

Del SUELO y sus bacterias



La vastedad y aparente rigidez del suelo nos puede hacer percibirlo como un elemento inalterable, pero no es así. Es un espacio vigoroso y complejo donde diversos procesos que lo afectan coexisten con fenómenos biológicos indispensables para la vida; esto último ocurre en parte gracias a una enorme concentración de microorganismos que tienen ahí su propio mundo.

María Esther Sánchez González y Gustavo Yáñez Ocampo

Microorganismos benéficos

¿Cómo podríamos definir al suelo, ese recurso natural que no se considera vivo por no tener un corazón latiendo ni estomas para respirar? La palabra en sí proviene del latín *solum* (suelo, tierra), y es el resultado de la interacción entre el clima, la vegetación, los organismos, el material geológico y el tiempo. Sin duda, es un espacio dinámico y complejo en donde se llevan a cabo procesos biológicos esenciales para la naturaleza; en él ocurren reacciones bioquímicas para la descomposición de la materia orgánica, el reciclado del carbono, nitrógeno y fósforo, así como la nutrición de los cultivos. En todo esto intervienen diversos organismos, desde bacterias, hongos y otros muy pequeños (microbiota), hasta los de mayor tamaño, como lombrices y termitas (macrofauna), pasando por colémbolos, ácaros y demás integrantes de la mesofauna.

Conservar el suelo es de suma importancia para la vida humana, ya que es un sustrato fundamental para producir alimentos, proporciona combustibles, materiales para construcción y, gracias a su permeabilidad, actúa como una cisterna que almacena agua dulce, entre otros aportes. Su conservación es más que vital y se precisan alternativas que permitan aprovecharlo sin comprometer sus funciones a largo plazo. El uso de microorganismos es una opción en este sentido, por lo que explicaremos brevemente sus aportes.

El suelo que rodea las raíces de las plantas se denomina rizósfera, y es una zona de entre 5 y 7 milímetros caracterizada por su riqueza en compuestos químicos y su intensa actividad microbiana. Ahí se forman *microbiomas*, que son un cúmulo de microorganismos en interacción, mismos que difícilmente pueden considerarse como entes independientes de su medio; en este caso, brindan beneficios a las plantas.

Entre ellos se encuentran las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, cuyos aportes son la solubilización de minerales, el intercambio de nutrientes, la producción de fitohormonas, la fijación de nitrógeno y la antibiosis. En otras palabras, protegen las raíces produciendo una barrera contra agentes patógenos, sintetizan antibióticos para aniquilar microorganismos infecciosos y disminuyen los efectos negativos del estrés en la vegetación, derivado de condiciones adversas.

Por permitir el uso eficiente de nutrientes, son protagonistas en los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo, acelerando la degradación tanto de la materia orgánica como de los contaminantes (hidrocarburos, plaguicidas, fertilizantes químicos), hasta convertirlos en sustancias menos tóxicas. Por tanto, una alta densidad poblacional de rizobacterias y otros microorganismos conserva la calidad y fertilidad del suelo para mantener la productividad de los cultivos agrícolas.

Rizobacterias y aprovechamiento de nutrientes

Para sus funciones vitales, como el crecimiento y la reproducción, las plantas requieren diversos elementos minerales en distintas cantidades. Los micronutrientes se necesitan en proporciones menores (hierro, boro y cloro, entre otros), mientras que los macronutrientes deben tener una mayor presencia.

Después del nitrógeno, el fósforo es el principal macronutriente para los cultivos agrícolas, ya que determina el desarrollo de raíces y semillas; sin embargo, su disponibilidad está limitada, debido a que reacciona con los iones del suelo uniéndose al calcio, hierro y aluminio para formar fosfatos; de ese modo no puede ser absorbido por las raíces de las plantas y se reduce su disponibilidad. La solución que ha encontrado la agricultura moderna es emplear fertilizantes químicos; no obstante, parte de ese fósforo que incluyen se convierte a su forma insoluble, con lo que no logra ser aprovechado, así que no resuelven



Suelo agrícola.

MARÍA E. SÁNCHEZ G.



MARÍA E. SÁNCHEZ G.

Bacterias solubilizadoras de fósforo.

todos los problemas y se agrava la contaminación ambiental.

