

Importancia de la micorrización artificial de diversas especies forestales españolas

J. A. RODRÍGUEZ BARREAL

En el presente trabajo, se pretende poner de manifiesto la importancia, en diversos campos, de la micorrización de distintas especies forestales españolas, constatada a lo largo de más de catorce años de trabajo, realizado en la Cátedra de Patología Forestal de la E.T.S.I.M. de Madrid.

Dichos trabajos se iniciaron en 1974, obteniéndose en 1982, por primera vez en España la micorrización del *Quercus ilex* L. con el hongo hipogeo, Ascomiceto, Tuberal, *Tuber melanosporum* Vitt. (trufa negra del Perigord).

A partir de tal fecha se ha desarrollado la micorrización de diversas especies forestales españolas con distintos hongos, generalmente de interés económico y social.

Del control del desarrollo de las plantas micorrizadas tanto en vivero, durante su primer año de vida como en parcelas de experimentación, situadas en distintos lugares de nuestra geografía, se ha puesto de manifiesto la importancia que la micorrización supone, tanto de forma indirecta como directa, en la defensa de las plantas forestales, frente a la acción de distintos agentes de deterioro bióticos del suelo o abióticos.

Asimismo dentro de este extenso campo, se trata de la micorrización de plantas obtenidas mediante reproducción vegetativa por estaquilla, lo cual supone la mejora ecológica de plantas que mantienen genotipos deseables tales como son, resistencia a enfermedades, alta producción de madera o de fruto, etc.

J. A. RODRÍGUEZ BARREAL. Unidad docente de Patología Forestal de la E.T.S. de Ing. de Montes (Madrid).

Palabras clave: *Quercus ilex*, *Tuber melanosporum*, micorrización artificial forestal.

INTRODUCCION

Desde 1974 hasta nuestros días, la antigua Cátedra de Patología Forestal y Conservación de Maderas ha venido desarrollando diversas líneas de investigación en relación con la micorrización artificial de diversas especies forestales. El equipo de investigación hasta el año 1986, estuvo dirigido por el profesor don Juan Torres Juan, pasando posteriormente a ser dirigido por el autor.

Aún cuando inicialmente la micorrización no se debe considerar encuadrada en el campo de la Patología, si no más bien en

el de la micología, dado que los hongos de micorrización son de simbiosis y no patógenos (objeto de la Patología), sin embargo, la micorrización de ciertas especies forestales presenta una serie de ventajas ecológicas y en ocasiones económicas y sociales, lo que originó el desarrollo de diversas líneas de investigación en este campo.

Las micorrizas, se pueden definir como «Simbiosis biotróficas de hongos con sistemas radiculares de vegetales herbáceos, arbustivos o arbóreos.

Se clasifican según se indica en el siguiente cuadro.

Tipos de micorrizas

Denominación clásica	Denominación actual	Características	Planta huésped	Hongos que la forman
Ectotróficas	Formadoras de «manto» (sheating)	<ul style="list-style-type: none"> — Forman «manto» que cubre la raíz. — Hifas sólo intercelulares que forman la red de Hartig. — Hongo de Micelio septado. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Betulaceae</i> <i>Fagaceae</i> <i>Pinaceae</i> <i>Eucaliptus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Agaricaceae</i> <i>Boletaceae</i> y otros
	Vesículo-arbusculares (VA)	<ul style="list-style-type: none"> — Desarrollo mayoritario del hongo dentro de la raíz. — Hifas externas no formadoras de manto. — Micelio no septado, salvo en hifas viejas. — Hifas inter e intracelulares: las intracelulares no forman red de Hartig, las intracelulares forman arbuscúlos y vesículas. 	<ul style="list-style-type: none"> (Se han encontrado en la mayoría de las plantas que viven sobre la corteza terrestre. 	<ul style="list-style-type: none"> Fomicetos microscópicos pertenecientes a la Familia <i>Endogonaceae</i>
Endotróficas	Ericoides	<ul style="list-style-type: none"> — Rudimento de manto. — Hifas inter e intracelulares: las intracelulares forman masas compactas que pueden ser lisadas o digeridas. — No se forman vesículas ni arbuscúlos. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Ericaceae</i> <i>Epacridaceae</i> <i>Empetraceae</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Ascomicetos
	Ericáceas			
	Arbutoides	<ul style="list-style-type: none"> — Forman manto. — Hifas intra e intercelulares: las intercelulares no forman red de Hartig. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Ericaceae</i> <i>Pyrolaceae</i> <i>Monotropaceae</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Arbutus</i> <i>Arctostaphylos</i> <i>Boletus</i>
(Ectendotróficas)	Orquidáceas	<ul style="list-style-type: none"> — La planta huésped tiene un periodo de suciclo de vida heterótrofo durante el cual, para sobrevivir, necesita ser infectada por un hongo micorrízico. — La infección del huésped por el hongo puede evolucionar a micorriza o parasitismo. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Orchidaceae</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Basidiomicetos

