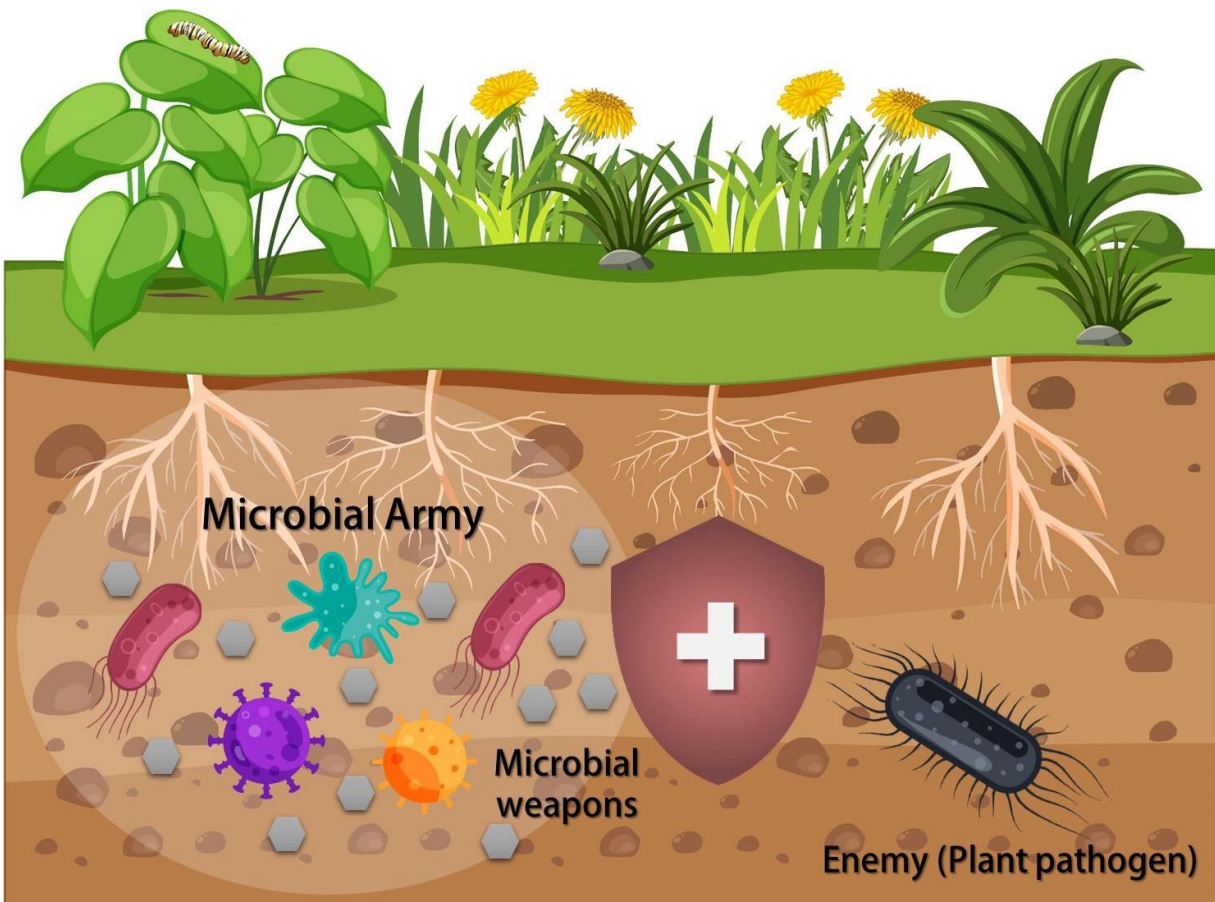


Enfermedad Supresor suelos: a campo de batalla bajo nuestros pies

*Mamá: ¿Cómo pueden protegerse las plantas?
¿Si no pueden huir del peligro?*



Modificado de Starline y brgfx/Freepik

Viviane Cordovez

Departamento de Ecología Microbiana, Instituto Holandés de Ecología (NIOO-KNAW), Países Bajos

