

LA ACIDEZ DEL SUELO Y SU CORRECCION

Alejandro Morón*
Enrique Pérez Gomar**

1. INTRODUCCION

Los principales problemas generados por la acidez del suelo son la toxicidad por aluminio, la deficiencia de minerales (especialmente fósforo) y la toxicidad del manganeso.

En el Uruguay existen 24 unidades de suelos con presencia de aluminio intercambiable en el horizonte A de el o los suelos dominantes (MAP. DSF, 1979). Dichas unidades de suelos suman el 23.4 % del área del país. Los valores oscilan desde mínimos de 0.1 hasta máximos de 4.4 miliequivalentes de aluminio intercambiable cada 100 g de suelo. Las unidades de suelo mas significativas, debido al área que abarcan, son: Sierra Polanco, Santa Clara, Chapicuy, Sierra de Aguá, Tres Cerros y Tacuarembó.

El presente trabajo tiene como objetivo revisar los principales conceptos sobre la acidez del suelo y su control.

2. CARACTERISTICAS DE LA ACIDEZ

La acidez del suelo es clasificada en cuatro categorías: 1) acidez activa, 2) acidez intercambiable, 3) acidez no intercambiable y 4) acidez potencial o titulable (Kinjo, 1983). La acidez activa es definida como la concentración de H^+ en la solución, la cual es cuantificada por la medida del pH. La acidez intercambiable está constituida por el aluminio e hidrógeno intercambiables. La acidez no intercambiable es el hidrógeno retenido por enlaces covalentes y que se disocia hasta pH 7. La acidez potencial o acidez titulable es la suma de la acidez intercambiable y la no intercambiable, constituye la acidez que debe ser neutralizada cuando se desea cambiar el pH de un suelo problema.

La resistencia del los suelos a los cambios de pH, denominada comúnmente capacidad *buffer*, se encuentra dada por la cantidad y tipo de coloides que tenga el suelo: minerales de arcilla, óxidos de hierro y aluminio, y materia orgánica humificada. Los suelos de textura más arenosa y con menor contenido de materia orgánica humificada tendrán menor capacidad de oponerse a los cambios de pH.

El aluminio intercambiable surge como consecuencia de la descomposición de las redes cristalinas de minerales que lo contienen.

Dicha descomposición es provocada por concentraciones elevadas de H^+ . A su vez, el aluminio liberado por la descomposición, con carga 3 positiva, es hexahidratado y tiene la capacidad de liberar 3 hidrogeniones (H^+) a mediada que aumenta el pH (Haynes, 1984; DeMello, 1985). En términos generales, se puede decir que a $pH_{(H_2O)} 5.5$ el aluminio originalmente con carga 3 positiva liberó 3 hidrogeniones y perdió su carga positiva, provocándose por tanto su precipitación.

Según Haynes (1982), la precipitación del aluminio intercambiable debido a aumentos del pH se realiza en primera instancia como polímeros amorfos de hidróxido de aluminio, pero manteniendo aún una importante capacidad de retener fósforo. Posteriormente, el aluminio precipitado en forma amorfa pasará -especialmente debido a déficit hídrico- a formas cristalinas.

Estas formas cristalinas tienen una capacidad de retener fósforo sustancialmente inferior a las formas amorfas (Haynes, 1982). Según el mismo autor ésta sería la causa que explicaría las contradicciones encontradas (Edmeades *et al.*, 1990) sobre el efecto del encalado en la disponibilidad de fósforo. Traducido a términos prácticos esto quiere decir que debe aplicarse el calcáreo con suficiente

*Ing. Agr., Dr., Sección Suelos INIA La Estanzuela

**Ing. Agr., Manejo de Suelos y Cultivos, INIA Tacuarembó

tiempo para que el aluminio precipite y se transforme en formas cristalinas.

3. CAUSAS DE LA ACIDIFICACION DE LOS SUELOS

El proceso de acidificación de los suelos puede ser definido como la remoción de los cationes básicos (Ca, Mg, K y Na) de la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) y su sustitución por H y/o Al. Las causas pueden ser naturales o provocadas por medidas de manejo aplicadas por el hombre.

