

Salud física del suelo y nutrición

► ► Imhoff Silvia

ICiAgro Litoral-CONICET-UNL

✉ Imhoff.silvia@gmail.com

>. Sostenibilidad de nuestros sistemas: Suelos y más allá

RESUMEN EXPANDIDO

El suelo es un cuerpo tridimensional complejo constituido por una fracción sólida y por poros, por lo que en general presenta tres fases: la sólida (arcilla, limo, arena y materia orgánica del suelo), la líquida (solución del suelo: agua + nutrientes) y la gaseosa (aire del suelo), siendo que las dos últimas dependen de la fracción porosa.

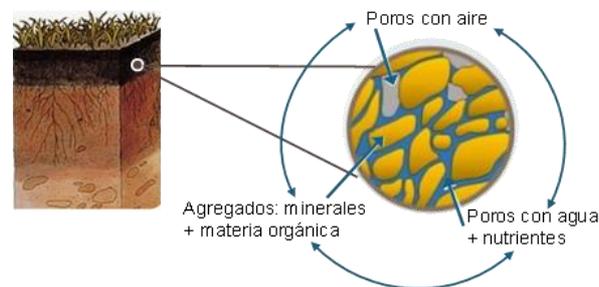


Figura 1. Imagen de un perfil y la ampliación de un sector con las fases del suelo.

A esta complejidad hay que sumar los organismos vivos que habitan el suelo: fauna edáfica, microorganismos y las raíces de las plantas.

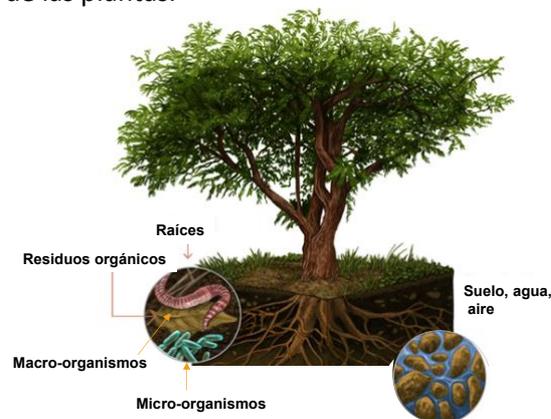


Figura 2. Imagen del suelo con sus fases y componentes vivos y no vivos.

El suelo es un medio biológicamente activo que permanentemente experimenta reacciones físicas, químicas y biológicas condicionadas por el material de origen y factores como el clima, la vegetación, la topografía y el tiempo. Estas interacciones condicionan las diversas características y múltiples funciones que poseen los suelos.

Las interacciones que se establecen entre los componentes de la fracción mineral (arcilla+limo+arena) y la fracción orgánica del suelo definen principalmente su estructura. En general, en suelos prístinos o de buena calidad, la estructura está compuesta por agregados. Estos agregados determinan el espacio poroso, ya sea el volumen total de poros como la diversidad de tamaño. El espacio poroso define el volumen disponible para la fase acuosa y para el aire. Es más, el sistema poroso condiciona la circulación y el intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera, siendo esencial para la respiración de las raíces y la actividad de los microorganismos. También determina el ingreso del agua al suelo, su movimiento y almacenamiento, y por lo tanto la cantidad disponible para los seres vivos que habitan el suelo. Asimismo, el agua en interacción con la fase sólida, a través de numerosas reacciones físico-químicas, condiciona la concentración de nutrientes disponibles en la fase líquida. Por último, el sistema poroso proporciona el hábitat para la fauna y los microorganismos del suelo y el espacio para el desarrollo y la penetración de las raíces de las plantas. Todas estas relaciones marcan la gran importancia que tiene la fracción porosa en el funcionamiento del suelo como soporte de la vida edáfica.

Por otro lado, la composición de la fase sólida, ya sea de la fracción mineral (porcentaje de arcilla, limo y arena, y el tipo de arcilla) como de la fracción orgánica (cantidad total y de las diversas fracciones que la componen), es crucial en la calidad del suelo. Esta fase del suelo condiciona el tipo estructura y su dureza cuando se seca, su fertilidad química, el color y, como consecuencia, su funcionamiento como regulador de factores fundamentales para que se desarrolle la vida en su interior, a saber: la resistencia de la matriz del suelo a la deformación por el crecimiento de las raíces, la disponibilidad de nutrientes y la temperatura.

Inicialmente, los minerales del suelo fueron la única fuente de nutrientes esenciales para los seres vivos que lo habitaban. Las raíces liberan sustancias inorgánicas, como dióxido de carbono al respirar, y orgánicas, como mucílagos, glomalina, hidratos de carbono, entre otras. Estas sustancias, además de reaccionar con la fracción sólida del suelo, son fuente de nutrientes y energía para los microorganismos.

