

SUELO ALCALINO

Los suelos alcalinos son suelos arcillosos con pH elevado (>9), estructura pobre y densa, baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad. Poseen a menudo una capa calcárea compacta a una profundidad de 0.5 - 1 m (en la India llamada kankar). Son difíciles de cultivar para la agricultura.

Las propiedades físicas desfavorables de estos suelos se deben mayormente a la presencia de carbonato de sodio, que causa la expansión de la arcilla cuando están húmedos. Su nombre lo derivan del grupo de metales alcalinos al cual pertenece el sodio, que puede originar condiciones básicas. Suelos que son básicos por otras razones no se llaman alcalinos: todos los suelos alcalinos son básicos, pero no todos los suelos básicos son alcalinos. Los suelos alcalinos son el opuesto de los suelos sulfatados ácidos que tienen un $\text{pH} < 5$.

Causas Los suelos alcalinos pueden nacer naturalmente o por intervención humana.

1. El origen natural se debe a la presencia de minerales que bajo condiciones climáticas se descomponen liberando el carbonato de sodio.

2. La intervención humana consiste en la aplicación de agua de riego con contenido relativamente alto de bicarbonato de sodio, de forma que el carbonato se disuelve.

Ocurrencia

El grado de ocurrencia de los suelos alcalinos no se conoce exactamente,[1] pero en Europa oriental y la India septentrional se encuentran millones de hectáreas.

Problemas agrícolas

Los suelos alcalinos no se dejan usar fácilmente en la agricultura. A causa de la baja capacidad de infiltración el agua de lluvia se estanca en la superficie y en épocas secas el riego apenas es aplicable. Por esto, la agricultura se restringe a arrozales o al cultivo de gramíneas resistentes a excesos de agua.

Química

La alcalinidad concurre con la presencia de carbonato de sodio o soda (Na_2CO_3) en el suelo,[2] sea como consecuencia de la descomposición natural de los minerales del suelo, o sea como resultado de la introducción por riegos o inundaciones.

El carbonato de sodio, cuando se disuelve en agua, se disocia en 2Na^+ (dos cationes de sodio, siendo iones con carga eléctrica positiva) y CO_3^{2-} (un anión, con doble carga eléctrica negativa).

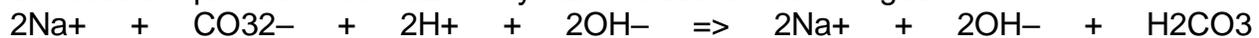
La soda puede reaccionar con agua (H_2O) produciéndose dióxido de carbono, que se escapa como gas carbónico a la atmósfera, e hidróxido de sodio (Na^+OH^-), que es alcalino y rinde un valor alto del pH (> 9).[2]

Anotaciones

El agua (H_2O) se disocia por una muy pequeña parte en H^+ (hidrógeno) y OH^- (hidróxido) iones. El catión H^+ trae una carga eléctrica positiva (+) y el anión OH^- lleva una carga negativa (-). En agua pura y neutra la concentración de H^+ iones así como la de OH^- iones iguala a 10^{-7} eq/l, una concentración bien baja. 1 eq (peso equivalente) de iones corresponde a tantos gramos de una sustancia química

como corresponde a su peso molecular dividido por la carga eléctrica. El peso molecular de H⁺ es 1 y el de OH⁻ es 17. Sustancias con el mismo peso equivalente llevan igual carga eléctrica. En agua pura la concentración de iones de H⁺ y OH⁻ es respectivamente 10⁻⁷ g/l and 17x10⁻⁷ g/l, con igual carga eléctrica por litro. El pH del agua pura, siendo el logaritmo negativo de la concentración del ion H⁺ en eq/l, es 7. De igual modo el pOH también es 7. Cada unidad de disminución del pH significa una multiplicación de esta concentración con un factor 10. Contrariamente, cada unidad de aumento del pH iguala a una división de la concentración por un factor 10. En agua con sales diluidos, las concentraciones de H⁺ y OH⁻ pueden cambiar, pero la suma de pH y pOH permanece constante, a saber 14. Un pH de 7 entonces corresponde con un pOH de 7, y un pH de 9 con un pOH de 5. Formalmente es preferible expresar la concentración de los iones H⁺ en OH⁻ en términos de actividad química, pero esto prácticamente no influye el valor de pH y pOH. Una solución con pH < 6 se llama ácida y con pH >8 básica. La solución con pH < 4 es muy ácida y con pH > 10 muy básica.

