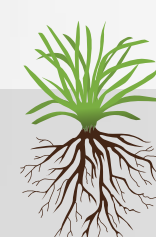


# El estrés causado por la acidez del suelo

América Latina tiene una diversidad de suelos producto de la gran variedad de materiales parentales y condiciones ambientales sobre los cuales estos se desarrollaron. Los suelos denominados jóvenes están conformados principalmente por arcillas del tipo 2:1 o derivados de cenizas volcánicas que tienen tendencia ácida. Los suelos denominados viejos, dentro de los que se destacan Oxisoles y Ultisoles, son ácidos por su naturaleza. Por último, los suelos de texturas gruesas tienden a acidificarse a través del tiempo cuando están expuestos a regímenes lluviosos elevados y sus cationes son lavados.

**La acidificación del suelo ocurre de forma natural.** Los principales procesos que conducen a la acidez del suelo son:



## La absorción de nutrientes por las raíces de las plantas

Un suelo con un pH neutro indica que los puntos de cambio de la fase intercambiable de las arcillas están completamente saturados por iones básicos como potasio ( $K^+$ ), Calcio ( $Ca^{+2}$ ), Magnesio ( $Mg^{+2}$ ) y sodio ( $Na^+$ ); y además en la solución del suelo los iones hidrógeno ( $H^+$ ) y los iones hidroxilo ( $OH^-$ ) están en equilibrio. Cuando la planta absorbe cationes libera a la solución del suelo iones hidrogeno lo que reduce el pH del suelo. Además, en la solución del suelo hay cationes que se encuentran en equilibrio con los cationes en el complejo de cambio, cuando la planta absorbe cationes desde la solución del suelo, estos son reemplazados por cationes que se encontraban en la fase intercambiable quedando de esta forma puntos libres de intercambio que pueden ser ocupados por iones hidrogeno lo que incrementa la acidez residual o acidez intercambiable.



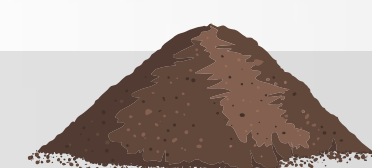
## Lixiviación de cationes

En regiones con suelos de textura gruesa expuestos a condiciones de lluvia elevada, debido al movimiento natural del agua los cationes en la solución del suelo pueden ser lavados de la zona activa de raíces hacia capas más profundas. De igual forma, los cationes pueden formar sales o pares iónicos con aniones como como nitrato ( $NO_3^-$ ), sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) y cloruro ( $Cl^-$ ), que son igualmente arrastradas por el agua hacia capas profundas. Estos dos procesos reducen la concentración de cationes en la zona de raíces dando paso a que el espacio sea ocupado por iones hidrógeno, lo que genera reducciones en el pH del suelo en la zona de raíces, pero incrementos de pH en las zonas profundas del suelo.



## Aplicación de Fertilizantes Nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados que contienen o forman Amonio ( $NH_4^+$ ) como son el sulfato de amonio  $[(NH_4)_2SO_4]$ , nitrato de amonio ( $NO_3NH_4$ ) y la Urea  $[CO(NH_2)_2]$  tienden a acidificar el micro-volumen de suelo donde el fertilizante es solubilizado. Esto se explica porque durante el proceso de nitrificación del amonio se producen iones hidrogeno. Al aumentar la concentración de iones hidrógeno en relación a los iones hidroxilo disminuye el pH, es decir, se acidifica el suelo.

