



Nacidos de la tierra y destructores de la misma

Emmanuel F. Campuzano^{1,2*}
Dulce Flores-Rentería²
Octavio Monroy-Vilchis^{3,4}

¹ Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Unidad Académica Capulhuac, Estado de México, México.

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Saltillo. Ramos Arizpe, Coahuila de Zaragoza, México.

³ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma, Lerma, Estado de México.

⁴ Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.

*Autor para correspondencia: efcampuzano@gmail.com, Tel: 962 1639737



La importancia del suelo ha sido enfatizada incluso como parte de las leyendas en las culturas más importantes de México, por ejemplo, la cultura Maya, que incorpora este elemento junto con el agua, formando lodo para la creación de la humanidad. En México, la degradación del suelo es un problema grave que se acentúa en ambientes extremos como las zonas áridas. El suelo es fundamental para el equilibrio de los ecosistemas y la vida del ser humano. Este elemento también se puede degradar, perdiendo sus propiedades físicas, químicas y biológicas, disminuyendo

su calidad y limitando su capacidad para brindarnos sus servicios. La degradación del suelo puede medirse empleando indicadores que reflejan sus propiedades. Por otro lado, la gran variabilidad de estos parámetros en los diferentes ambientes dificulta que se tenga un consenso sobre los elementos y métodos más eficientes para medir su degradación. No obstante, también se está desarrollando investigación aplicada que aporte a la solución de dicho problema.

Introducción

En la cultura mesoamericana, los mayas dominaron gran parte del sureste mexicano y dejaron un legado cultural que trasciende hasta nuestros días. Parte de este legado se encuentra en un libro denominado Popol Vuh (de la lengua maya quiché: Popol Wuj) que puede interpretarse como “Libro del Consejo”.



En ese documento se narra la creación de la vida, donde se cuenta que tres dioses: Kuklucán, Tapeau y Caculhá Huracán, formaron la tierra y a todos sus seres vivientes, con excepción del ser humano. Sin embargo, los dioses querían crear un ser semejante a ellos que se acercara a la perfección, que hablara, tuviese conocimientos y los venerara. Entonces, se comenzaron los intentos por crear humanos. El primer material con que intentaron crear a la humanidad fue el lodo, después la madera y finalmente el maíz.

La antropización es la transformación del entorno natural por acción del ser humano

Esta breve aproximación de nuestra cultura nos muestra la percepción del suelo por parte de nuestros antepasados y su importancia como formador de vida en el planeta, particularmente como uno de los primeros materiales empleados para la creación del ser humano, el suelo en forma de lodo. No tan alejado de esta percepción, la importancia ecológica del suelo es precisamente la de fungir como el pilar que brinda el equilibrio de la vida en nuestro planeta, siendo el medio por el cual se realizan muchos de los procesos para la vida como la conocemos hoy en día. Sin embargo, la antropización (transformación del medio natural por acción de los seres humanos) de los ecosistemas naturales ha degradado su valor biológico en términos de su diversidad y funcionalidad (es decir, de los procesos químicos, físicos o biológicos que ahí acontecen), a tal grado de convertir hábitats antes productivos en terrenos desertificados. Podríamos decir que estamos “matando” al suelo, y con ello a nosotros mismos y al planeta. En esta breve reseña abordaremos qué es la degradación del suelo, sus principales detonantes, y qué elementos se pueden emplear como indicadores para detectar esta degradación en nuestro país.

Nacidos de la tierra

Nuestros antepasados concebían al suelo como fuente indispensable para la vida, pues intuían que este contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas que nos proveen de alimento. Sin embargo, la importancia del suelo va más allá. Hoy sabemos que la dinámica ecológica de muchos de los nutrientes del suelo, le permiten almacenar o liberar diversos compuestos como agua, e incluso gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2) o el óxido nitroso (N_2O), por lo que el suelo también está involucrado en la regulación del clima. Lamentablemente, con el paso del tiempo y el crecimiento de la población humana, muchas de nuestras actividades (como la agricultura o construcción de ciudades) alteran este delicado equilibrio, degradando el suelo.





¿Qué es la degradación del suelo?

