

LA MICORRIZACIÓN EN EL SECTOR FORESTAL Y PROTOCOLO DE INOCULACIÓN EN PLANTAS ADULTAS

LA MICORRIZACIÓN: UNA ASOCIACIÓN BENEFICIOSA

La micorrización es el proceso mediante el cual ciertos hongos se asocian con las raíces de las plantas a través de unas estructuras denominadas micorrizas (Fig.2). Hablamos de un tipo de asociación simbiótica, lo cual quiere decir que ambos organismos salen beneficiados:

Beneficios para el hongo:

Este tipo de hongos, denominados micorrícicos, se ven obligados a formar simbiosis con las raíces, ya que son las plantas las que gracias a la fotosíntesis, les aportan los hidratos de carbono que necesitan para su nutrición. Por lo tanto, los hongos micorrícicos dependen totalmente de esta asociación, ya que sin ella no podrían sobrevivir.



Fig. 1. El Boletus edulis es un buen ejemplo de hongo micorrícico, el cual se asocia a raíces de varias especies de frondosas y coníferas.

Beneficios para la planta:

La extensa red de micelio formada por el hongo es capaz de alcanzar lugares hasta donde las raíces no llegan, por lo que aumentan la capacidad de absorción de la planta, tanto de agua (hasta en un 60 %), como de nutrientes (P, N, K, Na, Zn...), estos beneficios se hacen especialmente relevantes en zonas con suelos pobres o durante periodos de estrés por sequía.

Además, el hongo produce sustancias defensivas que protegen a la planta contra patógenos. Sin las micorrizas, las plantas no podrían haber llegado a colonizar de forma tan efectiva el medio terrestre.

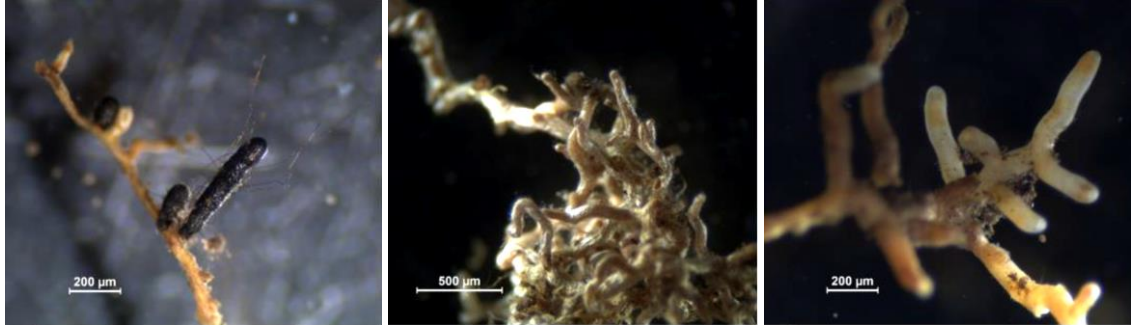


Fig. 2. Las micorrizas aparecen como engrosamientos alrededor de las raíces más finas, como se puede apreciar en las imágenes su aspecto varía dependiendo de las especies que las formen. Existen de diferentes colores, tamaños y formas, más o menos ramificadas, con o sin rizomorfos, etc.

LA MICORRIZACIÓN CONTROLADA

La micorrización ocurre de forma natural, pero también puede realizarse artificialmente con ciertas especies de interés, dirigiendo este proceso hacia un mejor establecimiento y aprovechamiento de las plantaciones forestales. De esta manera, la planta micorrizada en vivero está mejor preparada para los primeros estadios en campo y podrá estar asociada a hongos productores de setas comestibles (Fig.3).



Fig. 3. Abeto micorrizado con Boletus edulis.

Debemos saber que estos hongos crecen en forma de micelio bajo el suelo, recibiendo el alimento a través de las micorrizas. Una vez alcanzado suficiente desarrollo, fructifican en forma de setas, muchas de las cuales pueden recolectarse para su comercialización y consumo.

Por ello es muy interesante la micorrización controlada con especies comestible de interés, ya que gran parte de las setas más cotizadas son producidas por hongos micorrícicos; boletos, rúslas, amanitas, trufas, niscalos, etc.



Fig. 4. Muchos hongos micorrícicos producen setas de alto valor comercial.

