



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-224

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Estado de micorrización de árboles truferos en función de su carácter productivo y su edad. Primeros resultados del Subproyecto 1 del Plan de Desarrollo Integral de la Truficultura de Teruel.

SÁNCHEZ DURÁN, S.¹, DE MIGUEL VELASCO, A.M.², PALAZÓN ESPAÑOL, C.¹, GONZÁLEZ ARMADA, B.², SÁEZ GARCÍA, R.³ y BARRIUSO VARGAS, J.⁴

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

² Departamento de Biología Vegetal, Sección Botánica. Universidad de Navarra.

³ Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA).

⁴ Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza.

Resumen

La truficultura es una actividad con clara dimensión forestal, entre otras razones porque las especies implicadas, tanto el hongo como su árbol simbiote, son de gran valor silvícola. Además, la truficultura y la selvicultura trufera son prácticas que contribuyen a la recuperación de masas forestales y zonas potencialmente boscosas, con el valor añadido de la obtención de las trufas, de modo, en la mayor parte de las ocasiones, totalmente ecológico.

El Plan Específico para Teruel (PET) integra varias actuaciones promovidas por el Gobierno Español entre las que se encuentra la ejecución de un Proyecto de Investigación denominado “Desarrollo Integral de la Truficultura de Teruel”, financiado por INIA, en el que se pretende apoyar al sector trufero turolense mediante el conocimiento y la mejora de sus técnicas de cultivo, producción y comercialización.

La presente comunicación resume los primeros resultados obtenidos en uno de los 7 subproyectos que lo integran y que afecta al estudio del cortejo micorrícico de los árboles de las plantaciones, productoras o no, y su relación con la producción.

La composición micorrícica de los árboles truferos es un factor esencial para realizar predicciones sobre la producción futura. Tanto la ausencia de micorrizas de trufa negra como la detección de otras, capaces de desplazar a la primera de las raíces de los árboles, puede permitir el diagnóstico precoz de fracasos de plantaciones y por lo tanto el ahorro de muchos años de cuidados a la espera de las primeras recolecciones.

Para el estudio, se han seleccionado 3 grupos de plantaciones por edad, con 2 localizaciones distintas. Se está desarrollando un inventario periódico de las micorrizas presentes en un total de 48 árboles. Se propone una clasificación de las mismas en función de su capacidad para comprometer la producción de trufa negra, factor que se ha determinado en base al carácter productor o no productor de cada árbol.

Palabras clave

Trufa negra, *Tuber melanosporum*, ectomicorrizas competidoras.

1. Introducción

El Plan de Actuación Específico para Teruel comprende varios proyectos de investigación coordinados entre los que se encuentra el de “Desarrollo Integral de la Truficultura de Teruel” en el que participan prácticamente todos los grupos de investigación dedicados a trufa, truficultura y selvicultura trufera en nuestro país. Está dividido en 7 subproyectos que tratarán por separado, durante tres años, los temas más importantes para el desarrollo de este producto, empleando como escenario común la provincia de Teruel, la de mayor potencial trufero por sus condiciones geográficas, edáficas, climáticas, etc. y en la que se encuentra la mayor concentración de parcelas dedicadas al mismo de todo el mundo.

El presente trabajo muestra los primeros resultados del subproyecto 1, que lleva por título “Inventario de los hongos micorrícicos competidores y contaminantes de las plantaciones de trufa negra en las comarcas productoras turolenses. Evolución del estatus micorrícico de las trufas en función de actuaciones externas.”

El cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) es una actividad muy reciente que se encuentra a medio camino entre agrícola, por las técnicas que se usan, y forestal, por las especies empleadas y los largos plazos productivos. Desde que se instala una plantación el truficultor debe esperar una media de entre 7 y 8 años hasta obtener la primera trufa (SÁEZ y DE MIGUEL, 2008).