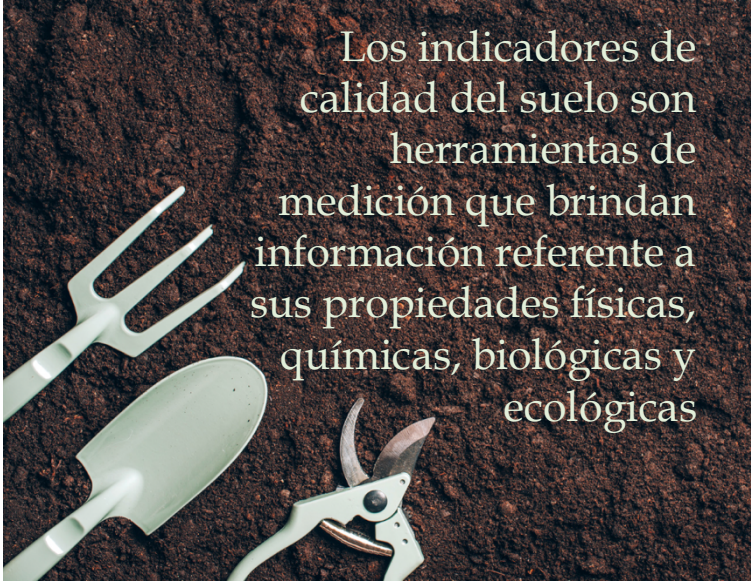
Iniciemos entonces por responder ¿Qué es la degradación del suelo? la degradación del suelo es la disminución de su capacidad para producir bienes o prestar servicios al ecosistema. La degradación se presenta de manera natural o inducida por el ser humano, afectando sus propiedades físicas, químicas, biológicas o ecológicas. La degradación física hace referencia a los procesos que alteran la estructura del suelo, como la compactación, la erosión y que afectan el intercambio de gases y agua principalmente. La degradación química enfatiza los procesos que afectan los elementos y nutrientes del suelo, como la salinización, la alteración del potencial de hidrógeno (acidez o alcalinización) y la disponibilidad e intercambio de nutrientes. La degradación biológica, una de las menos estudiadas, se refiere a la pérdida de microbiota, es decir, de sus microorganismos asociados: bacterias, hongos, virus, entre otros. Finalmente, la degradación ecológica, aún menos explorada, se refiere a la disminución en la interacción entre organismos que habitan el suelo, sus funciones y sus productos.



¿Cómo sabemos cuándo un suelo está degradado?

Para evaluar la degradación del suelo se emplean indicadores de su calidad. Los indicadores de calidad del suelo (en adelante ICS) son herramientas de medición que brindan información referente a cada una de las propiedades antes señaladas (físicas, químicas, biológicas y ecológicas) y que revelan su funcionalidad en el ecosistema. Sin embargo, aún no existen criterios universales para evaluar los

cambios en la calidad del suelo. Algunos investigadores sugieren que los parámetros que evalúen la calidad del suelo deben ser siempre los mismos, esto con el fin de facilitar comparaciones en diferentes circunstancias. Otros investigadores consideran que los ICS no deben ser siempre los mismos, ya que las carencias o restricciones son distintas entre los diferentes tipos de suelos. Además, deben considerar los tres pilares de la sustentabilidad (es decir, los aspectos económicos, sociales y ecológicos) que también son particulares en cada ambiente.



Los indicadores de calidad del suelo son herramientas de medición que brindan información referente a sus propiedades físicas, químicas, biológicas y ecológicas



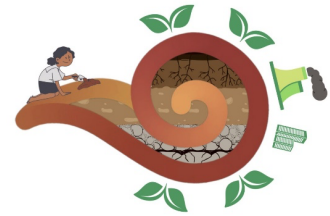
Bajo esta última perspectiva, los ICS deben entonces:
a) representar los procesos generales del ecosistema,
b) incluir sus propiedades (físicas, químicas,
biológicas y ecológicas), c) representar los elementos
sustentables que se quieren medir, d) representar la
variación espacial y temporal, e) ser accesibles, f)
reproducibles, g) entendibles, h) sensibles a los
cambios del suelo, principalmente por actividades
antropogénicas, y i) preferiblemente ser parte de una
base de datos ya establecida.

De manera general, existe un conjunto de parámetros
(físicos, químicos y biológicos) que pueden analizarse
para identificar los ICS adecuados al tipo de ecosistema
que se desea explorar. Para las propiedades físicas generalmente se analiza la textura
del suelo, la profundidad, la infiltración, densidad y capacidad de retención de agua.
Respecto a las propiedades químicas se analiza la materia orgánica, el pH,
conductividad eléctrica y nutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio. Mientras
que, para las propiedades biológicas se suele estudiar el carbono y nitrógeno de la
biomasa microbiana, la respiración del suelo, su humedad, temperatura y nitrógeno
mineralizable.

Ahora que tenemos una idea de lo que es la degradación del suelo y que elementos
nos ayudan a evaluar la calidad del mismo, podemos preguntarnos ¿Cuál es la
situación actual en nuestro país? En México, cerca del 45% (900 millones de km²)
del suelo presenta algún tipo de degradación, siendo la degradación química la
más extendida. Dentro de las actividades humanas que mayor impactan en la
calidad del suelo, las agrícolas con el 17.5% (como el sobrepastoreo o la
agricultura mecanizada) son las de mayor influencia, seguido del
desarrollo urbano (como el crecimiento de ciudades sin adecuada
planificación) y el desarrollo industrial con el 1.5%
(generalmente con los desechos y extracción de materias primas
no regulados). Los estudios que analizan los procesos de
degradación del suelo en México se han venido realizando
desde mediados del siglo XIX, pero como se ha mencionado, la
gran heterogeneidad ambiental de nuestro territorio hace difícil
la comparación de metodologías y la obtención de indicadores
robustos.

