



EL SUELO

UN PASEO POR LA VIDA



Xiomara Cantera
@xma_ft



Cristina Cánovas
@cristinacanova3



Fernando Garrido



Stephan Mantel



El suelo es mucho más de los que pensamos...bajo la apariencia de tierra, césped, arena, hojas o asfalto se encuentra un auténtico paraíso subterráneo. Una extrema variabilidad de color, de estructuras, de texturas y de vida repartidas a lo largo de una serie de capas llamadas horizontes. El suelo es la epidermis viva del planeta y en el MNCN hemos querido dedicarle una exposición a este recurso tan imprescindible como desconocido.

El suelo en la Tierra.

El suelo que encontramos cubriendo la corteza terrestre es un sistema abierto, dinámico, heterogéneo y de enorme complejidad que da soporte a la vida que conocemos.

“Miles de años son necesarios para que la naturaleza genere suelo a partir de la roca madre estéril, pero nos bastan unas pocas decenas para destrozar el trabajo meticuloso y constante que la naturaleza ejerce en su génesis”

cambios y perturbaciones que se manifiestan a diversas escalas, cambios que suponen un intercambio intenso de materia y energía. Es el centro de control de una sucesión de procesos muy complejos: la absorción de agua y nutrientes minerales por las raíces de las plantas y su transpiración a través de las hojas; la fotosíntesis; la incorporación de restos orgánicos o la recarga de las reservas hídricas con el agua de lluvia sobrante que termina alimentando nuestros ríos o lagos y que acaba siendo vertida al mar; una concatenación de procesos que posibilitan y perpetúan la vida en nuestro planeta.

El suelo bebe y respira. No sólo es una fase sólida, constituida por materia orgánica y minerales de muy diversa naturaleza; también contiene líquidos con características químicas y composiciones muy variables y aire, compuestos gaseosos de diferente naturaleza y concentración.

Está vivo. Alberga una comunidad de plantas y animales extremadamente rica con tamaños que van de los diminutos microorganismos a los enormes árboles. Este mundo intrincado, que constituye la auténtica base de nuestra existencia en la Tierra, es frágil y vulnerable a numerosas amenazas, en su mayor parte antropogénicas, que ponen en riesgo su conservación. El futuro de nuestra civilización depende en gran medida de nuestra sensibilidad por este recurso natural no renovable que es el suelo y del conocimiento de los procesos químicos, físicos y biológicos que se dan en él.

Es dinámico. Aunque transmite sensación de quietud, de continuidad, de equilibrio, la realidad es bien distinta porque es protagonista de incesantes





Los factores formadores del suelo

El suelo es el resultado de decenas de miles de años de interacción entre la roca madre, el clima, el relieve y los organismos, todo ello a lo largo del tiempo. Hablamos de los cinco factores formadores del suelo.

“La roca madre, el clima, el relieve, la comunidad biótica y el tiempo son los factores formadores del suelo”

El primero es el material de partida, la roca madre, cuyos componentes determinarán en gran medida las características del futuro suelo. En ocasiones, este material de partida tendrá un efecto predominante en su génesis, como es el caso de los andosoles, o suelos formados a partir de materiales volcánicos, y los arenosoles, aquéllos formados a partir de materiales arenosos como las dunas.

El clima es especialmente notorio en estadios edafogenéticos avanzados. Determina diferencias en los suelos de las principales zonas bioclimáticas del planeta, de hecho, el clima de

Arriba: detalle de la superficie de un suelo degradado.
/ Jesús Juez

Centro: Laboratorio del Departamento de Agricultura de Sokoine, Universidad de Tanzania / ©FAO/ Simon Maina

