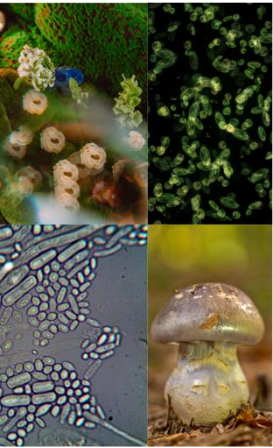




El mundo invisible bajo tus pies: los microorganismos del suelo

Erwin Saúl Navarrete-Saldaña^{a*}
Omar Cástor Ponce-García^b
Teresita del Carmen Ávila-Val^c
Pedro Antonio García-Saucedo^c
Juan Mendoza-Churape^c



^aLaboratorio de Calidad e Inocuidad SIASA LAB, Área de Análisis Agrícolas. Camino Real de Carretas 192, col. Milenio III, Santiago de Querétaro, Querétaro, México. C.P. 76060

^bInstituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Av. Hidalgo No. 1213, Centro, Cd. Cuauhtémoc, Chih. México, C.P. 31500.

^cFacultad de Agrobiología 'Presidente Juárez'-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas esquina con Berlín, Uruapan, Michoacán, México. C.P. 60040

*Autor de correspondencia: erwin.navarrete@umich.mx, ewn.nav@gmail.com

Existen microorganismos, tanto hongos como bacterias, capaces de degradar sustancias orgánicas y transformarlas en nutrientes disponibles para las plantas, otros son capaces de limitar a los patógenos de plantas para impedir que se establezcan. Es necesario conocer su existencia y rol ecológico en los ecosistemas para dar pauta a una agricultura sostenible.

Introducción

¿Alguna vez te has detenido a pensar en todo lo que sucede bajo tus pies cuando caminas por el suelo?, ¡Es toda una fiesta de la vida microscópica!. Los microorganismos son seres diminutos que viven en diversos entornos, incluido el suelo, que desempeñan un papel crucial en el equilibrio de los ecosistemas terrestres al reciclar sustancias orgánicas, proteger a las plantas contra enfermedades y mejorar la fertilidad del suelo.

¿Quiénes son estos minúsculos habitantes del suelo?

Los microorganismos del suelo incluyen bacterias, virus, hongos, protozoos y otros seres invisibles a simple vista. Aunque son pequeños, su importancia es enorme. ¿Por qué?, ¡Porque son como los obreros invisibles de la naturaleza!

**Los llamados
biofertilizantes,
contienen
microorganismos
benéficos que ayudan a
mejorar la calidad del
suelo y promueven el
desarrollo vegetativo de
los cultivos.**



¿Qué hacen estos pequeños trabajadores?

Reciclaje de nutrientes

Los microorganismos descomponen la materia orgánica en el suelo, como las hojas caídas, frutas, verduras o los restos de plantas muertas en formas en que las plantas puedan absorberlos (aniones y cationes) a través de un proceso denominado mineralización (Figura 1).

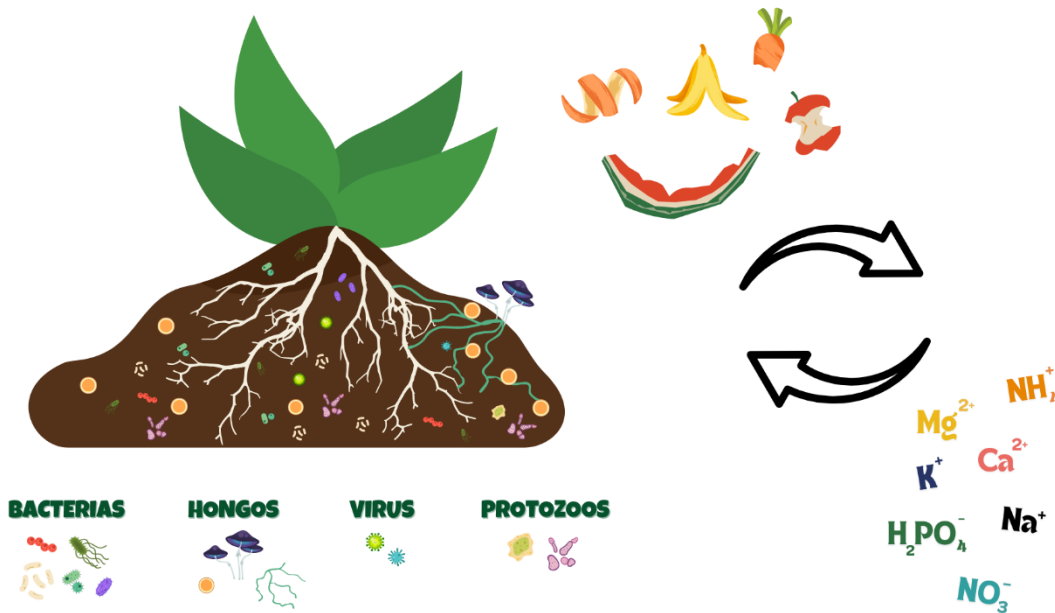


Figura 1. Diversidad de microorganismos en el suelo y reciclaje de nutrientes.

