



## **Un método simple para realizar tu propio inóculo micorrícico**

Este es un método para inocular tus plantas con hongos beneficiosos. Puedes hacer tu propio inóculo micorrícico a partir del suelo local, creando un suelo rico en hongos beneficiosos. Este será el “inóculo”. Su preparación lleva entorno a una hora, o incluso menos, y es muy fácil de mantener.

### **Contenido...**

#### Introducción

- ¿Qué son las micorrizas?
- Resultados que puedes esperar

#### ¡Involúcrate!

#### Método para la realización de un inóculo micorrícico

#### Realizando un ensayo – cosas para tener en cuenta

***Si tienes algún problema o alguna sugerencia para mejorar esta página web o hacerla más accesible, por favor háznoslo saber.***

### **Introducción**

#### **¿Qué son las micorrizas?**

Los hongos micorrícicos son un grupo de hongos del suelo que infectan las raíces de la mayoría de las plantas. El hongo no es ningún parásito ni plaga, sino que provee a la planta de nutrientes como el fósforo, cobre y zinc, además de incrementar la disponibilidad de agua. La planta alimenta al hongo con carbono orgánico en forma de azúcares. Esta relación simbiótica no afecta a las plantas, ya que éstas producen un exceso de carbono. De hecho, la falta de agua y nutrientes es más habitualmente el factor limitante para el crecimiento de las plantas, así como para su establecimiento. Los hongos micorrícicos se encuentran en la mayor parte de los entornos, aunque su importancia es mayor en hábitats extremos, donde los nutrientes o el agua pueden estar limitados. Hay muy pocas plantas que no formen asociaciones micorrícicas, aunque la mayoría pueden vivir sin ellas. En plantas que han sido infectadas por hongos micorrícicos, el hongo es de hecho el método principal de captación de nutrientes, y no las raíces.

Existen varios tipos de micorrizas, siendo el tipo que más nos interesa el más común, que son las llamadas micorrizas arbusculares (MA). Este tipo de micorrizas son invisibles a simple vista, pero forman una fina malla a través del suelo. Penetran en las células de las raíces en cuyo interior forman arbusculas ramificadas, siendo aquí donde se produce el intercambio de nutrientes y carbono.

#### **¿Cómo sabes si una especie de planta puede ser huésped para este tipo de hongo?**

La gran mayoría de plantas forman MA. Esto incluye tanto domésticas como silvestres. No obstante algunas especies no forman esta asociación, por ejemplo pinos, abetos, píceas, y robles. Sería imposible realizar una lista con todas las especies de plantas y sus asociaciones micorrícicas, así que si tienes alguna duda contáctanos y te confirmaremos si la especie se beneficiaría del método de inoculación.



### **Resultados que puedes esperar**

La mejora más notable debe ser un aumento en la tasa de supervivencia. Se ha demostrado que las plantas micorrizadas soportan mejor las situaciones de estrés, como la sequía y las enfermedades, que las no micorrizadas. Dependiendo de tus condiciones y las especies que uses puedes notar incluso un aumento en el crecimiento. Esto es debido a que aumenta la absorción de fósforo del suelo de la planta (esto hace variar su crecimiento normal desde un pequeño porcentaje hasta doblarlo). Existen otros beneficios que las micorrizas pueden dar al suelo. Su fina estructura ayuda a estabilizar la estructura del suelo, reduciendo la erosión tanto superficial como del subsuelo. Por debajo del suelo, fuera de vista, la red de las hifas de los hongos empieza a extenderse desde tu planta, colonizando gradualmente otras plantas, poniendo en marcha la reconstrucción de un ecosistema sano. La estructura del subsuelo es la parte clave para la restauración del ecosistema. Las plantas actúan entonces como islas de fertilidad, incrementando la materia orgánica, los niveles de los nutrientes, e incrementando el flujo de nutrientes.

### **¡Involúcrate!**

Los resultados han sido realmente positivos, mostrando el crecimiento más rápido y la mayor supervivencia en las áreas más áridas de España y en Tanzania donde estamos ensayando este método. De cualquier manera, estamos aún en la fase de experimentación y queremos saber cómo funciona en diferentes localidades, climas, tipos de suelo, y con distintas tipos de especies.

Si estás interesado en producir tu propio inóculo para tu uso particular y / o llevar a cabo algunos ensayos, hemos construido esta página de métodos con una guía paso a paso para realizar tu propio experimento utilizando un inóculo con una mezcla de micorrizas hecha con tu propio suelo. Esto también te muestra cómo realizar tu propio ensayo con distintas especies hospedadoras, como los árboles o las plantas de cultivo, semillas, plántulas o plantas establecidas.