Entre los micorrícicos encontramos especies que se caracterizan por fructificar asociados a plantas todavía muy jóvenes, son los que se denominan pioneros o primarios como los géneros *Laccaria*, *Pisolithus*, *Scleroderma*... Sin embargo, la mayoría de los hongos micorrícicos más apreciados son los denominados "late stage", los cuales pueden asociarse con árboles jóvenes, pero sólo producirán setas cuando lleguen al estado adulto (entre los 8-12 años de edad, según la especie y las condiciones del lugar), por lo que deberemos esperar a que los árboles alcancen un buen desarrollo para poder recolectar. También existen especies que fructifican en un periodo intermedio, algunas de interés, como pueden ser los niscalos.



Fig. 5. Hongos pioneros: Izquierda: *Scleroderma citrinum* micorrizado con castaños de un año en el vivero de **Hifas Foresta**; Derecha: Preparación de *Pisolithus arizhus* para producción de inóculo esporal.

Las setas de alto valor culinario en las repoblaciones suponen un importante ingreso complementario en nuestras masas forestales. Es por ello que plantar árboles micorrizados en vivero aumentará la productividad y rentabilidad. A continuación detallaremos cómo realizar plantaciones sostenibles y multifuncionales más rentables mediante el aumento de la productividad micológica, es lo que denominamos micofructicultura y/o micosilvicultura.

PLANTACIÓN DE ÁRBOLES MICORRIZADOS

La plantación de árboles micorrizados es un proceso empleado para producir setas silvestres en zonas donde no existen árboles preexistentes de valor. A la hora de realizar una plantación micosilvícola es importante tener en cuenta ciertos aspectos que conducirán a un mejor desarrollo del hongo y a aumentar su productividad.

Conviene tener en cuenta la especificidad de los hongos, ya que algunos de ellos son selectivos y se asocian solamente con ciertas especies de árboles. Elegiremos las especies que más se adecúen a las condiciones edafoclimáticas de nuestra zona y a las características particulares de la parcela.

Una vez realizada la plantación evitaremos las labores profundas para no dañar el micelio, pero intentaremos mantener la finca limpia de maleza, lo cual mejora la entrada de luz y la aireación, aumentando la producción de setas y facilitando su búsqueda y recolección.



Fig. 6. Las plantaciones bien cuidadas son más productivas.

Como ya hemos dicho, para una plantación de árboles micorrizados se pueden emplear diversas especies, a continuación os damos algunos ejemplos de las más adecuadas y las distancias a las cuales deben ser plantadas desde el punto de vista de la micosilvicultura y/o micofructicultura (distancia entre árboles y filas):

- Coníferas (pinos y abetos): géneros *Pinus*, *Pseudotsuga* y *Picea*; micorrizados con *Lactarius deliciosus* para producción de níscolo – Marco de plantación de 4 x 4 m (total 625 árboles/ha).
- Frondosas (castaños, robles, hayas y abedules): géneros *Castanea*, *Quercus*, *Fagus* y *Betula*; micorrizados con *Boletus edulis* - Marco de plantación de 7 x 7 m (total 205 árboles/ha).
- Frondosas truferas (encinas y avellanos): géneros *Quercus* y *Corylus*; micorrizados con *Tuber melanosporum* - Marco de plantación de 6 x 6 m (total 278 árboles/ha).

EL CASO DEL CASTAÑO, PLANTACIONES MULTIFUNCIONALES Y RENTABLES

En **Hifas Foresta** estamos especializados en la producción de castaño micorrizado, trabajamos con hasta 40 variedades diferentes y asesoramos a nuestros clientes sobre cómo realizar sus plantaciones en función de sus necesidades.

Nuestros más de 20 años de experiencia han servido para establecer numerosas plantaciones de este tipo en diversos puntos de la Península Ibérica y otras zonas de Europa, llegando a un amplio conocimiento sobre las variedades y sus métodos de plantación.



Fig. 7. Izquierda: Injerto de variedades tradicionales de fruto en una de las parcelas del vivero de Hifas Foresta; Derecha: Planta micorrizada lista para su comercialización.

Las variedades de castaño se deben elegir en función de las condiciones edafoclimáticas y el objetivo de la plantación, principalmente el destino de venta final de la castaña. Como ya hemos visto, otro factor muy importante para aumentar la rentabilidad de un soto mediante la productividad de setas, castaña y madera son las distancias o marcos de plantación. Estudios realizados por **Hifas Foresta**, en colaboración con el Centro de Investigaciones Forestales

de Lourizán nos indican que el *Boletus edulis* necesita una buena aireación y entrada de luz, lo que se consigue distanciando los árboles (Fig.8).