Estos macro (N, P, K, Ca, Mg, etc.) y micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, etc.) esenciales son necesarios para el correcto desarrollo de las plantas. Un ejemplo del proceso de mineralización es la conversión del nitrógeno orgánico a sus formas inorgánicas (NO_3^-) a través de un proceso conocido como nitrificación. Algunos otros, son capaces de solubilizar nutrientes orgánicos a través de la secreción de enzimas especializadas (glucosidasas, fosfatasas) o mediante la acidificación del medio con ácidos orgánicos (glucónico, fumárico, cítrico), lo cual ayuda a romper el acomplejamiento y volverlos asimilables, un claro ejemplo, el caso del fósforo total contenido en la materia orgánica mineralizado a fosfatos ($H_2PO_4^-$ - HPO_4^{2-}).





Mejora de la estructura del suelo

Al degradar la materia orgánica, algunos microorganismos, como las micorrizas producen sustancias pegajosas (glomalina) que ayudan a que las partículas del suelo se unan y formen agregados (terrones), creando una estructura más estable y porosa (Fig. 2). Esto permite que el suelo retenga agua y aire, lo cual es crucial para el crecimiento saludable de las plantas. La estructura del suelo resulta fundamental como parte de la fertilidad física del suelo, una estructura porosa permitirá que las raíces de la mayoría de cultivos se desarrollen correctamente, que en conjunto con otros factores, garantizan su productividad. En muchas ocasiones se busca únicamente la mejora de la fertilidad química y biológica del suelo, sin embargo, es preponderante revisar la fertilidad física del mismo, ya que sin un flujo adecuado de agua y oxígeno en las raíces, la planta tendrá un desarrollo deficiente o limitado.

Protección contra enfermedades y promoción del crecimiento

Algunos microorganismos en el suelo actúan como guardianes de las plantas contra patógenos que podrían dañarlas, incluso antes de que puedan propagarse. Lo anterior, se logra a través de mecanismos de antagonismo directos (antibiosis o competición por nutrientes-espacio) o indirectos (promoción del crecimiento).

En la antibiosis, algunos microorganismos producen sustancias químicas (metabolitos secundarios, enzimas) que inhiben el crecimiento de los patógenos.

Mientras en la competición por nutrientes, se impide que los invasores se establezcan al bloquearles los nutrientes para crecer.

Diversos géneros bacterianos y fúngicos se han destacado en la agricultura gracias a la capacidad de secretar metabolitos. Por ejemplo, *Bacillus*, con la producción de lipopéptidos (ej. surfactina) que alteran la estructura de la pared de los fitopatógenos y/o actúan como sideróforos que bloquean (quelatan) al hierro (Fe^{3+}).

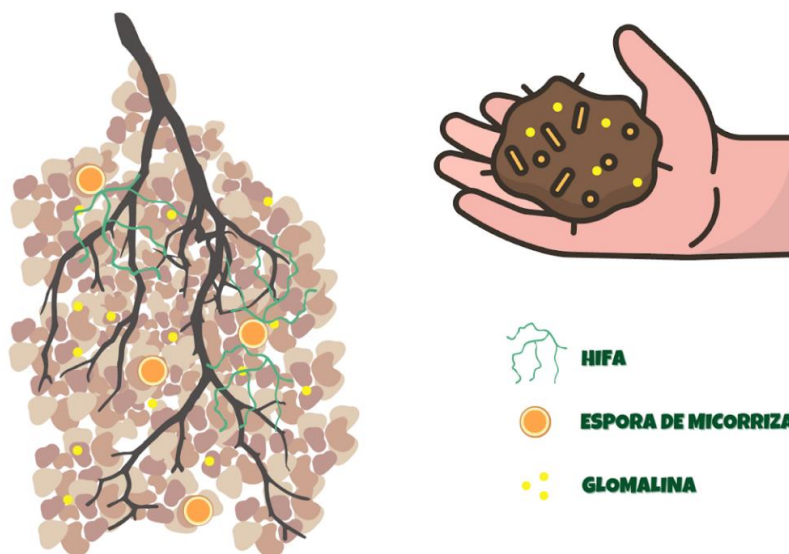


Figura 2. Formación de agregados en el suelo por acción de la glomalina.



Por su parte, hongos como *Glomus*, que son competidores por el espacio, interactúan de forma sinérgica con otros microorganismos (*Pseudomonas fluorescens*), lo cual favorece la colonización de la rizósfera y propicia un ambiente óptimo para la planta (Fig. 3).

