

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

## La suciedad es buena para ti

*Mamá: ¿por qué debería lavarme las manos antes de la merienda si nos han dicho que la suciedad es buena para ti?*



**Elizabeth Brown y Jack Gilbert**

Departamento de Pediatría e Institución Scripps de Oceanografía  
Facultad de Medicina de UC San Diego

**Un marco educativo en microbiología centrado en la  
niñez**

La Jolla, Estados Unidos

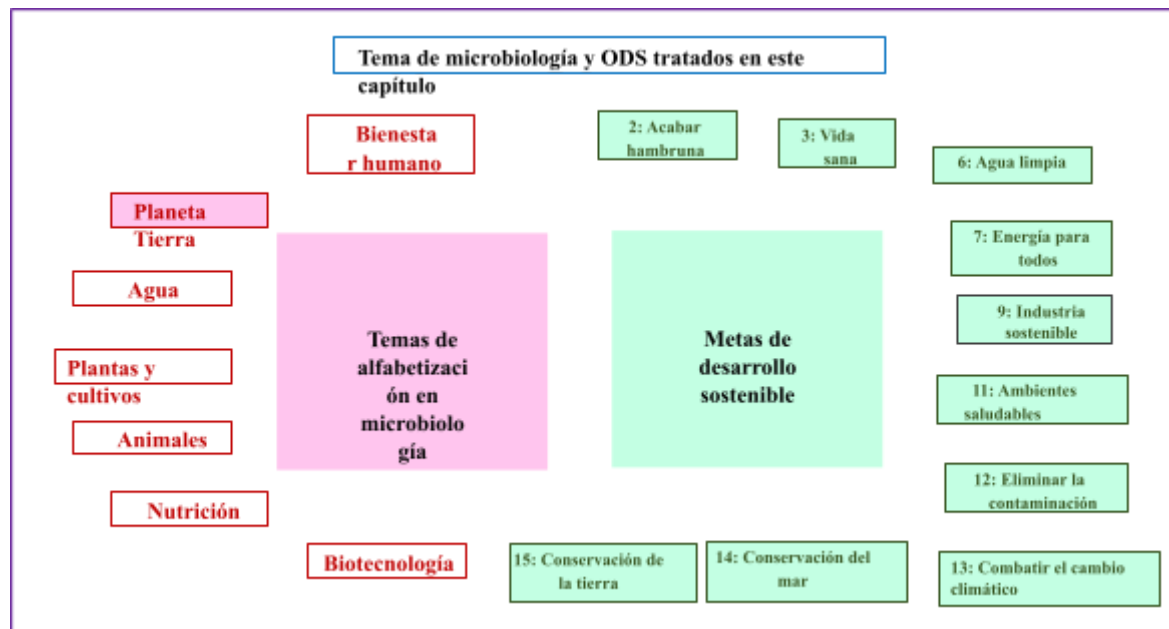
## La sociedad es buena para ti

### Contexto

Una parte fundamental de la infancia es jugar al aire libre. Ya sea explorando, cavando en la tierra o ayudando a los padres con la jardinería y la agricultura; históricamente los niños han pasado gran parte de su tiempo en la naturaleza. Si bien esto sigue siendo cierto en algunos casos, la población mundial se está **urbanizando** rápidamente y cada vez más familias viven en entornos creados por el hombre donde el contacto de los niños con las plantas, los animales o el suelo es bajo. A medida que la población mundial se vuelve más urbana, también hemos observado una mayor prevalencia de alergias, asma y otras **enfermedades inflamatorias**. Ahora sabemos que estas tendencias probablemente estén relacionadas. El suelo es el hogar de una gran cantidad de microorganismos, y los científicos han planteado la hipótesis de que la exposición a estos microbios en realidad puede tener importantes beneficios para nuestra salud, ya que enriquecen la diversidad de nuestro **microbioma** y ayudan a desarrollar nuestro sistema inmunológico. Una menor exposición a estos microbios puede provocar una **disfunción inmune** y el desarrollo de alergias. Además, los microorganismos del suelo también sustentan los cultivos que cultivamos como alimento, reciclan el dióxido de carbono de nuestra atmósfera, purifican nuestra agua potable y producen antibióticos que pueden aislarse y usarse con fines medicinales. Por lo tanto, las prácticas de gestión de la tierra y el clima que ayuden a preservar los suelos y su biodiversidad tendrán beneficios directos para la salud y la calidad de vida humanas.