La gran mayoría de las micorrizas de las plantas forestales, son ectotróficas o ectomi-

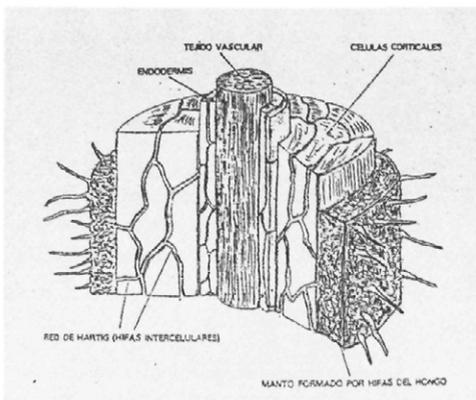


Fig. 1.—Esquema de una ectomicorriza.

corrizas, que no penetran las células corticales de las raíces, si no que rodean a estas, en determinadas zonas, con una capa o manto de hifas, denominado «manto de Hartig», el cual por su sola presencia física ya supone una cierta defensa para la raíz.

A diferencia de este tipo de micorrizas, las endotróficas, o endomicorrizas, menos frecuentes en los pies forestales, penetran las células corticales, tal como se indica en la figura 2.

De forma general, la presencia de micorrizas en el sistema radical de muchas especies forestales, supone para estas un incremento de absorción de agua y elementos nutrientes, los cuales en ocasiones difícilmente podría adquirir, lo que afectaría a su normal desarrollo, sobre todo en los primeros e importantes estadios de vida.

En ocasiones, la presencia o ausencia de

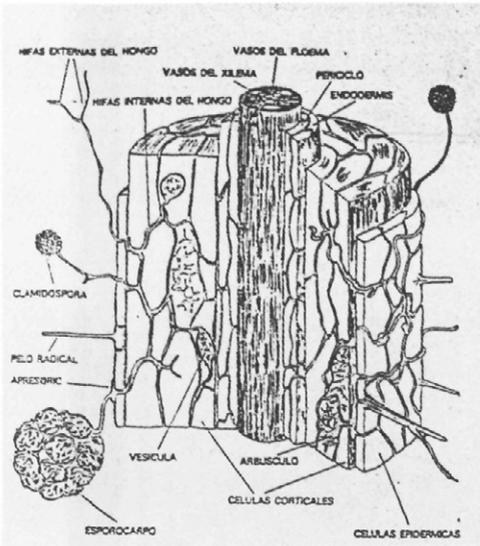


Fig. 2.—Esquema de una endomicorriza de tipo vesículo-arbuscular.

ciertas micorrizas puede condicionar la de algunas especies forestales.

En lo que hace referencia a la Cátedra de Patología Forestal en octubre de 1974 se iniciaron los estudios tendentes al logro de la micorrización artificial de la especie forestal que mayor superficie ocupa en España, el *Quercus ilex*, L. con el hongo *Tuber melanosporum* Vitt. (trufa negra del Perigord), hongo cuyos cuerpos de fructificación alcanzan un alto valor económico en virtud de sus excelencias gastronómicas.