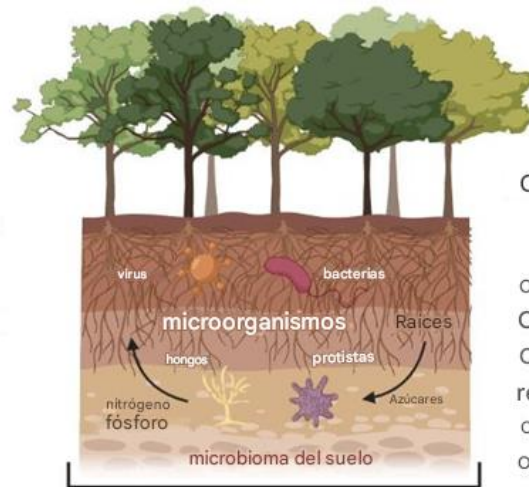
Suelos supresores de enfermedades

Sinopsis

Las plantas tienen diferentes estrategias para escapar de los peligros que imponen los enemigos naturales (por ejemplo, insectos y patógenos). Además de sus propias defensas físicas y químicas, también pueden contar con un "ejército microbiano" que las protege contra la herbívora (depredadores que se alimentan de plantas) y las enfermedades. Los suelos supresores de enfermedades son un ejemplo de asociación exitosa entre plantas y microorganismos. En estos suelos, las plantas desarrollan muy pocos o ningún síntoma de enfermedad, a pesar de la presencia de patógenos vegetales. La supresión de las enfermedades de las plantas a menudo se desencadena por la actividad de microorganismos (bacterias y hongos) que viven en el suelo y las raíces de las plantas, que obstaculizan el crecimiento de patógenos mediante la producción de compuestos inhibidores, por ejemplo, antibióticos ("armas microbianas"). Los suelos supresores de enfermedades se han identificado y estudiado en todo el mundo y ofrecen una valiosa fuente de microorganismos beneficiosos. Estos microorganismos se pueden utilizar en la agricultura para controlar las enfermedades de las plantas y mejorar el rendimiento de los cultivos. Esta práctica tiene un gran potencial para mejorar la productividad agrícola de manera sostenible, abordando varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Tema de microbiología
Suelos supresores de enfermedades

1. El microbioma del suelo/raíz
2. Asociación entre plantas y microorganismos
3. Suelos supresores de enfermedades: suelo inmunidad
4. Suelos supresores de enfermedades: suelo indicadores de salud
5. El suelo como fuente de nuevos compuestos



Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

- Objetivo 2. Fin Hambre
- Objetivo 3. Salud y bienestar
- Objetivo 12. Consumo y producción responsables
- Objetivo 13. Acción por el clima
- Objetivo 14. Vida en el agua
- Objetivo 15. Vida en la tierra
- Objetivo 17. Alianzas para lograr los objetivos



Descripción general de los temas presentados en este tema de Microbiología y sus ODS asociados.

Diseñado con Biorender.

Un marco de educación en microbiología centrado

La microbiología y el contexto social

Las enfermedades de las plantas causadas por patógenos que viven en el suelo provocan pérdidas económicas significativas en todo el mundo. Se han descrito suelos supresores de enfermedades de origen natural para varios patógenos de plantas. La capacidad de supresión de enfermedades puede funcionar como un indicador de un ecosistema de suelo saludable. Comprender la diversidad y las funciones naturales de los microorganismos del suelo es un paso importante para combatir las enfermedades de las plantas de manera sostenible. Reducir las pérdidas de cultivos debido a las enfermedades de las plantas será clave para aumentar el rendimiento frente al aumento de la población mundial.

