



Cómo preparar inóculos micorrícicos

► Texto y fotos: Alzena Wilmot y Andrea Lee

En las raíces de las plantas se da una colaboración con unos hongos benéficos que les ayudan a adaptarse a condiciones duras. Esta simbiosis la puedes aprovechar en árboles y cultivos sin necesidad de comprar inóculos ni producto alguno, siguiendo los pasos aquí explicados. La técnica se está aplicando con éxito en zonas de clima árido y semiárido, donde consiguen cultivar con poca agua y mejorar la estructura de las tierras frenando la erosión, dentro de un proyecto más amplio de agricultura ecológica y en busca de la autosuficiencia



En el Sudeste de España existen dos industrias de éxito: el turismo y los invernaderos. Las dos ejercen una gran y negativa presión sobre el sistema natural del que tanto dependen. La región es bien conocida por su sol, mar cálido, piscinas, campos de golf, y la gran producción de hortalizas, distribuidas mundialmente. Sin embargo, no se presta mucha atención al hecho de que la zona, la más árida de Europa, está sufriendo un proceso alarmante de cada vez mayor aridez y pérdida

de la cubierta vegetal. El nivel de la capa freática está descendiendo y permite la entrada de agua salada, contaminando los pozos de agua potable. La fertilidad de las tierras se está deteriorando y la erosión es un gran problema. El paisaje se caracteriza por profundos barrancos producto de la erosión causada por las ocasionales lluvias torrenciales que han ido transformado esta zona a lo largo del tiempo. Todo esto hace aún más difícil regenerar la cubierta de vegetación perdida y añade una presión más sobre el agricultor, especialmente si practica el cultivo ecológico.

Aquí en Almería, parte del trabajo de Sunseed Tecnología del Desierto es investigar sobre la regeneración de las tierras, tanto para recuperar la cubierta

vegetal como para cultivar nuestros propios alimentos ecológicos. La mayor parte de nuestro terreno es de secano, y aun así la tierra de las huertas regadas es bastante pobre a pesar de todo el cuidado que le damos. En Sunseed estamos tratando el problema a fondo, empezando por las raíces.

¿Qué son las micorrizas?

Desde que los antepasados de las plantas actuales emergieron del mar y empezaron a colonizar la tierra han tenido un aliado subterráneo, un tipo de hongo que resulta invisible a simple vista: el hongo micorrícico.

En la mayoría de los ecosistemas sanos, las plantas forman una relación simbiótica beneficiosa con los hongos micorrícicos presentes en la tierra. Esta colaboración, llamada micorriza, es la norma, no la excepción, ya que se da en más del 80% de las plantas terrestres y ha sido observada en casi todos los nichos medioambientales del planeta. Las hifas del hongo crean una red delicada que funciona como una extensión de las raíces de las plantas, potenciando así su capacidad para absorber nutrientes esenciales, especialmente el fósforo. Como contrapartida, la planta proporciona carbono al hongo en forma de azúcares producidos por la fotosíntesis, de los cuales el hongo es totalmente dependiente. El tipo más corriente es el hongo micorrícico arbuscular (MA), que forma una estructura en el interior de las células huésped de la raíz



semejante a las bifurcaciones de los alvéolos en el pulmón de los mamíferos. Esto se llama arbúsculo, y es donde tiene lugar el intercambio de nutrientes por carbono. El hongo MA coloniza la mayor parte de las especies herbáceas y anuales, y también a muchas plantas leñosas, relacionándose con la mayoría de los cultivos y árboles frutales. Este hongo desempeña un papel fundamental para las plantas en situaciones de estrés, especialmente en zonas de clima árido y semiárido, así como en tierras con poca materia orgánica y poco fósforo. Además, su fina estructura ayuda a estabilizar la de la tierra, ralentizando la erosión. Por debajo de la tierra, donde no llega la vista, la red de las hifas de los hongos empieza a extenderse gradualmente colonizando a otras plantas y reconstruyendo en la práctica un ecosistema sano.

