

La red alimentaria del suelo y la labor agrícola

► Texto: **Jeff Lowenfels y Wayne Lewis**
Dibujos: **Rosa Barasoain**

Sabemos que los productos químicos terminan con la vida de los microorganismos de las tierras de cultivo, incluidos los que mantienen a raya a la fauna nociva para nuestras plantas. Recuperar esa red alimentaria del suelo requiere algo más que dejar de echar venenos. En agricultura ecológica se da por hecho que se mantiene viva pero ¿tenemos la adecuada? Ahora se está estudiando que las plantas tienen sus preferencias en cuanto a microfauna, porque les aporta diferente humus y afecta incluso al pH. Vamos a conocer mejor este apasionante mundo apenas perceptible a simple vista pero del que depende no sólo la salud de la tierra, sino de los alimentos que de ella obtengamos ⁽¹⁾



Si tenemos una tierra que ha sido anteriormente castigada por herbicidas y plaguicidas químicos y queremos cultivarla en ecológico, o si tenemos la suerte de tener ya una tierra que ha sido respetada y está sana, siempre será bueno colaborar con ella ayudando a la red alimentaria del suelo. Porque sea cual sea el clima y la naturaleza del suelo de vuestro huerto o jardín, las cosas no podrán sino mejorar si ponéis a trabajar a todos esos hongos, bacterias, protozoos, nematodos, artrópodos y demás miembros de la red alimentaria del suelo siete días a la semana las veinticuatro horas del día.

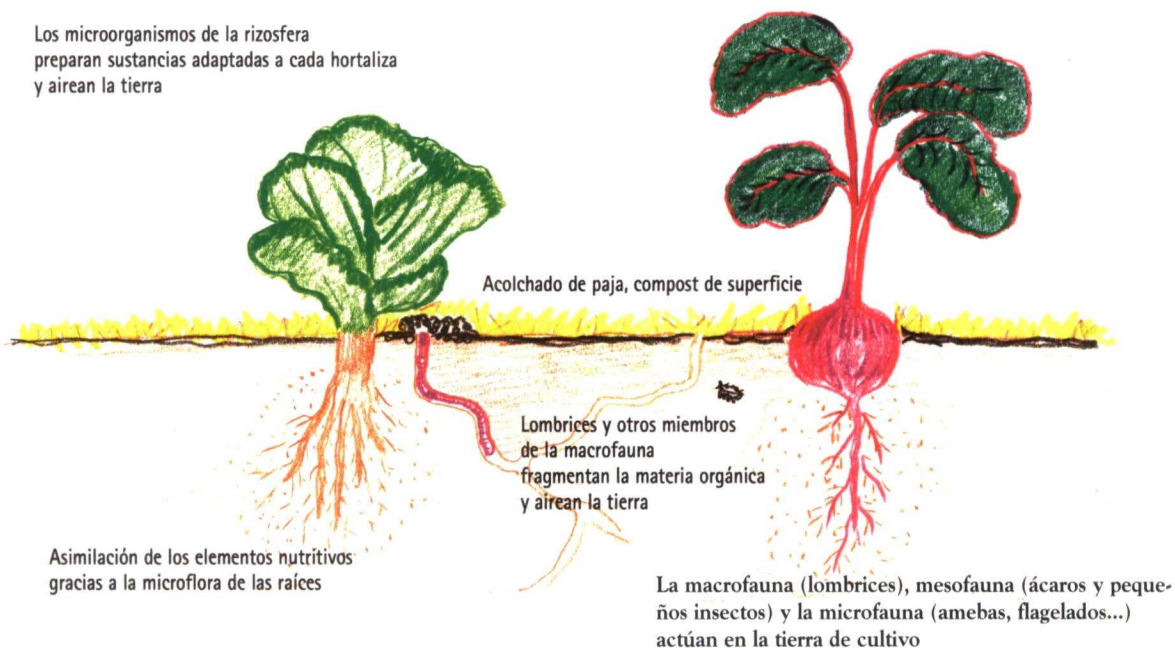
Retiene nutrientes y airea la tierra

Una red alimentaria plenamente activa retiene mejor los nutrientes en la tierra, porque cada vez que un hongo o una bacteria son comidos por un protozoo o un nematodo, dejan nutrientes en forma accesible para las plantas. Y en la medida en que las plantas atraen a hongos y bacterias hacia sus rizosferas, los nutrientes que éstos les facilitan estarán en el lugar adecuado para ser absorbidos fácilmente.