Suelos supresores de enfermedades: el Microbiología

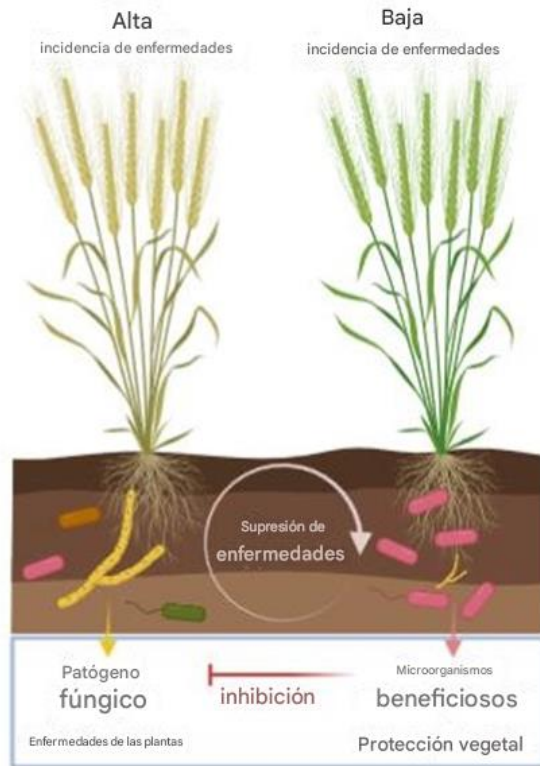
1. **El microbioma del suelo/raíz.** A menudo se piensa que el suelo es tierra sin vida, pero en realidad alberga una rica vida microbiana, que alberga una cuarta parte de la biodiversidad del mundo. Una cucharadita de tierra contiene millones de microorganismos, incluidos hongos, bacterias, virus y protistas. El microbioma es la comunidad de microorganismos (hongos, bacterias, virus y protistas) que viven en el suelo (microbioma del suelo), las raíces (microbioma de la rizosfera) y las hojas/flores/frutos (microbioma de la filosfera). Algunos microorganismos del suelo pueden ser peligrosos y pueden causar enfermedades en humanos, animales y plantas. Por otro lado, muchos de estos microorganismos son beneficiosos y brindan a otros organismos funciones esenciales. Algunos ejemplos son la descomposición de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la producción de antibióticos, la eliminación de contaminantes del suelo y la supresión de enfermedades. La presencia de estos microorganismos es importante para la salud del suelo y de las plantas y, en consecuencia, para la producción de alimentos, piensos, fibras y medicamentos.

2. **Asociación entre plantas y microorganismos.** Al igual que cualquier otro organismo, las plantas no funcionan solas. La mayoría de las plantas tienen sus raíces en el suelo y, por este motivo, no pueden huir y tienen que hacer frente a diversas condiciones hostiles, por ejemplo, la baja disponibilidad de nutrientes, los contaminantes del suelo y/o el ataque de patógenos. Además de sus propios mecanismos de defensa físicos y químicos, el crecimiento y la salud de las plantas dependen en gran medida de las interacciones con su microbioma. Las plantas dan forma a su microbioma radicular reclutando activamente microorganismos beneficiosos del suelo circundante a través de la producción de azúcares y otros compuestos liberados por sus raíces. Estos microorganismos no solo suministran a las plantas nutrientes (por ejemplo, nitrógeno y fósforo), sino que también ofrecen una capa de defensa natural contra los patógenos.

3. **Suelos supresores de enfermedades: inmunidad del suelo.** Se han descrito suelos supresores de enfermedades para diferentes enfermedades de las plantas causadas por hongos, bacterias y nematodos del suelo, así como para malezas parásitas. La supresión general de la enfermedad se desarrolla a través de las actividades colectivas (por ejemplo, la competencia por los nutrientes y el espacio) de los microorganismos del suelo y puede potenciarse mediante la adición de materia orgánica. Este tipo de supresión se puede comparar con la respuesta inmune innata en los animales, que constituye su primera línea de defensa. Por el contrario, la supresión

Un marco de educación en microbiología centrado

de una enfermedad específica está mediada por un grupo selecto de microorganismos con actividades especializadas, similar a la respuesta inmune adaptativa en los animales, que requiere tiempo y células especializadas para suprimir el patógeno. La supresión de una enfermedad específica suele desarrollarse después de un brote grave de enfermedad en suelos que se han utilizado para el cultivo continuo de cultivos susceptibles (vulnerables). Las plantas bajo ataque de patógenos liberan compuestos (exudados de las raíces) en el suelo, que atraen microorganismos específicos que pueden combatir los patógenos de las plantas.



Las plantas que crecen en suelos supresores de enfermedades (derecha) presentan síntomas de enfermedad muy bajos o nulos, a pesar de la presencia de un patógeno y una planta susceptible. Las plantas que sufren un ataque de patógenos (por ejemplo, una infección fúngica en las raíces) piden ayuda liberando compuestos a través de sus raíces que atraen microorganismos beneficiosos. Estos microorganismos inhiben el crecimiento de patógenos compitiendo por espacio y nutrientes, produciendo antibióticos y toxinas, además de estimular las defensas de las plantas. (Diseñado con Biorender).