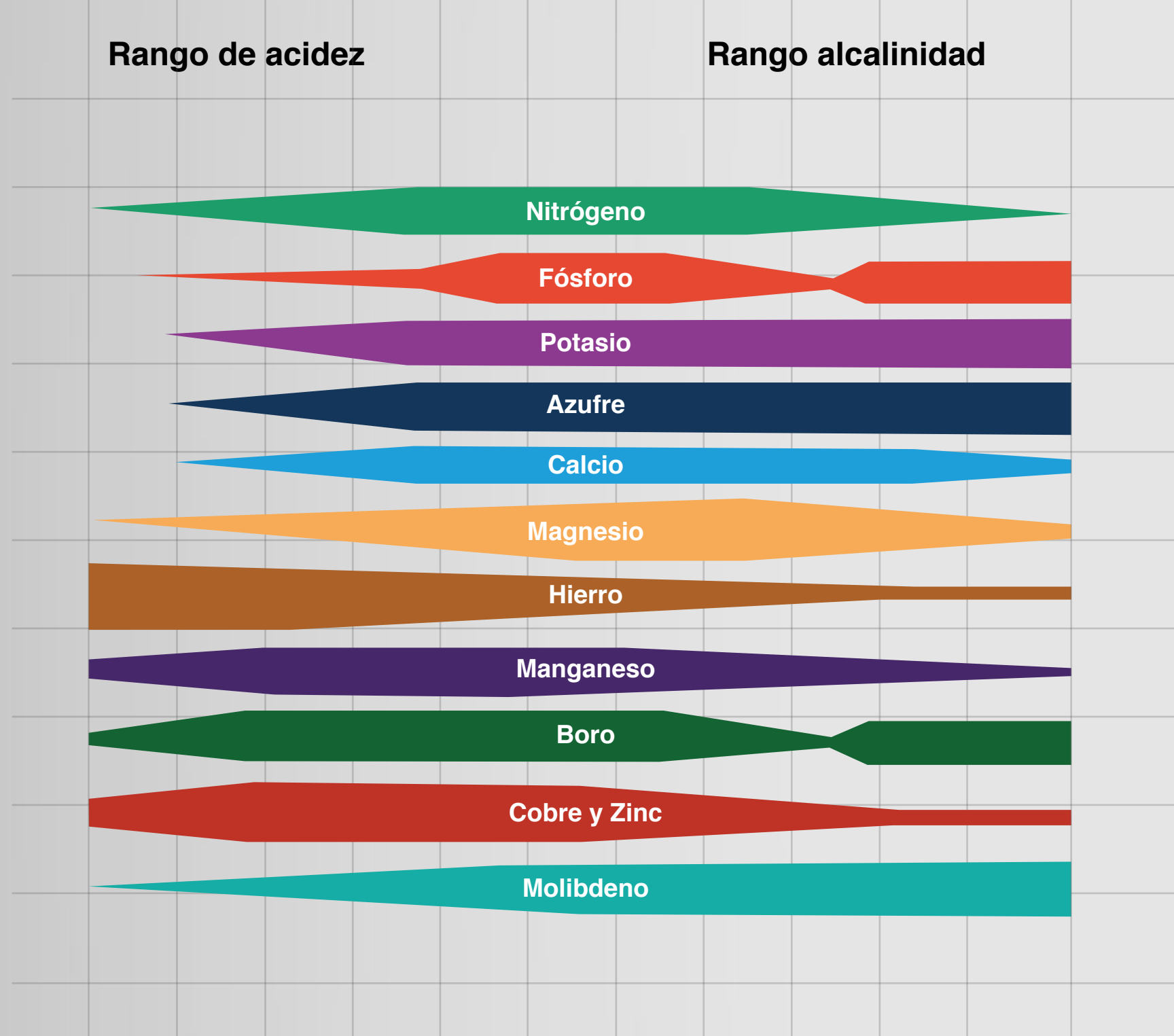


## Mineralización de la materia orgánica del suelo

La descomposición de la materia orgánica del suelo por parte de los microorganismos genera dióxido de carbono el cual fácilmente se trasforma en bicarbonato ( $HCO_3^-$ ). El bicarbonato se combinan fácilmente con los cationes de calcio y magnesio formando sales que pueden ser lavadas. Además, la descomposición de la materia además libera grupos carboxílicos y fenólicos que al ser hidrolizados aportan iones hidrógenos, lo que aumenta la acidificación de las capas superficiales del suelo.