### La microbiología y el contexto social

*La Microbiología:* enriquecimiento del microbioma y desarrollo inmunológico, microbioma del suelo, ciclo del carbono, patógenos, conservación del suelo, biodiversidad urbana. Temas de Sostenibilidad: salud, alimentación y nutrición, contaminación ambiental, cambio climático.



## La suciedad es buena para usted: la microbiología

1. ***El suelo añade biodiversidad a nuestro microbioma cutáneo e intestinal:*** Los estudios han demostrado que el contacto directo con el suelo, o incluso la exposición a pequeñas cantidades de suelo en el aire, puede marcar una gran diferencia en las poblaciones microbianas de nuestra piel y nuestro intestino. La **hipótesis de la biodiversidad** teoriza que la biodiversidad total de nuestros entornos influye en nuestra salud al cambiar nuestro microbioma. En Finlandia, se demostró que los niños de entornos urbanos con baja exposición al suelo tenían menos biodiversidad en la piel que los niños de entornos rurales. Los estudios en ratones también han demostrado que la exposición a suelos ricos en microbios puede aumentar la biodiversidad del intestino. Una mayor biodiversidad en nuestra piel y en nuestro intestino puede hacer que estas áreas sean más resistentes a la infección por **patógenos**. Por lo tanto, una mayor exposición al suelo tanto para niños como para adultos puede ayudar a mejorar la salud. Asegurarse de que los espacios verdes sean accesibles para las personas que viven en entornos urbanos es una forma importante de promover la **equidad en salud** entre las comunidades. Y, como se muestra en la imagen de arriba, ¡la jardinería es especialmente buena para usted y su microbioma!

2. ***La biodiversidad ambiental previene las alergias y enfermedad inflamatoria:*** En las comunidades urbanas, la exposición de un individuo a la microbiota diversa es menor que en las comunidades rurales porque es menos probable que los habitantes urbanos estén cerca del suelo, las plantas o los animales. Además, el uso generalizado de productos de limpieza desinfectantes y antibacterianos elimina aún más la biodiversidad de la mayoría de los hogares urbanos. Sin embargo, la evidencia muestra que una menor exposición a una microbiota diversa aumenta la prevalencia de enfermedades inflamatorias y alergias. Especialmente en el caso de los niños, la exposición a **alérgenos ambientales** ayuda a desarrollar el **sistema inmunológico innato**. Los estudios han demostrado que los niños que viven en entornos rurales con mayor exposición a microbios ambientales y asociados a animales tienen tasas más bajas de enfermedades inflamatorias, alergias y asma.

3. ***Los microbios del suelo pueden mejorar la nutrición de las plantas que consumes:*** La evidencia sugiere que Los microbios presentes en suelos sanos pueden mejorar la calidad nutricional de los alimentos que comemos y también pueden ayudar a conservar los alimentos por más tiempo durante el transporte. Los microbios del suelo que son **simbiontes** de las raíces de las plantas pueden ayudar a aumentar el contenido de minerales y **metabolitos secundarios** de la planta, como vitaminas y antioxidantes, que son partes importantes de nuestra dieta.

4. ***Beneficios psicológicos:*** Pasar tiempo al aire libre también tiene beneficios psicológicos tanto para niños como para adultos. Permitir que los niños exploren el aire libre y jueguen en la tierra les brinda la oportunidad de ejercitar su curiosidad y desarrollar importantes habilidades de comportamiento. Para muchos adultos, pasar tiempo al aire libre también es una forma de reducir el estrés. Los estudios han demostrado que la exposición a microbios antiinflamatorios del suelo puede reducir el comportamiento de estrés y los síntomas inducidos por el estrés en ratones. La exposición a estos microbios puede tener un efecto similar en los humanos.

