

COMO AFECTA EL ALUMINIO AL CULTIVO

El aluminio en los suelos de México

La mayoría de los suelos agrícolas en el planeta están ubicados en zonas tropicales y subtropicales, donde existen condiciones de acidez. En México, la mayoría de los suelos ácidos se encuentran en los estados de Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Tabasco, cubriendo aproximadamente el 50 % de la superficie en producción. La disponibilidad de algunos nutrimentos en los suelos ácidos es baja, como consecuencia del lavado por exceso de agua (lluvias) y por efecto del pH. La acidez del suelo proviene de las arcillas y materia orgánica, la cual libera ácidos como resultado de su mineralización.

Los suelos ácidos presentan una pérdida de cationes básicos (Ca, Mg, K y Na) y una acumulación de cationes ácidos (Al e H) debido a altas precipitaciones o por altos contenidos de materia orgánica. La materia orgánica a través de la respiración microbiana produce CO_2 y al interactuar con el agua, produce bicarbonato y libera un catión de H^+ que acidifica el suelo. Los cationes ácidos, cuando son liberados a la solución del suelo, producen un aumento de la concentración de hidrógeno, disminuyendo el pH.

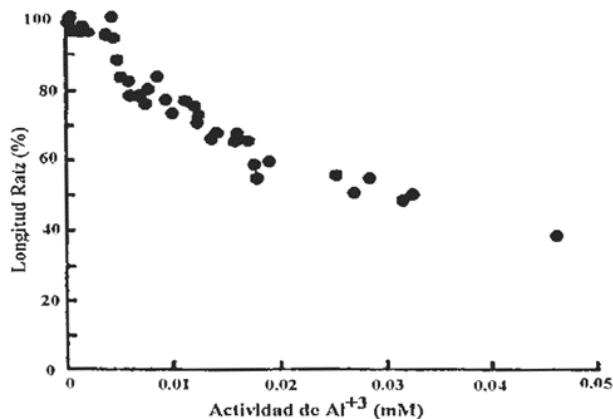


Figura 1. Efecto de la actividad del aluminio sobre la longitud de raíces en plantas de café.

El factor limitante en suelos ácidos es la toxicidad del aluminio soluble e intercambiable. En este sentido, cuando el suelo presenta niveles altos de saturación de aluminio se reduce el crecimiento de las raíces (elongación), lo cual se traduce en una menor absorción de agua y nutrimentos. Por otro lado, el aluminio impide la translocación de nutrimentos a la parte aérea de la planta, principalmente fósforo, calcio y magnesio. Asimismo, Adams y Lund (1966) mencionan que el aluminio en solución del suelo y en soluciones nutritivas inhibe el desarrollo de las raíces de las plantas (Figura 1) e influye directamente en el rendimiento de los cultivos.

En el caso del aluminio (Al^{3+}), la disminución del pH ocurre porque el ion aluminio en solución acuosa tiende a hidrolizarse, es decir, a combinarse con agua liberando iones hidrógeno (H^+). Mientras más bajo es el pH, el aluminio se vuelve más soluble (Al^{3+}), principalmente en pH's menores de 5, el cual afecta negativamente a la mayoría de las plantas, ya que en esta forma iónica se le considera tóxico. La acidificación también puede ser provocada artificialmente por aplicar fertilizantes de reacción ácida al suelo.

El aluminio en la planta

Actualmente, no existen evidencias de que el aluminio sea un mineral esencial en el metabolismo de las plantas. Sin embargo, se ha reportado que el aluminio ayuda en el desarrollo de la nueva raíz en la semilla y en el establecimiento de la plántula. Otros efectos benéficos del aluminio pueden estar relacionados con la reducción de la absorción de un segundo elemento presente en la rizósfera a concentraciones potencialmente tóxicas, por ejemplo, fósforo, cobre y manganeso. Por su parte, Foy (1984) menciona que el aluminio incrementa la disponibilidad del hierro en los suelos calcáreos y que puede bloquear las cargas negativas en las paredes celulares y en consecuencia aumentar la absorción de fósforo.

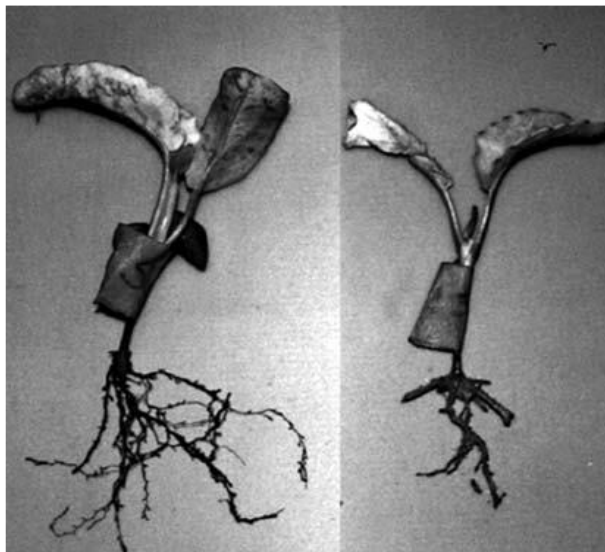


Figura 2. Apariencia externa de las raíces de plantas de coliflor expuestas (derecha) o no (izquierda) a aluminio en la solución nutritiva (Casierra y Cárdenas, 2007).

El aluminio en elevadas concentraciones en el suelo afecta tanto a las raíces como hojas de las plantas. El síntoma de toxicidad más visible en las plantas es la inhibición de crecimiento de raíces y parte aérea (Figura 2), siendo esta última la parte menos afectada. Sin embargo, los síntomas de toxicidad de aluminio en hojas son casi imperceptibles debido a que se asemejan a los mostrados por deficiencia de fósforo, es decir, hojas pequeñas y de coloración verde oscuro, madurez tardía y enanismo generalizado, tallos de color púrpura, hojas y nervaduras amarillentas y con necrosis en la punta.



La mayoría de las plantas intolerantes a la acidez son susceptibles en la fase inicial de desarrollo de la planta, inmediatamente después de la germinación, al limitar el desarrollo radical, lo que afecta el metabolismo y, por ende; fecundación, maduración y desarrollo en general de la planta. En algunos casos la toxicidad por aluminio puede inducir la deficiencia de calcio, o reducir el transporte del mismo, induce también deficiencias de hierro en diversos cultivos. ***Por lo tanto, es necesario conocer la concentración de este elemento en el suelo para determinar el manejo del mismo, lo cual se realiza mediante el análisis químico de una muestra de suelo en laboratorios certificados y que se sustenten en normas oficiales mexicanas. El desconocimiento de los elementos nocivos para las plantas en el suelo como el aluminio afecta negativamente el rendimiento final del cultivo.***

Fuentes

Adams, F. y Z. F. Lund. 1966. Effect of chemical activity of soil solution aluminum on cotton root penetration of acid subsoils. Soil Sci. 101:193-198.

Casierra P., F. y J.F. Cárdenas H. 2007. Influencia del aluminio sobre el crecimiento de la raíz en coliflor (*Brassica oleracea* L., var. Botrytis, Hib. 'Nevada F1'). Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica 10(1), 149-157.

Foy, C. D. 1988. Plant adaptation to acid soil, aluminiumtoxic soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 19: 959-987.