Los inóculos micorrícicos

Los lectores habituales de esta revista ya conocen los potenciales beneficios que aportan los hongos micorrícicos si son añadidos por medio de un inóculo al sistema radicular de las plantas, como se detalló en un artículo anterior.⁽¹⁾ Existen numerosos inóculos disponibles en el mercado, pero existen también varias razones por las cuales es interesante la producción de inóculo micorrícico propio. Entre ellas está el hecho de que para algunos, en especial para los pequeños agricultores, los inóculos comerciales no son económicamente viables. Además, se podría argumentar que un sistema de agricultura ecológica ideal es lo más autosuficiente posible, por lo tanto la autoproducción siempre es preferible. Pero lo más importante de la autoproducción de inóculo es que permite usar como base la población autóctona de hongos. Esto no sólo ayuda a fomentar la biodiversidad de una huerta o finca en peligro, sino que además proporciona cierta garantía de éxito del inóculo puesto que los hongos que lo constituyen ya están aclimatados a las condiciones locales.

En Sunseed queremos eliminar las barreras que a menudo ponen a muchas de las tecnologías 'alternativas' diseñadas para vivir ecológicamente: están disponibles en el mercado pero fuera del alcance de muchos, especialmente de aquellos que más las necesitan. La filosofía de Sunseed consiste en aprovechar los recursos que tenemos y reutilizar o reciclar todo lo que se pueda para no consumir tantas materias primas, porque conlleva impactos ambientales desde su extracción hasta el final de su vida útil.

Un inóculo micorrícico 'casero'

Las poblaciones de hongos MA y de otros microorganismos en cualquier tierra dependen de las condiciones locales. Si una zona cuenta aún con algunos árboles autóctonos sanos o áreas de vegetación natural, es probable que la población autóctona de hongos MA y bacterias presente en la capa superior de la tierra constituya una



En el centro el sistema para ahorrar agua llamado ciempiés desarrollado por Sunseed (ver *La Fertilidad de la Tierra* n°17)

fuerza eficaz de inóculo para árboles y cultivos que se planten en la tierra circundante, quizás más pobre en microorganismos. A partir de esta idea se añade una etapa para multiplicar las micorrizas (ver cuadro). En Kenia han usado esta técnica para inocular árboles de semillero. Los resultados de estos experimentos fueron muy alentadores, ya que produjeron buen crecimiento y una tasa de supervivencia superior a la de los árboles no-inoculados.

Normalmente resulta difícil garantizar el contenido y poder infectivo de un inóculo autoproducido. La ventaja de esta técnica es que incluye una etapa de multiplicación de micorrizas para elevar la cantidad de propágulos presentes (esporas, hifas de hongos y trocitos de raíz micorrizada) y aumentar el poder infectivo del inóculo. Este método permite por tanto el uso de tierra inicialmente bastante pobre en micorrizas. El objetivo de la investigación es descubrir si esta técnica funciona realmente y si podría utilizarse con efectividad en zonas áridas por los agricultores locales y como parte de una estrategia de revegetación del secano. Actualmente estamos llegando



La diferencia es evidente entre las plantas con micorrizas y las no micorrizadas. Arriba tomates y aquí abajo maíz



El hoyo excavado y forrado con un plástico ha hecho las veces de maceta donde han germinado las "plantas trampa"

con esta técnica al final del segundo año de lo que será una investigación de cuatro años. Tenemos experimentos en España, Tanzania y estamos en las primeras etapas para empezar un nuevo proyecto en Burkina Faso.

Nuestra experiencia

Inicialmente nuestro interés por las micorrizas estaba ligado a las investigaciones en regeneración de la cubierta vegetal. Los experimentos en los arbustos locales de crecimiento lento han dado resultados variados. Algunos no han mostrado ninguna respuesta a la adición del inóculo, mientras que en otros se ha notado un cambio espectacular. Por ejemplo, *Anthyllis temiflora*, un arbusto leguminoso local, ha mostrado un aumento notable en el índice de supervivencia. La mitad de las plantas fueron inoculadas usando el método detallado en este artículo y la otra mitad no fueron inoculadas. Todas las plantas fueron tratadas por igual, pero en invierno las que no habían sido inoculadas murieron. Estas plantas micorrizadas se han trasplantado al campo para estabilizar las frágiles pendientes alrededor de nuestras terrazas de secano.

