

## **Microbiología de suelos** por Eric B. Nelson

Los suelos varían considerablemente en composición física y química. Sin embargo, sin considerar sus propiedades, la mayoría contienen una amplia variedad de organismos vivos que van desde criaturas más grandes, como lombrices e insectos, hasta invertebrados microscópicos, bacterias, hongos, actinomicetos, moho, algas y protozoos. Todos estos organismos afectan la salud de las plantas de maneras importantes. Sin embargo, tal vez los más importantes y menos comprendidos sean las bacterias, hongos y actinomicetos.

Los microorganismos existen en los suelos en poblaciones extremadamente altas, haciendo de los suelos los sitios más dinámicos de actividad biológica en la naturaleza. Muchas personas asumen que algunos suelos, como los que tienen alto contenido de arena o los que han recibido dosis altas de pesticidas no tienen microorganismos. Esto no es cierto, no importa el tipo de suelo, textura o historial, siempre tienen abundantes poblaciones de microbios. (Sin embargo, las actividades microbianas pueden ser más bajas y ciertamente son distintas en los suelos arenosos o en los suelos que han sido tratados con pesticidas).

Una considerable diversidad existe en los microorganismos del suelo. Posiblemente es seguro decir que existe más diversidad biológica entre los microorganismos de una onza de suelo que en todo el bosque lluvioso del Amazonas. Esta diversidad es importante para el mantenimiento de suelos óptimos y la salud de las plantas.

Los microorganismos realizan diversas funciones, muchas de las cuales son extremadamente importantes para la salud de las plantas. Los factores químicos, físicos y biológicos afectan fuertemente su nivel de actividad así como los tipos de microorganismos presentes. Los factores como el pH del suelo, la fertilidad, materia orgánica, humedad, temperatura, porosidad del suelo, especies de plantas y cultivos son todos importantes. Como resultado, cualquier cosa que altere estos factores afecta también las actividades microbianas. Cuando las prácticas de manejo de suelo afectan los procesos microbianos de manera negativa, generalmente vemos los efectos indirectos tales como salud y vigor de la planta reducidos. Cuando las prácticas tienen un efecto positivo en las poblaciones de microbios, con frecuencia vemos una mejoría en el vigor de la planta, tolerancia al estrés y tolerancias a las plagas.

Mucha de la actividad microbiológica de los suelos se realiza en relación estrecha con las raíces de las plantas, denominadas rizósferas. En el curso de su crecimiento y desarrollo normal, las raíces de la planta liberan muchos compuestos orgánicos en el suelo que las rodea. Esta exudación crea un ambiente de suelo, una rizósfera que estimula la actividad microbiana.

Debido a las exudaciones, la rizósfera es un ambiente rico en carbono. Este carbono suministra mucha de la energía a los microorganismos. Los tipos y cantidades de compuestos de carbono que libera la planta varían de acuerdo con la especie de la planta y factores ambientales y ayudan a determinar los tipos y números de microorganismos que habitan en la rizósfera.

Cuando no hay plantas, los suelos tienen carbono disponible limitado para ayudar al crecimiento microbiano. Mucho del carbono en los suelos se encuentra en forma de humus, que ya se encuentra en un alto estado de descomposición resistente a más descomposición. Por lo tanto, los microorganismos dependen grandemente de las plantas para suplir la mayoría de sus necesidades de carbono. Cuando los microbios descomponen la sustancia exudada de la raíz y otras formas de carbono que recibieron (como mejoramiento orgánico), estos materiales pasan a formar parte de la parte de humus del suelo.

De los microorganismos que se encuentran en el suelo, las bacterias se encuentran en números mayores y son, tal vez, las más diversas en morfología y fisiología. Las bacterias son pequeños organismos unicelulares que se reproducen rápidamente por medio de una sencilla división de células, produciendo enormes cantidades de células en muy poco tiempo. En condiciones

favorables, las bacterias se pueden dividir cada veinte minutos. Entonces, de manera concebible, ¿una bacteria puede originar 1,000,000 de bacterias en 10 horas! Sin embargo, el tamaño de cada célula es muy pequeño, usualmente no más de 1 ó 2 micrones (0.00004 de pulgada) de longitud.

Para que ocurra el crecimiento explosivo de bacterias, debe haber disponible una gran cantidad de fuentes de carbono. La transformación metabólica de estas fuentes de carbono produce algunos productos derivados. Los resultantes cambios químicos del suelo pueden ser vastos y son la razón de que las bacterias sean microorganismos tan importantes en el ambiente de la planta.

