

## EL SUELO, MUCHO MÁS QUE EL SITIO EN DONDE CRECEN LAS PLANTAS

## THE SOIL IS MUCH MORE THAN THE PLACE WHERE THE PLANTS GROW

Yaselda Chavarin Pineda<sup>1</sup>, Eduardo C. Reynoso Camargo<sup>2</sup>, Miguel Ángel Valera Pérez\*.

<sup>1</sup>Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

<sup>2</sup>Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

\*Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

14 sur 6301, Cd Universitaria. 222 229 5500 ext. 7355 miguel.valera@correo.buap.mx

### Abstract

Soils constitute an essential element for the functioning of ecosystems; they support human activities such as food production and support for construction; all their “services” are considered by soil scientists as functions that go beyond the provision of welfare for societies since they provide multiple benefits within ecosystems. Multiple models, equations, and software have been devised for the evaluation of these functions; in addition, they have been represented through cartography, which allows us to know their distribution. Understanding how soils function and what benefits they provide, not only for the benefit of society but also within the ecosystem itself, allows for their adequate

valuation and use. The objective of this paper is to explain the different soil functions, their benefits for ecosystems and human populations, and how they can be evaluated to favor the conservation of natural resources and at the same time provide compensation to those who conserve ecosystems.

**Keywords:** soil function, ecosystem services, sustainability.

## Resumen

Los suelos constituyen un elemento esencial para el funcionamiento de los ecosistemas, son el soporte de actividades humanas como la producción de alimentos y el sostén para las construcciones; todos sus “servicios” son considerados por los edafólogos como funciones que van más allá de la provisión de bienestar para las sociedades, ya que proporcionan múltiples beneficios dentro de los ecosistemas. Para la evaluación de estas funciones se han ideado múltiples modelos, ecuaciones y softwares; además, se han representado a través de cartografía que permite conocer su distribución. Comprender cómo funcionan los suelos y qué beneficios proporcionan, no solo para el provecho de la sociedad sino dentro del mismo ecosistema permite su valorización y aprovechamiento de manera adecuada. El objetivo de este trabajo es explicar las distintas funciones del suelo, su beneficio para los ecosistemas y las poblaciones humanas, y cómo es que pueden ser evaluadas para favorecer la conservación de los recursos naturales y al mismo tiempo otorgar compensaciones a quienes conservan los ecosistemas.

**Palabras clave:** función del suelo, servicios ecosistémicos, sustentabilidad.

## Introducción

El suelo proporciona muchos beneficios a las sociedades humanas, es el sitio en donde crecen los cultivos que nos alimentan y sobre el que crecen los árboles que nos proporcionan oxígeno; sin embargo, muchos otros de sus beneficios son aún desconocidos y por lo tanto no son valorados por las personas. A partir de la década de los 60's los investigadores del suelo intentaron, sin éxito, estimar los beneficios que este proporciona a las sociedades para así asignarle un valor monetario y poder incentivar su protección ante la sociedad y los gobiernos. Lo anterior no se pudo lograr debido a implicaciones técnicas sumamente complejas de abordar, se podían medir ciertas propiedades del suelo, pero era complicado definir con qué activo se podría comparar para asignarles un valor económico. Esto hizo que los investigadores dejaran a un lado esta complicada tarea y comenzaron a profundizar en el estudio de las funciones de los suelos, las cuales se refieren a los servicios o bienes que proporciona. El término “funciones” es preferido por los edafólogos (estudiosos del suelo) ya que implica un abordaje menos antropocentrista y que se extiende hacia los ecosistemas (Baveye et al., 2016). Un impulso adicional al estudio de los servicios del suelo lo proporcionó la evaluación de los ecosistemas del milenio en el año 2005, en este reporte se evaluaron las consecuencias de las alteraciones en los ecosistemas y su impacto en el bienestar de las poblaciones humanas y a partir de esto se establecieron las bases científicas para mejorar la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas (MEA, 2005). A partir de este reporte se ha visto como el número de estudios que involucran a los ecosistemas y sus relaciones con el bienestar humano se han incrementado de manera considerable..