Esta asociación micorrízica se da de forma natural en la zona oriental de la península, normalmente en lugares de economía deprimida.

En 1980, con el apoyo de la CAICYT (Comisión Asesora de Investigación científica y técnica) se dio un gran impulso a la investigación, alcanzándose el éxito en el primer trimestre de 1982.

La consecución por primera vez en España de esta importante micorrización, de forma artificial, sirvió de punto de partida para el desarrollo de nuevas líneas de investigación.

LÍNEAS DE INVESTIGACION DESARROLLADAS

La citada investigación, desarrollada inicialmente bajo unos condicionamientos principalmente económicos y sociales, tan sólo supuso el inicio de una serie de actuaciones que nos llevaría al descubrimiento de la importancia ecológica de la micorrización de ciertas especies forestales.

Micorrización de otras especies forestales

Fronosas

A partir de 1982 y en base al éxito conseguido con la micorrización de la encina, se investigó la micorrización de otras frondosas, lográndose en 1984 la del *Quercus suber* L. (alcornoque), en la temporada 1985-86 la del *Quercus faginea* Lamb. (Quejigo) y en 1987 la del *Corylus avellana* (avellano).

A fin de conocer la respuesta de las especies forestales simbiotas (huéspedes) se ensayó la micorrización con distintos tipos de tierra, denominados A y B, cuyas principales características, son las siguientes:

TIPO A	TIPO B
Humedad: 3,72.	Humedad: 5,81%.
Conductividad: 0,362.	Conductividad: 0,526.
Mat. orgánica: 3%.	Mat. orgánica: 9,92.
Arena: 53%; limo: 23%; arcilla: 24%.	Arena: 85%; limo: 6%; arcilla: 9%.
Fósforo: 10,25 ppm.	Fósforo: 157,5 ppm.
Nitrógeno: 0,063 ppm.	Nitrógeno: 0,186 ppm.
— pH:	— pH:
— H ₂ O: 7,90	— H ₂ O: 7,40
— ClK: 7,50	— ClK: 7,00
Clasificado como: Franca algo arenoso-arcillosa.	Clasificado como: Franca bastante arenosa.

(Análisis efectuados por el Laboratorio de Edafología de la E.T.S. Ing. Montes)

Coníferas

A partir de 1983, se inician los trabajos de investigación tendentes a conseguir la micorrización de distintas especies de pinos



Fig. 3.—Plantas de *Quercus ilex* L. a los tres meses de su plantación; las de la parte derecha están micorrizadas artificialmente, las de la izquierda no lo están, no habiendo emergido (hongo de micorrización *Tuber melanosporum* Vitt.).

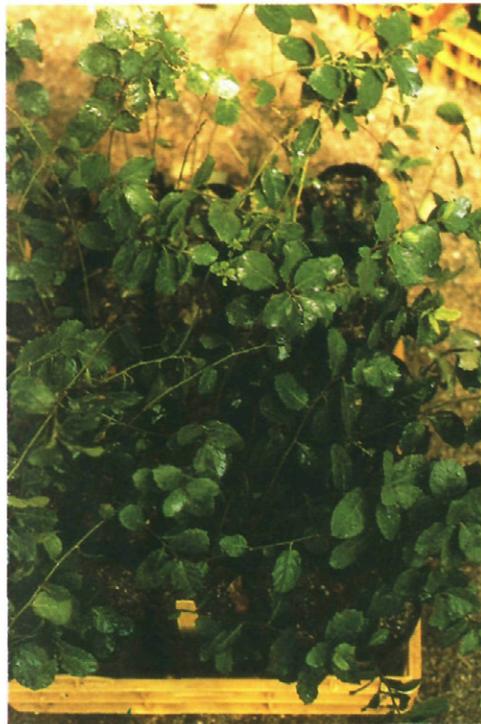


Fig. 4.—Plantas de *Quercus suber* L. micorrizadas artificialmente, de cinco meses (hongo de micorrización *Tuber melanosporum* Vitt.).

españoles con el hongo *Lactarius deliciosus* L., vulgarmente denominado «níscolo» o «robellón» (Cataluña y Levante).

