

# Medición de la Salud del Suelo



## DÍA INTERNACIONAL DEL SUELO

**En esta fecha del 5 de diciembre 2022 , que se celebra el día internacional del suelo, conviene recordar la importancia del control de – por lo menos – los siguientes tres parámetros que forman parte de los indicadores de calidad del suelo : el pH ; la salinidad ; la biomasa y su impacto en la degradación del suelo.**

### **A. Relevancia del pH del suelo.**

El análisis y conocimiento oportuno del pH del suelo es muy importante en la agricultura debido a que este parámetro regula la disponibilidad de nutrientes esenciales para los cultivos. El pH ( ver cuadro N° 1 ) controla la absorción de cada elemento por las raíces de las plantas e influye también en sus reacciones químicas. El rango óptimo para la mayoría de los cultivos agrícolas está entre 5,5 y 7,5.

El pH del suelo se ve afectado por la composición mineral del material parental del suelo y las reacciones de meteorización sufridas por dicho material. Por ejemplo, en ambientes húmedos, la acidificación del suelo ocurre durante mucho tiempo a medida que los productos de la meteorización son lixiviados por el agua que se mueve lateralmente o hacia abajo a través del suelo , mientras que, en los ambientes secos, la meteorización y la lixiviación del suelo son menos intensas y el pH del suelo a menudo es neutro o alcalino.

### **1.0 Acidificación del suelo**

La acidificación del suelo es provocada por una serie de procesos como las lluvias intensas, el crecimiento de los cultivos, el uso de fertilizantes, la lluvia ácida y la meteorización oxidativa.