Las bacterias necesitan agua para crecer y reproducirse de manera que los suelos con poca humedad crónica limitan su supervivencia. Aunque muchas bacterias son saprofitas (sobreviven principalmente de materia orgánica en descomposición), algunas son endofíticas (viven dentro de las plantas vivas, usualmente en las raíces). Pocas pueden ocasionar enfermedades en las plantas, animales y humanos pero las que se encuentran en los suelos son saprofitas o endofíticas. En cualquier caso, usualmente son buena competencia de los patógenos de las plantas y por lo tanto, pueden minimizar el daño de hongos patógenos de las plantas.

Las bacterias que juegan un papel en las transformaciones de nutrientes en el suelo y en el mejoramiento directo del crecimiento de las plantas son particularmente importantes. Las bacterias del género Azotobacteria, Azospirillum, Enterobacter y Klebsiella son organismos eficientes, que viven libremente y adhieren el nitrógeno al suelo. Es decir, absorben el nitrógeno de la atmósfera y lo convierten en una forma que las plantas pueden utilizar.

Muchas de estas mismas bacterias producen, de manera natural, hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Las bacterias del género Bacilos, pseudomonas y Azospirillum son particularmente conocidas por sus efectos que ayudan al crecimiento. Las Azospirillum spp. son eficientes para estimular el crecimiento de raíces y promover la creación de semillas, mientras que las Pseudomonas spp. poseen propiedades supresoras de patógenos.

Las bacterias también son importantes en la descomposición de materia orgánica. Estos organismos juegan un papel importante en el mantenimiento del delicado equilibrio entre acumulación y descomposición de bálago (humus) y en algún grado, usted puede manejarlo.

De hecho, varias preparaciones de microorganismos que descomponen el bálago o las encimas que producen están disponibles comercialmente. Algunos de estos son útiles para programas de mantenimiento de bálago, mientras otros, por razones que no siempre son claras, fallan miserablemente. Pregunte a algunos productores de pasto para determinar qué ha tenido éxito en condiciones similares a las de su suelo y recuerde que la dinámica de los microorganismos que descomponen el bálago no se ha llegado a entender por completo.

Algunas bacterias afectan la salud de las plantas al controlar los patógenos de las mismas, esto ocurre en todos tipos de suelo. Sus efectos algunas veces pasan desapercibidos pero tienen un enorme impacto en el desarrollo de enfermedades. En algunos casos las altas poblaciones de estas bacterias son responsables de lo que llamamos suelos represivos. Estos son suelos que tienen las condiciones ideales para el desarrollo de enfermedades y patógenos pero no se desarrolla la enfermedad debido a la actividad de las bacterias. Estas bacterias inhiben los patógenos al competir con los recursos, produciendo compuestos antibióticos u ocasionalmente actuando como parásitos fungoideos. Debido a que estas bacterias son saprofitas, grandes cantidades de materia orgánica recibada o mejoramiento directo al suelo generalmente son de beneficio para sus poblaciones.

Mucho de este control biológico de bacterias ocurre en tipos particulares de materia orgánica como material de compost. De hecho, la aplicación de compost ha sido una alternativa efectiva a funguicidas en algunos casos. De manera similar, varias empresas ahora compran y venden preparaciones bacteriales para utilizar como funguicidas.

Los hongos se consideran la cantidad más grande de biomasa viviente en los suelos. Los hongos son mejor conocidos por sus actividades patógenas en los suelos pues ocasionan casi todas las enfermedades económicamente importantes. Sin embargo, los hongos patógenos representan sólo una pequeña proporción de la comunidad de hongos en el suelo. La gran mayoría son beneficiosos para la salud de la planta. El género de hongos que se encuentran en los suelos incluyen *Penicilium*, *Aspergilo*, *Tricoderma*, *Gliocladium*, *Fusarium*, *Mucor* y *Mortierella*.

A diferencia de las bacterias, los hongos crecen en forma de filamentos y se reproducen por esporas. Los hongos obtienen la energía para su crecimiento principalmente a través de la descomposición de la materia orgánica. Generalmente los hongos son más prevalecientes que las bacterias en los suelos de pH menor de 5.5, mientras que las bacterias tienden a predominar en suelos con pH más alto. Debido a que el uso de fungicidas es común en el césped de los campos de golf, la composición de las comunidades de hongos en estos suelos puede variar dramáticamente, dependiendo del tipo, índice y frecuencia de aplicación de fungicidas en el sitio.

Aparte de sus roles en las enfermedades y descomposición de materia orgánica. Algunos grupos de hongos del suelo realizan funciones más especializadas en la rizósfera.