En Tanzania hay mucho más en juego, las lluvias fueron escasas el año pasado y ha sido duro mantener cualquier cosa con vida. Tenemos informes de los granjeros que participan en los programas de reforestación: a pesar de la escasez de agua los árboles inoculados sobreviven y están considerablemente en mejores condiciones que los no inoculados. Dados los beneficios observados, varios granjeros locales han adoptado esta técnica y la están probando no sólo con sus árboles, sino también con sus cultivos.

Los informes sobre aumentos llamativos en crecimiento y producción nos incitaron a intentarlo aquí en España. El primer ensayo fue con maíz y hemos obtenido resultados alentadores. El uso del inóculo produjo un crecimiento significativamente mayor comparado con las plantas no inoculadas, como se ve en las fotografías. Con los tomates la diferencia de crecimiento fue todavía más marcada y las plantas inoculadas produjeron el doble de deliciosos tomates ecológicos.

Involúcrate

Si estás interesado en producir tu propio inóculo para tu uso particular y/o llevar a cabo algunos experimentos para ayudarnos en nuestras investigaciones, en nuestra página web encontrarás una guía paso a paso para realizar tu propio experimento utilizando un inóculo con una mezcla de micorrizas hecha con tu propia tierra.

www.sunseed.org.uk

No ha funcionado con todas las especies ensayadas –por ejemplo no hemos notado ninguna diferencia con el arbusto *Retama sphaerocarpa*– pero en ningún caso se ha visto que tenga un efecto perjudicial en las plantas inoculadas.

Hasta ahora, la inoculación micorrízica sólo se ha considerado rentable para plantas de gran valor pero, como con esta técnica no cuesta nada producir tu propio inóculo, las posibilidades y beneficios de su aplicación son mayores. La característica principal es que el inóculo aplicado no es un nutriente que se vaya a agotar, sino un mecanismo que se ha introducido y que continuará beneficiando las cosechas en años venideros, con tal de que se le trate correctamente. Éste es el reto, el programa de investigación para los próximos años: cómo organizaremos nuestros tratamientos, cultivos, rotaciones y combinaciones de plantas para favorecer, estimular y aprovechar los organismos simbióticos que estamos empezando a comprender. Todavía nos hallamos en la etapa experimental y hay mucho por investigar, por lo que animamos a la gente a que se involucre y experimente con el método por ella misma, descubriendo los beneficios que puede aportar y, si lo desea, para que contribuya a nuestra investigación.¹² ■

Notas

(1) "Las micorrizas, nuestras alabadas ocultas". *La Fertilidad de la Tierra* n.º 17 pp. 9-15.

(2) Sunseed Tecnología del Diseño tiene como principal objetivo desarrollar, mostrar y extender un modo de vida sostenible a través de tecnologías de bajo impacto ambiental y accesibles en medios semiáridos. Percibir pequeños cuantos de voluntarios que participen gratuitamente en sus campos de trabajo. Sunseed, Apdo. 9, 04270 Sorbas (Almería) Tel. 958 52 57 70 sunseedspain@sunseed.es www.sunseed.org.uk



Muestras con "plantas trampa" listas para cortar y recoger sus raíces micorrizadas

Cómo realizar tu propio inóculo micorrízico

Este es un método para inocular tus plantas con hongos beneficiosos. Puedes hacerlo a partir de la tierra de tu huerta o finca, consiguiendo un suelo rico en hongos favorecedores. Su preparación lleva en torno a una hora, o incluso menos, y es muy fácil de mantener.

Los inóculos micorrízicos se pueden preparar tanto en macetas como en un hoyo revestido con materiales reciclados. El método es prácticamente el mismo en ambos casos.

Recolecta tu "tierra de partida"

Cerca del 80% de la vegetación forma asociaciones micorrízicas, por eso puedes estar seguro de que obtendrás una buena tierra de partida en cualquier área no perturbada que contenga vegetación nativa, incluyendo árboles, arbustos leñosos y herbáceas perennes. Cava hasta una profundidad de 25cm aproximadamente, recogiendo tierra y todas las raíces finas que te sea posible. Es mejor, aunque no esencial, recoger la tierra de debajo de diferentes árboles y arbustos.