Abajo: Prácticas agrícolas en suelos de pendiente/
©FAO/Daniel Hayduk



épocas geológicas pasadas afecta a la distribución actual de suelos. Los primeros edafólogos desarrollaron el concepto de zonalidad edáfica, que distingue suelos zonales (aquéllos que se corresponden con las principales zonas climáticas de la Tierra), suelos azonales (aquéllos que no han alcanzado un estado de equilibrio con las condiciones climáticas presentes) y suelos intrazonales (aquéllos sujetos fuertemente a condiciones ambientales locales más que a las características del clima). Las temperaturas y precipitaciones altas de los climas tropicales dan lugar a suelos fuertemente meteorizados y lavados con escasos contenidos en nutrientes para las plantas. Por el contrario, en los climas áridos, la escasa precipitación y el alto grado de evaporación genera suelos con alto contenido en sales solubles tales como carbonatos, cloruros o sulfatos. En ocasiones, estas sales precipitan a una determinada profundidad generando costras endurecidas que pueden observarse a simple vista. En las regiones subtropicales de clima templado, los suelos presentan marcadas evidencias de procesos de redistribución de arcilla y materia orgánica.

“El suelo no sólo es la gran incubadora de la vida terrestre, sino que ejerce un papel fundamental en la evolución del efecto invernadero”

El relieve, la fisiografía del terreno donde se desarrolla el suelo, tiene importantes consecuencias



en sus propiedades. En las zonas de alta montaña, su desarrollo está limitado por las bajas temperaturas y por la elevada pendiente que conduce a unas tasas de erosión altas. El suelo se somete a un constante proceso de rejuvenecimiento y



Los topos forman parte de la macrofauna edáfica. Excavan galerías y son arquitectos del suelo. / Michael David Hill.



Hongos y bacterias con fragmentos minerales. /Asunción de los Ríos, MNCN-CSIC

“En comparación con las dimensiones de la atmósfera, los mares o los materiales geológicos, el suelo es un medio extremadamente fino lo que quizá haya producido su olvido o desatención”



Laderas de montaña y áreas de cultivo. Jesús Juez

se reduce considerablemente la infiltración del agua de lluvia. Se generan suelos pobremente desarrollados, poco profundos y muy sensibles a la degradación. Por el contrario, en los fondos de valle se acumula agua y material edáfico y, cuando hay suficiente drenaje, se desarrollan suelos muy fértiles, óptimos para el cultivo.

Los organismos vivos que habitan en el suelo, dependientes a su vez de las características climáticas de la zona y de la naturaleza del sustrato, juegan un papel fundamental en la degradación de la materia orgánica y la posterior formación del humus. A través de la descomposición y reciclaje de los restos orgánicos de plantas y animales, las propiedades físicas y químicas del suelo van cambiando. Es difícil calcular el efecto de la biota en las propiedades del suelo. Sólo las lombrices pueden ingerir más de 25 toneladas de

suelo al año por hectárea. En general, lombrices, termitas, hormigas y roedores son especialmente activos en la formación de poros de gran tamaño que facilitan la circulación de agua y aire, lo que tiende a mejorar la disponibilidad de nutrientes. Los nematodos influyen decisivamente en ciclos biogeoquímicos del carbono y otros nutrientes al limitar el crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos del suelo. Sin embargo, son los microorganismos, aquéllos que pasan desapercibidos y de los que menos se conoce, los que juegan un papel fundamental en la descomposición de la materia orgánica y su posterior humificación e incorporación en los agregados del suelo.

Por último, el factor tiempo juega un papel crucial en la formación de los suelos, ya que hace que la naturaleza original del material de partida



pierda progresivamente importancia y el suelo se desarrolle hasta culminar en un estado de equilibrio dinámico o madurez. Cuando el suelo deja de modificar sus características en función del tiempo, se dice que está en equilibrio con el medio ambiente; son los llamados suelos climáticos. Sin embargo, el transcurso del tiempo no siempre lleva a los suelos a adquirir dicha estabilidad. Es el caso de suelos encharcados o con horizontes con permeabilidad reducida.

“Las combinaciones de los factores formadores del suelo en los distintos ambientes generan infinidad de tipos de suelo, por eso en cada parte del planeta el suelo es único”

El tiempo puede llevar a la existencia de suelos cuya génesis no se corresponde con las condiciones ambientales más recientes. Son los suelos relictos, que habiendo alcanzado condiciones próximas al equilibrio en tiempos remotos continúan su desarrollo en las condiciones presentes. Y también podemos encontrar suelos fósiles o paleosuelos, desarrollados en tiempos pasados en condiciones ambientales distintas y que conservan sus propiedades al preservarse ocultos bajo sedimentos recientes.