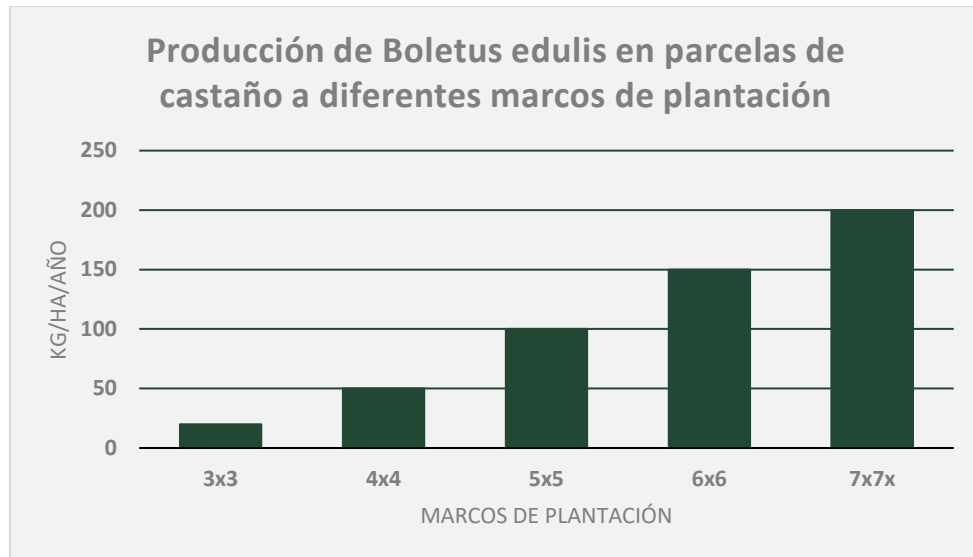


Fig. 8. A partir de estudios llevados a cabo por **Hifas Foresta** en colaboración con el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán se han conseguido los datos necesarios en cuanto a los mejores marcos de plantación para la producción de setas en plantaciones de castaño. En la gráfica se puede ver como con marcos de plantación de 7x7 metros podemos conseguir producir hasta 200 kilogramos de *Boletus edulis* por hectárea en un año.

También existe la posibilidad de realizar en un principio marcos de plantación más estrechos, que conducen a una mayor producción de castaña (debido a la mayor cantidad de planta) y mayor aprovechamiento del terreno sin afectar a la producción de setas, ya que las copas en esta etapa de la plantación todavía permiten una buena entrada de luz. Este tipo de plantaciones conllevan una disminución en la producción a partir de los 13-20 años, lo cual obligará a la realización de podas y claras, para conseguir castaños con grandes copas altamente productivos, manteniendo unas buenas condiciones para la fructificación de los boletos.

Por lo tanto, tenemos dos enfoques en plantaciones multifuncionales de castaño, uno de ellos intensivo, donde prima la mayor producción de castaña inicial (mayor cantidad de planta) y el mejor aprovechamiento del terreno, y otro menos productivo inicialmente, que busca una menor necesidad de mantenimiento futuro (menor cantidad de planta).