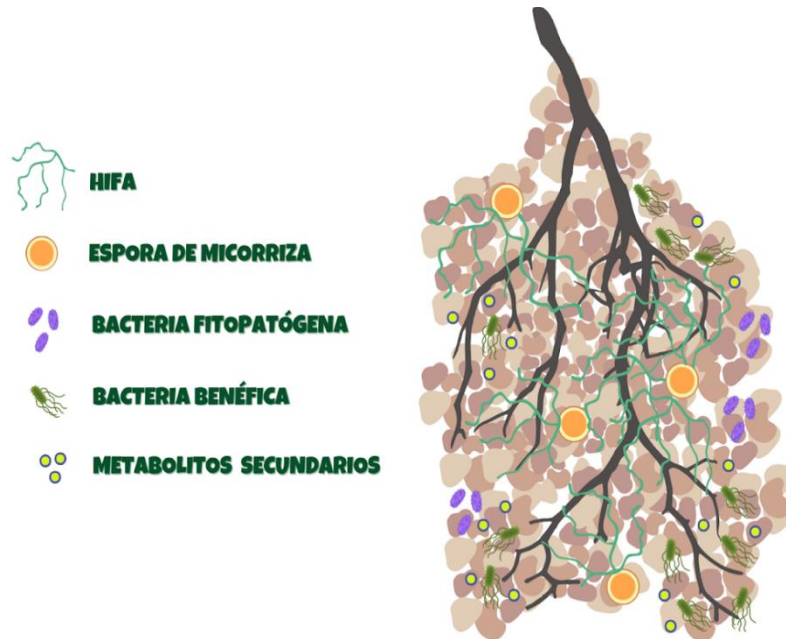


Figura 3. Mecanismos directos de antagonismo como la competencia por espacio (hifas de micorrizas en la rizósfera) y a través de la secreción de metabolitos secundarios como la mupirocina secretada por especies de *Pseudomonas*.

Por otro lado, las bacterias fijadoras de nitrógeno, como las formadoras de nódulos (*Rhizobium*), asociadas a leguminosas, o las de vida libre (*Azospirillum*), que no están directamente relacionadas con las plantas, pueden transformar nitrógeno atmosférico en nitrógeno inorgánico ($\text{NH}_4^+ - \text{NO}_3^-$), que es aprovechable para la planta y propicia promoción del crecimiento a lo largo del ciclo productivo de la planta.

¿Por qué deberíamos preocuparnos por estos pequeños héroes del suelo?

Los microorganismos del suelo son la base de la vida en los ecosistemas e imprescindibles en la agricultura; sin su labor incansable, los suelos se volverían estériles y las plantas no podrían crecer. Esto afectaría a todos los seres vivos que dependen de las plantas para alimentarse, ¡incluidos nosotros!.



Mediante el reciclaje de los micro y macroelementos, los microorganismos regulan la disponibilidad de nutrientes, propiciando un suelo fértil.



¿Cómo podemos cuidar a estos diminutos amigos del suelo?

Evitar el uso excesivo de químicos: los pesticidas y fertilizantes químicos pueden afectar a los microorganismos beneficiosos en el suelo; optar por un manejo integrado y prácticas de agricultura orgánica con métodos sustentables de control de plagas, para proteger su hábitat resulta indispensable.

Fomentar la diversidad vegetal: plantar diferentes cultivos y mantener una cubierta vegetal en el suelo promueve la diversidad de microorganismos y les proporciona una amplia gama de nutrientes.

Mantener el suelo cubierto: la erosión del suelo puede ser perjudicial para los microorganismos, mantener el suelo cubierto con arvenses o cultivos de cobertura ayuda a proteger su hogar.

Conclusiones

Los microorganismos del suelo son fundamentales para mantener la salud y la fertilidad de nuestros ecosistemas terrestres. Su trabajo silencioso pero vital nos proporciona alimentos saludables y suelos fértiles para cultivar nuestras plantas. Para fomentar una mayor comprensión y aprecio por los microorganismos del suelo, aquí hay algunas actividades en las que lectores de todas las edades pueden participar:

Exploración microscópica: ¡Obtén un microscopio y observa muestras de suelo bajo aumento!. Puedes recolectar muestras de diferentes áreas, como: un campo agrícola, un bosque, inclusive de un jardín, y observar la diversidad de microorganismos que habitan en ellas.

Huertos escolares: establecer un huerto escolar no solo enseña a los estudiantes sobre el ciclo de vida de las plantas, sino que también les brinda la oportunidad de aprender sobre la importancia de los microorganismos del suelo y cómo mantener un suelo saludable.