Estos cinco factores ambientales no operan independientemente, lo hacen de forma intrincada y con intensidades que pueden variar con el tiempo.

¿Cómo se forma el suelo? La edafogénesis.

Si los seres vivos son aquellos que nacen, crecen, se reproducen y mueren, podemos decir que el suelo también está vivo porque sufre procesos semejantes.

La mayor parte de los suelos que podemos observar han aparecido durante el Holoceno, hace unos 11.000 millones de años. ¿Cómo se originaron?

El suelo nace por la meteorización de la roca madre debida a la acción del clima. Se produce una fragmentación física de las rocas expuestas a condiciones atmosféricas y una alteración química de los minerales que las forman. En climas áridos, la primera prevalece sobre la segunda, mientras que en climas húmedos, la temperatura determina el grado de alteración química de los minerales. Una vez la roca comienza a fragmentarse, se generan poros por



International Soil Reference and Information Centre (ISRIC – World Soil Information)

ISRIC (www.isric.org) es una fundación científica independiente creada en 1966 por recomendación de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Aporta información sobre recursos edáficos mundiales a la comunidad internacional y mantiene el Museo Mundial del Suelo. Participa y da apoyo a la Alianza Mundial por el Suelo liderada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) además de colaborar con diferentes instituciones en tres áreas prioritarias:

- Cartografía de suelos y recopilación de datos de suelos de diferentes países bajo la premisa de hacerlos totalmente accesibles. Gran parte de esta información está disponible en la aplicación **Soilinfo APP**.
- Investigación aplicada en estudios sobre la degradación del suelo, seguridad alimentaria, uso eficiente del agua y el cambio climático.
- Programas de formación y educación en ciencias del suelo a investigadores, agricultores, ingenieros agrónomos y estudiantes a través del Museo Mundial del Suelo.



World Soil Museum. ISRIC - World Soil Information. Wageningen, Países Bajos.

los que penetran el agua y el aire y tras una intensa meteorización del material original dan lugar a la formación de minerales de la arcilla. Esto, junto con la acumulación de materia orgánica, constituye el segundo paso del proceso de formación del suelo. La liberación de nutrientes que implican estas alteraciones físicas y químicas permite que las plantas colonicen lo que comenzó siendo roca madre. Aparecen los



La Tierra de los siete colores, Chamarel (Islas Mauricio). / Adamina

microorganismos que se encargan de descomponer los restos orgánicos y así, la arcilla y la materia orgánica generan un primer estrato u horizonte superficial fértil.

El suelo crece durante el tercer gran proceso de formación que consiste en la redistribución espacial de materia y la diferenciación de las capas del suelo, los horizontes, que constituyen los perfiles característicos del mismo y tienen ca-

“Según la Biblia hebrea el primer humano se llamó Adam o adama (suelos), su pareja fue Hava o Eva (vida o madre de vida). Por lo tanto, Adán y Eva significan suelo y vida”



Un corte de tierra con sus horizontes. © Günter Segehäring

racterísticas físicas, químicas y mineralógicas diferentes. Durante esta etapa dominan los procesos de pérdida (eluviación) y ganancia de materia (iluviación).

Las combinaciones de los factores formadores del suelo en los distintos ambientes generan infinitud de tipos de suelo (el suelo se reproduce), por eso en cada parte del planeta el suelo es específico y único.

Y por último, ya sea por causas naturales o por una mala gestión, el suelo, un recurso no renovable, puede morir, por eso hay que cuidarlo para evitar que lo haga prematuramente.

El papel del suelo en el medio ambiente

Una cuarta parte de las especies del planeta necesitan al suelo para vivir. Desde microscópi-



Superficie de un suelo bajo bosque caducifolio en clima templado y húmedo. / Jesús Juez

cas bacterias hasta topos o roedores, el trabajo coordinado de multitud de organismos posibilita su funcionamiento, y es que la fuerza del suelo está en la biodiversidad que alberga porque es una gigantesca reserva genética de gran importancia en muchos procesos biotecnológicos que en su mayor parte aún está por explorar.