La mayoría de los factores favorables para dicha producción se conocen en mayor o menor medida: textura y pH del suelo, altitud, pendiente, necesidades hídricas, tipo de poda, calidad de la planta de partida, etc., pero aún teniéndolos en cuenta existen plantaciones en las que es necesario esperar hasta 15 años y otras nunca llegan a producir trufa negra (SÁEZ y DE MIGUEL, 2008).

Las causas de estos desequilibrios en la producción permanecen desconocidas, este trabajo se ha centrado en la detección precoz de estas situaciones. Realizando análisis de las ectomicorrizas presentes en las raíces de los árboles desde los primeros años puede comprobarse si las micorrizas de la trufa negra están presentes, si existen otras micorrizas compartiendo la raíz y si éstas son potencialmente peligrosas para el desarrollo de las primeras.

Las micorrizas son los órganos mixtos, hongo-ápice radicular, resultantes de la asociación mutualista entre las plantas y ciertos grupos de hongos, en los que estos últimos colonizan, inter o intracelularmente el córtex de la raíz. En el caso de las ectomicorrizas suele tratarse de árboles forestales y macromicetos, tanto Basidiomicetes como Ascomicetes, que forman un manto de hifas alrededor del ápice radicular y penetran intercelularmente en las primeras capas de la corteza originando una estructura denominada red de Hartig. Desde el manto emanan gran cantidad de estructuras diferentes que el hongo emplea para explorar el mayor volumen de suelo posible. Son las hifas, los cistidios y los rizomorfos. Todas estas estructuras proporcionan una gran cantidad de caracteres morfológicos distintivos que se emplean en la identificación de los hongos que forman dichas ectomicorrizas.

Aún así, la taxonomía de micorrizas es una ciencia incipiente, el número de micorrizas descritas hasta el momento es muy escaso frente al elevado número de especies micorrícicas que se conocen, entre 5000 y 6000 (SMITH & READ, 2002; AGERER, 2006), hecho que no hace posible la elaboración de una clave de determinación general que permita identificarlas de la misma forma que se puede hacer con las plantas y las fructificaciones de macromicetos (CLAVERÍA, 2007).

Estos órganos revisten ciertas dificultades para ser estudiados y clasificados, en primer lugar los mismos hongos forman micorrizas con caracteres ligeramente diferentes dependiendo de la especie a la que pertenezca el árbol simbiote (AGERER & RAMBOLD, 2009). En segundo lugar la correspondencia micorriza-cuerpo fructífero no ha conseguido realizarse en multitud de casos, por lo que aún no están descritas muchas especies, incluso de setas muy conocidas, y viceversa, se dispone de descripciones completas de micorrizas pero se desconoce qué tipo de seta, trufa o estructura reproductora originan. En este caso, siguiendo a AGERER (1994), se nombran de forma binomial empleando como prefijo el



género del árbol añadiendo el sufijo “*rhiza*” junto con un adjetivo específico característico para la especie, hasta su identificación.

2. Objetivos

Estudio detallado del cortejo micorrícico de los árboles truferos en función de su producción y edad.

Identificación de los hongos ectomicorrícicos cuya presencia en las plantaciones represente un peligro potencial para la producción de trufa negra.

3. Metodología

El presente estudio está realizado en 24 parcelas dedicadas a la producción de trufa negra de la provincia de Teruel. De cada una, se seleccionaron dos encinas (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Scop.) Desf. Samp.) al azar cubriendo:

- 3 categorías de edad: menores de 6 años, entre 6 y 9 años y mayores de 9 años.
- 2 categorías de producción: las que han comenzado a producir trufa negra y las que no.
- 2 localizaciones:
 - Sarrión y municipios circundantes.
 - Valle del Jiloca y Sierra del Maestrazgo.

De cada encina se tomaron cuatro muestras de raíz, en orientaciones opuestas para cubrir la mayor parte de la superficie ocupada por la misma (GIRAUD, 1988), dos en primavera y dos en otoño, ya que son las épocas de mayor actividad del hongo (SÁEZ y DE MIGUEL, 2008).