5. ***Patógenos del suelo:*** Los antibióticos, desinfectantes y medidas higiénicas pueden reducir nuestro contacto con los microbios ambientales y, en consecuencia, reducir nuestra

diversidad de microbiomas. Sin embargo, algunos microbios del suelo pueden causar enfermedades en algunas circunstancias, como cuando entran en heridas o en los alimentos. Entonces: si bien la exposición a la tierra puede ser buena para usted, las buenas prácticas de higiene como lavarse las manos, especialmente cuando tenemos cortes en las manos que pueden infectarse, o antes de tocar alimentos, siguen siendo esenciales cuando hemos estado manipulando cosas con tierra. Ellos, ya que ellos en gran medida reducen la transmisión de patógenos y enfermedades humanas. Por ejemplo, el estiércol utilizado para fertilizar cultivos puede contener cepas patógenas de *E. coli*. En ocasiones, esto puede ser problemático para las verduras de hojas verdes, ya que se asientan en la parte baja del suelo, se salpican cuando llueve o se riegan y, a menudo, se comen crudas. Un brote de *E. coli* causado por lechuga romana contaminada en 2019 enfermó a 167 personas en los Estados Unidos. Además, los estudios muestran que el suelo que ha sufrido estrés ambiental y perturbaciones debido a la actividad humana contiene más patógenos humanos potenciales oportunistas que microbios que estimulan el sistema inmunológico.

**6. Conservación del suelo y cambio climático:** ¡El suelo es el sumidero de carbono más grande de la Tierra! La actividad de microorganismos en el suelo ayuda a capturar dióxido de carbono de la atmósfera terrestre y también apoya el crecimiento de bosques y vegetación que capturan dióxido de carbono y conducen el calor desde la superficie de la Tierra. Por tanto, los suelos desempeñan un papel importante en la regulación del clima de la Tierra. Un suelo sano es necesario para revertir los efectos del **cambio climático antropogénico**, lo que ayudará a mantenernos sanos a nosotros y a nuestro planeta.

**7. El suelo limpia nuestra agua potable:** El suelo también limpia física, química y biológicamente el agua dulce subterránea que eventualmente ingresa a nuestras fuentes de agua potable. Los microbios del suelo pueden utilizar algunos contaminantes y **nitratos** del agua para obtener energía, lo que los elimina por completo del agua subterránea o los degrada en compuestos menos dañinos. La remoción de tierra a gran escala, causada principalmente por la construcción humana, puede afectar negativamente la calidad de nuestra agua potable, lo que a su vez afecta nuestra salud.

**8. Las actividades humanas reducen la biodiversidad del suelo:** El suelo se forma por la “erosión” de las rocas por fuerzas de erosión del clima, ríos y glaciares, así como por crecimiento microbiano y actividades químicas. El suelo también se pierde por las fuerzas erosivas del viento y la lluvia, que lo transportan a ríos y mares. Desafortunadamente, las actividades humanas a menudo representan una amenaza para la preservación del suelo. Pueden pasar cientos de años hasta que se forme el suelo, pero los humanos están provocando la erosión del suelo a un ritmo alarmante. La construcción, la minería y las prácticas agrícolas mal gestionadas pueden causar una gran pérdida de suelo. Además, el cambio climático puede reducir la cantidad de agua y carbono que se pueden almacenar en los suelos existentes y disminuir la biodiversidad del suelo. Todas estas cosas podrían arruinar todos los beneficios que nos brindan los suelos saludables.

**9. Los espacios verdes urbanos mejoran la salud de la comunidad:** Los espacios verdes urbanos son una forma de llevar la naturaleza a zonas que de otro modo estarían muy urbanizadas. Algunos ejemplos incluyen parques, jardines comunitarios o áreas de juego. Los estudios han demostrado que estos espacios están asociados con una mejor salud física y mental de la comunidad. Los espacios verdes pueden enriquecer el microbioma de las poblaciones urbanas de múltiples maneras. Dar acceso a los niños a dichos espacios ayudaría a aumentar la

exposición a la biodiversidad en sus entornos. Y los huertos comunitarios pueden proporcionar productos frescos a zonas donde los **desiertos alimentarios** son comunes. La ampliación de estos espacios podría mejorar significativamente la salud humana y reducir las pérdidas de biodiversidad urbana.