A continuación una red alimentaria del suelo sana mejorará la estructura de ese suelo, empezando por la actividad de las bacterias, que producen una mucosidad que vincula pequeñas partículas formando agregados de mayor tamaño. Otra labor es que las hifas fúngicas, las lombrices, los insectos y sus larvas, incluso los pequeños mamíferos, se desplazan por la tierra formando galerías, pequeñas y grandes. Esto da a los suelos una porosidad muy beneficiosa porque le ayuda a retener, o a expulsar el agua, a drenarse dejando circular aire –algo también muy necesario para que las plantas crezcan sanas–.

La red aporta también defensas contra las enfermedades y los seres cuya proliferación o modo de vida puede poner en peligro el equilibrio. Algunos miembros de la red hacen las veces de reguladores, cazando o capturando elementos nocivos. Otros hacen las veces de cuidadores, distribuyendo hormonas y vitaminas. Los hongos y las bacterias hacen las veces de barreras alrededor de las plantas, cerrando el acceso a los herbívoros que quieran pegarse a las raíces, a los tallos o a las hojas de la planta. También compiten con los seres nocivos por los nutrientes, por el

Los microorganismos de la rizosfera preparan sustancias adaptadas a cada hortaliza y airean la tierra



Asimilación de los elementos nutritivos gracias a la microflora de las raíces

Lombrices y otros miembros de la macrofauna fragmentan la materia orgánica y airean la tierra

La macrofauna (lombrices), mesofauna (ácaros y pequeños insectos) y la microfauna (amebas, flagelados...) actúan en la tierra de cultivo

Qué es la red alimentaria del suelo y su importancia

En la capa fértil de la tierra, lo que los edafólogos denominan suelo, se encuentra un universo microscópico de complejos organismos vivos. Una cucharadita de tierra, analizada por un microbiólogo, puede contener –si está viva– mil millones de bacterias, varios metros de hifas fúngicas también invisibles, varios miles de protozoos y algunas docenas de nematodos y entre todos ellos una compleja relación predador–presa. Desde bacterias y hongos, a los nematodos, microartrópodos y lombrices, constituyen una red donde todo come o es comido, donde unos organismos protegen y alimentan a las raíces para que a su vez éstas les aporten sus exudados compuestos por nutrientes complejos. Al morir serán descompuestas por bacterias y hongos que a su vez suministran a las plantas minerales esenciales que así evitan que se filtren hacia las capas profundas de la tierra. Esta red es muy delicada, como lo han corroborado las investigaciones de la Doctora Elaine Ingham, microbióloga de la Universidad de Colorado, quien desde hace más de 25 años investiga en la estructura de los suelos. Descubrió, por ejemplo, la influencia nefasta de los productos químicos y de la compactación en el desequilibrio o incluso desaparición de gran número de organismos.

Nota

Ver los dos artículos titulados "La red alimentaria del suelo" de Mary-Howell R.Martens, publicados en los números 8 y 9 de *La Fertilidad de la Tierra*.

espacio, en definitiva por el oxígeno del cual tienen necesidad para sobrevivir.

Los organismos de la red alimentaria del suelo también influyen sobre el pH del suelo allí donde es decisivo, directamente en la rizosfera, lo que determina qué tipo de nitrógeno va a prevalecer, si el nitrógeno nítrico o el amoniacal. Una planta que llegue a atraer y a recibir su tipo de nitrógeno preferido se comportará de forma óptima. La microbiología del suelo puede incluso ocuparse de los contaminantes, lo que son al fin y al cabo los productos químicos destinados al césped o al huerto, por no hablar de la contaminación del aire y, en algunos casos, de la contaminación del agua. En una red alimentaria del suelo sana, hay algo en la tierra que come más o menos todo lo que encuentra, incluso aquello que el hombre deposita en grandes cantidades, intencionadamente o no.