Los microorganismos son esenciales para la salud del suelo dado que son responsables de los procesos de descomposición de los restos de plantas, animales, microorganismos y productos que producen estos seres vivos, liberando durante estas transformaciones los nutrientes que quedan disponibles en la solución del suelo para cubrir las necesidades de las plantas. También son responsables de los procesos de síntesis que conducen a la formación de la materia orgánica del suelo, uno de los principales agentes que intervienen en la formación y estabilización de los agregados del suelo y, como consecuencia, del sistema poroso.

Por otro lado, las raíces ejercen dos tipos acciones: una química por las sustancias agregantes que excretan, y otra mecánica, ya que crecen dentro de los poros existentes o, en ausencia de poros de tamaño adecuado, deben horadar el suelo para desarrollarse. En este último caso, las raíces deben desplazar las partículas sólidas, por lo que comprimen el suelo a su alrededor y, simultáneamente, crean poros y fisuras que constituyen nuevos hábitats para la vida edáfica.

Como resultado, el efecto fundamental de la actividad biológica y radicular es la generación y/o alteración de la estructura del suelo. El tipo de estructura que se genere dependerá principalmente de la especie vegetal, del tipo de raíz (especialmente número de raíces, diámetro, longitud, número de ramificaciones) y del volumen producido, así como del tipo y cantidad de microorganismos (bacterias, hongos). Si las características de la matriz del suelo son tales que su resistencia a deformarse supera la fuerza que puede ejercer la raíz para desplazar las partículas, las raíces no podrán crecer y toda la vida edáfica se restringirá, afectando negativamente el círculo virtuoso que se genera en todo suelo "vivo saludable".

La complejidad y multiplicidad de reacciones que ocurren en el sistema suelo-seres vivos son también responsables de los cambios que ocurren en el ambiente radicular. Estos cambios determinan la variación de pH, el aumento de concentración de nutrientes en la solución del suelo o su reducción por adsorción/fijación a la fracción sólida, la transformación de la materia orgánica y, como consecuencia, la disponibilidad de los nutrientes que dependen de su contenido (N, P, S, entre otros) y el contenido de agentes floculantes (cationes como el Ca) que afectan la estructura del suelo y su porosidad. Todos estos factores, en última instancia, afectan la vida en la rizosfera.

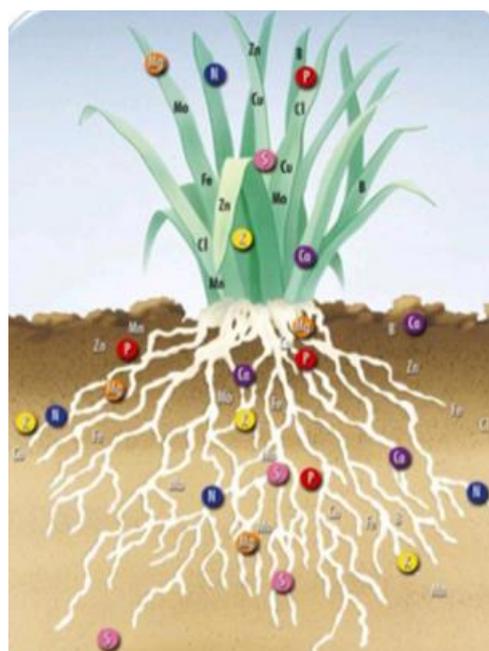


Figura 3. Imagen de la rizosfera con nutrientes (macro y micro) esenciales para las plantas.

Por último, a todas estas relaciones debemos agregar una nueva dimensión: el impacto de la actividad humana. El tipo de sistema productivo (agrícola, ganadero, mixto), su intensificación, el aumento del potencial de rendimiento de los cultivos con el consiguiente aumento de extracción de nutrientes, el nivel de reposición de nutrientes y cationes, el tipo de sistema de cultivo (siembra directa, labranza conservacionista, tradicional), el tipo de maquinaria disponible y el sistema de tránsito en los lotes son factores que afectan la calidad del suelo.

Si la resistencia del suelo a la deformación, que depende de la fase sólida (textura, estructura, cationes agregantes del suelo y materia orgánica) y del contenido hídrico del suelo al momento del tránsito, es superada por el peso de los equipos y de la maquinaria que recorren los lotes se tendrá como resultado su compactación. Este proceso conduce a la densificación con disminución del volumen total de poros y alteración de su tamaño, lo cual altera las relaciones suelo-seres vivos.

Nuevamente queda de manifiesto la complejidad de las interacciones que ocurren entre la fase sólida y la porosa del suelo como consecuencia de la actividad de los seres vivos.

Como corolario se debe resaltar que las relaciones suelo-planta-organismos-hombre son responsables de mantener la vida, tal como la conocemos en la actualidad. Por lo tanto, es esencial desarrollar sistemas productivos que consideren todas estas dimensiones e interacciones para poder mantener y mejorar la salud del suelo, la cual es esencial para lograr una producción agrícola sostenible, respetuosa del ambiente y rentable.