Actúa como filtro ambiental del agua ya que, aún a costa de contaminarse, es capaz de neutra-





lizar sustancias tóxicas, degradándolas y/o reteniéndolas, evitando que contaminen otros compartimentos del medio ambiente. Regula el ciclo hidrológico dando cauce al agua superficial permitiendo la infiltración a las reservas hídricas subterráneas. Gracias a su red de poros, gran parte del agua de lluvia queda retenida en el suelo que opera como un sistema de almacenamiento hídrico para las plantas y la fauna.

Es además el mayor depósito de carbono porque tiene la capacidad de almacenarlo en grandes cantidades convirtiéndolo en la materia orgánica que puede conservar durante siglos, mitigando los efectos del cambio climático.

Es un recurso limitado y a la vez uno de los compartimentos más importantes del medio ambiente natural. Las economías del mundo dependen de los bienes y servicios que conseguimos directa o indirectamente a través del suelo. Su uso sostenible se define por la armonización del aprovechamiento de sus bienes evitando su agotamiento irreversible.

El suelo y el desarrollo humano. Suelo, sostenibilidad y sociedad

En la Biblia hebrea, el primer humano se llamó *Adam* o adama (suelos) y su pareja fue *Hava* o Eva (vida o madre de vida). Por lo tanto, Adán y

Eva significan suelo y vida. De la misma forma, el término en latín que nombra a la especie humana *Homo* comparte raíz con la palabra *humus* o materia orgánica del suelo. Desde tempranas épocas el ser humano ha reverenciado al suelo. Este no suponía sólo una fuente de vida sino el material con el que se construían sus hogares, el elemento básico que les daba, entre otras cosas, refugio y alimento.

Parece que la sociedad tecnológica ha dejado atrás esta dependencia, pero lo cierto es que nuestra civilización depende del suelo más que nunca, pues la población humana crece al mismo tiempo que los recursos naturales, el suelo incluido, decrecen. Nuestro desarrollo supone el deterioro de este recurso natural: lo ocupamos para construir infraestructuras y lo sometemos a erosión, lo acidificamos, lo salinizamos, provocamos que pierda materia orgánica y lo contaminamos. Miles de años son necesarios para que la naturaleza genere suelo a partir de la roca madre estéril pero nos bastan unas pocas decenas para destrozar el trabajo meticuloso y constante que la naturaleza ejerce en su génesis.

A lo largo de la historia de la humanidad, la forma en que las distintas sociedades han usado el suelo ha marcado en buena medida su destino final. Lamentablemente, buena parte de la población mundial parece estar física y emocionalmente alejada del suelo. Mucha gente pasa toda

su vida en ciudades sin posibilidad de identificar, no digamos ya de apreciar, el valor que un suelo bien conservado nos ofrece.

Concienciar para conservar

Conforme aumenta la superficie de suelo que dedicamos a cultivos, pastoreo o la construcción de infraestructuras, disminuye drásticamente, se fragmenta o se empobrece la que se preserva en ecosistemas naturales. Es nuestro deber rectificar el daño producido, restaurando esos hábitats naturales y reduciendo la presión que ejercemos sobre los suelos degradados.

La reducción de la calidad del suelo lleva generalmente al declive de la biodiversidad. La pérdida de actividad biológica implica la reducción o deterioro de la cubierta vegetal. El abuso de fertilizantes y otros productos agronómicos o de la acidificación como resultado de la contaminación atmosférica, también destruyen el suelo.

Dado que el suelo es un crisol fundamental que genera y sostiene la vida, debería ser materia ineludible en todos aquéllos estudios relacionados con las ciencias ambientales y los recursos naturales. Es urgente que la población conozca la relevancia y la forma de conservar este recurso para protegerlo y exigir a los agentes sociales una gestión sostenible.

Por todo ello y mucho más, porque lo que no se conoce es difícil de conservar, os presentamos a este gran desconocido que es el suelo animándoos a dar Un paseo por el suelo. Un paseo por la vida ■

“Solo desde el conocimiento se podrá optimizar el uso y aprovechamiento del suelo para mantener su funcionalidad ambiental y productividad biológica”