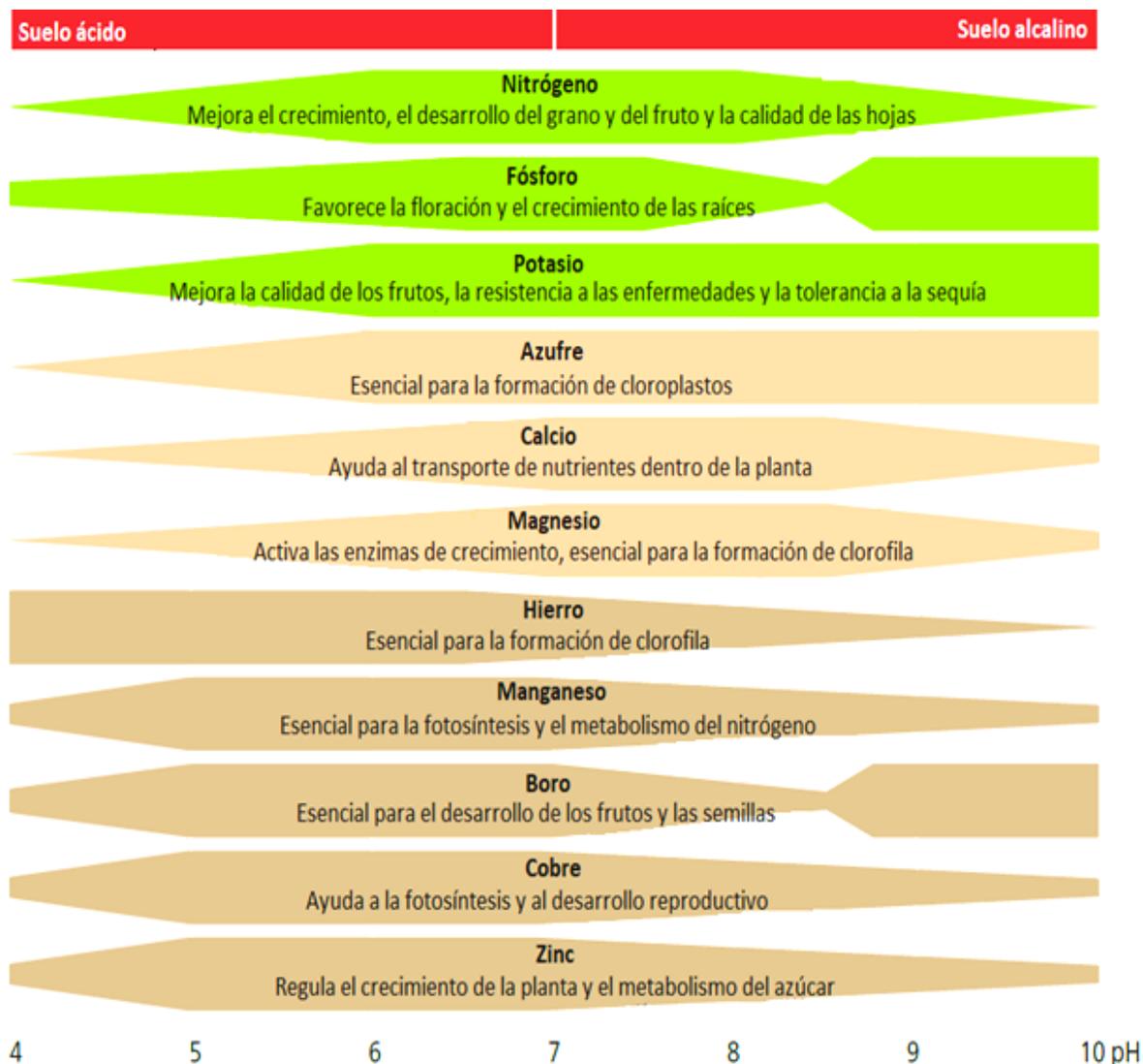
#### **1.1. Fuertes lluvias.**

Los suelos generalmente se vuelven ácidos bajo fuertes lluvias. Esto se debe a que el agua de lluvia es ligeramente ácida (aproximadamente 5,7) debido a una reacción con el CO<sub>2</sub> en la atmósfera que forma ácido carbónico. A medida que esta agua de lluvia pasa a través de los poros del suelo, filtra cationes básicos del suelo como bicarbonatos, lo que aumenta el % de aluminio e hidrógeno ( Al<sup>3+</sup> + y H<sup>+</sup> ) en relación con otros cationes en el suelo.

La respiración de las raíces y , muy importante, la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos también libera CO<sub>2</sub> que aumenta la concentración de ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) resultando en procesos de lixiviación.

**EL CUADRO QUE APARECE AQUÍ ENSEGUIDA MUESTRA LOS RANGOS DE PH DEL SUELO ENTRE LOS CUALES SE ABSORBE MEJOR CADA UNO DE LOS ELEMENTOS NUTRIENTES REQUERIDOS EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS.**

**CUADRO NO. 1**



**Cf. BOLETÍN INFORMATIVO N° 103.**

**1.2. Crecimiento de cultivos**

Los nutrientes del suelo son absorbidos por las raíces de los cultivos en forma de iones ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Las raíces de los cultivos a menudo absorben más cationes que aniones, pero los cultivos deben mantener una carga neutra en sus raíces para que tengan lugar los procesos fisiológicos normales. Los cultivos de raíces liberan iones  $\text{H}^+$  para compensar las cargas positivas adicionales que resultan de los suelos ácidos.

### 1.3. Uso de fertilizantes

Algunos fertilizantes, como los de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), se someten a un proceso de nitrificación para formar nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y, durante este proceso, se liberan iones  $\text{H}^+$  que conducen a suelos ácidos.

### 1.4. Lluvia ácida

Los óxidos de azufre y nitrógeno se liberan a la atmósfera cuando se queman combustibles fósiles. Los óxidos liberados reaccionan con el agua de lluvia en la atmósfera para formar ácido tetra-oxosulfato y ácido tri-oxonitrato.

### 1.5. Envejecimiento oxidativo

Los sulfuros y otros compuestos que contienen  $\text{Fe}^{2+}$  producen acidez durante el proceso de oxidación.

## 2. Alcalinidad del suelo

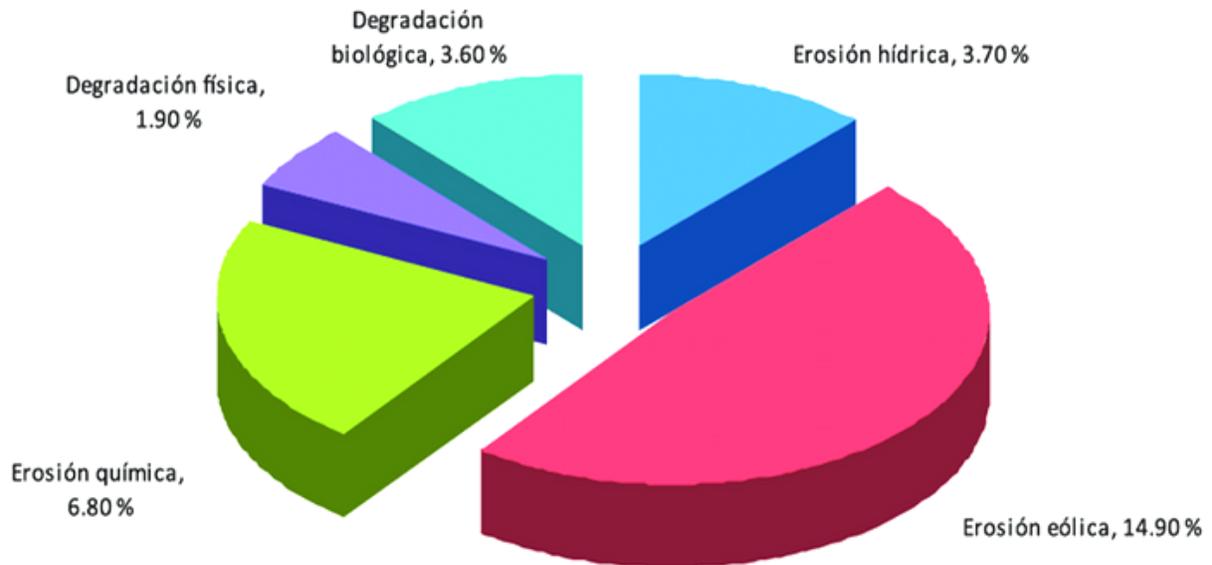
La alcalinidad del suelo aumenta con la meteorización de compuestos minerales de silicato, aluminosilicatos y carbonato que contienen  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$ . Estos minerales aquí enumerados generalmente se agregan al suelo mediante la deposición de sedimentos erosionados por el agua o el viento. La alcalinidad del suelo también se puede aumentar mediante la adición de agua que contenga bicarbonatos disueltos, especialmente cuando se riega con agua con alto contenido de bicarbonato. Un flujo de agua insuficiente para lixiviar las sales solubles puede provocar la acumulación de alcalinidad en el suelo. Esto es común en áreas áridas o situaciones de deficiente drenaje de agua del suelo interno, donde el agua que entra es transpirada por los cultivos o se evapora en lugar de fluir a través del suelo.