## Efecto del pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes

4.0 4.5 5.0 6.0 6.6 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0



El principal efecto de la reducción del pH del suelo es la solubilización del aluminio. Cuando el pH del suelo desciende por alguno de los procesos anteriormente descritos y alcanza un valor cercano a 5.0; los iones aluminio ( $Al^{3+}$ ) son desplazados de los puntos de cambio de las arcillas e ingresan a la solución del suelo en donde se hidrolizan y forman complejos monoméricos y poliméricos hidroxil-alumínicos. Las reacciones de hidrólisis del ion aluminio ( $Al^{3+}$ ) liberan iones hidrógeno, que causan mayores reducciones del pH del suelo y por ende promueven la presencia de más iones aluminio listos para reaccionar nuevamente. Este proceso de solubilización del aluminio tiene doble riesgo para los cultivos porque acidifica la solución del suelo lo que reduce la disponibilidad de casi todos los nutrientes (excepto hierro y manganeso) y además, causa incrementos en la concentración de aluminio lo que genera toxicidad a la planta.

La toxicidad por aluminio en las plantas está principalmente relacionada con malformaciones en los ápices de las raíces. El aluminio ingresa a la planta cruzando la membrana plasmática de la raíz a través de los poros hidrófilos o por los canales de proteína y puede alcanzar el interior de la célula o acumularse en el apoplasto. De esta forma entra en contacto directo con la pared celular de las células apicales de la raíz lo que afecta su capacidad de elongación y desarrollo. En consecuencia, el síntoma más común de la toxicidad de aluminio es la reducción del crecimiento de raíces acompañado de un aumento del diámetro de los ápices radicales. De la misma forma, las raíces laterales se ven afectadas, ya que crecen poco y se vuelven frágiles. Como resultado, el volumen de suelo explorado por el cultivo es reducido al igual que la absorción de agua y nutrientes.

**AgritecGEO cuenta con servicios que ayudan al agricultor a identificar sectores de la finca con pH ácido y con tendencia a generar toxicidad a sus cultivos, como son:**

