

MESA 2

MICORRIZAS EN REPOBLACIONES EFECTUADAS EN ZONAS DEGRADADAS POR INCENDIOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

JAVIER DE VICENTE LÓPEZ, JOSE ALFONSO DOMÍNGUEZ NÚÑEZ**, JOSE ANTONIO RODRÍGUEZ BARREAL**

* Dpto. de Ingeniería Rural. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022. Valencia
Tfo.: 963 879 137
E-mail: fravilo@agf.upv.es

** Dpto. Silvopascicultura. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Av/ Ciudad Universitaria s/n. 28040, Madrid.
Tfo.: 91 336 71 03

E-mail: jadominguez@montes.upm.es

Resumen

Se ha realizado en la provincia de Valencia un estudio piloto de las poblaciones de hongos ectomicorrícicos en dos repoblaciones forestales de *P. halepensis* efectuadas el mismo año, sobre terrenos degradados provenientes de incendios forestales reiterados, dentro del mismo ámbito biogeoclimático y métodos de preparación del terreno homogéneos, pero que han tenido resultados claramente diferentes en el porcentaje de marras. Los resultados muestran una cierta relación entre la cantidad y diversidad de hongos de micorrización y las posibilidades de éxito de las repoblaciones forestales efectuadas.

PALABRAS CLAVE

Ectomicorrizas, *Pinus halepensis*, repoblación forestal, Valencia, ecología

INTRODUCCIÓN

A finales de la década de los ochenta y principios de los noventa se sucedieron numerosos incendios forestales en la Comunidad Valenciana. A lo largo del periodo 1995/2000 las repoblaciones forestales fueron establecidas no solo en zonas incendiadas sino, más ampliamente, en zonas especialmente degradadas y con graves riesgos de erosión y desertificación. El seguimiento de estas repoblaciones ha sido escaso (ALLOZA et al., 2004), con resultados dispares, con tasas de mortalidad, en general, superiores a las esperadas, y sin un claro factor de influencia.

Por otro lado, el uso de la simbiosis micorrícica en actuaciones de reforestación ha sido ampliamente estudiada y su efectividad demostrada, en diferentes especies y situaciones (MIKOLA 1973; MARX 1980; MOLINA & TRAPPE 1982; PERRY et al., 1987). La disminución de la cantidad de inoculo y de la diversidad de especies de hongos micorrícicos tras un incendio forestal, provocan graves problemas en la regeneración natural post-incendio (HARVEY et al. 1980).

En el presente trabajo se analizan y comparan las poblaciones de hongos ectomicorrícicos de dos repoblaciones forestales similares efectuadas el mismo año, sobre terrenos degradados provenientes de incendios forestales reiterados, dentro de un mismo ámbito biogeoclimático, pero que han tenido resultados diferentes respecto a la supervivencia de las plántulas. El objetivo es estudiar la

posible relación entre la presencia de inoculo micorrícico en el suelo y el éxito inicial de arraigo de las repoblaciones efectuadas.

MATERIAL Y METODOS

Selección de las parcelas de muestreo

El estudio se llevó a cabo sobre dos repoblaciones forestales seleccionadas entre todas aquellas efectuadas durante en el período 1995/2000, sobre terrenos previamente incendiados en la Comunidad Valenciana. Se realizó un análisis territorial de las áreas quemadas y repobladas, a partir de cartografía digital de montes públicos incendiados (GVA, 2002) y a la clasificación biogeoclimática de la península Ibérica (ELENA et. al, 1997). Se observó que la clase biogeoclimática más frecuente del área quemada correspondía a la denominada CT407 (VICENTE DE, 2002), de forma que, para una mayor representatividad, se buscaron dentro de CT407, dos repoblaciones forestales coetáneas (1998), cuyas tasas de supervivencia a lo largo de los primeros años de plantación hubieran sido diferentes (VAERSA, 1999). Finalmente se seleccionaron dos repoblaciones forestales llevadas a cabo en el año 1997 en los Términos Municipales de Chera y Sot de Chera, en los montes públicos de “El Burgal y Otros” y “Caseta de la Perdiz” respectivamente. Se eligieron al azar dos parcelas de unas 20 has. cada una con la misma orientación y rango de pendiente, una de ellas “El Palancar” dentro del monte del El Burgal, y la otra “Caseta de la Perdiz”, dentro del monte del mismo nombre.