### En resumen :

Tanto los suelos ácidos como los alcalinos influyen en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Por ejemplo, los cultivos agrícolas que crecen en suelos ácidos pueden experimentar algunas tensiones, como la toxicidad de Al, H y Mn, así como deficiencias de nutrientes de Ca y Mg. La toxicidad del aluminio, que es el problema más extendido de los suelos ácidos, se produce cuando el aluminio está presente en forma iónica  $\text{Al}^{3+}$ . El ión de aluminio  $\text{Al}^{3+}$  es la más soluble de todas las formas de aluminio a un pH del suelo inferior a 5,0 (condición ácida). El aluminio no es un nutriente para las plantas, sino una forma iónica de  $\text{Al}^{3+}$  que ingresa pasivamente a las raíces de los cultivos a través del proceso de ósmosis. El aluminio inhibe el crecimiento y desarrollo de las raíces al interferir en la absorción y transporte de nutrientes esenciales, la división celular, la formación de la pared celular y la actividad enzimática.

CUADRO NO. 2

### Tipo de degradación de los suelos en México



Los suelos alcalinos fuertes (suelos sódicos) se caracterizan por una infiltración lenta, una conductividad hidráulica reducida y una escasa capacidad de retención de agua del suelo que hacen que los cultivos experimenten estrés hídrico.

Generalmente, los cultivos agrícolas varían en términos de idoneidad para el rango de pH del suelo. Algunos cultivos pueden ser intolerantes a un pH particular del suelo debido a un mecanismo particular. Por ejemplo, el pH del suelo 5,5 no es adecuado para las plantas de soja cuando el molibdeno es bajo en el suelo, pero el mismo pH 5,5 se vuelve óptimo para la soja cuando el molibdeno es suficiente en el suelo. La mayoría de los cultivos agrícolas funcionan de manera óptima con un pH del suelo de 7.0 (neutro). Esto demuestra que es muy importante llevar los suelos ácidos y alcalinos a un valor de pH neutro del suelo para un rendimiento óptimo de los cultivos.

#### **B. La salinidad del suelo.**

La FAO ha venido informando que, entre el 20 y el 50% de los suelos agrícolas, principalmente con sistemas de riego, muestran ya un exceso de salinidad en todo el mundo. No son, por consiguiente, completamente fértiles. Este es un problema agravado por la sobreexplotación y por el cambio climático que requiere de medidas internacionales urgentes . Recordemos que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), es la principal organización mundial dedicada a combatir el hambre en el mundo.

Cuenta la historia que en 1298 el Papa Bonifacio VIII , después de derrotar a los defensores de la ciudad italiana de Palestrina , mandó impregnar con sal los terrenos agrícolas de la ciudad , para hacerlos infértiles y para “que nada, ni hombre ni bestia, sea llamado con el nombre de la ciudad”. La salinización de los terrenos es precisamente lo que está haciendo de forma silenciosa, en muchas partes del mundo, la crisis ambiental fomentada por la actividad humana. Este proceso – dice la FAO – se ha convertido en un grave problema mundial que afecta la producción agrícola, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad, especialmente en regiones áridas y semiáridas, donde la salinización del suelo inhabilita hasta 1,5 millones de hectáreas de tierras agrícolas por año.