Este hongo empleado en la alimentación humana, presenta una gran importancia para muchos términos municipales de España, lo que aumenta la importancia del estudio de su micorrización artificial.

En los comienzos del año 1984 se consiguió la micorrización artificial de las siguientes especies de pinos: *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. pinea* y *P. sylvestris*.



Fig. 5.—Masa de raicillas micorrizadas artificialmente de 8 meses, de *Quercus faginea* Lamb. (hongo de micorrización *Tuber melanosporum* Vitt.).

Implantación de trufas experimentales

El hecho de lograr la micorrización del sistema radical de ciertas especies forestales, no necesariamente implica que con posterioridad, los hongos de micorrización tengan que necesariamente producir cuerpos fructíferos, al ser colocadas aquellas en el campo, por lo que a fin de mantener un adecuado control, tanto de la planta simbiote como del hongo de micorrización, se colocaron una serie de parcelas de seguimiento.

Las parcelas de experimentación se eligieron en virtud de una serie de factores, entre los que se citan:

- Altitud: entre 200 y 1.200 m. (en razón del hongo de micorrización).
- Pendiente: escasa, siempre inferior al 5%.
- Orientación: de forma que tenga una buena insolación.
- Profundidad del terreno: corta a fin de lograr una buena distribución horizontal del sistema radical (caso del Tuber).

— pH del terreno: considerando tanto la especie forestal como del hongo de micorrización.

En relación con este último punto, en el caso del *Quercus suber* L. dada su preferencia por los terrenos ácidos y como de forma natural el hongo de micorrización empleado

(*Tuber melanosporum* Vitt.) aparece en terrenos básicos, las parcelas de experimentación se buscaron y colocaron en zonas de pH próximo a 7 (pH neutro).

Seguidamente se indica la ubicación de las citadas parcelas, así como las especies forestales y hongos de micorrización utilizados.

Localización	Especie forestal	Hongo de micorrización
El Toro (Castellón).	<i>Quercus ilex</i> L. <i>Pinis halepensis</i> .	<i>Tuber melanosporum</i> Vitt. <i>Lactarius deliciosus</i> L.
Manchita (Badajoz). Torrejoncillo (Cáceres).	<i>Q. ilex</i> L. <i>Pinus pinaster</i> . <i>Quercus ilex</i> L.	<i>T. melanosporum</i> Vitt. <i>Lactarius deliciosus</i> L. <i>T. melanosporum</i> Vitt.
Rosal de la Frontera (Huelva).	<i>Quercus suber</i> L. <i>Pinus pinaster</i> .	<i>T. melanosporum</i> Vitt. <i>Lactarius deliciosus</i> L.
Cortes de la Frontera (Málaga). Torres (Jaén).	<i>Q. suber</i> L. <i>Q. faginea</i> . <i>Q. ilex</i> . <i>P. halepensis</i> .	<i>T. melanosporum</i> Vitt. <i>T. melanosporum</i> Vitt. <i>T. melanosporum</i> Vitt. <i>Lactarius deliciosus</i> L.



Fig. 6.—Alineación de *Pinus halepensis* micorrizados artificialmente, de cuatro años de edad (hongo de micorrización, *Lactarius deliciosus* L.).

Conclusiones previas obtenidas

Como consecuencia del control efectuado sobre las plantas micorrizadas, en el vivero y en las parcelas de seguimiento, así como sobre plantas testigo no micorrizadas, se pudo poner de manifiesto la incidencia positiva de la micorrización en el desarrollo y consecuentemente en su salud.

Estudios comparativos con plantas micorrizadas y sin micorrizar, mostraron los siguientes hechos:

Q. ilex L.—La emergencia de las plantitas micorrizadas se inicia al mes y medio de la plantación mientras que las no micorrizadas no la inician antes de los tres meses.