Las causas naturales pueden ser la propia pobreza en cationes básicos del material de origen y/o procesos de pedogénesis que impliquen lixiviación de bases. Dentro de los factores de manejo que provocan acidificación del suelo se destacan la utilización de fertilizantes con amonio o que generen amonio (ejemplo fosfato de amonio, urea) y la utilización de leguminosas que obtengan su nitrógeno fundamentalmente de la fijación biológica (Haynes, 1983). El efecto de los factores de manejo en el pH del suelo va depender de la capacidad *buffer* de los suelos. La misma cantidad de acidez introducida por el uso de fertilizantes amoniacales y/o utilización de leguminosas que obtengan su nitrógeno de la fijación biológica va a tener mayor repercusión en suelos de textura liviana y con bajos contenidos de materia orgánica. Williams (1980) reporta para Australia cambios significativos en el pH del suelo por la utilización de trébol subterráneo por más de 30 años. Haynes (1983) presenta una destacada revisión sobre los factores de acidificación inducidos por la utilización de leguminosas.

4. LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS Y LA ACIDIFICACION

Existen suelos en el área agrícola (litoral oeste) que son moderadamente ácidos o neutros, con una textura y contenido de materia orgánica que permiten deducir un poder *buffer* de relativa importancia. Sin embargo, la utilización de fertilizantes nitrogenados amoniacales o que generan amonio, combinado con la utilización de rotaciones que usan cerca del 50% del tiempo con leguminosas, pueden hacer disminuir el pH en el mediano y largo plazo (cuadro 1). Los valores reportados en el cuadro 1 no se encuentran dentro de zonas consideradas críticas, pero llama la atención sobre la evolución de un factor no considerado usualmente en la sustentabilidad de estos sistemas de producción.

La utilización de fertilizantes nitrogenados y de leguminosas también esta presente en los sistemas de producción lechera. En algunas situaciones esta utilización es con la misma o mayor intensidad que en las rotaciones agrícola-ganaderas del litoral del país y a su vez con suelos de menor poder *buffer*.

En Nueva Zelanda, los sistemas intensivos de producción lechera requieren la aplicación de aproximadamente 2 toneladas de calcáreo por hectárea cada 5 años. Dichas aplicaciones son con el objetivo de neutralizar la acidez generada principalmente por la fijación biológica de nitrógeno y la utilización de fertilizantes nitrogenados (Pringle *et al.*, citado por Bolan *et al.*, 1989).

Cuadro 1. Los sistemas de producción y la acidificación del suelo.*

Sistemas	1	2	6	3	4	5	7
Descripción	Agricultura continua S/F	Agricultura continua C/F		Agricultura y leguminosas C/F			
pH (H ₂ O)	6.1	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7
	a	b	b	c	c	c	c

Nota: Medias con la misma letra no difieren significativamente, t (5%).

* Promedio 1990-93, Experimento de Rotaciones, INIA La Estanzuela.

A. Morón, 1993, información no publicada.

S/F y C/F: sin y con fertilización nitrogenada respectivamente.

5. LA VARIACION ENTRE Y DENTRO DE ESPECIES

Existen importantes diferencias entre y dentro de especies de leguminosas en la tolerancia a la acidez (Munns, 1978). En Uruguay, la leguminosa *Ornithopus* ha presentado un comportamiento destacado en suelos arenosos ácidos y con presencia de aluminio intercambiable en el noreste el país (F.Olmos, comunicación personal).

El aluminio tiene diversos efectos fisiológicos negativos (Malavolta, 1985; Marschner, 1986; Furlani, 1989). Los más destacados son la deformación del sistema radicular (raíces cortas y gruesas) y la alteración de la absorción y transporte del fósforo (Haynes, 1984).

Existen diversos mecanismos que utilizan las plantas para adaptarse a la presencia de aluminio. Estos varían desde la acumulación de aluminio en hojas viejas hasta diversos mecanismos que provocan la exclusión y/o inactivación en las raíces (Marschner, 1986; Malavolta, 1985).

