez no se disocia cuando se eleva el pH del suelo.

3.2.4. Acidez Total

Es la suma de las anteriores clases de acidez. Se determina extrayendo con cloruro de bario-trietenolamina a pH 8.2.

Por diferencia entre la acidez total y la acidez intercambiable se puede obtener la acidez no intercambiable (2).

3.3. Determinación de la Acidez Activa (pH del Suelo)

3.3.1. Principio

La determinación potenciométrica del pH del suelo está influenciada por efectos de dilución (el valor del pH aumenta a medida que la suspensión se hace mas diluida); efecto de sales solubles (el pH de la suspensión disminuye al aumentar la concentración de las sales neutras como $NaCl$, $CaSO_4$); efecto del anhídrido carbónico (al aumentar la presión disminuye el pH del suelo); efecto de suspensión (los valores de pH son diferentes cuando se determina en la suspensión recién agitada, en el sedimento o en el sobrenadante); efecto de las reacciones redox.

3.3.2. Procedimiento

Pesar 10 g de suelo molido y seco a $40^{\circ}C$ y transferir a un vaso de 50 mL. Añadir 25 mL de agua destilado. Agitar la suspensión aproximadamente cinco minutos y dejar en reposo por 30 minutos.

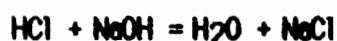
Una vez calibrado el instrumento con las soluciones amortiguadoras, se procede a determinar el pH de la muestra de suelo mientras se agita la suspensión.

3.4. Determinación de la Acidez Intercambiable ($Al^{3+} + H^+$)

3.4.1. Principio

Cuando se trata el suelo con una solución de KCl 1N el K^+ reemplaza el H^+ y el Al^{+++} intercambiables formándose en la solución HCl y $AlCl_3$ los cuales pueden ser titulados con solución estandarizada utilizando como indicador fenolftaleína.

Las reacciones de titulación son las siguientes:



Si a esta solución titulada se agrega NaF el aluminio presente en la forma de $Al(OH)_3$ se convierte en un complejo estable de fluor aluminato y se produce NaOH. La cantidad de aluminio puede entonces ser determinada titulando con un ácido fuerte el NaOH formado en presencia de fenolftaleína.



El aluminio puede también determinarse en el extracto directamente, por métodos colorimétricos usando aluminón o cianina-eriocromo-R de acuerdo a las técnicas dadas por McLean (5).

La determinación de la acidez intercambiable se restringe por lo general a suelos con pH inferiores a 5.5 ya que las soluciones salinas neutras no extraen hidroxialuminios ni los grupos ácidos de la materia orgánica a excepción de los grupos carboxílicos.

Lo anterior significa que la acidez intercambiable está dada por compuestos que se comportan como ácidos fuertes (2).

3.4.2. Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.01N (estándar).
- Acido clorhídrico 0.1N y 0.01N (estándar).
- Solución de fluoruro de sodio.
Disolver 40 g de NaF en agua.
- Indicador de fenolftaleína.
Disolver 0.1 g de este indicador en en 100 mL de etanol del 95%.
- Cloruro de potasio 1N.
- Disolver 75 g de KCl en agua y llevar a volumen de un litro, usando un frasco volumétrico.

3.4.3. Procedimiento

3.4.3.1. Determinación de $Al^{3+} + H^+$

Pesar 2.5 g de suelo y agregar 25 mL de KCl 1N. Agitar 10 minutos. Filtrar en papel whatman cualitativo. Tomar 10 mL del filtrado y agregar 10 mL de agua la cual contiene 4 a 6 gotas de fenolftaleína al 0.1%. Titular con NaOH 0.01N hasta la aparición de un color rosado permanente. Anotar los mililitros de NaOH empleados en la titulación.

Cálculos

$$AI = \text{Acidez Intercambiable} = (Al^{+++} + H^+) \text{ meq/100g}$$

$$AI = \frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 25 \times 100}{\text{peso muestra} \times 10}$$

$$Al = \frac{mL NaOH \times 0.01 \times 25 \times 100}{2.5 \times 10}$$

Acidez intercambiable = mL de NaOH

3.4.3.2. Determinación de Al³⁺

A la solución titulada con NaOH 0.01N agregar una gota de HCl 0.1N para decolorarla. Agitar. Agregar 2.5 mL de NaF y agitar, si la solución contiene aluminio de cambio, el color rosa retorna. Titular con NaOH 0.01N hasta que el color rosado desaparezca. Agregar 1 o 2 gotas del indicador, agitar y dejar en reposo 2 minutos; si el color rosado desaparece, continuar la titulación hasta que una nueva adición del indicador, agitación vigorosa y reposo no coloreen la solución de color rosado. Esto indica que la titulación está completa.