## **MÉTODO DE REALIZACIÓN DE UN INÓCULO MICORRÍCICO**

Los inóculos micorrícicos pueden ser producidos tanto en macetas como en zanjas. El método es prácticamente el mismo en ambos casos.

Si decides probar este método, nos gustaría que nos contaras cómo lo desarrollaste y qué resultados obtuviste. Nos gustaría saber si lo encontraste práctico, si las recompensas merecieron el esfuerzo, etc.

El primer paso sería rellenar un [formulario de propuesta de ensayo](#). También puedes encontrar un [ejemplo de este formulario rellenado](#) de nuestro ensayo en Tanzania. Una vez completado, esto nos dará información vital sobre las condiciones en las que realizaste el ensayo, incluyendo clima y tipo de suelo, y las especies que pretendes cultivar como plantas ‘trampa’. Eso además nos permite asegurarnos que el ensayo propuesto es viable.

Una vez que tu ensayo esté establecido nos gustaría que nos mantuvieses informados de su progreso.



Estamos siempre a tu disposición y dispuestos a darte consejo y apoyo por teléfono, correo regular o electrónico.

**Podemos ofrecerte información y apoyo en los siguientes aspectos:**

1. Donde recoger tu suelo de partida
2. Como establecer las 'plantas trampa' para elaborar tu propio inóculo
3. Como mantener tus 'plantas trampa'
4. Como recoger el inóculo
5. Como utilizar el inóculo
6. Como realizar el ensayo
7. Como medir el progreso de tus plantas inoculadas y no inoculadas

**Antes de empezar necesitarás...**

- Un sitio para cavar una zanja (hoyo) o donde poder colocar algunas macetas.
- Sacos de plástico u otra cubierta impermeable / macetas de plástico (de 5 litros o más)
- Pala u otro instrumento para cavar
- Semillas
- Agua

## 1. Recolectando tu 'Suelo de Partida'

**Materiales necesarios:** pala, sacos y / o carretilla para mover la tierra.

**¿Dónde?** Cerca del 80% de la vegetación forma asociaciones micorrícicas. Las raíces de las plantas infectadas y las esporas e hifas de los hongos beneficiosos están en el suelo y pueden colonizar nuevas plantas. Puedes estar bastante segur@ de encontrar un buen suelo de partida en alguna área no perturbada que contenga vegetación nativa, incluyendo los árboles de mayor crecimiento, arbustos leñosos y herbáceos perennes.

El mejor lugar para recolectar tu tierra de partida es bajo la vegetación autóctona que esté creciendo bien en un área que no ha sido cultivada recientemente. Es bueno si puedes recolectar algo de tierra de debajo de las mismas especies que aquellas con las que planeas utilizar el inóculo (es decir, la especie de tu árbol, arbusto o planta de cultivo).

**Método:** Limpia unos 0.5m<sup>2</sup> de la vegetación por debajo de la planta elegida. Cava hasta una profundidad de 25cm aproximadamente, recogiendo la tierra y tantas raíces finas como te sea posible. Es mejor, aunque no esencial, recoger tierra de debajo de diferentes árboles y arbustos. Si el suelo es pedregoso, pásalo por un tamiz para quitar las piedras más grandes.

## 2. Multiplicando las micorrizas

Para multiplicar la cantidad de micorrizas de tu tierra original utilizamos el método de las plantas 'trampa'. Este método implica cultivar plantas anuales dependientes de micorrizas sobre el suelo recogido. Estas plantas (plantas 'trampa') serán infectadas por el hongo micorrícico provocando la multiplicación de las micorrizas. Habitualmente dos plantas



hospedadoras se cultivan juntas para inducir la multiplicación de diferentes especies de micorrizas. Una de estas será una especie de gramínea o *allium* y la otra una especie de leguminosa. Ejemplos de estas especies se muestran en la tabla abajo. Combinar maíz con judías, por ejemplo, es una buena elección ya que crecen bien juntas. Esto depende, sin embargo, de lo que sabes que crece mejor en tu área, o de lo que tienes disponible.

<b>Especie 1</b>		<b>Especie 2</b>
<b>Especies de gramíneas</b>	<b>Especies del género <i>allium</i></b>	<b>Especies de leguminosas</b>
Maíz	Puerros	Alfalfa
Mijo	Cebollas	Judías
Sorgo		Trébol
Trigo		Guisantes
Avena		Lentejas

**Material necesario:** pala, sacos de plástico / cubos (de 5 litros o más), semillas de las dos especies que has seleccionado y agua.