### 1 ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DEL SUELO

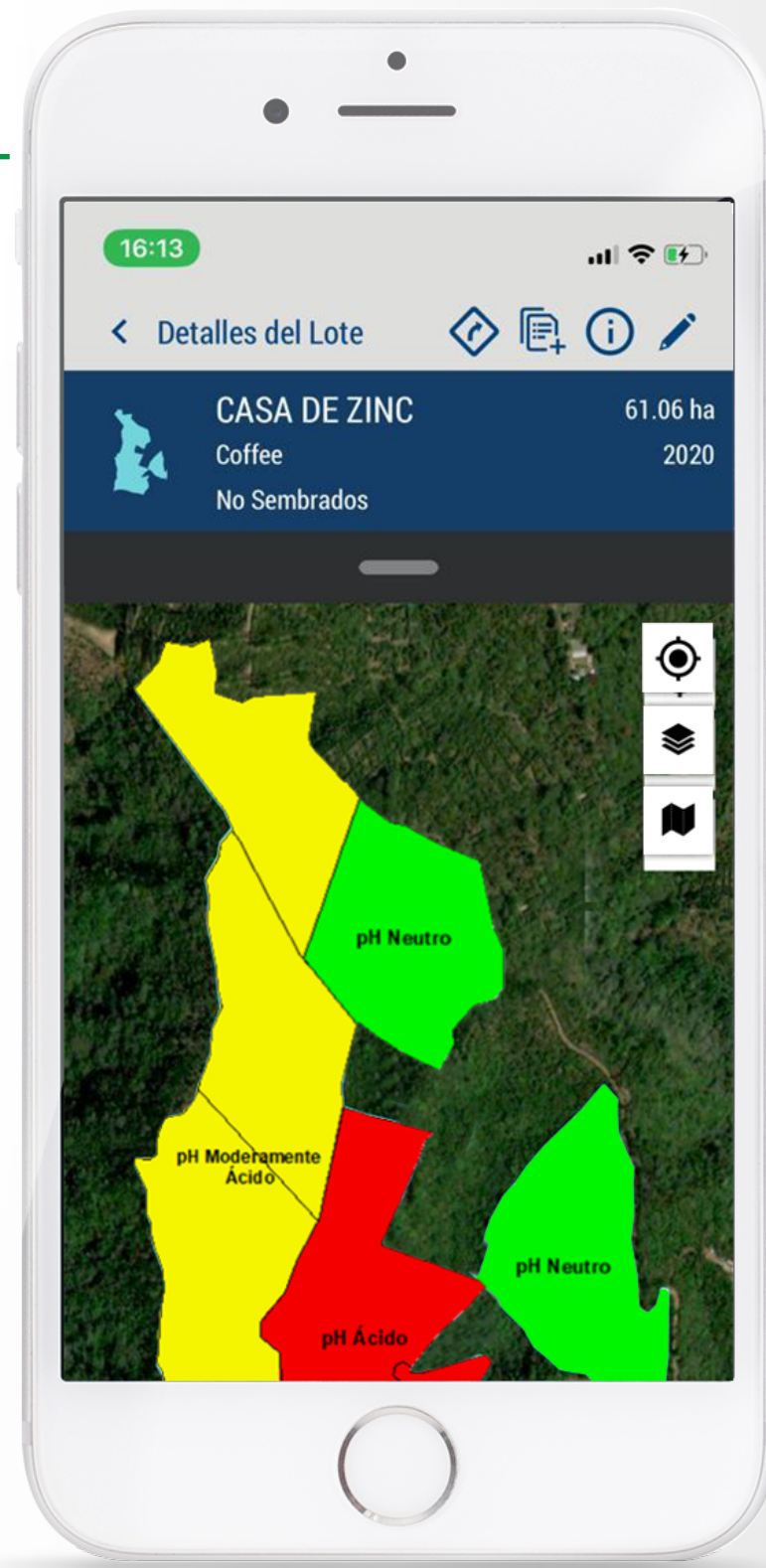
Mediante la recolección de muestras de suelos y su posterior analítica en laboratorio es posible desarrollar un mapa que muestra las variaciones del pH en el área de interés. De esta forma el agricultor puede tomar mejores decisiones sobre prácticas culturales relacionadas con el manejo de suelos y de la nutrición del cultivo.

### 2 ANÁLISIS DE SUELOS

**AgritecGEO** cuenta con un portafolio de análisis de suelos que proveen información no solamente del pH del suelo, sino que también de la acidez intercambiable y el porcentaje de saturación de aluminio, factores, que como ha sido explicado anteriormente, afectan negativamente el crecimiento del sistema de raíces del cultivo.

### 3 ANÁLISIS DE SOLUCIÓN DE SUELOS

Mediante esta analítica es posible cuantificar en la solución del suelo la concentración de nutrientes y la concentración de aluminio. Este parámetro ayuda a comprender con mucha mayor asertividad cuanto del aluminio intercambiable y del aluminio estructural está siendo solubilizado y puede entrar en contacto con las raíces, lo que causaría los daños fisiológicos expuestos anteriormente. La muestra de solución de suelos, es colectada en campo mediante lisímetros o sondas de succión especiales que son instaladas a diferentes profundidades y que simulan raíces. Para conocer mejor sobre este servicio por favor consulte el boletín titulado: El seguimiento nutricional.



Mapa de pH dentro de AgritecGEO

El conocimiento del nivel de la acidez del suelo es una necesidad prioritaria dentro de cualquier explotación agrícola. Segmentar zonas de manejo de acuerdo al pH, ayuda al agricultor a decidir prácticas nutricionales y culturales como riego o preparación de suelos. Para obtener estos servicios dentro de AgritecGEO, por favor comuníquese con su consultor asignado el cual le suministrará información oportuna sobre cómo contratar estos servicios.