Multiplifica las micorrizas

Para multiplicar la cantidad de micorrizas originales utilizaremos plantas llamadas plantas "trampa". En la tierra recolectada se desarrollan plantas anuales que dependen de las micorrizas. Como plantas trampa habitualmente se usan dos tipos de plantas juntas, una es una especie de gramínea (un cereal) o *Allium*, y la otra una especie de leguminosa (ver tabla). Combinar maíz con judías, por ejemplo, es una buena elección ya que crecen bien juntas. Es importante saber qué plantas crecen mejor en tu zona o cuáles tienes disponibles.

Rellena unos cubos o macetas con tu tierra de partida o bien cava un hoyo de unos 50cm de profundidad y aísla el fondo con sacos de plástico u otro material de que dispongas, para luego poder extraerla.

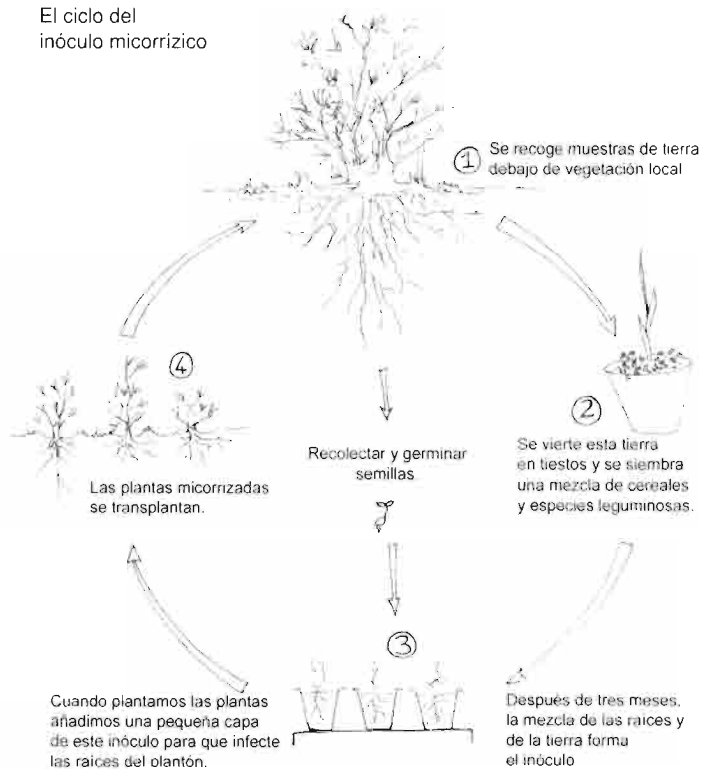
Deja las semillas de las dos especies que has elegido en remojo durante la noche, y siébralas en la maceta o en el hoyo, utilizando la tierra de partida. Pon las semillas más próximas de lo normal, alternando las especies.

Mantenimiento de las plantas 'trampa'

Una vez sembradas casi te puedes olvidar de las plantas trampa, sólo tienes que regarlas. Brotarán, desarrollarán raíces y formarán su asociación con los hongos micorrízicos.

Tres meses más tarde las plantas estarán desarrolladas. Diez días antes de usar el "inóculo" tienes que cortarlas por la base del tallo y dejar de regarlas. Esto mata a las plantas trampa y engaña al hongo, que empieza a producir esporas para reproducirse. Diez días después extrae toda la tierra en bloque de la maceta o del hoyo, recoge las raíces y córtalas en trozos de 1cm de largo aproximadamente. La mezcla de estas tiras de raíz y de tierra son el inóculo.

El ciclo del inóculo micorrízico



Usar el 'inóculo'

Se añade un poco de 'inóculo' en el momento de sembrar o plantar, de forma que las raíces tengan que atravesar una capa del mismo. El inóculo se puede usar con gran variedad de especies diferentes de árboles, arbustos y otras plantas cultivadas. En todos los casos hay que dar a la planta el mismo cuidado de siempre y, aunque se puede añadir un poco de abono natural, nunca se usarán fertilizantes ni herbicidas artificiales.

Especies 1		Especies 2
Especies de gramíneas	Especies de <i>Allium</i>	Especies de leguminosas
Maíz	Puerro	Alfalfa
Mijo	Cebollas	Judías
Sorgo		Trébol
Trigo		Guisantes
Avena		Lentejas