

## CSCV Guía para Educadores | Química del Suelo: Resumen

Los suelos transportan y mueven el agua, son el hogar de miles de bacterias y otras criaturas, y presentan muchas configuraciones diferentes de rocas y minerales meteorizados. Con el paso del tiempo, la composición química de los suelos y minerales cambia.

La química del suelo es la rama de la ciencia del suelo que se ocupa de la composición química, las propiedades químicas y las reacciones químicas de los suelos. Los suelos son mezclas heterogéneas de aire, agua, sólidos inorgánicos y orgánicos y microorganismos (de naturaleza vegetal y animal). No existen dos suelos exactamente iguales. Las reacciones y procesos del suelo se producen en escalas espaciales y temporales muy diversas. La química del suelo se ocupa de las reacciones y procesos químicos en los que intervienen estas fases. Por ejemplo, el dióxido de carbono del aire, combinado con el agua, actúa para meteorizar la fase sólida inorgánica del suelo. Por su parte, las reacciones químicas entre los sólidos del suelo y la solución del suelo influyen tanto en el crecimiento de las plantas como en la calidad del agua (Sparks, 2019).

Tradicionalmente, la química del suelo se centraba en las reacciones químicas de los suelos que afectan al crecimiento de las plantas y su nutrición. Sin embargo, a partir de la década de 1970 y ciertamente en la década de 1990, aumentó la preocupación por los metaloides, nutrientes (particularmente nitrógeno y fósforo) y contaminantes orgánicos en el suelo y su impacto en la calidad del agua y la salud de las plantas, animales y seres humanos. (Sparks, 2019)

### Vamos a Explorar la Química del Suelo

#### Intercambio Iónico

El intercambio iónico implica el movimiento de cationes (pronunciado cationes) (elementos cargados positivamente como por ejemplo calcio, magnesio y sodio) y aniones (elementos cargados negativamente como por ejemplo cloruro, y compuestos como el nitrato) a través de los suelos.

El **intercambio de cationes** es el intercambio entre un catión en la solución de agua alrededor de la partícula del suelo y otro catión que está adherido a la superficie de la arcilla. El número de cationes en la solución de agua del suelo es mucho menor que el número que está unido a las partículas del suelo.



Figura 1: Este diagrama representa los cationes del suelo fijados firmemente en la partícula de suelo.

La cantidad total de cargas positivas que el suelo puede adsorber se llama **capacidad de intercambio catiónico (CIC)**. El CIC afecta la rapidez con la que los nutrientes se mueven a través del perfil. Un suelo con un CIC bajo es mucho menos fértil porque no puede retener muchos nutrientes y generalmente contiene menos arcillas de carga negativa. La mayoría de los cationes involucrados en el intercambio iónico son nutrientes vegetales, excepto el hidrógeno, aluminio y sodio.

Las reacciones de intercambio iónico en los suelos son muy importantes para la disponibilidad y retención de nutrientes en el suelo porque la carga superficial en las partículas del suelo permite que el suelo almacene grandes cantidades de nutrientes y libere pequeñas cantidades en la solución del suelo a medida que son agotados por la absorción de las plantas. Si su suelo tiene un CIC bajo, es importante aplicar fertilizante en pequeñas dosis para que no se filtre en las aguas subterráneas. Un suelo con un CIC bajo tiene menos capacidad para retener productos químicos aplicados.

## pH del suelo

El **pH del suelo** es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo. El pH puede variar de 1 a 14, con valores de 0 a 7 siendo ácidos, y de 7 a 14 siendo alcalinos. Los suelos generalmente tienen un rango de pH de 4 a 10. El pH es una de las propiedades más importantes en el crecimiento de las plantas, así como para entender la rapidez con la que ocurren las reacciones en el suelo.