Cómo colaborar con la red alimentaria del suelo

La Regla nº 1 es que algunas plantas prefieren los suelos dominados por los hongos, otras los dominados por las bacterias. Veremos por qué. Las plantas tienen necesidad de nitrógeno para producir aminoácidos, es un proceso esencial en el crecimiento y pervivencia de las plantas. Es por esto que los abonos nitrogenados no orgánicos y solubles dan excelentes resultados en el crecimiento de las plantas, incluso siendo nocivos para la red alimentaria. En una solución acuosa estos nitratos (NO_3^-) son fácilmente accesibles para las raíces de las plantas, que funcionan de manera bastante similar a las esponjas. Como aniones, se mezclan en la solución acuosa en vez de ligarse al humus o a la arcilla como lo harían cationes cargados positivamente.

Cuando la red está sana, hay dos tipos de nitrógeno disponible para las plantas, los nitratos y el amonio (NH_4) y –como a menudo sucede en la vida cuando hay una elección– algunas plantas prefieren su nitrógeno en forma de

Las 19 reglas para colaborar con la red alimentaria del suelo

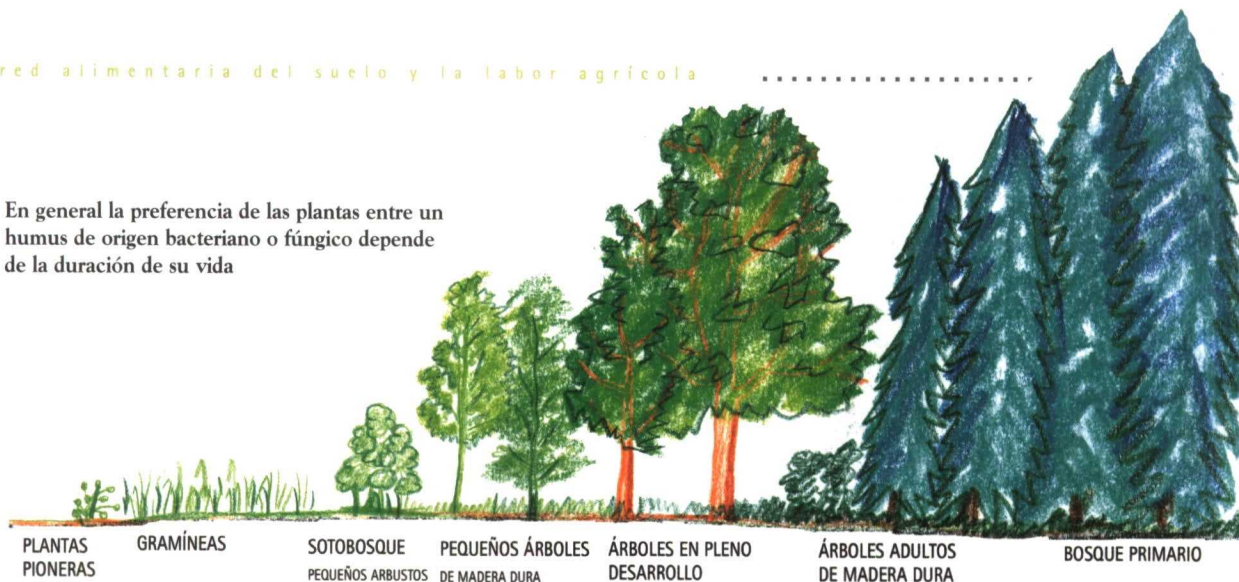
Para que un hortelano o un jardinero puedan colaborar en la recuperación o en la salud de la red alimentaria del suelo que tiene en su tierra de cultivo hemos resumido estas 19 reglas. Son la base de la gestión del nitrógeno y uno de los pilares fundamentales del éxito de nuestro huerto, jardín o campo de frutales.