A los tres meses el tanto por ciento de plantas micorrizadas nacidas es del 60%, mientras que a los 5, es de un 92%, presentando las plantas una altura media de 28 cm., mientras, que en este tiempo la emergencia de las no micorrizadas es inferior al 50%, presentando alturas inferiores a los 18 cm. (fig. 3).

Q. suber L.—La emergencia de las plantas micorrizadas es total a los 4-5 meses de haberse realizado la plantación, mientras que



Fig. 7.—Detalle de raíz de *Pinus halepensis* micorrizada artificialmente con *Lactarius deliciosus* L.

no supera el 60% con las no micorrizadas (fig. 4).

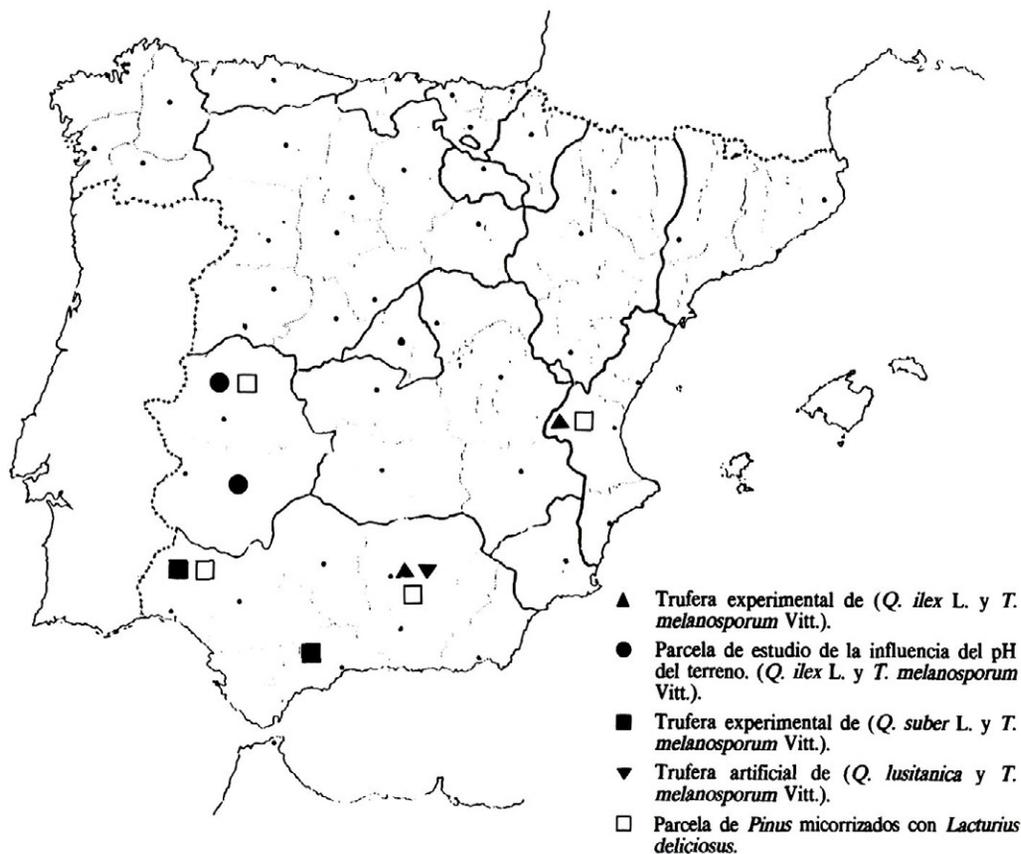
Q. faginea Lamb.—La emergencia de las plantas micorrizadas se inicia al mes y medio

y de efectuarse la plantación, mientras que con las no micorrizadas se inicia transcurridos los dos meses y medio.

Del control del desarrollo de las plantas en las parcelas de experimentación se observa que el número de marras de plantas simbiotas es muy bajo, presentando unas alturas al cabo de dos años que duplican ampliamente la de implantación.

En el caso de *Q. ilex* y de *Q. suber*, en tres años se han superado, en gran número de casos, el metro de altitud, lo que indica un desarrollo excelente en estos primeros años de vida, sobre todo considerando que fueron colocadas con alturas nunca superiores a los 25-30 cm.