Por ejemplo, el elemento hierro se vuelve menos disponible para las plantas cuanto mayor es el pH. Esto crea problemas de deficiencia de hierro. Los cultivos generalmente prefieren valores entre 5.5 y 8, pero el valor depende del cultivo. El pH del suelo proviene del material parental durante la formación del suelo, pero los humanos pueden agregar enmiendas al suelo para cambiarlos y adaptarlos mejor al crecimiento de las plantas. El pH del suelo también afecta a los organismos.

## Adsorción y Precipitación

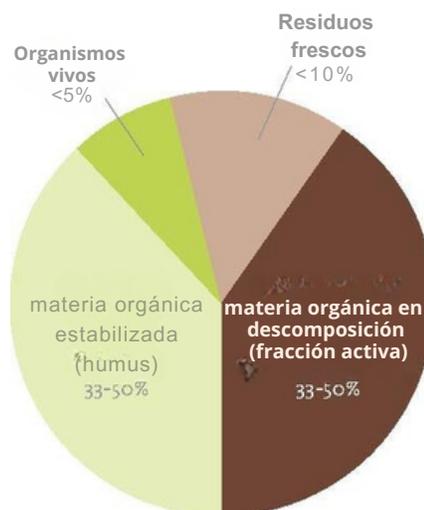
Las partículas del suelo tienen la capacidad de capturar diferentes nutrientes e iones. La **adsorción** es el proceso en el que una sustancia absorbe o retiene a otra. En este caso, los suelos que tienen una alta adsorción pueden retener muchos contaminantes ambientales adicionales, como el fósforo, en las partículas.

La **precipitación** del suelo ocurre por medio de reacciones químicas, cuando un nutriente o producto químico en la solución del suelo (agua alrededor de las partículas del suelo) se transforma en un sólido. Esto es importante si los suelos son muy salinos. Los químicos del suelo estudian la velocidad de estas reacciones bajo muchas condiciones diferentes.

## Interacciones de la Materia Orgánica del Suelo

Los químicos del suelo también estudian la **materia orgánica** del suelo (MO), que es materiales derivados de la descomposición de plantas y animales. La materia orgánica del suelo contiene muchos compuestos de hidrógeno y carbono. La disposición y formación de estos compuestos influyen en la capacidad del suelo para manejar productos químicos derramados y otros contaminantes.

La materia orgánica en el suelo tiene cuatro categorías principales, basadas en dónde se encuentra la materia orgánica en su ciclo de vida.



## Reacciones de Reducción y Oxidación

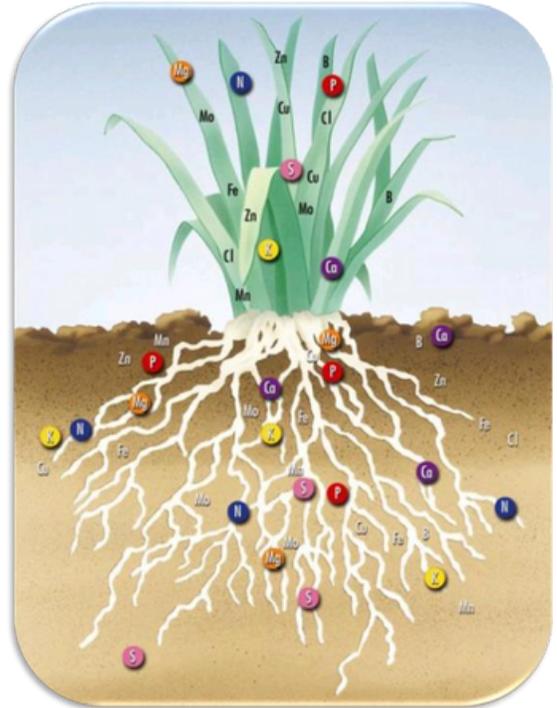
Los suelos que alternan entre estar mojados y secos pasan de tener mucho oxígeno (secos) a no tener mucho oxígeno (mojados). La presencia o ausencia de oxígeno determina cómo reaccionan químicamente los suelos. La **oxidación** es la pérdida de electrones, y la **reducción** es la ganancia de electrones en la superficie del suelo. Este tipo de reacciones ocurren todos los días y son responsables de crear cosas como el óxido. Los suelos, debido a que contienen mucho hierro, también pueden oxidarse, o si contienen mucha agua, pueden volverse de un color gris claro. Esto es parcialmente responsable de todos los diferentes colores que se encuentran y crea las manchas (moteado) que usualmente se encuentran más profundamente en el suelo.