Proyectos de compostaje: comprender el proceso de descomposición de la materia orgánica en nutrientes. Los proyectos de compostaje en casa o en la escuela son una excelente manera de aprender sobre este proceso, reducir y aprovechar los desechos orgánicos.



La aplicación indiscriminada de insumos agrícolas, ha alterado significativamente los constituyentes orgánicos y vivos del suelo.



Educación ambiental: organizar charlas, talleres o eventos educativos sobre la importancia de los microorganismos del suelo, esto puede ayudar a difundir el conocimiento y concienciar a la comunidad sobre la necesidad de proteger los ecosistemas.

Prácticas sostenibles: animar a los agricultores y jardineros a adoptar prácticas agrícolas y de jardinería sostenibles, como el uso de abonos orgánicos, la rotación de cultivos y la conservación del suelo, esto puede contribuir a preservar la salud de los microorganismos del suelo.



Mediante el reciclaje de los micro y macroelementos, los microorganismos regulan la disponibilidad de nutrientes, propiciando un suelo fértil.

Al enfrentarnos al desafío de comprender, proteger y promover la importancia de los microorganismos del suelo, cada uno de nosotros puede contribuir de manera significativa a la salud de nuestro planeta y al bienestar de las generaciones futuras. ¡Manos a la obra para cuidar de nuestro valioso suelo y sus habitantes invisibles!

Así que la próxima vez que camines por un campo o jardín, recuerda que bajo tus pies hay un mundo extenso y vital de microorganismos que trabajan incansablemente para mantener la vida en la tierra. ¡Cuidemos y respetemos a estos pequeños héroes del suelo!

Literatura recomendada

Four, B. (2020) La descomposición de la materia orgánica: un proceso crucial para sostener el funcionamiento de los bosques tropicales amazónicos. *Actualidad científica*, 22: 15-18.

Nava Reyna, E. y Ángel Martínez, M. (2023) Glomalina, un bioindicador del efecto de la agricultura de conservación sobre la calidad del suelo. CYMMYT. Consultado el 07 de mayo de 2024 en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/glomalina-un-bioindicador-del-efecto-de-la-agricultura-de-conservacion-sobre-la-calidad-del-suelo/>

Ocegueda-Reyes, M. D., Casas-Solís, J., Virgen-Calleros, G., González-Eguiarte, D. R., López-Alcocer, E., y Olalde-Portugal, V. (2020) Aislamiento, identificación y caracterización de rizobacterias antagonistas a *Sclerotium cepivorum*. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(1): 146-159. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1911-2>

Pérez Álvarez, S., Coto Arbelo, O., Echemendía Pérez, M., y Ávila Quezada, G. (2015) *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno?: *Pseudomonas fluorescens*, biological control or pathogen?. *Revista de Protección Vegetal*, 30 (3): 225-234.

Rosabal Ayan, L., Macías Coutiño, Maza González, M., López Vázquez, R. y Guevara Hernández, F. (2021) Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático. *Magna Scientia Uceva* 1: 103-116. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a14>



Semblanza de autores

Erwin Saúl Navarrete Saldaña. Michoacano, Ingeniero agrónomo y Maestro en Ciencias Biológicas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Con líneas de investigación enfocadas a la fertilidad de suelos y nutrición de cultivos, control biológico de enfermedades de plantas y fitopatología. Coordinador del área de análisis agrícolas en el laboratorio SIASA LAB.

Omar Cástor Ponce García. Michoacano, Ingeniero agrónomo por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con maestría en productividad frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Con investigación en fertilidad de suelo y nutrición vegetal. Actualmente trabajo en el INIFAP, en la jefatura del campo experimental Delicias

Teresita del Carmen Ávila Val. Profesora en la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Ingeniera Agrónoma y Maestra en Ciencias Biológicas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Con líneas de investigación enfocadas a la caracterización e identificación de fitopatógenos en frutales, ornamentales y hortalizas, su manejo químico y biológico.

Pedro Antonio García Saucedo. Biólogo de profesión, SNI I, Profesor e Investigador en la Universidad Michoacana, responsable del Laboratorio de Bromatología. Con líneas de investigación enfocadas al rescate y conservación de especies de plantas silvestres de interés alimenticio, en la implementación de técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* y del estudio de los metabolitos secundarios microbianos y de plantas.

Juan Mendoza Churape. Ingeniero Agrónomo y Maestro en Ciencias Biológicas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Estudiante de Doctorado en Ciencias Biológicas. Profesor de biología molecular y fitopatología en la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Con líneas de investigación enfocadas al diagnóstico de enfermedades de plantas, caracterización e identificación de fitopatógenos de importancia económica.

Lo mejor para tu **invernadero**



**sabsa**
el éxito de tu cultivo

sabsa.mx ☎ 800 40 042 00 ventas@sabsa.mx