### **Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los grandes desafíos**

- **Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y una mejor nutrición y promover la agricultura sostenible** (*acabar con el hambre y la desnutrición, aumentar la productividad agrícola*). A menudo se da por sentado el acceso a alimentos asequibles y nutritivos, pero para muchas personas, incluso en países aparentemente comunidades ricas, esto puede ser difícil de conseguir. Tanto en las comunidades rurales como en las urbanas, los desiertos alimentarios son áreas donde los alimentos frescos y saludables son inaccesibles para los miembros de la población, ya sea por la distancia o por el precio. Estos factores suponen una enorme barrera para obtener una nutrición adecuada. La promoción de huertos urbanos o comunitarios puede ayudar a proporcionar fuentes asequibles de alimentos nutritivos en los desiertos alimentarios. Esto ayudaría a las personas a aprender sobre la producción de alimentos, mejorar la nutrición y ayudar a acabar con el hambre.

- **Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades** (*mejorar la salud, reducir las enfermedades prevenibles y las muertes prematuras*). Pasar más tiempo al aire libre en la naturaleza también puede ayudar para enriquecer nuestro microbioma y fortalecer el sistema inmunológico, especialmente en los niños. Probablemente esto podría ayudar a reducir la prevalencia de alergias, asma y otras enfermedades inflamatorias. Además, pasar tiempo al aire libre aumenta la actividad física y tiene beneficios psicológicos tanto para niños como para adultos. Todas estas cosas podrían mejorar la salud y la calidad de vida, y reducir la carga sanitaria de las enfermedades prevenibles.

- **Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos** (*garantizar agua potable, mejorar la calidad del agua, reducir la contaminación, proteger los ecosistemas relacionados con el agua, mejorar la gestión del agua y el saneamiento*). Los suelos filtran y purifican naturalmente el agua subterránea que utilizamos para beber, absorber y almacenar agua, ayudando a retenerla en la superficie de la Tierra, donde está disponible para nosotros. El suelo filtra físicamente el agua a través de los poros entre las partículas del suelo y también filtra químicamente el agua, ya que algunos **iones** y moléculas del agua se unen a las partículas del suelo. Cuando se retira la tierra, por ejemplo, en una ciudad cubierta de pavimento, el agua no puede penetrar el suelo, sino que corre por la superficie. En lugar de ser filtrada por el suelo cuando el agua llega al suelo, esta agua recoge contaminantes a medida que fluye y necesita someterse a un tratamiento adicional antes de que sea potable.

- **Objetivos 12/14. Garantizar patrones de consumo y producción sostenibles, y conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.** (*lograr producción sustentable y prácticas de uso/consumo, reducir la contaminación/producción de contaminantes y su emisión al ambiente, alcanzar ciclos de vida con cero desperdicios, informar a las personas sobre prácticas de desarrollo sostenible*). (*reducir la contaminación de sustancias tóxicas/residuos agrícolas/residuos de plástico en sistemas marinos, realizar medidas para mitigar la acidificación marina, promover el uso sustentable de los recursos marinos*). El mantenimiento adecuado del suelo y su biodiversidad

pueden reducir la cantidad de **fertilizantes sintéticos** que se utilizan en granjas de **monocultivos** a gran escala. La agricultura comunitaria y la agricultura urbana también pueden ayudar a reducir el uso de fertilizantes. Al reducir la cantidad de fertilizante que se utiliza en las granjas industriales, mediante un mantenimiento adecuado del suelo, podemos reducir la cantidad de escorrentía de fertilizante que ingresa a los océanos y causa **eutrofización**.

- **Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos** (*reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar las consecuencias del calentamiento global, desarrollar sistemas de alerta temprana sobre las consecuencias del calentamiento global, mejorar la educación sobre la producción de gases de efecto invernadero y el calentamiento global*). El suelo sano es vital para prevenir el cambio climático. Los suelos son la mayor reserva de carbono de la Tierra. Las plantas y los microbios del suelo eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera y pueden almacenarlo en la Tierra durante cientos de años. Esto ayuda a combatir la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. Los experimentos también han demostrado que calentar los suelos puede reducir la cantidad de carbono que pueden almacenar, lo que significa que el cambio climático puede hacer que los suelos sean menos eficaces para eliminar el carbono atmosférico.