De forma similar se comportan los pinos, alcanzando al cabo de cuatro años alturas superiores al metro; *P. pinea*, 1,35 m.; *P. halepensis*, 1,20 m.



De todo lo expuesto en este apartado se deduce:

1) **Las plantas micorrizadas presentan un desarrollo muy superior a las no micorrizadas, en sus primeros años de vida,** lo que incide positivamente en su grado de resistencia frente a posibles agentes de deterioro (Plantas de vivero).

2) **El número de muertes de plantas por causas abióticas o bióticas, tras ser colocadas en el campo, es muy bajo en el caso de plantas micorrizadas,** lo que induce a pensar en una protección debida a la micorrización. Este hecho concuerda con los trabajos de diferentes investigadores (ROBERT PERRIN, W. A.; HEATHER, D. H. MAX, etc.), los cuales han puesto de manifiesto la acción, en ciertos casos, de las micorrizas frente a la acción de diversos hongos patógenos del suelo, observada principalmente en plantas de vivero. Entre los citados hongos están los pertenecientes a los géneros: *Phytophthora* y los productores de Damping-off, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Phitium*, etc.

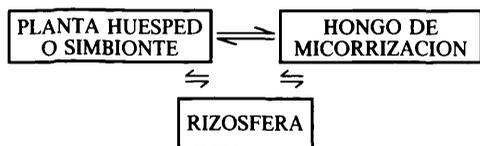
De este forma se pone de manifiesto que la micorrización de especies forestales, supone una mejora ecológica para estas, presentándose en ciertos casos como una forma de defensa frente a agentes de deterioro.

LINEAS DE INVESTIGACION DE DESARROLLO ACTUAL O FUTURO

Como consecuencia de la vertiente ecológica citada, se han iniciado una serie de líneas de investigación, a partir del año 1987, las cuales se mencionan seguidamente.

Efectos de la micorrización en la protección de plantas forestales frente a agentes bióticos y abióticos de deterioro

La implantación de micorrizas en el sistema radical de las especies vegetales superiores, establece una interacción triple



como consecuencia de la cual, se originan en el suelo una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que inciden finalmente en un mejor crecimiento de las plantas micorrizadas simbiotes.

Así, las raíces de las plantas exudan una serie de elementos que colonizan la rizosfera, induciendo una mayor facilidad para la micorrización de ciertos hongos. Una vez establecidas las micorrizas, controlan éstas los exudados radicales, realizando una absorción directa de nutrientes del suelo a la planta simbiote.

La actuación de las micorrizas en cuanto a la protección de las raíces frente a los agentes patógenos del suelo se refiere, se basa en los siguientes hechos:

- a) Mayor desarrollo general de la planta en sus primeros estadios de vida.
- b) Competencia con los organismos patógenos del suelo tanto por la absorción de nutrientes, como por el lugar de colonización, ocupando la rizosfera e impidiendo así la posible implantación de otros hongos patógenos.
- c) Exudación, en ciertos casos de enzimas que protegen la raíz de los patógenos.
- d) Producción de metabolitos antimicrobiales en la raíz.

Asimismo, la micorrización del sistema radical de las plantas forestales, puede en ciertos casos suponer un incremento de su protección frente a agentes de deterioro de tipo abiótico, pudiéndose citar los casos siguientes:

- a1) Evitando en cierto grado un posible stress hídrico, al suministrarla una mayor cantidad de agua.
- b1) Inhibiendo en cierto grado la acción de metales pesados, contaminantes del suelo.
- c1) Defendiéndola frente a la acción de las bajas temperaturas, sobre todo en las primeras etapas de vida que, coincidentemente, es cuando más expuesta se encuentra a este tipo de daños. En esta línea, el incremento de desarrollo de las plantas por la micorrización supone:

- mayor desarrollo del sistema radical;
- mayor lignificación de los jóvenes tejidos de la planta;

todo lo cual supone de hecho una mayor protección frente a las bajas temperaturas.