## Funciones o servicios del suelo

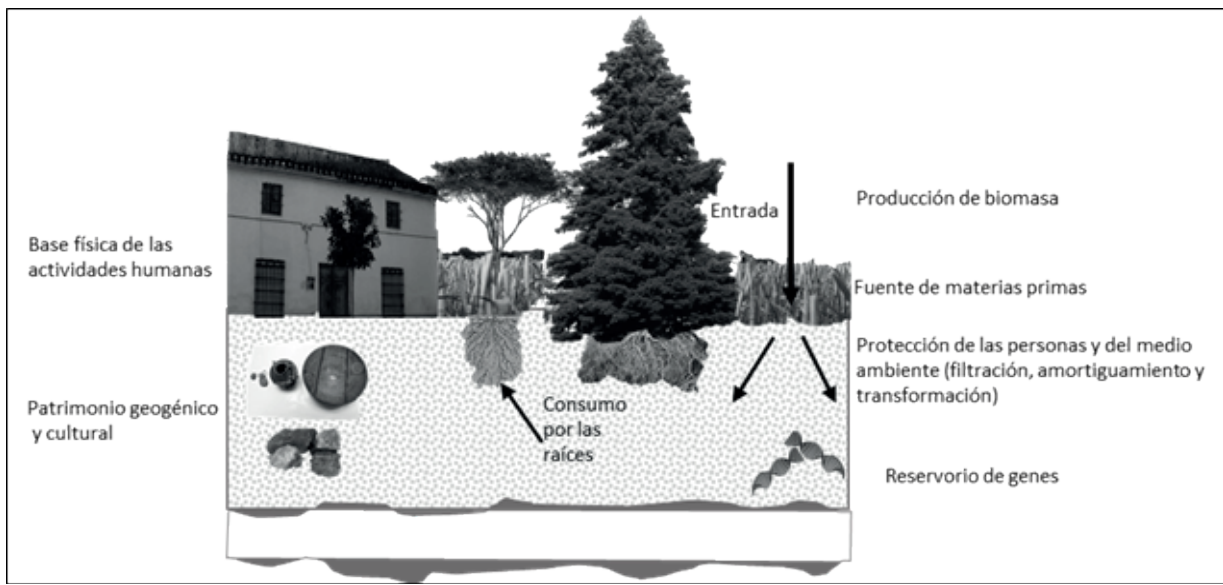
Como consecuencia del aumento en el interés en la importancia del suelo, el 2015 fue establecido por las Naciones Unidas como el año internacional de los suelos, durante el cual se buscó incrementar la conciencia y valoración de los suelos y sus funciones. Se desplegaron múltiples esfuerzos entre la academia, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, y la población en general, lo cual pretendió incrementar la conciencia y la comprensión de la importancia del suelo para la seguridad alimentaria y las funciones esenciales del ecosistema (FAO, 2015).

En la tabla 1 comparamos algunas de las funciones del suelo y la clasificación de los servicios ecosistémicos en general (MEA, 2005), y podemos observar que el suelo cumple funciones dentro de todas las clasificaciones de los servicios ecosistémicos

**Cuadro 1.** Clasificación de los servicios ecosistémicos y funciones del suelo.

<b>Categoría Servicios Ecosistémicos (MEA, 2005)</b>	<b>Funciones del Suelo (Blum, 2005)</b>
Provisión	Producción de alimentos, biomasa, materias primas
Apoyo	Hábitat para la biodiversidad y sumidero de material genético.
Regulación	Almacén, filtración y transformación de compuestos, sumidero de carbono.
Culturales	Almacén del patrimonio geológico y cultural.

La clasificación de los servicios ecosistémicos y por lo tanto la de funciones del suelo se ha implementado con la finalidad de facilitar su estudio y comprensión, pero en la naturaleza estas funciones se encuentran interrelacionadas y no pueden desarrollarse de manera separada. Por ejemplo, la producción de biomasa (árboles y vegetación) no podría llevarse a cabo sin la función de transformación de los compuestos (ciclo de nutrientes) que permiten la nutrición de las plantas, y tampoco en ausencia de la biodiversidad del suelo. En la figura 1 se muestran las funciones del suelo, estas pueden ser clasificadas en funciones ecológicas y no ecológicas; las ecológicas están ligadas a los ecosistemas (producción de biomasa, protección de las personas y del medio ambiente, y reservorio genético) y las no ecológicas son aquellas que están relacionadas con prácticas industriales y socioeconómicas (fuente de materias primas, reservorio del patrimonio geológico y cultural, y base físicas de las actividades humanas) (Blum, 2005).



**Figura 1.** Funciones ecológicas y no ecológicas del suelo. Elaboración propia, tomado de Blum, 2005.

Los suelos son sumamente valiosos y sin ellos no sería posible el desarrollo de las sociedades humanas como las conocemos y por lo tanto el deterioro de alguna de sus funciones comprometería la permanencia de la humanidad sobre la Tierra. Además, los suelos constituyen un sumidero de carbono terrestre muy importante. El total de C en los ecosistemas terrestres es de aproximadamente 3170 gigatoneladas (GT), de las cuales casi el 80% (2500 GT) se encuentra en el suelo (Lal, 2008). Por lo que, el suelo constituye un elemento primordial en el combate al cambio climático y calentamiento global.