## Nutrientes Esenciales para las Plantas

Un nutriente esencial es un elemento nutritivo que una planta (o un organismo vivo) necesita para funcionar, crecer o completar su ciclo de vida. Si ese elemento o nutriente falta o es deficiente, hay un impacto negativo en la planta (u organismo). Así como esto es cierto para las plantas, también lo es para los humanos, animales y microorganismos.

Algunos nutrientes esenciales para las plantas se conocen como macronutrientes porque se necesitan (y se encuentran) en grandes cantidades en el tejido vegetal. Ejemplos de macronutrientes para las plantas son el nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio y azufre.

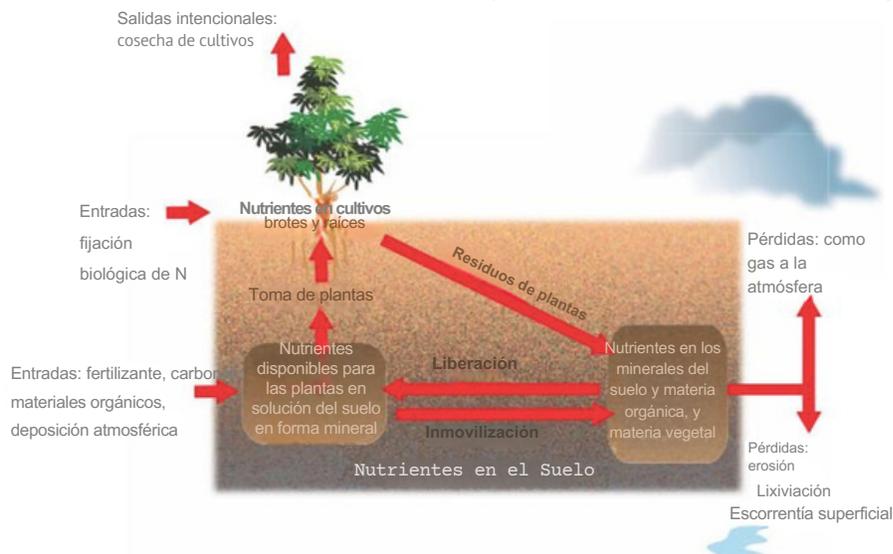
Aquellos que se requieren en cantidades mínimas se denominan micronutrientes. Ejemplos de micronutrientes para las plantas son el hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, etc. Aunque se necesitan en pequeñas cantidades, son esenciales por diferentes razones, como el metabolismo o la actividad enzimática.



## Suministro de Nutrientes a las Plantas y Ciclaje de Nutrientes en el Suelo

La Ley de Conservación de la Masa establece que la materia no se crea ni se destruye. Es fácil ver esto en el ciclo de nutrientes en el suelo. Las plantas son consumidas por animales y humanos, y los nutrientes se liberan de nuevo al suelo a través de la descomposición de la materia vegetal y animal. En el suelo ocurren reacciones químicas para mantener un equilibrio o amortiguar los nutrientes en la solución del suelo mediante adsorción y desorción en partículas de arcilla y materia orgánica.