La reacción química entre Na₂CO₃ y H₂O se escribe como sigue:



El ácido H₂CO₃ (el ácido carbónico) es inestable y se descompone en H₂O y CO₂ (dióxido de carbono), un gas que se escapa a la atmósfera, lo que explica la alcalinidad restante en la forma de Na+OH⁻ (hidróxido de sodio).

No todo el carbonato de sodio sigue la previa reacción química. La parte residual, y por ello la presencia de iones de CO₃²⁻ origina que el CaCO₃ (un sal poco soluble) precipite como una sustancia sólida calcárea inmovilizando los iones de calcio:



Proceso de intercambio entre la superficie del mineral arcilloso y la humedad del sueloLa presencia excesiva de Na⁺ en la humedad del suelo y la precipitación de Ca²⁺ conduce al fenómeno que las partículas de arcilla, teniendo cargas eléctricas negativas en su superficie, adsorben más Na⁺ en su Zona Difusa de Adsorción ('ZDA, véase la figura), oficialmente llamada capa doble difusa[4]) y, por intercambio, liberan Ca²⁺, razón por la cual el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) aumenta.

El Na⁺ es mas activo, mas móvil, y posee una carga eléctrica mas pequeña que Ca²⁺, lo que explica que el espesor de la zona ZDA crece al medido que se adsorbe mas Na⁺. El espesor también está influenciado por la cantidad total de iones en el fluido del suelo en el sentido que concentraciones mayores originan contracción de la ZDA.

Las partículas de arcilla con un PSI relativamente grande (> 16) y en contacto con humedad del suelo poco salino experimentan una zona ZDA expandida y el suelo se hincha por dispersión.[4] Este fenómeno tiene como consecuencia un empeoramiento de la estructura del suelo y especialmente compactamiento y costración de la capa superior. Por ello, la permeabilidad, o sea la conductividad hidráulica, se reduce, así como la capacidad de almacenamiento del agua y a la vez la disponibilidad de agua. La germinación y el rendimiento de los cultivos agrícolas se perjudican.

Anotación

En suelos salinos la gran cantidad de iones en la solución del suelo contrarresta la

expansión de partículas de arcilla de manera que los suelos salinizados no tienen estructura desfavorable. En principio los suelos alcalinos no son salinos porque los problemas causados por la alcalinidad son más fuertes a medida que la salinidad se reduce.

Los problemas causados por alcalinidad se acentúan más en suelos de textura arcillosa que en los suelos limosos o arenosos. Los suelos arcillosos que contienen montmorillonita son más susceptibles a la alcalinidad que los que contienen illita porque el primer mineral tiene una mayor superficie específica (la superficie total de las partículas por unidad de volumen)] y por ello una mayor capacidad de intercambio.

Anotación

Algunos minerales arcillosos con casi 100% de sodio intercambiable (es decir casi saturado de sodio) se llaman bentonitas y se usan para construir cortinas impermeables en la tierra, por ejemplo por debajo de presas hidráulicas previniendo filtraciones del agua subterránea.

Suelos salinos

La gran mayoría de los suelos salinos abundan de sodio porque el cloruro de sodio (NaCl) es la sal dominante. Sin embargo no tienen el pH muy elevado ni tienen baja capacidad de infiltración. Después de lavar las sales estos suelos normalmente no se convierten en suelos alcalinos porque los iones móviles de Na⁺ se dejan evacuar fácilmente. Por ello los suelos salinos generalmente no requieren aplicación de yeso para su recuperación.

Vertisoles

Los vertisoles también son suelos arcillosos expansivos con montmorillonita, pero no tienen un pH muy alto. Contrario a los suelos alcalinos, los vertisoles se contraen considerablemente en épocas secas formando grietas grandes.