**Evaluación de las funciones del suelo**

El mantenimiento de las funciones del suelo depende de su condición, la cual está determinada por el manejo, la vegetación y el clima. Dichos factores influyen directamente sobre las propiedades del suelo, como el carbono orgánico del suelo, textura, pH, densidad aparente, biomasa microbiana, entre muchas otras. Una manera de determinar cómo es que el suelo está funcionando es a través de la evaluación de estas propiedades, lo cual ayuda a estimar sus funciones; para esta evaluación se utilizan modelos matemáticos. Por ejemplo, con el contenido de carbono orgánico del suelo, la densidad aparente, el contenido de rocas y la profundidad del suelo podríamos estimar la función (servicio) de almacén de carbono; la función de la recarga del agua subterránea podríamos estimarla si conocemos la textura, el carbono orgánico del suelo y la densidad aparente (Greiner et al., 2017). Para evaluar la función de regulación del clima local se utiliza el nivel de la capa freática y capacidad de agua disponible (Calzolari et al., 2016); de esta forma vemos que se han generado múltiples ecuaciones y modelos para la evaluación de las funciones. La decisión de evaluar una y/u otra función se lleva a cabo basándose en diferentes criterios, como el tipo de suelo, el uso y manejo, la ubicación, el clima y los fines de la investigación; ya que cada suelo es diferente y proporciona diferentes servicios dentro del contexto ambiental en el que se ha desarrollado (Ellili-Bargaoui et al., 2021), sin embargo; considerar los datos aislados no es suficiente y se ha vuelto necesario acudir a la representación cartográfica permitiendo conocer la distribución de las funciones a lo largo de los territorios (Adhikari & Hartemink, 2016).

El uso de *softwares* que integran distintos modelos, también se ha convertido en una práctica habitual para poder identificar las funciones del suelo en zonas agrícolas de Europa (Henriksen-Bugge, 2019). Muchos países, sobre todo la Unión Europea, han destinado múltiples recursos humanos y económicos en lograr la representación cartográfica de los servicios que proporcionan sus suelos (Calzolari et al., 2016; Drobnik et al., 2018; Valujeva et al., 2020). En México también se han dirigido algunos esfuerzos para evaluar las funciones del suelo mediante el uso de *softwares* especializados (Gallegos et al., 2019) principalmente en suelos volcánicos conocidos como Andosoles y los cuales poseen características muy particulares (propiedades ándicas).

La información obtenida mediante la aplicación de herramientas científicas que funcionan como evaluaciones de la funcionalidad del suelo puede ser utilizada para la implementación de sistemas de compensaciones para quienes conservan los ecosistemas; tanto en zonas protegidas (Áreas Naturales Protegidas de tipo federal, estatal o municipal) como en áreas privadas o públicas. Funcionando como un incentivo para la protección de la naturaleza que corresponde a un enfoque conservacionista. Los gobiernos, instituciones no gubernamentales, propietarios de tierras y otros han participado en diversos instrumentos de financiamiento; entre estas podemos mencionar el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) que es un instrumento de política pública para promover la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las regiones prioritarias (CONANP, 2021). La valoración de las funciones del suelo surge de una creciente necesidad de información para los tomadores de decisiones en el aspecto de la planificación del territorio en beneficio de los aspectos ambientales, económicos, sociales y culturales; además, facilita la designación de áreas que requieren protección más intensa en zonas que se demuestre son adecuadas para la provisión de los servicios.

## Conclusión

El principal reto para los estudiosos del suelo consiste en aportar la evidencia suficiente para determinar la condición del suelo, sus funciones o servicios, así como su distribución a nivel local, nacional y global; lo que permitiría identificar las zonas en donde es necesario aplicar acciones urgentes para mejorar o conservar aquellos sitios que lo requieran, todo desde el enfoque de la sustentabilidad. Dicho enfoque debe manifestar la soportabilidad entre el suelo y las actividades humanas que se realizan en él, la viabilidad económica de las medidas de conservación o restauración y debe ser equitativo al considerar que los beneficios económicos que se generen mediante el pago de retribuciones debidas a los beneficios que aporta el suelo, deben impactar de forma positiva la vida de las poblaciones adyacentes.

## Referencias

Baveye, P. C., Baveye, J., & Gowdy, J. (2016). Soil “ecosystem” services and natural capital: Critical appraisal of research on uncertain ground. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 4, Issue JUN). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00041>

Calzolari, C., Ungaro, F., Filippi, N., Guermandi, M., Malucelli, F., Marchi, N., Staffilani, F., & Tarocco, P. (2016). A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at regional scale. *Geoderma*, 261, 190–203. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.013>

CONANP. (2021). *Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES)*.

Drobnik, T., Greiner, L., Keller, A., & Grêt-Regamey, A. (2018). Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. *Ecological Indicators*, 94(1), 151–169. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.052>

Ellili-Bargaoui, Y., Walter, C., Lemerrier, B., & Michot, D. (2021). Assessment of six soil ecosystem services by coupling simulation modelling and field measurement of soil properties. *Ecological Indicators*, 121, 107211. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107211>

FAO. (2015). *2015 International year of soils*.

Gallegos, Á., López-Carmona, D., & Bautista, F. (2019). Quantitative assessment of environmental soil functions in volcanic zones from Mexico using S&E software. *Sustainability (Switzerland)*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/su11174552>

Greiner, L., Keller, A., Grêt-Regamey, A., & Papritz, A. (2017). Soil function assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services. *Land Use Policy*, 69, 224–237. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.025>

Henriksen-Bugge, C. (2019). *A decision support system for soil management: The Soil Navigator DSS*.

Lal, R. (2008). Carbon sequestration. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 363, Issue 1492, pp. 815–830). Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2185>

MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.

Valujeva, K., Nipers, A., Lupikis, A., & Schulte, R. P. O. (2020). Assessment of Soil Functions: An Example of Meeting Competing National and International Obligations by Harnessing Regional Differences. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.591695>