Las muestras consistieron en fragmentos de raíz de al menos 100 ápices radiculares, que se tomaron en la proyección de la copa del árbol en el suelo, a una profundidad de entre 10 y 30 cm.

Una vez extraídas, se humedecieron ligeramente en el campo para que no se secasen antes de ser analizadas. Ya en el laboratorio se lavaron con agua cuidadosamente para no romper los elementos que emanan de las micorizas y sobre una batería de tamices de 1.7, 1.0 y 0.5 mm de luz con el fin de no perder ningún ápice. En ciertos casos en los que las partículas de suelo estaban fuertemente adheridas a los ápices fue necesario bien el empleo de agua con tween 80 al 0,2% para realizar el lavado, baños de ultrasonidos o incluso la retirada de estas partículas a la lupa usando un pequeño pincel.

Una vez limpios los ápices, se procedió a su observación o separación por tipos morfológicos y posterior descripción de los caracteres diferenciales de los presentes en cada muestra, empleando la lupa y, después, el microscopio óptico. Las descripciones e identificaciones se realizaron siguiendo diferentes trabajos de taxonomía de micorizas: AGERER (1987-2008), ETAYO (2001), DE ROMÁN (2003), (DE MIGUEL y SÁEZ, 2005), GONZÁLEZ (2005), AGERER (2006), CLAVERÍA (2007) y AGERER & RAMBOLD (2009) así como material de herbario conservado tanto en el Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Navarra, como en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

La primera observación de cada uno se realizó siempre montando las preparaciones con agua y sólo en casos de micorrizas muy pigmentadas se recurrió al ácido láctico, que permite un mayor contraste y aclara ligeramente las estructuras. Para poder observar correctamente el manto de la mayoría de tipos fue necesario separarlo del ápice con una aguja y unas pinzas o realizar cortes del mismo.

La presencia relativa de cada morfotipo micorrícico en las muestras se cuantificó mediante recuento de ápices y se realizó el promedio para cada árbol en las cuatro muestras tomadas.

4. Resultados

Entre los dos muestreos realizados hasta el momento, en los 48 árboles, se han encontrado un total de 13 tipos micorrícicos diferentes. De ellos 8 se han identificado hasta especie, 4 hasta género y 1 hasta familia. Por diversas causas no han logrado identificarse ni apenas describirse algunas micorrizas, que se han denominado “morfotipos no identificados” o “morfotipos de basidiomicetes no identificados” cuando presentaban fíbulas en algunos de sus tabiques, característica que posiciona a cualquier tipo dentro de la división *Basidiomycota*.

Presentamos a continuación el listado de morfotipos encontrados y su clasificación taxonómica según CABI (2009):

División *Ascomycota*

Clase *Ascomycetes*

Orden *Pezizales*

Familia *Pyronemataceae*

***Quercirhiza quadratum* (ÁGUEDA *et al.*, 2008)**

Familia *Tuberaceae*

***Tuber P. Micheli* ex F.H. Wigg.**

***Tuber aestivum* Vittad.**

***Tuber brumale* Vittad.**

***Tuber melanosporum* Vittad.**

División *Basidiomycota*

Clase *Agaricomycetes*

Orden *Boletales*

Familia *Sclerodermataceae*

***Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch**

Familia *Diplocystidiaceae*

***Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan**

Orden *Agaricales*

Familia *Strophariaceae*

***Hebeloma* (Fr.) P. Kumm**

Familia *Cortinariaceae*

***Cortinarius* (Pers.) Gray**

Orden *Thelephorales*

Familia *Thelephoraceae*

***Tomentella* Pers. ex Pat.**

***Tomentella galzinii* Bourdot**

***Quercirhiza squamosa* (PALFNER, 1995)**



Las medias de la presencia proporcional de cada morfotipo ectomicorrícico en los árboles estudiados se muestran en las tablas 1 y 2, para árboles productores y no productores respectivamente.