Los suelos salinos o sódicos ocurren naturalmente y albergan valiosos ecosistemas, incluida una variedad de plantas que se han adaptado a las condiciones saladas. En total, según los cálculos de la FAO, hay más de 833 millones de hectáreas de suelos afectados por la sal en todo el mundo, lo que supone el 8,7% de la superficie del planeta.

Sin embargo, los suelos salinos naturales pueden desarrollarse rápidamente en respuesta a las actividades humanas y no solo se expanden, sino que se ven a menudo afectados por una mayor salinidad, ya sea porque el riego o la fertilización están mal gestionados o porque ha habido infiltraciones en los cultivos de agua salina del mar, río o agua subterránea. Además, – señala la FAO – los suelos salinos contienen sales más solubles que el yeso en una concentración suficiente para afectar negativamente la capacidad de las plantas para absorber agua, mientras que los suelos sódicos contienen altas cantidades de iones de sodio que debilitan la unión entre las partículas que forman la estructura del suelo. Esta desestructuración a través de la dispersión conduce a la compactación del suelo, lo que reduce severamente el flujo de agua e impacta también el crecimiento y la salud de las plantas.

A estos problemas provocados por la actividad humana, se suma el cambio climático. A medida que aumenta el nivel del mar, las zonas costeras bajas se inundan cada vez más con agua salada, lo que contamina gradualmente el suelo. Es cierto que estas sales pueden disiparse con la lluvia, pero el cambio climático también está aumentando la frecuencia y la gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos, incluidas las sequías y las olas de calor. De esta manera, se produce un círculo vicioso, ya que este tipo de condiciones llevan a una escasez que conduce a un uso más intensivo de las aguas subterráneas para beber y para riego, lo que agota aún más el nivel freático y permite que se filtre aún más sal en el suelo. Además, una mayor evapotranspiración debido al aumento de las temperaturas y la posibilidad de una reducción de las precipitaciones en áreas sin riego pueden conducir a un aumento de los niveles de sal en los suelos debido a la reducción del movimiento neto del agua a través del suelo, que normalmente eliminaría las sales de la zona de las raíces.

### C. Biomasa y degradación biológica.

La degradación biológica indica la reducción de la biomasa, macro y microbiana, que aporta la materia orgánica presente en el suelo. Esta reducción en la biomasa puede ser causada por incendios, sequías, inundaciones o abandono, mal manejo humano, quemas intencionales de cultivos entre otros factores. El desarrollo de la agricultura en muchos casos ha significado una pérdida de materia orgánica del suelo (pérdida de carbono), especialmente por la utilización de sistemas convencionales de preparación de suelos en cultivos anuales.

La interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos incide directamente sobre las características de los suelos, provocando consecuencias en los niveles de acidez, alcalinidad, nutrientes, biomasa microbiana / materia orgánica y otros, los cuales alteran el equilibrio entre sus propiedades y conllevan a su degradación. Se puede así definir la calidad del suelo como la capacidad de un tipo particular de suelo presente en ecosistemas naturales y agrícolas, para llevar a cabo una o más funciones relacionadas con el mantenimiento de la actividad, la productividad, la diversidad biológica y el mantenimiento de la calidad del medio ambiente.



Un indicador importante en la determinación de la calidad del suelo es su contenido de materia orgánica (MO) que está relacionado con diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas. La materia orgánica es considerada un indicador más simple y sencillo para determinar la calidad del suelo para los sistemas productivos. La materia orgánica se puede incrementar por la adición de composta y de mejoradores biológicos de suelo (bio-estimulantes) que agilizan e inducen los procesos de descomposición y mineralización.

La erosión corresponde al proceso de desgaste de la superficie terrestre, provocada por la acción de las fuerzas de la naturaleza, contribuyendo a la transformación del suelo. La degradación química se puede definir como la pérdida de nutrientes (o la acumulación excesiva de algún nutriente) y el aumento de la salinidad o la acidez.

### **En síntesis:**

La degradación del suelo se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad. Se expresa en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de biomasa). La degradación del suelo no es otra cosa que la reducción de la capacidad del suelo para mantener una productividad sostenida. La sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia del terreno.



**CUIDAR EL SUELO ES CUIDAR LA VIDA**

### **Para saber más...**

- Boletín 101. *El índice de la Estabilidad Biológica.*
- Boletín 102. *Los Activadores Biológicos.*
- Boletín 103. *pH y Disponibilidad de Nutrientes.*
- Boletín 107. *FAO: Función de los Microorganismos.* -  
*Publicación: Salinidad en Pasta Saturada.*

Editado por Laboratorios A-L de México S.A. de C.V. [www.westanalitica.com.mx](http://www.westanalitica.com.mx) Distribución gratuita.  
Suscripciones, sugerencias y comentarios al WhatsApp: 33 28 03 79 60. Email [kcalderon@allabs.com](mailto:kcalderon@allabs.com)