Cuando se liberan demasiados nutrientes en la solución del suelo a través de la descomposición o el metabolismo microbiano de la materia orgánica, y la adición de fertilizantes, puede ocurrir la precipitación en forma de minerales del suelo o la adsorción a sólidos del suelo. Cuando las plantas eliminan nutrientes de la solución, se liberan más nutrientes a la solución para mantener un equilibrio entre la cantidad en los sólidos del suelo y la solución del suelo. Sin embargo, cuando los cultivos se



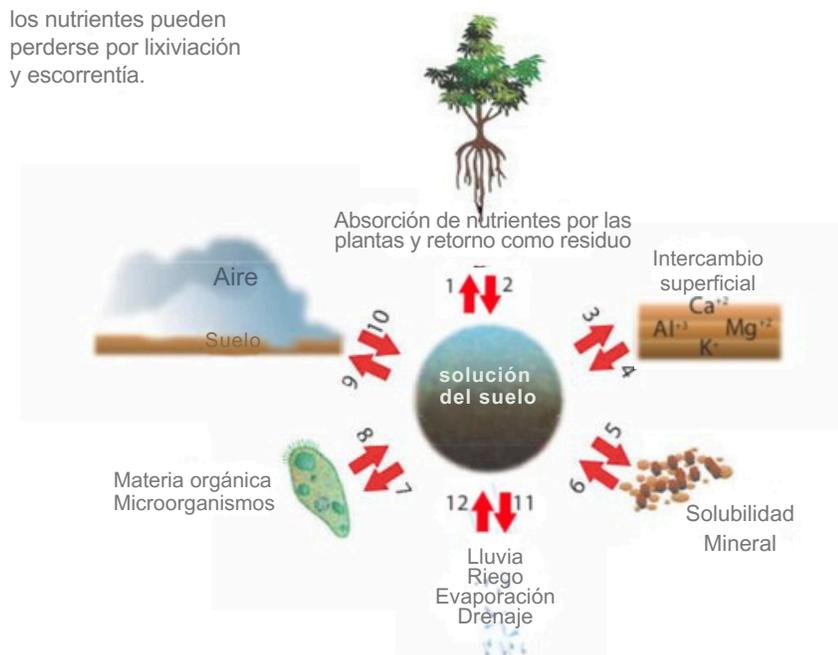
cosechan y se retiran de la finca, los nutrientes en esos cultivos se eliminan del suelo y el suelo necesita ser reabastecido.

Tanto la actividad humana como los factores ambientales pueden influir en el equilibrio de nutrientes y afectar los procesos minerales y biológicos en los suelos.

## Manejo de nutrientes

No todos los nutrientes removidos del suelo se devuelven o reciclan al suelo. Cuando se cosechan los cultivos, los nutrientes se eliminan y a menudo no regresan al suelo inmediatamente, o no vuelven al lugar donde podrían ser útiles para el suelo. Eventualmente, el suelo no puede suministrar suficientes nutrientes a las plantas en crecimiento y se crea una deficiencia de elementos específicos.

Los fertilizantes se aplican comúnmente a los suelos para suministrar los nutrientes deficientes en un suelo, pero pueden perderse a través de la erosión del suelo, la escorrentía superficial del agua y la lixiviación hacia las aguas subterráneas, todo lo cual crea un impacto o daño ambiental. Es importante gestionar las adiciones de fertilizantes. El ciclo de nutrientes en el suelo se completa cuando los residuos vegetales y orgánicos se reciclan o se devuelven al suelo. A medida que estos residuos vegetales se descomponen, liberan los elementos y nutrientes que contienen de nuevo al suelo. Estos entran en el balance de nutrientes y están disponibles para las plantas en crecimiento y los microorganismos.



**Figura 4-2.** Varios componentes del suelo y procesos que influyen en la concentración de nutrientes de las plantas en la solución del suelo. ¿Puede alguno de estos ser influenciado por la gestión? Aquí hay una pista: en la figura 4-1 vimos que la erosión puede resultar en la pérdida de nutrientes.

### Fuentes:

Sparks, D.L. (2019). Fundamentals of Soil Chemistry. In Encyclopedia of Water, P. Maurice (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781119300762.wsts0025>

Lindbo, D.L., Kozlowski, D.A., Robinson, C. (2012). Know Soil Know Life. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Soil Science Society of America. (2022). Soil Chemistry. Available at: <https://www.soils4teachers.org/chemistry>