Tabla 1.- Presencias relativas medias de cada morfotipo ectomicorrícico en cada árbol productor de trufa negra muestreado y franja de edad en la que se encuentra.

Árbol	Presencia relativa media de cada morfotipo	Franja de edad (años)
1.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	< 6
1.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
2.1	60% <i>Tuber melanosporum</i> 40% Tipo <i>Tuber</i>	
2.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
3.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
3.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
4.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
4.2	50% <i>Tuber melanosporum</i> 50% <i>Tuber aestivum</i>	
5.1	67% <i>Pisolithus tinctorius</i> 33% <i>Tuber melanosporum</i>	6-9
5.2	65% <i>Tuber melanosporum</i> 30% Tipo <i>Thelephoraceae</i> 5% <i>Tuber brumale</i>	
6.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
6.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
7.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
7.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
8.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
8.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
9.1	75% Tipo <i>Cortinarius</i> 25% morfotipo de basidiomiceto no identificado	> 9
9.2	50% Tipo <i>Hebeloma</i> 25% <i>Tuber melanosporum</i> 25% <i>Tuber brumale</i>	
10.1	60% <i>Tuber melanosporum</i> 40% <i>Quercirhiza quadratum</i>	
10.2	70% <i>Quercirhiza quadratum</i> 30% <i>Tuber melanosporum</i>	
11.1	50% <i>Tuber melanosporum</i> 20% <i>Quercirhiza quadratum</i> 15% Tipo <i>Tuber</i> 15% <i>Quercirhiza squamosa</i>	
11.2	85% <i>Tuber melanosporum</i> 10% <i>Quercirhiza quadratum</i> 5% <i>Pisolithus tinctorius</i>	
12.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
12.2	50% Tipo <i>Tuber</i> 35% Tipo <i>Thelephoraceae</i> 15% <i>Tuber melanosporum</i>	

Tabla 2.- Presencias relativas medias de cada morfotipo ectomicorrícico en cada árbol no productor de trufa negra muestreado y franja de edad en la que se encuentra.

Árbol	Presencia relativa media de cada morfotipo	Franja de edad (años)
13.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	< 6
13.2	80% <i>Tuber melanosporum</i> 20% <i>Tomentella galzinii</i>	
14.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
14.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
15.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
15.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
16.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
16.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
17.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	6-9
17.2	50% <i>Tuber melanosporum</i> 50% <i>Quercirhiza quadratum</i>	
18.1	55% Tipo <i>Tuber</i> 30% morfotipo no identificado 15% <i>Quercirhiza quadratum</i>	
18.2	60% <i>Quercirhiza quadratum</i> 20% Tipo <i>Tuber</i> 20% <i>Quercirhiza squamosa</i>	
19.1	80% <i>Tuber melanosporum</i> 20% <i>Quercirhiza quadratum</i>	
19.2	57% <i>Quercirhiza quadratum</i> 43% <i>Tuber melanosporum</i>	
20.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	> 9
20.2	90% <i>Tuber melanosporum</i> 10% Tipo <i>Tuber</i>	
21.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
21.2	90% <i>Tuber melanosporum</i> 5% Tipo <i>Thelephoraceae</i> 5% <i>Astraeus hygrometricus</i>	
22.1	65% <i>Pisolithus tinctorius</i> 30% morfotipo de basidiomiceto no identificado 5% <i>Tuber brumale</i>	
22.2	52% <i>Pisolithus tinctorius</i> 48% <i>Quercirhiza quadratum</i>	
23.1	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
23.2	100% <i>Tuber melanosporum</i>	
24.1	35% <i>Pisolithus tinctorius</i> 30% morfotipo de basidiomiceto no identificado 25% <i>Quercirhiza quadratum</i> 5% Tipo <i>Tuber</i> 5% <i>Tuber brumale</i>	
24.2	35% Tipo <i>Thelephoraceae</i> 35% Tipo <i>Tomentella</i> 23% <i>Tuber brumale</i> 5% <i>Quercirhiza quadratum</i> 2% morfotipo no identificado	