4. Suelos supresores de enfermedades: indicadores de salud del suelo. La salud del suelo está relacionada con la capacidad de la comunidad microbiana para suprimir los patógenos de las plantas. Por lo tanto, la capacidad de los suelos para suprimir las enfermedades puede funcionar como un indicador de la salud de los ecosistemas del suelo. El estudio de la actividad y la diversidad del microbioma del suelo y de las raíces puede ayudar a monitorear el estado del suelo y la eficacia de su manejo en la agricultura.

5. El suelo como fuente de nuevos compuestos. La mayoría de los antibióticos que se utilizan hoy en día para tratar infecciones humanas se basan en compuestos producidos en la naturaleza por bacterias y hongos del suelo. Estos compuestos proporcionan a los microorganismos productores una ventaja al inhibir a otros microorganismos que habitan el mismo nicho y que compiten por los nutrientes y el espacio. Nosotros nos beneficiamos de este mecanismo ya que los suelos supresores de enfermedades pueden ofrecernos compuestos valiosos para inhibir no sólo los patógenos de las plantas sino también los patógenos humanos. El descubrimiento de nuevos antibióticos es de suma importancia y es crucial ante la crisis de patógenos resistentes a los antibióticos, un problema de salud pública mundial.

Un marco de educación en microbiología centrado

Relevancia para el desarrollo sostenible metas y grandes desafíos

- **Objetivo 2. Poner fin al hambre.** Se estima que los suelos contribuyen a más del 95% de nuestra producción de alimentos. La calidad y cantidad de los alimentos están directamente relacionadas con la salud del suelo. Para garantizar la seguridad alimentaria de una población mundial en aumento, es de suma importancia crear conciencia sobre el papel de los suelos, su vida microbiana y su impacto en la supresión de enfermedades. Los suelos supresores de enfermedades ofrecen un gran potencial para abordar los objetivos futuros de seguridad alimentaria al controlar las enfermedades de las plantas causadas por patógenos del suelo y, a su vez, reducir las pérdidas de cultivos y mejorar el rendimiento de los mismos.
- **Objetivo 3. Buena salud y bienestar.** La vida no es posible sin el suelo, que permite el crecimiento de las plantas, que nos proporcionan alimentos, piensos y combustible, además de oxígeno. Además, los microorganismos que viven en el suelo y en las raíces de las plantas tienen un impacto significativo en el crecimiento y la salud de las plantas y, a su vez, en la producción de alimentos. Estos microorganismos también son una fuente de antibióticos. Se estima que, para 2050, hasta diez millones de personas al año podrían morir de infecciones causadas por bacterias resistentes a los antibióticos. Por lo tanto, es crucial una búsqueda global de nuevos antibióticos eficaces. Los ecosistemas naturales, como los suelos supresores de enfermedades, son una gran fuente de posibles nuevos antibióticos.
- **Objetivo 12. Producción y consumo responsables.** El suelo es un recurso finito que tarda cientos o miles de años en formarse. La biodiversidad del suelo contribuye en gran medida a su salud y resiliencia. En la actualidad, el suelo se enfrenta a una serie de desafíos, entre ellos la erosión, la desertificación, la contaminación y la pérdida de nutrientes, materia orgánica y biodiversidad. Las prácticas de gestión agrícola pueden alterar significativamente el entorno del suelo y, a menudo, incidir en la abundancia y las actividades de los microorganismos antagonistas, que son actores cruciales en la supresión de las enfermedades del suelo.
- **Objetivo 13. Acción por el clima.** Se espera que el cambio climático tenga efectos adversos en la agricultura, como un aumento de las infecciones por patógenos y plagas de las plantas, lo que conlleva una disminución significativa de la producción de alimentos y una amenaza para la seguridad alimentaria mundial. Más concretamente, a medida que aumenten las temperaturas, aumentará el riesgo de infección por 80 patógenos fúngicos y similares en los climas más fríos. Estos patógenos vegetales emergentes se convertirán en una gran amenaza para la producción agrícola y la seguridad alimentaria, las nuevas estrategias de gestión de enfermedades de las plantas, como la supresión de enfermedades del suelo, pueden contribuir a mitigar los efectos del cambio climático.
- **Objetivo 14. Vida en el agua.** El uso de fertilizantes (nitrógeno, fósforo) y pesticidas en la agricultura provoca la contaminación de ríos, lagos y océanos a través de la escorrentía y la erosión del suelo. El exceso de fertilizantes promueve el crecimiento excesivo de algas (floraciones de algas), lo que puede provocar niveles bajos de oxígeno en el agua (hipoxia), así como la producción de toxinas, lo que afecta a la vida acuática. Los microorganismos en suelos supresores de enfermedades pueden aprovecharse para