1. Algunas plantas prefieren los suelos dominados por los hongos, otras prefieren los dominados por las bacterias.
2. La mayor parte de las hortalizas, de las plantas anuales y de las plantas suculentas prefieren tener su nitrógeno en forma de nitrato y se sienten mejor en suelos con predominio de bacterias.
3. La mayor parte de los árboles, arbustos y plantas vivaces, prefieren un nitrógeno en forma amoniacal y están mejor en suelos de predominio fúngico.
4. El compost se puede emplear para inocular microorganismos benéficos en los suelos de vuestro huerto e introducir, cuidar o modificar la red alimentaria del suelo en una zona precisa.
5. Esparcir compost con su red alimentaria del suelo sobre una superficie de tierra inoculará en ésta la misma red alimentaria del suelo.
6. Los materiales orgánicos oscuros y marchitos amparan a los hongos; los materiales orgánicos verdes y frescos amparan a las bacterias.
7. Los acolchados o empajados repartidos en la superficie tienen tendencia a ser favorables a los hongos; los incorporados superficialmente a la tierra tienen tendencia a ser favorables a las bacterias.
8. Si mojáis y trituráis completamente el empajado, aceleraréis la colonización de las bacterias.
9. Los empajados más groseros y secos son favorables a la actividad fúngica.
10. Los azúcares ayudan a las bacterias a multiplicarse y a crecer; las algas, los ácidos fúlvicos y húmicos y el fosfato en polvo ayudan a los hongos a crecer.
11. Eligiendo al comienzo el compost y los nutrientes que vais a añadir, podéis lograr unos preparados, los llamados té de compost (maceración en frío de compost en agua de lluvia, aireada con tubos para evitar la putrefacción; después de una semana o dos se filtra) ya sea fúngicos o bacterianos, o equilibrados.
12. Los té de compost son muy sensibles a la presencia de cloro y de conservantes en el agua y en los ingredientes.
13. La utilización de abonos industriales mata a todos o a gran parte de los microorganismos de la red alimentaria del suelo.
14. No utilizéis aditivos que tengan fuertes niveles de NPK.
15. Después de una fumigación o de un riego con productos químicos utilizad siempre un té de compost.
16. La mayor parte de las coníferas y de los árboles de madera dura (abedul, roble, haya, nogal) forman micorrizas con hongos ectomicorrícicos.
17. La mayoría de las hortalizas, de las plantas anuales, de las suculentas, de los arbustos, de los árboles de madera tierna y de las plantas vivaces, forman micorrizas con hongos endomicorrícicos.
18. El hecho de voltear la tierra y de perturbarla excesivamente destruye o deteriora gravemente la red alimentaria del suelo.
19. Mezclad siempre hongos endomicorrícicos con semillas de plantas anuales y hortalizas en el momento de plantarlas o aplicádselos en las raíces en el momento del repicado.



Las hortalizas se desarrollan mejor en una biomasa en la que las bacterias sean algo más numerosas que los hongos

En general la preferencia de las plantas entre un humus de origen bacteriano o fúngico depende de la duración de su vida



nitrógeno nítrico, mientras que otras prefieren el nitrógeno amoniacal.

Cuando los nematodos y los protozoos consumen los hongos y las bacterias, el nitrógeno es liberado en forma de amonio en el flujo de los desechos.

El amonio es rápidamente oxidado o transformado en nitratos por las bacterias que, cuando son suficientemente numerosas en ese suelo, fijan el nitrógeno. Esto es así en casi todos los casos en los que un suelo está dominado por las bacterias, comparativamente a otro dominado por los hongos, porque la película producida por las bacterias del suelo tiene un pH superior a 7, lo cual es el medio idóneo para que las bacterias nitrificadoras prosperen. En general, en un suelo dominado por bacterias, las bacterias nitrificadoras prosperan.

Los hongos darán unos valores de pH más bajos, pues producen ácidos orgánicos para descomponer la materia orgánica a fin de extraer de ella los nutrientes. Si hay suficientes ácidos fúngicos para atravesar la mucosa bacteriana, el pH de ese suelo desciende por debajo de 7, volviendo ácido el entorno y en consecuencia cada vez menos adaptado para la mayoría de las bacterias nitrificadoras. Además, el amonio queda como amonio.