**¿Dónde?** El mejor sitio es uno que no sea necesario para otro uso durante al menos 3 meses, y que puedas controlar. Necesitará ser regado regularmente, una luz adecuada y protección contra herbívoros.

**Método:** Trae tu tierra de partida hasta el lugar que hayas elegido y después rellena uno o varios cubos (dependiendo de la cantidad de inóculo que necesites). Alternativamente, puedes cavar una zanja en el suelo y forrarla con los sacos de plástico u otro material que dispongas. Esto es lo que llamamos una ‘zanja trampa’. La zanja debe ser excavada con un tamaño de aproximadamente 100cm x 50cm y con una profundidad de 50cm, y después se forra con los sacos de plástico. Para esto se puede usar plásticos, sacos de azúcar, bolsas de basura o algo similar, que se perfora para permitir el drenaje. Asegúrate de que toda la base queda cubierta por la capa así como el borde. Coloca piedras sobre el borde, llenando después la zanja con el suelo. Deja en remojo las semillas de las dos especies que has elegido durante la noche, y plántalas después más cerca de lo normal, alternando las especies. .

**Nota:** La tierra que extrajiste de la zanja puede ser usada para rellenar los agujeros que dejaste al extraer el suelo bajo la vegetación local.

**¿Cuánto inóculo quieres preparar?** Esto depende del tamaño del recipiente en el que vas a plantar, pero calcula aproximadamente que deberás rellenar 1/6 de cada maceta con el inóculo. Si lo que vas a utilizar son cultivos, mira la sección de “inocular plantas de cultivo” más abajo.

### 3. Manteniendo tus plantas ‘trampa’

Una vez que se desarrollen las plantas ‘trampa’, puedes dejarlas más o menos tal cual siempre que las riegues regularmente. Las raíces de las plantas ‘trampa’ se estarán desarrollando y formando la asociación con las micorrizas. Según la estación, tal vez tengas que darles



sombra o protegerlas del frío. En el caso de macetas, pueden ser transportadas hasta una zona más protegida.

### 4. Después de tres meses...

Diez días antes de utilizar el inóculo, corta las 'plantas trampa' por la base del tallo y deja de regarlas. Así matas la planta y engañas al hongo para que produzca esporas reproductivas. Diez días después, se prepara el inóculo mezclando las raíces de las plantas 'trampa', que deberás cortar en pedazos de aproximadamente 1 cm, y la tierra de la maceta o de la zanja. Esta mezcla de raíces y tierra es el inóculo.

### 5. Uso del inóculo

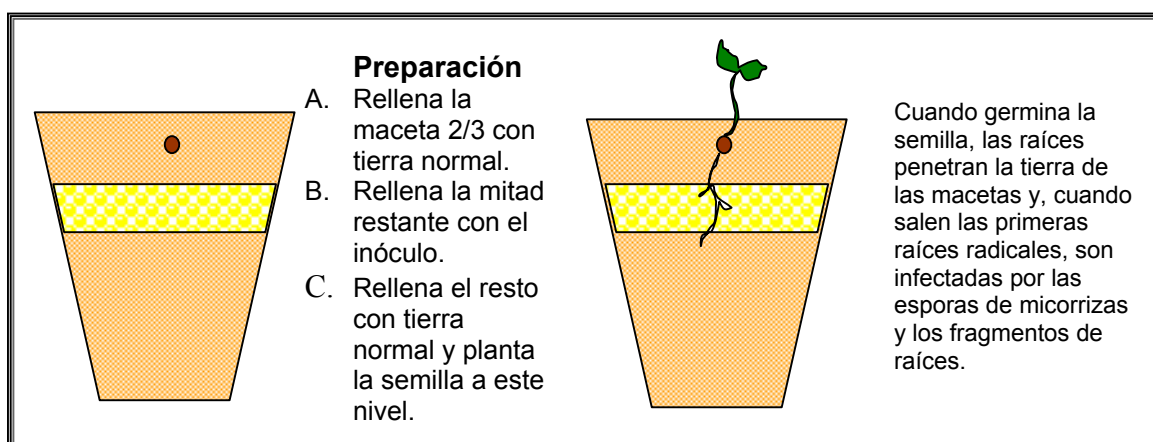
El inóculo puede utilizarse con muchos tipos de árboles, matorrales, cultivos y plantas de jardines. En todo caso, se debe cuidar las plantas de un modo normal. Un poco de abono compuesto puede complementar el inóculo pero no se debería usar ningún fertilizante o herbicida artificial.