5. Discusión

A la vista de los resultados, la diversidad micorrícica parece que va aumentando con la edad del árbol. En el momento de la plantación, cada árbol posee únicamente las micorrizas de *Tuber melanosporum* Vittad. procedentes de la inoculación del hongo en la fase de vivero

las cuales, ya en el campo, colonizan los nuevos ápices radiculares que forma el árbol, pero esta colonización resulta más complicada a medida que las raíces se extienden por el suelo ya que la competencia de los hongos nativos por un espacio en la raíz es mayor cuanto más volumen radicular posee el árbol. De todos modos, la presencia de *Tuber melanosporum* es muy alta ya que se encuentra en 41 de los 48 árboles muestreados.

Las ectomicorrizas de especies diferentes a *T. melanosporum* son más frecuentes en árboles no productores, pero no implica que todas ellas sean capaces de desplazar a la primera de las raíces de los árboles. Es necesario continuar este trabajo durante varios años para poder caracterizar qué morfotipos son potencialmente peligrosos para la producción de trufa negra y plantear estrategias de detección de los mismos para evitar, en su caso, la realización de plantaciones en lugares con gran potencial de inóculo de los mismos. Aunque las plantaciones se ubican habitualmente en terrenos agrícolas, donde en principio no habría inóculo ectomicorrícico, una vez establecidas éstas se produce la entrada de especies fúngicas competidoras desde el entorno, iniciándose el proceso natural de colonización de las raíces (DE MIGUEL y SÁEZ, 2005)

Respecto a las micorrizas caracterizadas en este trabajo, la anatomía de las denominadas “Tipo *Tuber*” coincide con la descrita para algunas especies del género, como *T. panniferum* Tul. y *T. rufum* Pico (DE MIGUEL y SÁEZ, 2005). Sin embargo, se sabe que especies como *T. melanosporum* o *T. brumale* Vittad. poseen ese mismo manto y en determinadas condiciones, o en estadíos jóvenes de su desarrollo, también carecen de cistidios que ayuden a su identificación. Por este motivo sólo pueden determinarse como pertenecientes al género *Tuber* P. Micheli ex F.H. Wigg.

Centrándonos ya en el cortejo micorrícico, las ectomicorrizas que han sido detectadas con mayor frecuencia son las de *Quercirhiza quadratum* (ÁGUEDA *et al.*, 2008), ya que están presentes en 12 de los árboles estudiados, 4 productores y 8 no productores. El hecho de encontrar conviviendo esta micorriza en los árboles productores con las de la trufa parece confirmar que se trata de un competidor que no llega a desplazar a *T. melanosporum* de las raíces de las encinas, como señalan otros autores (ÁGUEDA *et al.*, 2008).

Los siguientes tipos de micorrizas por orden de presencia absoluta en los árboles muestreados son *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch y *T. brumale* que se encuentran en 5 árboles.

La bibliografía cita al primero como un hongo colonizador primario y poco competitivo, lo mismo que otros hongos de los primeros estadíos de la sucesión (géneros *Scleroderma* Pers., *Rhizopogon* Fr., *Suillus* Gray, *Laccaria* Berk. & Broome, etc.). Produce abundantes rizomorfos con los que explora rápidamente el terreno pero pierde su estabilidad conforme aumenta la edad del árbol, motivo por el cual es frecuente encontrar tanto sus micorrizas como sus carpóforos (epigeos) en plantaciones truferas jóvenes (ETAYO, 2001) incluso en algunas ya maduras. Su presencia no parece ser problemática para la fructificación de *T. melanosporum*, comportándose únicamente como hongo acompañante.