Como hortelano, uno debe comprender que las plantas que se encuentran en nuestro huerto no son una excepción a la Regla nº 1 citada. No sólo los abonos nitrogenados solubles que empleamos matan a los microorganismos, sino que además no son ni de lejos el mejor tipo de abono para las plantas. Habitualmente, las plantas consiguen incluso sobrevivir acomodándose a la forma de nitrógeno que menos prefieren; pero se encontrarán mejor de salud con un tipo de nitrógeno que con otro y si queremos verlas crecer sanas hay que saber cómo colaborar.

Quién quiere qué

La Regla nº 2 estipula que la mayoría de las hortalizas, de las plantas anuales y de las gramíneas prefieren su nitrógeno en forma de nitrato y prosperan en suelos dominados por las bacterias. La Regla nº 3 expone el hecho de que la mayoría de los árboles, arbustos y vivaces prefieren el nitrógeno en forma de amonio y están mejor en suelos donde predominan los hongos.

Cuando se trata de comenzar a cultivar teniendo en cuenta la red alimentaria del suelo, estas reglas ayudan a saber fácilmente quién prefiere qué, pero una vez que comprendéis lo que la sustenta, lo apreciaréis todavía más.

Las primeras comunidades a sucederse están dominadas por las bacterias. Luego, a medida que los desechos orgánicos se acumulan en medio de los desechos de esos organismos y de la vida vegetal que sostienen, las esporas fúngicas terminan por tener suficientes nutrientes a su alcance para poder germinar. Con un lugar para implantarse y los recursos necesarios para su supervivencia, los hongos nacen y prosperan.

Otros muchos factores juegan igualmente un papel, pero para atenernos a nuestro caso, cuanto más se diversifica la vida vegetal y las redes alimentarias del suelo, más aumentan las poblaciones de hongos, y las plantas que tiene una vida corta –las anuales– dejan sitio a las plantas vivaces, cuyo ciclo de vida es más largo. La producción de materia orgánica aumenta, abasteciendo de alimento a poblaciones cada vez más importantes de hongos. Los arbustos se instalan, seguidos por árboles jóvenes de madera dura –los arbolitos en crecimiento– y luego los árboles de madera dura –los adultos–, y finalmente las coníferas que encontramos en los bosques primarios. Al mismo tiempo,

Tabla 1. Población de microorganismos (número de bacterias y de protozoos; largura de las hifas fúngicas)

	Huerto	Pradera	Bosque
Bacterias	de 100 millones a 1 millón de millones	Idem	Idem
Hongos	varios metros	de varias decenas a cientos de metros	de 2 a 65 km. (con las coníferas)
Protozoos	varios miles	varios miles	centenares de miles

la biomasa fúngica se acrecienta proporcionalmente a las bacterias que no alcanzan a entrar en competencia, pues no pueden digerir más que los azúcares simples cuya cantidad está limitada a la masa cada vez más importante de plantas más complejas, llenas de lignina y de celulosa.

Así, yendo desde, digamos, el suelo arenoso de playa hasta las coníferas, pasando por los pastos, el dominio fúngico en el suelo se acrecienta en cada etapa. Este acrecentamiento se explica en parte por la naturaleza efímera de las plantas pioneras, porque es difícil poner en relación a las micorrizas con las raíces de las plantas cuando son plantas de vida corta.

Nos encontramos con que hay casi el mismo número de bacterias –de 100 a 1.000 millones– en una cucharilla pequeña de tierra de huerto, que en una de pradera, que en otra de bosque. Generalmente, cuando son los hongos los que predominan con relación a las bacterias, se debe a un acrecentamiento de la biomasa fúngica, no a una disminución de la biomasa bacteriana. Las plantas que crecen normalmente en suelos del tipo cercano “al de playa” habitualmente prefieren los dominados por las bacterias y aquellas que crecen en el otro extremo, en suelos del tipo de los que se dan en bosques primarios, se sienten mejor en suelos dominados por los hongos. La transición se hace con las plantas de pradera –o con un césped– que aprecian un equilibrio entre los dos.