- **Objetivo 15: Conservación de la tierra.** Proteger los suelos de la erosión y la degradación preservará todos los beneficios que el suelo aporta a nuestras vidas. Gestión de la tierra y agricultura restaurativa. Las prácticas ayudan a mantener el suelo agrícola a lo largo del tiempo, de modo que podamos mantener suelos saludables que sean productivos en los años venideros.

### Posibles implicaciones para la toma de decisiones

#### 1. Individual

- a. Pasar más tiempo al aire libre/dar a los niños más tiempo al aire libre:
  - i. Permite la exposición a una microbiota más diversa
  - ii. Fortalece el sistema inmunológico innato.
  - iii. ¿Depende de la accesibilidad de los espacios verdes?
- b. Permitir un ambiente no estéril:
  - i. Permite una mayor biodiversidad ambiental
  - ii. Podría potencialmente aumentar el riesgo de exposición a patógenos
- c. Comenzando un jardín personal:
  - i. Aumenta la exposición a la microbiota diversa.
  - ii. Proporciona una fuente de alimentos nutritivos de bajo costo.
  - iii. Promueve la salud del suelo y aumento de la biodiversidad
  - iv. Beneficios psicológicos

#### 2. Políticas comunitarias

- a. Preservar y ampliar los espacios verdes:
  - i. Mejorar la salud física y mental de los residentes de la comunidad.
  - ii. Aumentar el valor de la propiedad comunitaria.
  - iii. Costos de construcción y mantenimiento.
- b. Comenzar jardines comunales:
  - i. Mejora la cohesión y la cooperación de la comunidad.
  - ii. Proporciona acceso a alimentos nutritivos para miembros de bajos



- ingresos.
- iii. Costos de puesta en marcha y supervisión.
- c. Preservar la cuenca natural sostenible:
  - i. Proporciona agua potable a la comunidad
  - ii. La mejora de la salud reduce la carga sanitaria
  - iii. Reduce los costes del tratamiento de aguas industriales

### 3. *Políticas nacionales.*

- a. Política climática estricta y política de protección del suelo:
  - i. Protege la erosión y degradación del suelo.
  - ii. Preserva la biodiversidad del suelo y la capacidad de almacenamiento de carbono.
  - iii. Preserva las fuentes de agua potable limpia.
- b. Garantizar el acceso de los ciudadanos a espacios verdes (parques/reservas nacionales, financiación para el estado de los parques):
  - i. Promueve la biodiversidad de los entornos
  - ii. Mejora la salud física y mental de los ciudadanos.
  - iii. Puede reducir la carga sanitaria de alergias, asma, etc.
- c. Políticas agrícolas:
  - i. Proteger los océanos del escurrimiento de fertilizantes
  - ii. Preservar las tierras agrícolas de la erosión/degradación

### **Participación de los alumnos**

1. Discusión en clase sobre las formas en que el suelo afecta la salud humana:
  - a. ¿Positivos/negativos?
  - b. ¿Qué aspecto es el más importante?
  - c. ¿Qué podrían nuestras vidas estar como sin tierra?
2. Experiencias personales:
  - a. ¿Cuáles son algunas de las formas en que estás expuesto al suelo/microbios del suelo?
  - b. ¿Qué espacios verdes tienes a tu disposición y cómo los utilizas?
  - c. ¿Cuáles son algunas formas en que podríamos hacer que los espacios verdes estén más disponibles?
3. Ejercicios/experimentos:  
<https://www.soils4teachers.org/lessons-and-activities>