Un marco de educación en microbiología centrado

el mantenimiento sostenible de la salud de las plantas y el suelo, de esta manera, se necesitan menos y menores insumos químicos para alcanzar el rendimiento deseado de los cultivos.

- **Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres.** Los seres humanos han alterado una gran parte de la superficie terrestre de la Tierra. Las prácticas agrícolas actuales, con un uso extensivo de agroquímicos y pesticidas, están amenazando la calidad de nuestros suelos. Las prácticas agrícolas intensivas han cambiado el uso de la tierra, lo que ha afectado fuertemente al microbioma del suelo y, en consecuencia, a la supresión de enfermedades. Los sistemas naturales generalmente muestran una mayor capacidad de supresión de enfermedades que los sistemas agrícolas. Esto probablemente se deba al deterioro de la salud del suelo durante la agricultura intensiva, que a su vez disminuye la biodiversidad del suelo y los microorganismos antagonistas involucrados en la supresión de enfermedades del suelo. Las prácticas de manejo del suelo más sostenibles serán clave para prevenir y controlar las enfermedades de las plantas, al tiempo que se preserva la calidad del suelo. Actualmente, hay varios productos bioestimulantes, biofertilizantes y de biocontrol disponibles en el mercado que mejoran el rendimiento de los cultivos, la tolerancia a las tensiones (a)bióticas, la absorción de agua y el control de plagas y enfermedades.
- **Objetivo 17. Alianzas para lograr los objetivos.** Las interacciones entre plantas, microorganismos y otros factores ambientales (pH del suelo, temperatura, estado de los nutrientes, etc.) son complejos.

Los suelos supresores tienen un gran potencial para controlar las enfermedades transmitidas por el suelo y, al mismo tiempo, reducir el uso de pesticidas. Se han propuesto varios enfoques para estimular el crecimiento de microorganismos beneficiosos con actividades antagonicas contra los patógenos de las plantas. La aplicación práctica de la supresión de enfermedades del suelo requiere una mayor comprensión de las bases microbiológicas. La identificación de las diferentes funciones microbianas, así como los factores que afectan a la abundancia y las actividades microbianas, será clave. Para ello, también es importante promover la colaboración entre científicos en el campo de la microbiología, la patología vegetal, la ciencia del suelo, la agronomía y el fitomejoramiento. En última instancia, este conocimiento proporcionará información sobre cómo dirigir las comunidades microbianas para la supresión de enfermedades. Otro paso importante también incluye la traducción de este conocimiento a los agricultores y las instituciones gubernamentales.

Un marco de educación en microbiología centrado

Posibles implicaciones para las decisiones

1. *Individual*

- a. Apoye a los agricultores orgánicos comprando productos orgánicos (locales)
- b. Reducir, reutilizar y reciclar ropa y textiles.

2. *Comunidad y nacionalpolíticas*

- a. Educar a los niños y a los padres sobre cómo elegir alimentos saludables y comprender el valor de nuestro medio ambiente y nuestros suelos.
- b. Aumentar la conciencia ciudadana sobre la salud del suelo promoviendo la capacitación y el desarrollo de capacidades para iniciativas científicas relacionadas con el suelo
- c. Promover programas educativos para enseñar a los niños de las escuelas la importancia del suelo en su vida diaria.
- d. Consideremos el impacto nocivo del uso excesivo de pesticidas y otros productos químicos en la salud humana y animal.
- e. Apoyar a los productores agrícolas que implementan prácticas de salud del suelo
- f. Proporcionar apoyo financiero, técnico y educativo para aumentar los esfuerzos para promover la salud del suelo.