Otra manera de determinar qué tipo de nitrógeno prefiere una planta dada, es tener en cuenta la duración de su vida. Si no sobrepasa una estación, como las hortalizas o las plantas anuales, su forma preferida de nitrógeno es el nitrato. Todo lo que tenga en la tierra un año o más preferirá en general mayores cantidades de amonio. Todo esto es lógico. Recordad que la cantidad de bacterias sigue siendo la misma en todos los entornos: es el crecimiento de la biomasa fúngica lo que modifica la proporción. Si son hongos micorrícicos, lo cual es el caso de muchos hongos del suelo, les hace falta una raíz vivaz a la que asociarse. Cuanto más tiempo viva la raíz, más se desarrollarán los hongos micorrícicos (el hongo no será tal vez más largo, pero tendrá más ramificaciones). En cambio los desechos surgidos de plantas que no viven más que una estación generalmente no contienen la lignina y la celulosa que son el manjar preferido por los hongos. Están llenos casi exclusivamente de celulosa, algo que las bacterias adoran, con lo cual ahí las bacterias predominarán. (Ver cuadro “Las 19 reglas para colaborar con la red alimentaria del suelo”)

La proporción entre biomasa fúngica y biomasa bacteriana

Para algunas plantas específicas de la huerta o el jardín, la relación ideal entre fúngico y bacteriano en el seno de la biomasa ya ha sido observada y medida. Esa relación adecuada podemos establecerla en una tierra determinada acrecentando o bien el número de hongos, introduciendo nutrientes fúngicos, o bien estimular el aumento de las



Montón de compost en proceso de maduración

bacterias introduciendo nutrientes bacterianos, como veremos ahora de forma simplificada.

Si cultiváis hortalizas, debéis prever una biomasa en la que las bacterias sean algo más numerosas que los hongos. Concretamente las zanahorias, lechugas, brócolis, colirábanos, prefieren una proporción hongos-bacterias (h:b) de 0,3:1 o de 0,8:1; los tomates, el maíz, el trigo de 0,8:1 a 1:1. El césped prefiere una relación 0,5:1 a 1:1. Los laboratorios de análisis agrícolas pueden testar vuestro suelo y daros esa relación h:b.

Los árboles necesitan una relación h:b más elevada. Los suelos de bosque, en los que han nacido muchos de los árboles y arbustos que acondicionan el paisaje, tienen una biomasa fúngica 100 veces superior a la biomasa bacteriana. Las coníferas necesitan suelos más dominados por los hongos con una relación h:b de 50:1 a 1.000:1. Los arces, los robles y los álamos demandan menos hongos, con un h:b de 10:1 a 100:1. Los frutales están mejor en suelos que tengan un h:b de 10:1 a 50:1 y algunos árboles (aliso, haya, álamo temblón, chopo de Virginia y otros, surgidos de ecosistemas vecinos) prosperan en tierras con un predominio bacteriano cuando son jóvenes y en suelos de predominio fúngico (un h:b de 5:1 a 100:1) cuando son adultos.

Quienes aprecian las flores encontrarán de utilidad saber que la mayor parte de las anuales prefieren los suelos en los que predominan las bacterias, mientras que la mayor parte de las vivaces prefieren suelos con dominio fúngico. Incluso en estos casos la duración de la vida de la planta influye en las reglas.

Los matorros y arbustos aprecian generalmente un dominio fúngico más pronunciado que entre las vivaces (viven más tiempo, lo cual está conforme con nuestra regla). Aquellos originarios de bosques de coníferas, por oposición a los bosques caducifolios, necesitan proporciones h:b elevadas. Los rododendros, por ejemplo, piden un dominio fúngico muy importante, mientras que un cotoneaster o una lila se contenta con menos. ■

Nota

(1) Texto procedente del libro *Teaming with Microbes: A Gardener's Guide to the Soil Food Web* editado por Timber Press