Los hongos micorrizales son hongos parasíticos especializados que forman asociaciones simbióticas únicas con las raíces de las plantas. En las relaciones micorrizales, los hongos se benefician de los carbonos que produce la planta, mientras que la planta se beneficia del aumento de nutrición de fósforo y disponibilidad de agua que suministra el hongo. Como otros hongos, los hongos micorrizales son sensibles a varios fungicidas que se utilizan comúnmente.

Algunos de los hongos mejor conocidos en los ecosistemas de las plantas son los hongos endófitos. Estos generalmente se encuentran en las semillas y vainas de casi todas las especies de plantas.

Uno de los grupos menos conocidos y menos comprendidos de microorganismos de los suelos son los actinomicetos. Estos microbios aparentemente están más relacionados con las bacterias pero crecen más como hongos. Aunque sus poblaciones en algunos suelos pueden ser muy altas, sus índices de crecimiento son mucho más lentos que los de otros microorganismos del suelo. Gran parte del olor característico de los suelos con alto contenido de materia orgánica proviene de los compuestos volátiles que producen los actinomicetos.

Los actinomicetos generalmente son más abundantes en suelos más secos con alto contenido de materia orgánica o en suelos de temperaturas altas. Como grupo, no toleran los suelos de bajo pH (menos de 5.0). Crecen mejor en temperaturas que van desde 80°F a 100°F. El mayor género de actinomicetos del suelo incluye *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micromonospora* y *Actinoplanes*.

Estos organismos son mejor conocidos por su capacidad de producir varios compuestos importantes para la medicina y la industria. Muchos antibióticos principales de la medicina humana y animal provienen de los actinomicetos del suelo. Como los hongos, los actinomicetos se basan en la materia orgánica para su nutrición. Particularmente están bien adaptados a la descomposición de los polímeros de las plantas más resistentes como la celulosa, hemicelulosa y lignina, así como la quitina de los polímeros de los hongos e insectos. Por ello, los actinomicetos juegan un papel importante en la formación del humus del suelo.

Como algunas bacterias, los actinomicetos ayudan a suprimir las enfermedades que se transmiten por el suelo. Muchos de los compuestos de antibióticos de actinomicetos afectan el crecimiento y desarrollo de los hongos patógenos. Los compost son particularmente ricos en actinomicetos supresores de los patógenos. El efecto beneficioso de mejorar los suelos con compost se debe en parte a las propiedades de supresión de enfermedades de los actinomicetos.

El reto para la persona que cultiva plantas es convertirse en un experto no solo para manejar lo que todos ven sobre el suelo, sino en el manejo de los microorganismos beneficiosos del suelo

para maximizar la salud de las plantas. En general, todas las prácticas que promuevan una planta sana y vigorosa también mantienen niveles altos de actividades microbianas. Las siguientes estrategias son particularmente útiles: \* Utilice compost de mejoramiento orgánico de carbono fácilmente disponible. Evite la turba de sphagnum pues no facilita la actividad microbiana adecuada. Es preferible utilizar la turba de caña de juncia, el compost de abono animal y los compost industrial o municipal de juncia.

\* Mantenga la humedad del suelo a niveles constantes, nunca permita que el suelo se seque. El riego poco profundo y frecuente es el mejor. Si otros parámetros agronómicos son correctos y la actividad microbiana es alta, las enfermedades no deben ser un problema serio.

\* Mantenga un pH balanceado y una fertilidad consistente. Evite los ciclos de nutrientes de exceso y escasez. También, las investigaciones han demostrado que las fuentes de nitrógeno orgánico o los fertilizantes a base de amonio (NH<sub>4</sub>) provocan mayor población microbiana a diferencia de las fuentes de nitrato (NO<sub>3</sub>) sintético.

\* Mantenga la buena porosidad del suelo. Utilice mejoramiento físico si fuera necesario. Los niveles adecuados de oxígeno en el suelo son extremadamente importantes para los microorganismos del suelo. \* Cualquier práctica que mejore el volumen de sistema de raíces de una planta, por ejemplo, la oxigenación o cultivo mejorará la actividad microbiana en la rizósfera.

\* Si es práctico, limite el uso de pesticidas y reguladores de crecimiento. Muchos de estos tienen propiedades anti microbianas y pueden afectar de manera negativa el suelo y las comunidades microbianas de la rizósfera.

Es evidente que el suelo contiene una variada y abundante comunidad de microorganismos. Estos microbios influyen en todos los procesos importantes relacionados con la nutrición de las plantas y con la salud general de las plantas. Además las comunidades microbianas del suelo proporcionan un recurso genético potencial para productos y procesos útiles que la industria de las plantas puede explotar.

El Dr. Eric B. Nelson es profesor de patología de las plantas en Cornell University, Ithaca, N.Y.