El área general de ambas parcelas se caracteriza por sustratos calizos, con un alto nivel de pedregosidad superficial y subsuperficial, de tipo rendziforme con profundidades medias inferiores a los 80 centímetros y escasos horizontes de desarrollo. Clima mediterráneo con carácter continental, ombroclima seco, con precipitación anual media de 700 mm. La sequía estival es acusada, concentrándose las precipitaciones fundamentalmente en invierno. La duración del período seco se sitúa entre los 60 y los 70 días-año. La evapotranspiración media anual supera los 800 mm. Temperaturas medias de marcada la influencia mediterránea, con valores 7,5 °C para la temperatura media del mes más frío y de 21°C para el mes más cálido. Ambas parcelas se estaban situadas sobre pendientes inferiores al 30%, con orientación de solana y altitud entre 720 y 800 m. y correspondían a repoblaciones de *Pinus halepensis* (CAMERATTI, 1996)

Toma de datos y muestreo en campo

En mayo de 2002 se realizó un análisis de la supervivencia de las plántulas en cada parcela, realizando un muestreo sistemático. En cada parcela se muestreó una línea de subsolado de cada tres, y en cada línea muestreada se contaron veinte plantas seguidas, otras veinte sin contar, y así sucesivamente. Para el análisis de las plántulas de repoblación, se seleccionaron, al azar, cinco plantas vivas por parcela. De cada planta se midió la altura y diámetro en el cuello de la raíz. Posteriormente, mediante un azadón, se intentó sacar cada planta completa, con la mayor parte posible del sistema radical en muestras de suelo de 10 a 20 cm de anchura y profundidad, con total aleatoriedad y homogeneidad. Cada muestra se identificó con las iniciales del nombre del monte repoblado y con un número. Las muestras de suelo y raíces se introdujeron cuidadosamente en bolsa de polietileno cerrada y se almacenó en cámara frigorífica a 4° C hasta el momento de análisis en laboratorio.

Análisis en laboratorio

Para cada muestra de suelo y raíces se procedió de la siguiente manera: se dejó la muestra en agua con detergente durante 24 horas en frigorífico; posteriormente se retiró con cuidado la mayor parte del sistema radical, que se sumergió nuevamente en agua; el resto de raíces se separó cuidadosamente del suelo muestreado mediante sucesivos lavados y filtrados mediante mallas de 2,5 mm y 0,5 mm de diámetro; por último la totalidad de las muestras radicales fueron seleccionadas y troceadas en 2 a 3 cm, y preparadas para su observación en estereomicroscopio. En algún caso se

pusieron las muestras radicales bajo inmersión en un fijador para su conservación y posterior observación, aunque el período transcurrido nunca superó los cinco días. En cada análisis se realizó, inicialmente la descripción de los morfotipos de ectomicorizas; se intentó realizar la identificación de los morfotipos, según las descripciones publicadas de ectomicorizas identificadas por diversos autores (AGERER, 1987-98; BENCIVENGA et al., 1995; DONNINI & BENCIVENGA, 1995; GOODMAN et al., 1996-2000; GRANETTI, 1995; INGLEBY et al., 1990; MEOTTO et al., 1995; SÁEZ Y DE MIGUEL, 1995). Cada morfotipo de ectomicoriza fue cuantificado mediante el *gridline intersect method* (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980). También se estimó la riqueza de ectomicorizas (nº morfotipos/planta)

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa *Statgraphics plus 5.0*. Se realizó un análisis de varianza ANOVA para detectar diferencias entre tratamientos. La comparación de medias se realizó mediante el test de Tukey con $p < 0,05$. En caso de varianzas no homogéneas se aplicó un test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 1. se presentan los datos de supervivencia de ambas parcelas en 1999 (VAERSA, 1999) y en el muestreo realizado en 2002. En el año 99 se observa una diferencia entre ambas parcelas, que parece haber aumentado en el 2002.

En la tabla nº 1 se presentan los datos de crecimiento de las plantas en ambas parcelas. Tanto en la altura como en el diámetro no se observaron diferencias significativas entre parcelas.

En la totalidad de muestras analizadas se describieron nueve morfotipos diferentes (VICENTE DE, 2002), aunque ninguno de ellos fue identificado .

En la Fig. 2. se resume el número total de ápices micorrizados que se contabilizaron para cada morfotipo y parcela. Las frecuencias de morfotipos por planta se presentan en la figura 3.