En base a todo ello, en 1989, se iniciará un estudio de la influencia de la micorrización de los *Eucalyptus* en el incremento de resistencia a las bajas temperaturas. Dicho estudio, dada la importancia de la especie, sobre todo desde el punto de vista industrial (celulosa y papel), así como en razón de la alta susceptibilidad que presenta frente a las bajas temperaturas, puede presentar una gran importancia.

Micorrización artificial de especies forestales obtenidas mediante reproducción vegetativa

Esta línea de investigación se debe considerar un paso más en los procesos de micorrización de especies forestales.

Mediante la reproducción vegetativa por estaquilla, se logra el mantenimiento de los genotipos de la planta de la que proceden dichas estaquillas. De esta forma se pueden conservar caracteres tales como, producción de frutos o madera, resistencia a enfermedades, etc.

Así se puede, mediante la micorrización posterior de las estaquillas ya enraizadas, lograr un gran número de plantas en un corto tiempo, con un gran interés, según los genotipos a considerar.

En el pasado año de 1988, un equipo formado por tres profesores de las cátedras de Selvicultura, Anatomía y Patología, comenzamos a trabajar en esta línea con la especie *Corylus avellana* L. (avellano) y el hongo de micorrización *Tuber melanosporum* Vitt.

En este caso particular, otra de las ventajas a obtener, a parte del mantenimiento de genotipos, es la reducción del tiempo de obtención de planta micorrizada, bastante dilatado en el caso de partirse de semilla.

La experiencia iniciada en el mes de marzo consiguió el enraizamiento en medio estéril de estaquillas en el mes de julio, tras lo que se procedió al inicio de su micorrización.

En relación con esta línea de investigación y a la espera de analizar los resultados obtenidos con el *Corylus avellana* L. se desea iniciar la micorrización de plantas de *Populus* y *Salix* obtenidas mediante reproducción vegetativa, con el hongo de micorrización *Tuber magnatum* Pico denominado vulgarmente trufa blanca del Piamonte, cuyos cuerpos de fructificación alcanzan altos valores en los mercados europeos, sobre todo en los italianos.

CONCLUSIONES FINALES

1) La micorrización de especies forestales supone una serie de ventajas ecológicas para ellas, así como en ciertas ocasiones otras económicas y sociales.

2) La micorrización del sistema radical proporciona un cierto grado de protección a la planta forestal, tanto indirecta como directamente, frente a la acción deteriorante de agentes abióticos y bióticos del suelo.

Protección indirecta: El incremento de nutrientes y agua por las micorrizas que supone un mejor desarrollo de la planta y una mayor resistencia a la sequía, bajas temperaturas, etc.

Protección directa:

- Por competición en el espacio de la rizosfera con hongos patógenos impidiendo su implantación.
- Por emisión de las micorrizas de sustancias enzimáticas que actúan frente a los patógenos del suelo.
- Por producción de metabolitos antimicrobianos en la raíz.

3) Gran importancia de la micorrización de plantas forestales obtenidas mediante reproducción vegetativa, en relación con la reforestación, al conseguirse gran número de plantas en un corto período de tiempo y con una excelente salud.

Por último, se adjunta una lista bibliográfica en la que se puede ampliar la información sobre este tema.

ABSTRACT

RODRIGUEZ BARREAL, J. A., 1989: Importancia de la micorrización artificial de diversas especies forestales españolas. *Bol. San. Veg. Plagas* 15 (1): 33-41.

The main focus of this paper is the mycorrhization of different Spanish forest species through 15 years of experimentation.

The mycorrhizal plants were controlled in nursery (1st year plants). It was studied the influence of mycorrhization on the defense of plants against biotic and abiotic decay agents.

Finally it was studied the importance of mycorrhization plants obtained through vegetative reproduction respect the maintenance of desirable genotypes, high productions, etc.

Key words: Controlled mycorrhization. Ectomycorrhizas. Vegetative reproduction and mycorrhization. *Quercus ilex* L., *Tuber melanosporum* Vitt.