**Hay que tomar en cuenta algunas cosas para hacer un ensayo. Ver abajo la sección "hacer un ensayo".**

Inoculando árboles, cultivándolos a partir de la semilla:

**Material necesario:** Inóculo, semillas, tubos de cultivo o macetas, tierra, abono compuesto.

**Método:** Como está indicado en el esquema más abajo, hay que rellenar las dos terceras partes de la maceta con tierra normal mezclada con un poco de abono si es posible. Después, añade una capa de inóculo y por fin otra capa de tierra normal en la que se siembra las semillas. La capa de inóculo debe tener unos cuantos centímetros de profundidad. De este modo, cuando las raíces crezcan en la maceta, atravesarán la capa conteniendo el hongo y así se infectarán rápidamente. Después, se cuidan y son plantados como de costumbre, de acuerdo con su época de cultivo. Los árboles que estén infectados con el hongo deberían resistir mucho mejor a la escasez de lluvia y mejorar el potencial micorrícico del suelo del alrededor.





## Inoculando árboles pre-cultivados:

**Material necesario:** Inóculo, árboles, pala.

**Método:** Cava el hoyo en el que plantarás tu árbol y echa una palada de inóculo. Coloca el árbol en el hoyo y esparce un poco más de inóculo alrededor mientras lo rellenas. Si vas ha añadir abono compuesto, haz un hoyo un poco más hondo, echa el abono, recúbrelo con tierra normal y *luego* añade la palada de inóculo.

## Inocular plantas de cultivo:

**Método:** Pon una pizca de inóculo en cualquier hueco en el que vayas a plantar algo. O mezcla unos puñados de inóculo con las semillas que vas a sembrar y haz la plantación normalmente. Si haces un trasplante, remoja las raíces en el agua y pon el inóculo. Las raíces estarán recubiertas de inóculo. Haz la plantación normalmente.

Una vez que has utilizado todo el inóculo que necesitas, **se puede rellenar de nuevo la maceta o la zanja** con más suelo de partida, plantar más plantas hospedadoras y repetir el ciclo. De este modo, tendrás una reserva de inóculo todo el año.

## **6. Realizando un ensayo – puntos para tomar en cuenta**

Etiquetando tus plantas

1. Anota con cuidado dónde plantaste cada planta y qué tratamiento hiciste, si es necesario. Resulta útil atribuir un número a cada planta.
2. Señala cada planta de modo que la etiqueta no sea destruida por los elementos. Es poco probable que, después de varios meses, recuerdes dónde está cada planta. Se suele clasificar las plantas como micorrizadas (**M**) o no-micorrizadas (**NM**).

Distribución de las plantas M y NM

1. No coloques las plantas demasiado cercas las unas de las otras. Al espaciarlas, se reduce el riesgo de que los hongos se propaguen a las plantas no-inoculadas.
2. Es mejor, aunque no indispensable, disponer las plantas tratadas y no-tratadas de manera aleatoria. Así se reduce el impacto de los factores ambientales que podrían tener una influencia sobre los resultados. Con este fin, se puede utilizar un diseño en bloques aleatorios (ver debajo).

### **Diseñando el ensayo**

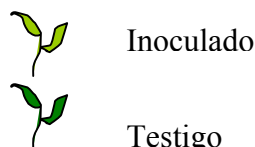
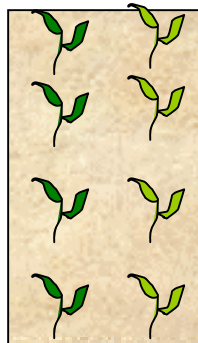
Vale la pena pensarlo mucho a la hora de decidir dónde y cuándo quieres empezar el ensayo, según el espacio y el tiempo que tengas para cuidar las plantas. Hay que instalar la maceta o la zanja ‘trampa’ **tres meses antes** de la fecha prevista para plantar tu cultivo, para que la población micorrízica madure por completo.