### **La base de evidencia, lecturas adicionales y ayudas didácticas.**

1. Blum, Winfried Eh y otros. "¿Contribuye el suelo al microbioma intestinal humano?"



- Microorganismos*, vol. 7, núm. 9, 2019, pág. 287., doi:10.3390/microorganismos7090287.
2. Bolén, Bárbara. "¿La jardinería es buena para el intestino?" Verywell Health, 20 de enero de 2020, [www.verywellhealth.com/is-gardening-good-for-your-gut-1944835](http://www.verywellhealth.com/is-gardening-good-for-your-gut-1944835)
  3. Akst, Jef. "La influencia del suelo en la salud inmune". La Revista Científica®, El Científico, 8 de enero de 2020, [www.the-scientist.com/news-opinion/the-influence-of-soil-on-human-health-66885](http://www.the-scientist.com/news-opinion/the-influence-of-soil-on-human-health-66885).
  4. Boyles, Salynn. "Los agricultores Amish pueden beneficiarse del sistema inmunológico". MedPage hoy, MedpageToday, 3 de agosto de 2016, [www.medpagetoday.org/allergyimmunology/asthma/59504?vpass=1](http://www.medpagetoday.org/allergyimmunology/asthma/59504?vpass=1)
  5. Dunn, Rob. "Dejar que la biodiversidad se meta en nuestra piel". Antropoceno, Revista Antropoceno, [www.anthropocenemagazine.org/2016/05/letting-biodiversity-get-under-our-piel/](http://www.anthropocenemagazine.org/2016/05/letting-biodiversity-get-under-our-piel/)
  6. Wall, Diana H., et al. "Biodiversidad del suelo y salud humana". Naturaleza, vol. 528, núm. 7580, 2015, págs. 69–76., doi:10.1038/nature15744.
  7. Palmer, Sharon. "Profundizando en la salud del suelo". El dietista de hoy, El dietista de hoy, julio de 2009, [www.todaysdietitian.com/newarchives/062909p38.shtml](http://www.todaysdietitian.com/newarchives/062909p38.shtml)
  8. Lowry, Cristóbal. "¿Podríamos ver una vacuna contra el estrés en nuestra vida?" Thrive Global, 20 de junio de 2019, [www.thriveglobal.com/stories/stress-vaccine-nature-health-new-study-science/](http://www.thriveglobal.com/stories/stress-vaccine-nature-health-new-study-science/)
  9. Sindelar, Meghan. "Los suelos limpian y captan agua". Sociedad de Ciencias del Suelo de América, abril de 2015, [www.suelos.org/files/sssaiys/april-soils-overview.pdf](http://www.suelos.org/files/sssaiys/april-soils-overview.pdf).
  10. Rocchio, Laura. "Los espacios verdes son buenos para la salud mental". Observatorio de la Tierra de la NASA, NASA, 2019, [www.earthobservatory.nasa.gov/images/145305/green-space-is-good-for-salud-mental](http://www.earthobservatory.nasa.gov/images/145305/green-space-is-good-for-salud-mental)
  11. Día, Mónica. "¿Quieres agua limpia? Filtrar con tierra". Extensión de MSU, Universidad Estatal de Michigan, 2 de octubre de 2018, [www.canr.msu.edu/news/want\\_clean\\_water\\_filter\\_with\\_soil](http://www.canr.msu.edu/news/want_clean_water_filter_with_soil).
  12. Scuti, Susan. "Por qué a la mortal E. Coli le encantan las verduras de hoja verde". CNN, Cable News Network, 5 de abril. 2019, [www.cnn.com/2018/05/02/health/e-coli-lettuce-explainer/index.html](http://www.cnn.com/2018/05/02/health/e-coli-lettuce-explainer/index.html).
  13. <https://www.youtube.com/watch?v=mA78nPn41F4&feature=youtu.be>

## Glosario

Urbanizar: aumentar la proporción de la población que vive en ciudades en lugar de en el campo.

Enfermedades inflamatorias: Enfermedades caracterizadas por inflamación, que es la respuesta normal del cuerpo ante un daño o una infección. Sin embargo, en el caso de enfermedades inflamatorias, el cuerpo puede desencadenar un proceso inflamatorio de respuesta cuando no hay daño o infección presente. Algunos ejemplos incluyen alergias, asma, trastornos autoinmunes, síndrome inflamatorio intestinal y enfermedad celíaca.

**Microbioma:** conjunto de todos los microbios que viven en un entorno específico. El microbioma intestinal, el microbioma de la piel y el microbioma del suelo son algunos ejemplos muy estudiados.