Cabe mencionar que el fósforo está presente en el suelo de manera natural como parte de las reservas minerales de apatitas o roca fosfórica; sin embargo, se encuentra en su forma inorgánica insoluble y las plantas difícilmente pueden absorberlo. Ante esto, las raíces liberan exudados, unos compuestos químicos que atraen microorganismos, entre los que destacan las rizobacterias con las que establecen relaciones simbióticas.

Entre dichas bacterias, son las solubilizadoras de fósforo, como su nombre lo dice, las que de forma especial logran que la planta reciba el elemento de manera soluble;¹ a la par, esta les brinda los azúcares necesarios para crecer y llevar a cabo sus actividades metabólicas. La simbiosis también evita que la vegetación sea menos susceptible al estrés y al ataque de bacterias y hongos dañinos. Este es solo uno de los procesos en los que las rizobacterias participan para aportar fósforo al suelo, y lo explicamos para ejemplificar el sustan-

¹ Las bacterias separan al fósforo de los iones porque pueden sintetizar ácidos orgánicos; estos tienen carga negativa y entonces se fusionan con el hierro, aluminio o calcio, que son de carga positiva; la unión rompe la estructura y libera el fósforo.

MARÍA E. SÁNCHEZ G.

tivo papel de los microorganismos en relación con los nutrientes.

Microorganismos al rescate

La agricultura actual enfrenta el desgaste, alteración y contaminación del suelo; también encara los efectos del cambio climático y del crecimiento poblacional desmedido. Ante tal panorama y como alternativa al uso de productos químicos, se ha incorporado el uso de microorganismos edáficos: bacterias, hongos y otros seres microscópicos que descomponen la materia orgánica vegetal y favorecen el aprovechamiento de sus componentes; su aplicación intencional pretende mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos, así como reparar las afectaciones del sustrato, provocadas en parte por la propia actividad agrícola.

Actualmente, la agricultura orgánica (caracterizada por evitar fertilizantes y plaguicidas sintéticos) es el ámbito de aplicación de biofertilizantes: sustancias que contienen microorganismos vivos que al adicionarse a los cultivos colonizan las raíces y favorecen el crecimiento de las plantas, con el fin de incrementar el contenido de nutrientes en el suelo y al mismo tiempo evitar agentes perjudiciales. Así, centros de investigación del sector público y privado trabajan en la creación y mejora de estos insumos, cuya demanda aumenta gradualmente. No obstante, no es tarea fácil, ya que los microorganismos deben cumplir ciertos requerimientos, por ejemplo, tienen que ser capaces de adaptarse al ambiente y mantener su población para cumplir con la función deseada, y su producción no debe ser costosa.

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal han servido como biofertilizantes eficaces. De igual modo, fungen como agentes fitoestimuladores, debido a

que son capaces de incrementar la concentración de fitohormonas, por ejemplo las auxinas y las giberelinas, unos compuestos que promueven el crecimiento vegetal. Como ya mencionamos, otro beneficio es que generan antibióticos que inhiben el desarrollo de organismos patógenos, condición que da la pauta para su uso como agentes de biocontrol.

Los productos basados en este tipo de rizobacterias pueden ser inoculados (adicionados) en semillas, suelo, plántulas e incluso frutos. Suelen ser líquidos que se aplican directamente a la tierra como si fuera un riego, o bien, a las múltiples estructuras de las plantas en sus distintas etapas de crecimiento. Contienen ya sea una o diversas cepas, es decir, diferentes especies de bacterias, ya que la diversidad asegura su eficiencia para realizar determinada función, además de que potencian la actividad del resto de los microorganismos. Hasta el momento no se han encontrado efectos negativos para el ambiente ni para la salud humana; al contrario, cada vez se tienen más razones para promoverlos en lugar de fertilizantes y plaguicidas.

Con todo lo expuesto se puede apreciar que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en cultivos agrícolas ayudan a la conservación del suelo, y por lo tanto, de todo nuestro entorno; conocerlas es importante como parte de las estrategias que nos permitan aprovechar tan valioso recurso mientras favorecemos su protección.

María Esther Sánchez González es estudiante de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de México (esthersango1215@gmail.com); Gustavo Yáñez Ocampo es profesor-investigador del Laboratorio de Edafología y Ambiente de la Facultad de Ciencias de la misma institución (gyanezo@uaemex.mx).