Intenta utilizar el método micorrízico con cualquier tipo de plantación que hagas. Si tienes espacio libre y te gustaría hacer una prueba más rigurosa del método, más adelante

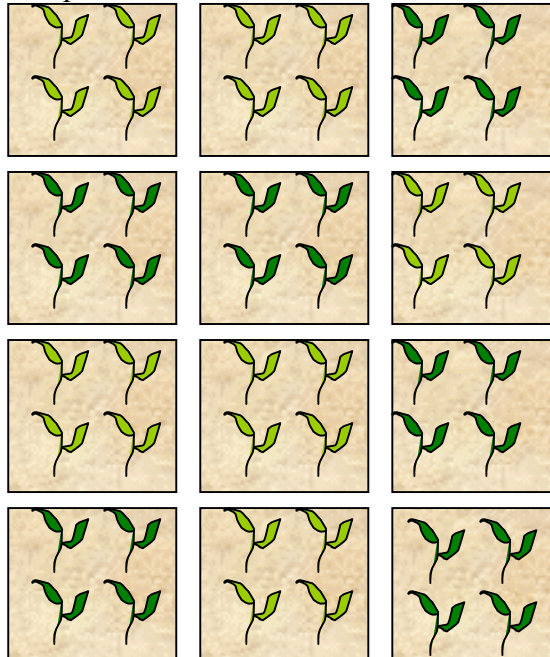


encontrarás algunos ejemplos de maneras de realizar el ensayo. La primera prueba es no aleatoria (ver el esquema más abajo), lo que tiene la ventaja de permitir una comparación directa y fácil. Sin embargo, con esta disposición, puede ser que factores externos influyan sobre los resultados. Por ejemplo, factores como la dirección del viento, la sombra y la variabilidad del suelo podrían causar un mayor crecimiento en una parte de la zona cualquiera que sea el tratamiento de las plantas. Si utilizas un diseño en bloques aleatorios, reduces fácilmente el riesgo de que tales factores influyan sobre tus resultados. Aquí tienes un ejemplo de un diseño en bloques aleatorios.

No aleatorio



Bloques aleatorios



Si tienes suficiente tiempo y recursos para realizar un ensayo, te daremos todo el soporte que podamos. No dudes en contactar con nosotros y pedir consejo sobre lo que piensas hacer.

### 7. Cómo registrar el progreso de tus plantas inoculadas o no inoculadas.

Para ayudarte a registrar datos, hemos producido hojas de datos para medir tanto la tasa de supervivencia como la altura de las plantas. A primera vista, esta hoja de cálculo puede parecer demasiado complicada, ¡pero **no te asustes**! Tienes todas las instrucciones necesarias para completar las informaciones. También hemos adjuntado un ejemplo de hoja de datos con medidas de ensayos en Tanzania. Los datos presentados en estos ejemplos no son reales, pero deberían darte una buena idea de la manera en que quisiéramos que presentes tus datos. Si tienes cualquier problema, contacta con nosotros y te podremos ayudar.

Tendrás que hacer observaciones regulares de las plantas que cultivas. En particular, hay dos medidas sobre las cuales quisiéramos tener informaciones: “supervivencia” y “altura”.

Para la **supervivencia**, sólo registrarás el número de plantas inoculadas y testigos (control) que sobreviven, lo que no requiere tanto tiempo como las medidas de altura.



## Sunseed Tecnología del Desierto

Te pediremos medidas de **altura** sólo si haces crecer una cantidad limitada de plantas o si te parece que tienes bastante tiempo y mano de obra. El sistema para medir las plantas debe ser coherente, es decir que se utilizará la misma unidad de medida (preferentemente milímetros), el mismo instrumento, y, si es posible, la misma persona registrará los datos.

Te toca a ti decidir la frecuencia de las medidas: cuanto más regulares sean, mejor. Aquí, medimos la altura y la supervivencia en los viveros cada dos semanas, y sólo una vez al mes cuando las plantas hayan sido plantadas en el campo. Se aconseja registrar las medidas a intervalos que no superen un mes.

Además de las medidas, te incitamos a hacer otros comentarios en las páginas de datos, a registrar informaciones relativas a plantas específicas (por ejemplo las que los insectos comen, que los niños rompen, etc.) y cualquier otra información sobre el ensayo y los factores externos en general (por ejemplo. fuertes lluvias, enfermedades extensas, etc.). Todo eso constituirá información útil para nosotros.

Te agradecemos toda la información que nos envíes. Nuestro objetivo estriba en ensayar este método en el mayor número de situaciones posible. No publicaríamos tus resultados sin pedirte permiso antes, y tu nombre sería citado en la publicación.

Por favor manda todos los formularios de propuesta de ensayo completados a la coordinadora de la investigación micorrícica. Si tienes alguna duda o problema al rellenar los formularios o algún otro problema o sugerencia de cómo mejorar esta pagina web o hacerla más accesible, por favor contáctanos.

Correo electrónico: [sunseedspain@arrakis.es](mailto:sunseedspain@arrakis.es)

Dirección postal: Sunseed Tecnología del Desierto  
APDO 9  
04270 Sorbas  
Almería  
España

Tel: (0034) 950 525 770