6. EL CONTROL DE LA ACIDEZ

Existen tres caminos -no excluyentes- para controlar la toxicidad de aluminio provocado por la acidez:

1) adaptación del suelo a las plantas: aplicación de calcáreo. Es una práctica poco utilizada para pasturas y cultivos extensivos. Diversas pueden ser las causas de su baja utilización en el país, pero tal vez los costos tengan un papel determinante. Existen diferentes metodologías para calcular las cantidades de calcáreo que se deben aplicar. Se destacan dos: a) cálculo para neutralizar el aluminio, y b) cálculo por el método del porcentaje de saturación en bases. Para los dos métodos, la cantidad final debe ser corregida por la calidad del calcáreo. La calidad del calcáreo depende del poder de neutralización y de la granulometría (Alcarde, 1985);

2) adaptación de las plantas al suelo. Existe una variabilidad genética entre y dentro de

especies que ha sido utilizada con éxito con trigo, cebada y leguminosas en otros países;

3) controlar los factores de manejo que inducen a un aumento de la acidez del suelo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALCARDE, J.C.** 1985. Corretivos de acidez dos solos: característica e qualidade. In: Seminario sobre corretivos agrícolas. Piracicaba-SP, Fundação Cargill. p. 97-119.
- BOLAN, N.S.; HEADLY, M.J.; WHITE, R.E.** 1989. Nitrogen fertilizer use, fixation and soil acidification. In: White, R.E.; Currie, L.D., ed. Nitrogen in New Zealand agriculture and horticulture. Proceedings. Palmerston North, Massey University. p. 88-103.
- DEMELLO, F. DE A.F.** 1985. Origem, natureza e componentes da acidez do solo: critérios para calagem. In: Seminario sobre correctivos agrícolas. Piracicaba-SP, Fundação Cargill. p. 67-93.
- EDMEADES, D.C.; WHEELER, D.M.; PRINGLE, R.M.** 1990. Effects of liming on soil phosphorus availability and utilization. In: Phosphorus requirements for sustainable agriculture in Asia and Oceania (6-10 March, 1989). Proceedings. Manila, Philippines, IRRI. p. 255-267.
- FURLANI, P. R.** 1989. Efeitos fisiológicos do alumínio em plantas. In: Simposio avançado de solos e nutrição de plantas (2°, Piracicaba, SP). Anais. Campinas, Fundação Cargill. p. 73-90.
- HAYNES, R.J.** 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. A critical review. *Plant and Soil* 68:289-308.
- HAYNES, R.J.** 1983. Soil acidification induced by leguminous crops. *Grass and Forage Science* 38:1-11.
- HAYNES, R.J.** 1984. Lime and phosphate in the soil-plant system. *Advances in Agronomy* 37:249-315.
- KINJO, T.** 1983. Conceitos de acidez dos solos. In: Acidez e calagem no Brasil. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo (15a.). Campinas-SP, Soc. Bras. de Ciência do solo.
- MALAVOLTA, E.** 1985. Reação do solo e crescimento das plantas. In: Seminario

sobre correctivos agrícolas. Piracicaba-SP, Fundação Cargill. p. 3-64.

MAP. DSF. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. Tomo III, apéndice parte I y II.

MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press.

MUNNS, D.N. 1978. Soil acidity and nodulation. In: Andrew, C.S.; Kamprath, E.J., ed. Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils. Proceedings of a workshop (Jan. 16-21, Brisbane). Melbourne, Australia, CSIRO. p. 247-263.

WILLIAMS C.H. 1980. Soil acidification under clover pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20:561-567, 1980.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ALCARDE, J.C. 1985. Corretivos de acidez dos solos: característica e qualidade. In: Seminario sobre corretivos agrícolas. Piracicaba-SP, Fundação Cargill. p. 97-119.

DEMELLO, F.DE A.F. 1985. Origem, natureza e componentes da acidez do solo: criterios para calagem. In: Seminario sobre correctivos agrícolas. Piracicaba-SP, Fundação Cargill. p. 67-93.

HAYNES, R.J. 1983. Soil acidification induced by leguminous crops. Grass and Forage Science 38:1-11.

MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press.