Los datos de crecimiento en altura (Tabla 1) presentaron unos valores bastante homogéneos. En los crecimientos en diámetro, aparecen diferencias algo mayores entre parcelas, aunque no son significativas. Mientras que en la parcela de El Palancar, con marras superiores al 80%, el diámetro del cuello de la raíz presenta una media de 12,8 mm, en la parcela de Caseta de la Perdiz es hasta un 28% mayor. Este dato puede indicar una mayor robustez de las plantas de esta segunda parcela y unas mejores condiciones ambientales. Otros autores también han observado que el diámetro puede ser un parámetro más sensible que la altura al efecto de la micorrización (MARX et al., 1994), por lo que pudiera existir una cierta relación entre la supervivencia, el diámetro y el inoculo micorrízico en la Caseta de la Perdiz.

En cuanto al análisis de las ectomicorizas, a primera vista destaca la presencia de una cantidad significativamente mayor de morfotipos (Fig.4.) en la parcela con mayor supervivencia (Caseta de la Perdiz), que puede ser indicativo de una mayor riqueza de inoculo ectomicorrízico en el suelo. Se observa la presencia casi generalizada del morfotipo CA (Fig. 2 y 3) en las muestras radicales. Este morfotipo podría corresponder a un hongo de micorrización procedente del vivero de origen, ya que la presencia de inoculo ectomicorrízico en el terreno no parece ser muy alta. Se observa la presencia de un segundo morfotipo más o menos importante en cada una de las parcelas estudiadas (Fig. 2 y 3); el morfotipo CF en la parcela de Caseta de la Perdiz, se encontró en la totalidad de las muestras, con una tasa de micorrización del 61%, superior al 30% del morfotipo común CA. En la parcela de El Palancar, el morfotipo CC aparece (20%) menos frecuentemente que el común CA (56%), y solamente en una de las 5 muestras. Existe un alto grado de variación entre las tasas de micorrización de las muestras, tal como han observado otros autores (Honrubia et al, 1997), indicativo, bien de un pequeño tamaño muestral, o bien de una variación intrínseca muy alta de la

micorrización. Sin embargo, se observa que las muestras de la parcela Caseta de la perdiz, presentan, en general, errores estándar más bajos que las de El Palancar, indicador de una posible mayor estabilización de las poblaciones micorrícicas existentes. Tal y como se aprecia en la Fig. 5., existen 3 morfotipos presentes en más del 50% de las muestras de la parcela caseta de la perdiz. Observando la Fig. 4. parece que la parcela con mayor supervivencia de plantas (Caseta de la Perdiz) podría presentar una mayor riqueza de inoculo ectomicorrícico con más hongos ectomicorrícicos a disposición de las raíces, alguno de los cuales (CF) podría haber sustituido de forma importante a hongos procedentes de vivero. Sin embargo, en la parcela de El Palancar los resultados no son claros.

En cuanto al resto de morfotipos, en general tienen poca significación ya que la mayoría de ellos tan sólo aparece en alguna de las muestras estudiadas. No obstante, la presencia del morfotipo CE en Caseta de la Perdiz en 3 de las 5 muestras, y con porcentajes de micorrización del 5 al 16%, parece remarcar la idea de que esta parcela tiene una mayor diversidad y cantidad de inoculo micorrícico, relacionándose con la mejor supervivencia y crecimiento de las plántulas de repoblación en los primeros años.

Conviene tener presente la probable evolución de hongos de micorrización presentes desde que la planta llega del vivero y durante los primeros años de plantación. La presencia de hongos de micorrización puede ser un factor determinante a la hora de planificar nuevas repoblaciones forestales en suelos degradados y en climas secos, aunque habría que seguir investigando, de manera que se pudiesen identificar morfotipos reincidentes que influyesen favorablemente en el arraigo y desarrollo de las repoblaciones.

En resumen, parece que la parcela con mayor tasa de supervivencia de plantas tiene un mayor potencial micorrícico, tanto en cantidad como en diversidad.

Agradecimientos

Al Centro de Educación Ambiental de Sagunto, de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana, por la infraestructura aportada en el análisis de micorrizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGERER R. (1987-1998) "Colour Atlas of Ectomycorrhizae". Ed. Einhorn-Verlay (Munich).

ALLOZA, J.A., BAUTISTA,S., Y VALLEJO, V.R., 2004. La evaluación de resultados en las repoblaciones forestales. En "Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo". Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM).

