

Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica, 16: 1-18. 2005.

ALGUNAS MICORRIZAS COMPETIDORAS DE PLANTACIONES TRUFERAS.

DE MIGUEL, A.M.¹ y SÁEZ, R.²

¹Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España. *email:* amiguel@unav.es

²ITGA- Instituto Técnico y de Gestión Agrícola-ITGA. Avda. Serapio Huici, 22. Ed. Peritos. 31610 Villava. Navarra.

RESUMEN

DE MIGUEL, A.M. y SÁEZ, R. Algunas micorrizas competidoras de plantaciones truferas. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot., 16: 1-18.*

La Truficultura constituye en España, al igual que en Francia y en Italia, una actividad alternativa agraria y forestal que desde los años 1970 ha ido extendiéndose por todo el territorio en aquellas áreas que las condiciones lo permiten (Reyna *et al.* 2004). En la década 1980-1990 se profundiza en el tema y es entre los años 1990 y 2000 cuando la truficultura cobra un realce importante a nivel nacional, con la implantación año a año de numerosas hectáreas, que constituyen en la actualidad una superficie dedicada a la producción de trufa negra en plantación que supera las 3500ha (Reyna *et al.* 2004). Dado que entre el momento de la plantación y la producción se pueden suceder numerosos años y la única información sobre la presencia de la trufa negra en esos árboles se encuentra en las raíces, el estudio de las micorrizas que colonizan el sistema radical es un aspecto relevante para conocer el desarrollo y avance de las plantaciones antes de la entrada en producción.

En este trabajo se aportan datos sobre morfotipos ectomicorrícicos más frecuentes en plantaciones truferas, conocimiento derivado de los trabajos llevados a cabo durante más de 12 años en Navarra (España)

Palabras clave: trufa, *Tuber melanosporum*, truficultura, micorrizas competidoras.

SUMMARY

Truffle growing is in Spain an agrarial and forestry alternative, as well as in France or in Italy, in practice since 1970 in areas with appropriate conditions (Reyna *et al.* 2004). Between 1980 and 1990 the knowledge about truffle growing increased,

and it is in the period 1990 to 2000 that a great amount of plantations were established, reaching nowadays 3500ha. Due to between plantation to production it could transcur many years, mostly more than 10 years, and the only information about the presence of the black truffle is on the roots, the study of mycorrhizal state, begins an important aspect to be considered, to obtain information about the developing and evolution of each plantation before the entering in production.

This paper provides data about the more frequent ectomycorrhizal morphotypes that could be found on the monitoring of three truffières and that constitute the experience acquired in Navarra (Spain) in more than twelve year

Key words: truffle, truffle growing, *Tuber melanosporum*, competing ectomycorrhizae.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando un agricultor o interesado por la trufa se embarca en la aventura de “cultivar trufa” para establecer una plantación, lo más habitual es recurrir a viveristas especializados que le faciliten las plantas micorrizadas por la trufa, es decir, asume plenamente la realidad de que la especie de trufa (en este caso la trufa negra) debe estar convenientemente instalada en las raíces de una planta joven de vivero que el día de mañana pueda ser productora de trufas.

Es en el vivero donde las micorrizas denominadas *contaminantes* cobran un gran interés, dado que a pesar de las técnicas, métodos y avances paulatinos en micorrización, inesperadamente estas especies pueden hacer aparición causando grandes desastres en lotes completos. Así, de forma no intencionada, las plantas se ven colonizadas por estas especies contaminantes, como es *Sphaerospora brunnea*, *Telephora terrestris*, *Laccaria sp* u otros hongos típicos de vivero, tal como se mencionan ya en trabajos de Bencivenga *et al.* 1995, Di Massimo *et al.* 1996, Fassi & Fotana 1966, Honrubia *et al.* 1992, Meotto & Carraturo 1987-88, Meotto *et al.* 1992 y Zambonelli & Brazanti 1987, entre otros. La mayoría de los contaminantes de vivero, sin embargo, al llegar a campo se ven desplazados por las especies más competitivas en su nueva situación, por lo que el problema se traduce ante todo en una pérdida de nivel de micorrización por la especie deseada y en definitiva una menor calidad de planta micorrizada a la salida de vivero.

En este momento, se puede afirmar que en España se ha alcanzado un grado de calidad de planta micorrizada por la trufa, que a diferencia de Italia y Francia no cuenta con un certificado oficial nacional que la garantice, tema que tuvo sus primeros intentos en 1995 pero todavía no ha sido resuelto (Reyna *et al.* 1999 y 2004).

Adquirida la planta y establecida la plantación con los requerimientos oportunos, el truficultor ha dado un gran paso del que no obtendrá resultados visibles

hasta pasados (5)-7-9 años, incluso más. Comienza entonces, un periodo a veces más dilatado de lo deseado, en el que la única información sobre la presencia de la trufa negra en esos árboles la ofrece el estudio de las micorrizas que colonizan el sistema radical, año a año, aportando cuando menos la seguridad de que la especie se desarrolla satisfactoriamente, a la espera de que concurran los factores favorables que desencadenen la producción. Es por tanto, en este vacío e incertidumbre, en el que el seguimiento periódico de la micorrización aporta la información sobre el estado de la plantación: la presencia, mantenimiento y desarrollo de la trufa en el simbionte oportuno, conviviendo con otras especies fúngicas en el sistema radical, o por el contrario, el desplazamiento del que pueda ser objeto la trufa por otras especies competidoras, que acaban ocupando su lugar (Águeda Hernández *et al.* 2001, De Miguel *et al.* 2002).