Participación de los alumnos

1. *Clase discusión de la importancia de enfermedad Supresor suelos para alimento seguridad*

2. *Concienciación de los alumnos sobre las partes interesadas*

- a. ¿Cuál es el impacto de nuestras acciones sobre la salud de los suelos y sus “habitantes microbianos” para la salud humana y animal?
- b. ¿Cuáles son los vínculos entre los suelos no saludables y las preocupaciones sociales clave (por ejemplo, el clima) cambio climático, la salud humana, la salud de los océanos, la seguridad alimentaria, la contaminación, etc.)?
- c. ¿Cómo pueden los agricultores minimizar o eliminar el uso de fertilizantes químicos y pesticidas mediante la aplicación de abono orgánico y productos naturales para el control de plagas?
- d. ¿Consideraría ofrecerse como voluntario para servir en un programa de conservación/restauración?

3. *Ceremonias.*

- a. Explora la vida microbiana del suelo (ver actividades a continuación)
- b. Evaluar la importancia de los suelos (ver actividades a continuación)
- c. Evalúe el impacto de sus acciones en la salud del suelo. ¿Qué puede hacer para ayudar a proteger los suelos del planeta? (prevenir la degradación y la contaminación del suelo, practicar una gestión sostenible del suelo, prevenir la contaminación del suelo, combatir el cambio climático, reducir su huella de carbono, detener el desperdicio de alimentos, difundir la importancia de los suelos)

Un marco de educación en microbiología centrado

Base de evidencia, lecturas complementarias y material didáctico

Prueba

¿Cuánto sabes sobre los suelos? Quince preguntas para celebrar el Año Internacional de los Suelos 2015.

<https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/en/c/317128/>

Actividades

<https://www.fao.org/soils-2015/resources/educational/en/>

<https://www.fao.org/3/i4771e/i4771e.pdf>

Medios de comunicación

Por qué el suelo es una de las cosas más asombrosas de la Tierra | BBC Ideas <https://www.youtube.com/watch?v=OiLITHMVcRw>

El suelo es un organismo vivo <https://www.youtube.com/watch?v=8ugaL6wsXME> (ES) <https://www.youtube.com/watch?v=gJOiEbdFURE> (ES)

El suelo vivo: cómo los microbios invisibles afectan los alimentos que consumimos <https://www.youtube.com/watch?v=-dhdUoK7s2s>

Glosario

Patógenos: microorganismos que causan enfermedades

Herbivoría: acto de comer solo plantas

Ecosistema: grupo de todos los organismos vivos (por ejemplo, animales, plantas, bacterias, hongos) que interactúan entre sí y también con su entorno (por ejemplo, agua, suelo, clima)

Biodiversidad: variedad de organismos en un hábitat/ecosistema (diversidad biológica)

Protistas: organismos microscópicos que no son animales, plantas ni hongos

Materia orgánica: Material vivo y que alguna vez estuvo vivo (por ejemplo, residuos vegetales, estiércol) en diversas etapas de descomposición.

Ciclo de nutrientes: Proceso en el que los nutrientes se transfieren desde el medio ambiente (por ejemplo, el suelo) a los organismos vivos (bacterias, hongos) y de regreso al medio ambiente.

Nematodos: Grupo de gusanos, que incluye organismos de vida libre (que se alimentan de bacterias y hongos del suelo).y parásitos (de humanos y animales)

Erosión: lavado o arrastre (por agua, viento, acción humana) de la capa superior del suelo

Desertificación: proceso por el cual una porción de tierra se seca y se convierte en un desierto

Bioestimulante: sustancia o microorganismo aplicado a las plantas para mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o la calidad de los cultivos

Biofertilizante: Sustancia que contiene microorganismos que aumentan la fertilidad del suelo y promueven el crecimiento de las plantas

Biocontrol: Método para controlar plagas (insectos, ácaros, malezas) y patógenos de plantas utilizando otros (micro)organismos

Estreses abióticos: Problemas causados por deficiencias o excesos de factores ambientales (por ejemplo, agua, sal, luz, temperatura y nutrientes)