**La degradación
del suelo puede
definirse como la
disminución de la
capacidad del
ecosistema para
producir bienes o
prestar servicios**





En México, cerca del 45% del suelo presenta algún tipo de degradación inducida por los seres humanos; producto de actividades agrícolas, desarrollo urbano o industrial

Dada su gran extensión (cerca del 60% del territorio nacional) y condiciones ambientales extremas (altas temperaturas y escasa precipitación) el suelo de los ecosistemas áridos es de los más vulnerables en nuestro país. Como un ejemplo de las acciones de investigación realizadas en estos ecosistemas, haremos referencia a un estudio realizado por algunos de los autores de este manuscrito, miembros del laboratorio de sustentabilidad del suelo del CINVESTAV-Salttillo. En este estudio se exploraron los

principales usos de suelo en el sureste del estado de Coahuila (vegetación nativa, zonas agrícolas, zonas ganaderas, huertos nogaleros y sitios industriales; fotografías al pie de página en ese orden de izquierda a derecha) para identificar los parámetros que reflejan mejor las condiciones del suelo (es decir, los ICS). Después de analizar un conjunto de 42 variables referentes a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, la investigación arrojó que la degradación del suelo se ve reflejada principalmente sobre cuatro de ellas (Carbono total, Biomasa microbiana, pH y Respiración del suelo) y que según la estacionalidad (lluvias o secas) su importancia es distinta. Estas variables fueron empleadas como indicadores para establecer cinco categorías de degradación del suelo en la zona de estudio (degradación severa, degradado, degradación moderada, degradación ligera y sin degradación aparente). Este resultado es un pequeño ejemplo de las investigaciones implementadas recientemente para tratar de solventar el grave problema de la degradación del suelo en México.





Conclusiones

Ahora que hemos explorado brevemente lo que es la degradación del suelo, sus causas, la situación en nuestro país y los esfuerzos que se realizan para solventar esta problemática en algunas de las zonas más vulnerables (como las regiones áridas), podemos darnos cuenta de la severidad del problema y la complejidad para la búsqueda de soluciones. Un primer paso para crear estrategias de manejo que permitan un uso del suelo más saludable es conocer la salud y calidad de este de forma práctica. Incrementar los esfuerzos para estudiar este problema en zonas vulnerables es crucial. Debemos recordar pese a que nuestro tiempo es breve en el planeta, no debemos ignorar nuestra responsabilidad para cuidar de nuestros recursos. Cuidemos de nosotros mismos, cuidemos de nuestro suelo.

La importancia de los indicadores es diferente para cada ambiente, por lo que aún no existen criterios universales para evaluar los cambios en la calidad del suelo

Literatura recomendada

Bautista-Cruz, A., Etcheves-Barra, J., del Castillo, R. F., Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.

Campuzano, E. F., Briones, O., Larsen, J., Guillén-Cruz, G., Fernández, F., Flores-Rentería, D. (2022). Procedimiento para evaluar la degradación biológica del suelo en zonas áridas el noreste de México. *Realidad, Datos y Especio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 13, 38-57. <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2022/04/03/procedimiento-para-evaluar-la-degradacion-biologica-del-suelo-en-zonas-aridas-del-noreste-de-mexico>

CONAFOR-UACH (Comisión Nacional forestal-Universidad Autónoma Chapingo). (2013). Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe Final. Zapopan, Jal. México:CONAFO-UACH.

Semblanzas de autores

Dr. Emmanuel F. Campuzano. Es biólogo con un doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable. Estudia la taxonomía, ecología y diversidad de arácnidos del suelo como indicadores de calidad del hábitat en sistemas tropicales y templados. Ha colaborado proponiendo indicadores para medir la respiración y degradación del suelo en zonas áridas del norte de México.

Dra. Dulce Flores-Rentería. Doctora en Ecología por la Universidad Autónoma de Madrid. Investigadora por México comisionada al Cinvestav Saltillo. Autora de reportes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático y del Programa ambiental de las Naciones Unidas, especialista en degradación de la tierra. Estudia el efecto antropogénico sobre el estado de salud del suelo.

Dr. Octavio Monroy-Vilchis. Doctor en Biodiversidad y Conservación. Autor de más de 90 artículos científicos. Director de tesis de más de 70 estudiantes de licenciatura y posgrado. Especialista en especies y ecosistemas en riesgo. Fundador y coordinador de 2 centros de investigación y evaluador de proyectos, publicaciones y perfiles académicos y de investigación.