BENCIVENGA, M., DONNINI, D., TANFULLI, M., Y GUIDUCCI, M. 1995. Tecnica di campionamento delle radici e degli radicali per valutazione delle piante micorrizzate. Mic. Ital., 2: 35-47.

CAMERATTI, G., 1996. Protección del suelo mediante repoblación en los términos municipales de Chera, Sort de Chera y Loriguilla, Valencia. Nº proyecto 332-97-V. Conselleria de Medioambiente. Generalitat Valenciana.

DONNINI, D. & BENCIVENGA, M., 1995. Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 2- Inquinanti in campo. Micol. Ital. 2: 185-207.

ELENA, R., 1997. Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear. M.A.P.A. 446 pp.

GIOVANNETTI M & MOSSE B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytologist* 84: 489-500.

GOODMAN, D.M., DURALL, D.M., TROFYMOW, J.A. & BERCH, S.M., 1996-2000. A manual of concise descriptions of North American ectomycorrhizae. Mycologue Publications. British Columbia.

GRANETTI, B., 1995. Caratteristiche morfologiche, biometriche e strutturali delle micorrize di *Tuber* di interesse economico. *Micol. Ital.*, 2: 101-117.

HARVEY, A.E., M.F. JURGENSEN, & M.J. LARSEN. 1980. Clearcut harvesting and ectomycorrhizae: Survival and activity on residual roots and influence on a bordering forest stand in western Montana. *Canadian Journal of Forest Research* 10:300–303.

GVA, 2002. “Propuesta de digitalización de incendios forestales de la comunidad valenciana en 1993,1994 y 1995. Expediente nº CNCA 02-0702-56. Conselleria de Medioambiente. Generalitat Valenciana.

INGLEBY, K., MASON, P.A., LAST, F.T. & FLEMING, L.V., 1990. Identification of ectomycorrhizas. ITE. Research publication nº5.

MARX, D.H., 1980. Ectomycorrhizal fungus inoculations: a tool for improving forestation. In *Tropical mycorrhiza research*. Ed. By P.MIKOLA. Clarendon Press, Oxford.

MARX, D.H., RUEHLE, J.L. & CORDELL, C.E., 1994. Methods for studying nursery and field response of trees to specific ectomycorrhiza. In: *Techniques for mycorrhizal research. Methods in Microbiology*. J.R.NORRIS, D.READ & A.K.VARMA (Ed). Pp: 383-411.

MEOTTO, F. & NOSENZO, C. & FONTANA, A., 1995. Le micorrize delle specie pregiate di *Tuber*. *L'Informatore Agrario* LI, 31:41-45.

MIKOLA, P. (1973) Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In: *Ectomycorrhizae* (eds G.C. Marks & T.T. Kozłowski). Academic Press, London, UK. pp. 383–411.

MOLINA, R. & TRAPPE, J.M., 1982. Applied aspects of ectomycorrhizae. In *Advances in agricultural microbiology*. Ed. By R. SUBBA & N.S. OXFORD. IBH Publishing Co., New Delhi. Pp: 305-324.

PERRY, D.A., MOLINA, R. & AMARANTHUS, M.P. (1987) Mycorrhizae, mycorrhizospheres, and reforestation: current knowledge and research needs. *Canadian journal of Forest Research* 17, 929–940.

SAEZ, R. y DE MIGUEL, A. 1995. Guía práctica de truficultura. Ed. I.T.G. Agrícola S.A. y Universidad de Navarra. Pamplona. 94 pp. ISBN 84-235-1388-2

VAERSA, 1999. Revisión del estado de las repoblaciones en los términos municipales de Chera, Sort de Chera y Loriguilla, Valencia. Documento interno. Valenciana de Aprovechamiento Energético de Residuos, SA.

VICENTE DE, J., 2002. Estudio piloto de caracterización micorrícica en repoblaciones efectuadas en zonas degradadas por incendios forestales en la comunidad valenciana. Trabajo Tutelado de Doctorado. Departamento de Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid.

Tabla 1: Parámetros morfológicos en cada parcela

Parcela	Altura	Diámetro
Perdiz	57,2 ($\pm$ 5,7) a	16,4 ($\pm$ 1,9) a
Palancar	54,6 ($\pm$ 5,2) a	12,8 ($\pm$ 1,9) a

Valores entre paréntesis representan el error estándar. N=5.