REFERENCIAS

- AZCÓN, C. y BAREA, J. M. (1980): Micorrizas. Libros de investigación y ciencia. *Biología vegetal* (1987), pp. 83-91.
- BOYD, R.; FURBANK, R. T. y READ, D. J. (1986): Ectomycorrhiza and the water relations of trees. *Mycorrhizae; physiology and genetics*. 1^a ESM, Dijon 1-5 July. INRA Paris, p. 689-693.
- CHAKRAVARTY, P. y UNESTAM, T. (1986): Role of mycorrhizal fungi in protecting damping-off of *Pinus sylvestris* L. seedlings. *Mycorrhizae; physiology and genetics*, 1^a ESM. Dijon 1-5 Julio 1985. INRA Paris, 1986, pp. 811-814.
- CRYLVERS, G. A. y PRYOR, L. D. (1965): The structure of eucalypt mycorrhizas. *Aust. J. Bot.*, **13**: 245.
- ENTRY, J. A.; CROMACK, Jr.; STAFFORD, S. y CASTELLANO, M. A. (1987): The effect of pH and aluminium concentration on ectomycorrhizal formation in *Abies balsamea*. *Can. J. our. For. Rese.*, **17**: 865-871.
- FROIDEVANX, L. (1975). Les champignons ectomycorrhizogènes des arbres forestiers peuvent ils devenir pathogènes? *SCH. ZEIT. Forst.* 126: 8.
- FROIDEVANX, L. (1977): Aspects cualitatifs et cuantitatifs des champignons hypogés truffoides mycorrhiziques en forêt. *SCH. ZEIT. Forst.*, 10.
- GAMBAYE, J. y PERRIN, R. (1986): L'inoculation ectomycorrhizienne des plants feuilles sur tourbe fertilisée: resultats sur chene pedunculé (*Quercus robur* L.) avec quatres souches fongiques. *Eur. Jour. of For. Pathology*, **IV**.
- HARLEY, J. L. (1986): Mycorrhizal studies; past and future. In: Gianinazi-Pearson, V.; Gianinazi, S. (edit.). *Physiological and genetical aspects of mycorrhizas*. INRA Paris. New York, pp. 25-33.
- KUC, J. (1983): *The dynamics of host defence*. (Edt. J. A. Bailey y B. J. Deverall). Academic Press.
- LANIER, L.; YOLY, P.; BONDOUX, P. y BELLEMERE, A. (1976): *Micologie et Pathologie Forestieres*. **II**. Masson. Paris, New York, pp. 39-60.
- MARX, D. H. (1972): Ectomycorrhizae as biological deterrents to patogenic root infections.. *Ann. Rev. of Phytop.*, **10**: 429-454.
- MOLINA, R. y CHAMARD, J. (1983): Use of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in forestry 2. Effects of fertilizer forms and levels on ectomycorrhizal deponderosa pine (*P. ponderosa*). *Can. Jour. For. Res.*, **13**: 89-95.
- NYLUND, J. E. et al. (1982): Simple diagnosis of ectomycorrhiza formation and demonstration of the architecture of the Hartig net by means of a clearing technique. *Eur. Jour. of Forest Pathology*, vol. de julio.
- PERRY, D. A.; MOLINA, R. y AMARANTHUS, M. P. (1987): Mycorrhizae, micorrhizospheres and reforestation: current knowledge and research needs. *Can. Jour. For. Res.*, **17**: 929-940.
- PRICHETT, W. L. (1986): Micorrizas: formas y funciones. 233-251. En la obra de Pritchett (ed.). *Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento*. Ed. Limusa. México, 635 págs.
- VOIGHT, G. K. ((1971): Mycorrhizae and nutrient mobilization. En la obra de HacsKaylo (ed.) *Mycorrhizae*. *USDA. For. Serv. Pub.*, 1189.
- WALKER, C. y Mc NABB, Jr. (1984): Mycorrhizal simbionte associated with hybrid poplars from Iowa, USA. *Eur. Jour. of For. Pat.*, octubre 1984.

(Aceptado para su publicación: 12 agosto 1988)