T. brumale forma micorrizas muy comúnmente en truferas silvestres, aunque en ocasiones aparece en las cultivadas. Sus fructificaciones son hipogeas como las de todas las especies del género, se conocen como trufas de otoño o trufas “machencas” y son recolectadas al igual que las de la trufa negra, si bien, no alcanzan el valor ni la calidad organoléptica de estas últimas. Se trata, probablemente, de la micorriza competidora más

temida en las plantaciones truferas, dado que modifica totalmente la vocación de la plantación al llegar a su fase de producción (DE MIGUEL y SÁEZ, 2005). Su presencia, aunque en algunos casos puede deberse a un fallo en la micorrización de partida, en otros podría haberse instalado en el proceso natural de invasión de las raíces de los árboles, por desarrollarse las plantaciones en zonas propicias también para su desarrollo.

La presencia de morfotipos de la familia *Thelephoraceae*, que incluye: Tipo *Thelephoraceae*, Tipo *Tomentella* Pers. ex Pat., *Tomentella galzinii* Bourdot y *Quercirhiza squamosa* (PALFNER, 1995) es alta (7 árboles), lo cual es muy frecuente en este tipo de trabajos (ETAYO, 2001; GONZÁLEZ, 2005; SÁNCHEZ, 2008), incluso en los realizados en bosques maduros, en los que la representación de hongos de esta familia es proporcionalmente mayor en las raíces de las plantas que en recuentos de fructificaciones (DE ROMÁN y DE MIGUEL 2005; CLAVERÍA, 2007). La presencia de estos morfotipos en las plantaciones es habitual y no parece conllevar problema alguno para el correcto desarrollo de la trufa.

Al comparar las tablas 1 y 2 se puede comprobar que, como es lógico, *T. melanosporum* se encuentra en todos los árboles productores y su presencia es muy baja o está ausente en los no productores, a excepción de tres casos que pasamos a comentar: Los árboles de la parcela 9 se consideraron productores ya que hace dos años iniciaron la producción, hecho que no se ha vuelto a repetir y que, a la vista de los resultados obtenidos, y que ambos lindan con una zona de producción silvestre de trufa negra, hace pensar que dichas trufas fructificaron cerca de ellos pero no desde sus raíces. Ambos árboles se considerarán no productores en futuros trabajos.

Por otro lado, los árboles de las parcelas 21 y 23 tienen un grado de micorrizas de *T. melanosporum* muy alto, el hecho de que no produzcan trufa a su edad (más de 9 años) es relativamente frecuente en algunas plantaciones (SOURZAT *et al.*, 1993). La causa de esta situación es una incógnita y, por lo tanto, uno de los grandes retos que la investigación en truficultura persigue desde hace tiempo.

Por último, debe resaltarse la presencia de varios morfotipos que no han conseguido describirse y otros que, aunque se hayan descrito, no han podido identificarse. Se encuentran agrupados en los denominados “morfotipos no identificados” y “morfotipos de basidiomicetos no identificados”. Este resultado es común a todos los trabajos que se han consultado y pone de manifiesto, tanto la dificultad que entrañan, como la necesidad de ampliar conocimientos en el estudio de las ectomicorrizas.

6. Conclusiones

En España, la provincia de Teruel es la que dispone de una mayor superficie de plantaciones truferas, muchas de ellas cuentan ya con años suficientes como para atestiguar su potencialidad a la hora de producir trufa negra, lo cual se ve corroborado, tanto por el mantenimiento, como por la presencia generalizada de *Tuber melanosporum* en los árboles estudiados.

A la vista de los resultados obtenidos es pronto para establecer un listado de especies de hongos ectomicorrícicos dañinos para la producción de trufa negra, sin embargo se espera que los resultados de los años siguientes arrojen luz sobre la capacidad de competencia de algunos de los morfotipos observados.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el INIA, con el proyecto PET2007-13-C07-01.