Cálculos

Al⁺⁺⁺ intercambiable (meq/100g) =

$$\frac{mL HCl \times N_{HCl} \times 25 \times 100}{\text{peso muestra} \times 10} =$$

$$\frac{mL HCl \times 0.01 \times 25 \times 100}{2.5 \times 10} = mL HCl$$

Nota: El hidrógeno intercambiable se obtiene por diferencia así:

$$\text{Hidrógeno intercambiable (meq/100 g)} = \text{Acidez intercambiable} - \text{Aluminio intercambiable}$$

3.5. Determinación de la Acidez Total (Acidez Extractable)

3.5.1. Principio

La acidez extractable se determina en el suelo extrayéndola con solución de cloruro de berio-trietanolamina a pH 8.2 y titulando el exceso de base con HCl. La acidez extractable se obtiene haciendo la diferencia del ácido en la titulación de la solución extractora (blanco) y el utilizado en la titulación del extracto de suelo (4).

3.5.2. Reactivos

- Solución amortiguadora cloruro de berio-trietanolamina

Diluir 100 mL de trietanolamina (d: 1.126 1N) en 900 mL de agua, agregar HCl concentrado hasta que la solución alcance un pH de 8.1 - 8.2 (se requieren aproximadamente 360 mL de HCl). Llevar esta solución a un volumen de 2 L. Mezclar esta solución con 2 L de una solución que contenga 250 g de $BaCl_2 \cdot H_2O$. Proteger la solución amortiguadora del CO_2 del aire, colocándole un tubo con partículas de soda en el tapón de la botella.

- Solución extractora

Disolver 250 g de $BaCl_2 \cdot H_2O$ en aproximadamente 2 L de agua, agregar 20 mL de solución amortiguadora, agitar y llevar a volumen de 4 L.

- Acido clorhídrico 0.2N estandarizado
- Verde de bromocresol

Preparar solución acuosa de este indicador al 0.1%

- Indicador mixto

Disolver 0.1250 g de rojo de metilo y 0.0825 g de azul de metileno en 100 mL de alcohol etílico del 90%.

3.5.3. Procedimiento

Pesar 5 g de suelo en un erlenmeyer de 125 mL. Agregar 15 mL de la solución amortiguadora, tapar y dejar en reposo por 30 minutos agitando ocasionalmente. Filtrar la

solución a través de papel de filtro utilizando un embudo, usando 35 mL de la solución amortiguadora en forma cuantitativa. Lavar el suelo en los embudos con 100 mL de solución extractora agregando pequeñas porciones de la solución sin permitir que el suelo se seque. Llevar un blanco, mezclando 100 mL de solución extractora con 50 ml de la solución amortiguadora. Agregar 2 gotas de verde de bromocresol y 10 gotas de indicador mixto. Titular el blanco con el HCl 0.2N escogiendo un punto final en la gama de colores verde a púrpura. Hacer el mismo tratamiento a los filtrados provenientes de los suelos. El punto final de la titulación con el HCl debe armonizar con el escogido para el blanco.

Cálculos

$$\text{Acidez extractable (meq/ 100g)} = \frac{B - M \times N \times 100}{pm}$$

en donde:

B = mL HCl gastados en la titulación del blanco.

M = mL HCl gastados en la titulación de la muestra.

N = Normalidad del HCl.

pm = Peso de la muestra usado en la extracción.

3.6. Referencias

1. Fassbender H. W. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. p.174-177.

2. Garavito N. F. 1979. Propiedades químicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 2a ed. p. 117-180.
3. García O. A. 1985. Acidez y encaleamiento. En: Memorias curso de suelos y fertilización de cultivos. Instituto Colombiano Agropecuario. Bucaramanga. p. 53-73.
4. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1979. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá 4a ed. 664 pp.
5. McLean, E. O. 1965. Aluminum. En : Black C. A. et al. ed. Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron. Inc Madison, Wisconsin. p.978-998.