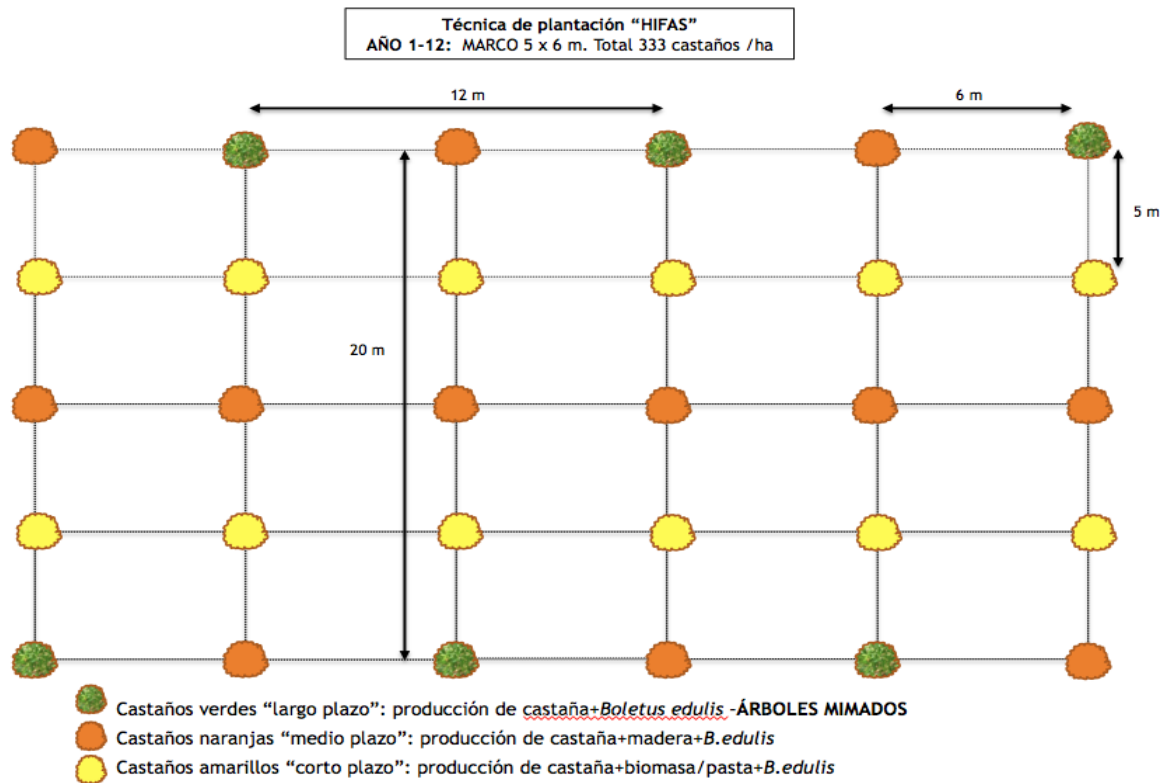


Fig. 9. Ejemplo de plantación intensiva a marcos iniciales de 6x5. Los diferentes colores marcan la edad a la que los árboles irán siendo cortados. Pasados alrededor de 40 años solo quedarán los árboles verdes separados a 12 metros, con una gran producción de castaña y *Boletus edulis*.

INOCULACIÓN DE RAÍCES PARA LA FORMACIÓN DE MICORRIZAS EN ÁRBOLES ADULTOS

Cabe la posibilidad de que tengamos alguna plantación adulta, poco productiva en setas y queramos incrementar su productividad. En estos casos podemos inducir la formación de micorrizas de hongos comestibles en las raíces mediante la aplicación del inóculo **MICO-HIFAS**, un gel micorrícico que contiene esporas y propágulos miceliares del hongo.

Existen diferentes formas de llevar a cabo micorrizaciones controladas en árboles adultos. Considerando el valor comercial y la viabilidad de la micorriza, en **Hifas Foresta** hemos diseñado y desarrollado los protocolos de micorrización para tres especies de alto valor comercial, como son *Boletus edulis*, *Lactarius deliciosus* (níscalo) y *Tuber melanosporum* (trufa negra), esta última requiere un proceso de micorrización específico (puedes encontrar información más detallada en www.hifasforesta.com).



*Fig. 10. El inóculo **MICO-HIFAS** es un gel micorrízico que contiene esporas y propágulos miceliares del hongo.*

La micorrización de níscalos y boletos se realizan de la misma manera, aunque debemos tener en cuenta que los primeros solo se asocian a coníferas (principalmente pinos y abetos), sin embargo, *Boletus edulis* tiene un rango más amplio de especies con las que se asocia.

Debemos elegir árboles preferiblemente entre 2 y 25 años de edad, debido a que presentan un sistema radicular más adecuado para realizar las inoculaciones y menor competencia de otros hongos. Se recomienda realizar esta tarea en periodos de lluvia moderada y temperaturas suaves.

Se procede rastrillando la capa superficial del suelo en la zona de proyección de la copa, profundizando entre 3 y 10 cm hasta encontrar las raíces absorbentes, que son las raíces formadoras de micorrizas (se reconocen por ser más finas). En caso de que la zona a inocular presente un exceso de vegetación o un suelo muy compactado, así como en trabajos de un número considerable de árboles, conviene que nos ayudemos de un motocultor, que mediante un fresado poco profundo nos facilitará este trabajo (Fig. 11).



Fig. 11. Para micorrizar terrenos con mucha hierba, suelos muy compactados o grandes superficies un fresado superficial nos facilitará el trabajo.