Valores de misma columna con misma letra no difieren significativamente según test deTukey con $p < 0,05$

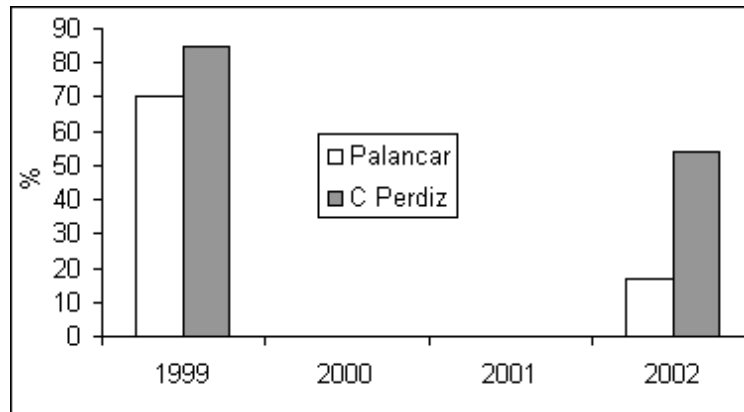


Fig. 1. Tasa de supervivencia de ambas repoblaciones en 1999 y 2002

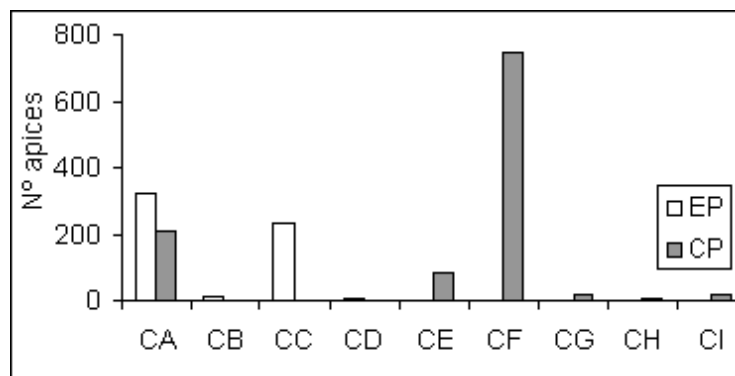


Fig. 2. Nº Total de ápices micorrizados por cada morfotipo y parcela

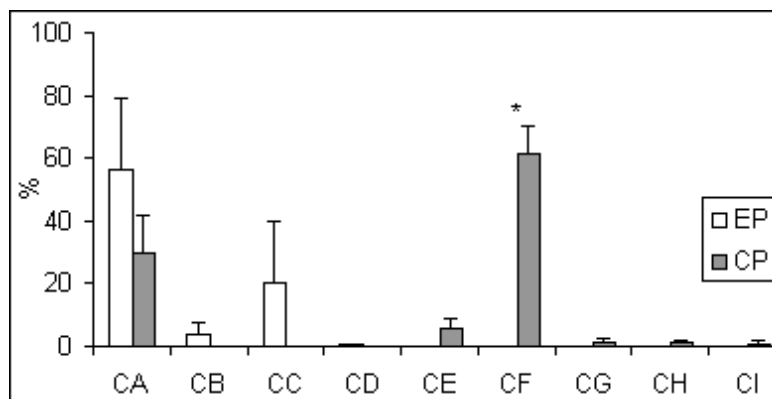


Fig.3: Tasa de micorrización por planta de cada morfotipo y parcela

Barras representan el error estándar. N=5.

* Valores entre parcelas difieren significativamente según test deTukey con $p < 0,05$



Fig.4. Riqueza de morfotipos de ectomicorrizas según cada parcela

Barras representan el error estándar. N=5.

* Valores entre parcelas difieren significativamente según test deTukey con $p < 0,05$

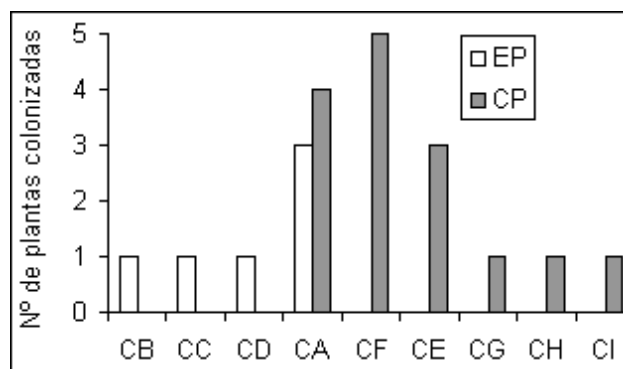


Fig.5. Composición de taxones micorrícicos en plántulas de *P. halepensis*