**Disfunción inmune:** Cuando el sistema inmunológico no funciona correctamente. Esto puede provocar una inmunodeficiencia o trastornos autoinmunes.

**Ciclo del carbono:** proceso a gran escala mediante el cual el carbono se transfiere entre la Tierra, los seres vivos, el océano y la atmósfera.

**Biodiverso:** Un ambiente que contiene una gran variedad de organismos diferentes es biodiverso.

**Microbioma humano:** conjunto de todos los microbios que viven en el cuerpo humano.

**Hipótesis de la biodiversidad:** Teoría que afirma que una menor biodiversidad en el entorno de una persona los hace más propensos a sufrir disfunciones inmunes y enfermedades inflamatorias.

**Patógenos:** Microorganismos que pueden causar enfermedades.

**Equidad en salud:** cuando las personas de diferentes grupos sociales, económicos, demográficos o geográficos tienen igual acceso a la atención médica y a los determinantes sociales de la salud, como una nutrición asequible y educación sanitaria.

**Alérgenos ambientales:** Moléculas de nuestro entorno que desencadenan una respuesta inmune cuando entramos en contacto con ellas, aunque no son peligrosas para nuestra salud.

**Sistema inmunológico innato:** Mecanismos de defensa que no son específicos del tipo de patógeno que causa la infección (en comparación con el sistema inmunológico adaptativo, que es específico del patógeno). Incluye la respuesta inflamatoria, algunos tipos de glóbulos blancos y señales químicas.

**Simbiontes:** Dos organismos que tienen una relación mutuamente beneficiosa. Un pez payaso que vive en una anémona de mar es un ejemplo clásico. Un ser humano y un microbio beneficioso que vive en sus intestinos también son simbióticos.

**Metabolitos secundarios:** Moléculas producidas por bacterias, hongos o plantas que no participan en los procesos normales de crecimiento y reproducción. Estas moléculas generalmente se producen con fines de defensa y, a menudo, son específicas de especies individuales. Los seres humanos suelen aislar metabolitos secundarios para producir medicamentos.

**E. coli:** Especie de bacteria que se encuentra comúnmente en el intestino de los humanos y otros mamíferos. Algunos tipos de esta bacteria son inofensivos, pero otros pueden causar síntomas graves de intoxicación alimentaria si se ingieren.

**Oportunistas:** Microbios que no siempre son patógenos, pero que pueden causar infección cuando se alteran las funciones normales del huésped. Una lesión o un sistema inmunológico debilitado pueden hacer que alguien sea más vulnerable a las infecciones oportunistas.

Sumidero de carbono: entorno donde se almacena el carbono. El suelo es un sumidero de carbono ya que captura dióxido de carbono de la atmósfera a un ritmo más rápido de lo que lo libera. Se estima que los suelos contienen cuatro veces más carbono que la atmósfera.

Cambio climático antropogénico: Cambios en el clima de la Tierra causados por actividades humanas. En particular, por la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Nitratos: Compuesto que contiene nitrógeno y oxígeno. Se encuentran comúnmente en el suelo y en los fertilizantes, pero generalmente deben eliminarse del agua potable durante el tratamiento del agua.

Desiertos alimentarios: zona urbana donde es difícil encontrar productos asequibles de alta calidad. En cambio, muchas de estas áreas están saturadas de opciones de alimentos baratos y poco saludables.

Iones: Átomo o molécula cargado.

Fertilizantes sintéticos: Fertilizantes que no son de fuente orgánica como el estiércol. Los fertilizantes sintéticos son producidos por humanos mediante procesos químicos y energía de combustibles fósiles.

Monocultivo: Cuando una finca cultiva el mismo cultivo en la misma tierra todos los años. Esta práctica puede agotar el suelo agrícola.

Eutrofización: Cuando el exceso de nutrientes (comúnmente procedente del escurrimiento de fertilizantes) ingresa a un cuerpo de agua, lo que provoca una proliferación de algas que consumen estos nutrientes. Las algas también consumen todo el oxígeno del agua, lo que da como resultado áreas de agua sin oxígeno que ya no pueden sustentar la vida acuática.