Una vez encontremos una buena maraña de estas raíces absorbentes, las colocaremos sobre una cama de sustrato de micorrización y aplicaremos aproximadamente 25 ml del inóculo fúngico **MICO-HIFAS**, impregnando bien con el gel micorrícico todas las raicillas (Fig. 12). Una vez inoculadas las cubriremos con el sustrato micorrícico y finalmente cubriremos la zona con la tierra y hojarasca retirada previamente.

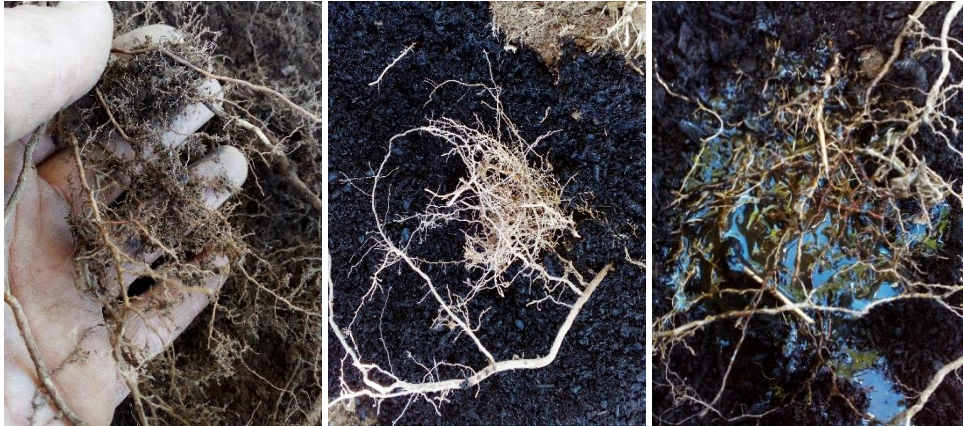


Fig. 12. Las raíces absorbentes son las formadoras de micorrizas, se reconocen por ser más finas. Deberemos inocular una buena cantidad de las mismas, las cuales suelen aparecer en forma de marañas.

Realizaremos 4 puntos de inoculación, unos 125 ml por árbol (Fig.13) y los regaremos un poco en caso de ausencia de lluvias. No se deben realizar labores profundas como el labrado, pero sí es recomendable mantener este micotopo bien cuidado, ya que de esta manera aumentaremos la producción de setas: desbroces, podas y entresacas apropiadas a cada plantación. Es conveniente regar los árboles una vez por semana en verano o en presencia de sequías prolongadas (10 días sin lluvia).

Tras la inoculación, las primeras setas empezarán a aparecer a los 18-24 meses.



Fig. 13. Rastrillaremos en cuatro puntos equidistantes situados en la proyección de la copa.

PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD

En **Hifas Foresta** contamos con más de 20 años de experiencia en el campo de la micorrización. Nuestras parcelas de castaños híbridos micorrizados cuentan con 40 años de edad. De ellas recogemos datos de producción de castaña, madera y setas anualmente. Además, existen numerosos trabajos de productividad realizados con *Pinus spp.*, *Castanea spp.* y *Quercus spp.* que demuestran la gran productividad micológica que pueden llegar a tener estos árboles.

Resultados en la planta: Con una buena micorrización, la planta consigue aumentar su crecimiento hasta en un 30 %, y hasta en un 20% la producción de fruto (en el caso de los castaños) y setas, superando en muchos casos el valor de la madera.

Resultados en números: En una plantación de castaños adultos multifuncional bien cuidada y con una buena gestión micosilvícola y frutícola, la producción por hectárea/año puede llegar a ser de 6.400 €:

6 m3 de madera a una media de 300 €/ m3	1.800 €/año
2.500 Kg de castaña a una media de 1,2 €/kg	3.000 €/año
200 Kg de Boletus edulis a una media de 8 €/kg	1.600 €/año

En un rodal de pino adulto en buenas condiciones, la producción de *Boletus edulis*, *B. pinnophilus*, *Lactarius deliciosus*, *Tricholoma portentosum*, *Cantharellus cibarius* y *C. tubaeformis* puede alcanzar 300 Kg/ha/año; lo que a un precio de venta medio de 5 €/kg supone 1.500 €/h.

Como se puede apreciar, existen formas relativamente sencillas de sacar de nuestro monte algo más que madera. Si te gustaría realizar una plantación multifuncional o mejorar la productividad micológica de tus árboles, no dudes en ponerte en contacto con nosotros, estaremos encantados de ayudarte.