8. Bibliografía

AGERER, R. 1987-2008. Colour Atlas of Ectomycorrhizae. Einhorn- Verlag. Munich.

AGERER, R. 1994. Characterization of ectomycorrhiza. En: Norris, J.R., Read, D, Varma, A.K. (eds.). Techniques for mycorrhizal research. Methods in Microbiology. Academic Press. London, pp. 25-73.

AGERER, R. 2006. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae. Mycol. Progress 5: 67-107.

AGERER, R.; RAMBOLD, G. 2009. [primera publicación: 06-01-2004; última actualización: 26-01-2009]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany.

ÁGUEDA, B.; AGERER, R.; DE MIGUEL, A.M.; PARLADÉ, J. 2008. *Quercirhiza quadratum* + *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Scop.) Desf. Samp. Descriptions of ectomycorrhizae. 11/12: 113-123.

CABI, 2008. Sección de taxonomía de hongos (indexfungorum): <http://www.indexfungorum.org/Names/Nameson> (CABI: CAB International Biosciences Database). [Consultada en enero de 2009]

CLAVERÍA, V. 2007. Estudio de la comunidad ectomicorrícica de un bosque maduro de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, su caracterización y dinámica espacio-temporal. Tesis Doctoral (inédita). Departamento de Botánica, Universidad de Navarra. 357pp.

DE MIGUEL, A.M.; SÁEZ, R. 2005. Algunas micorrizas competidoras de plantaciones trufas. Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica, 16: 1-18.

DE ROMÁN, M. 2003. Las ectomicorrizas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y su dinámica post-incendio en una zona potencialmente trufera. Tesis doctoral (inédita). Departamento de Botánica, Universidad de Navarra. 488pp.

DE ROMÁN, M.; DE MIGUEL, A.M. 2005. Post-fire, seasonal and annual dynamics of the ectomycorrhizal community in a *Quercus ilex* L. forest over a 3-year period. Mycorrhiza. 15: 471-482.

ETAYO, M.L. 2001. Seguimiento del estado de micorrización de una parcela de cultivo de trufa negra. Valoración del simbionte arbóreo y efecto del tratamiento de acolchado. Estudio preliminar de las micorrizas de un área trufera colindante. Tesis Doctoral (inédita). Departamento de Botánica, Universidad de Navarra. 361pp.

GIRAUD, M. 1988. Prélèvement et analyse de mycorhizes. CTIFL, 1988. La Truffe p. 49-63 FNTP. Juillet, 1988. N° 10. Ed. Charles Parra. Congrès de la trufficulture. Saintes, 27-28 novembre 1987.



GONZÁLEZ, M.B. 2005. Flora vascular y micorrícica de áreas de producción de trufa negra en Navarra. Trabajo de investigación (inédito). Departamento de Botánica, Universidad de Navarra. 159pp.

PALFNER, G. 1995. *Quercirhiza squamosa*. En Agerer R (ed) Colour Atlas of Ectomycorrhizae, plate 86, Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.

SÁEZ, R.; DE MIGUEL, A.M. 2008. La trufa: Guía práctica de truficultura. ITG Agrícola de Navarra. Villava (Navarra). 132pp.

SÁNCHEZ, S. 2008. Determinación de la flora ectomicorrícica y evaluación del estado de micorrización de 30 plantaciones truferas de las provincias de Huesca y Zaragoza. Trabajo de investigación (inédito). Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza. 62pp.

SMITH, S.E.; READ, D.J. 2002. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press. Cambridge. 605pp.

SOURZAT, P.; M. KULIFAJ, C.; MONTANT. 1993. Résultats techniques sur la trufficulture à partir d'experimentations conduites dans le Lot entre 1985 et 1992. Station d'experimentation sur la Truffe. GIS Truffe. Lycée Professionnel Agricole de Cahors. Le Montat 1993.