Es innegable que ya desde los primeros años, las micorrizas de la trufa compiten con numerosas especies del entorno natural (Baciarelli Falini & Granetti, 1998, Bencivenga *et al.* 1992, Chevalier *et al.* 1982, Donini & Bencivenga 1995, Granetti & Angelini, 1992, Granetti & Baciarelli Falini, 1997, Sáez & De Miguel 1995), inóculo fúngico que persiste o que llega de distintas maneras. Una vez establecido el simbionte arbóreo, aquél hace su entrada en un proceso natural de colonización. Este es el motivo por lo que la denominación en campo de estas especies fúngicas que van instalándose y sucediéndose en el sistema radical de los árboles truferos es más correcta como *competidoras*, dado que es un proceso natural, inevitable, e incluso necesario para crear el microambiente propicio para la fructificación. Se desconocen muchos aspectos todavía sobre la fructificación de la trufa negra. Es evidente que cuando se produce, lo hace junto con otras especies, tanto hipógeas o epígeas conocidas pero también junto a otras que pasan desapercibidas como pueden ser las especies teleforoides. Todas ellas componen el cortejo micorrícico del árbol trufero que en ese momento se convierte en productor.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Al igual que las especies de hongos pueden identificarse por diversas características morfológicas de sus fructificaciones, las micorrizas, como estructura morfológica, ofrecen caracteres propios, específicos, lo que permite también la identificación y reconocimiento de distintas especies de hongos. Hay muchas especies de hongos de las que no se ha descrito su micorriza y existen descripciones de micorrizas de las que no se conoce todavía el hongo que las desarrolla. Por tanto, la tarea de caracterización e identificación de micorrizas se convierte en un trabajo arduo, en ocasiones insatisfactorio, por la falta de información que permita concluir con exactitud la identidad de las especies.

Desde 1993, hemos trabajado de foma ininterrumpida en el seguimiento del estado de micorrización de árboles de plantaciones truferas, abarcando tres tipos de

simbiontes: encina (*Quercus ilex* subsp *ballota*), roble (*Quercus faginea*) y avellano (*Corylus avellana*), (De Miguel y Sáez, 1997, De Miguel *et al.* 2002, Etayo y De Miguel, 1998 Agueda Hernández *et al.* 2001) y mediante la recolección periódica de muestras en árboles seleccionados para ello, con la metodología propuesta por Giraud 1988. Una vez en el laboratorio, cada muestra es limpiada y observada para la caracterización de las micorrizas al microscopio óptico. La caracterización e identificación se ha realizado según Agerer 1987-2002 y otros trabajos, teniendo en cuenta que no existe por el momento ninguna obra general que reúna claves de indentificación, por lo que consiste en la revisión de todos los trabajos que incluyan descripciones de micorrizas.

Para la identificación de ectomicorrizas de los árboles truferos, se observan las características morfológicas de estructuras como son: el manto, con disposición y forma determinada de las hifas, u otras estructuras fúngicas que pueden emanar del mismo (hifas, cistidios, rizomorfos). De esta observación se extrae en ocasiones información suficiente para identificar el hongo, pero serán muchas más ocasiones en las que, a pesar de disponer de los caracteres morfológicos, dado que las descripciones que existen sobre ectomicorrizas son todavía insuficientes, el trabajo quedará pendiente de confirmación. Pese a la falta de datos sobre las descripciones de micorrizas, es posible ir avanzando en el conocimiento de la composición micorrícica de los árboles truferos y reconocer los tipos ectomicorrícicos de especies que se desarrollan en las plantaciones truferas con mayor frecuencia.

3. RESULTADOS

El seguimiento de la micorrización en plantaciones truferas se ha desarrollado principalmente en Navarra, aunque disponemos también de información de plantaciones de Castilla y León, de Aragón y de la Comunidad Valenciana, lo que nos permite elaborar en este momento, un listado de morfotipos ectomicorrícicos que se pueden considerar como frecuentes en plantaciones truferas de España. En el siguiente apartado se recopilan descripciones de cada uno de ellos con las características morfológicas más relevantes

DESCRIPCIÓN DE MICORRIZAS

En primer lugar, se describe la micorriza de la trufa negra, y a continuación, las micorrizas competidoras que se detectan con mayor frecuencia en los árboles de plantaciones de trufa, entre las que se encuentran otras especies de trufa (*Tuber aestivum*, *T. brumale*, *T. borchii*, *T. mesentericum*, *T. rufum*), la micorriza denominada por los franceses tipo AD (Giraud, 1988, Sourzat 1994 y Sourzat *et al.* 1993) *Cenococcum geophilum*, *Genea verrucosa*, Tipo *Hebeloma-Cortinarius*, Tipo *Hymenogaster*, *Pisolithus tinctorius*, *Scleroderma*, *Xerocomus chrysenteron* y una representación importante de micorrizas Teleforoides: *Quercithiza squamosa*,

Tomentella subtestacea y *T.galzinii* (tipo SB de Giraud 1988). Se han reconocido otros tipos de micorrizas de las que, a pesar de disponer de la caracterización morfológica, se desconoce su identidad. Tal como se ha comentado, no existen todavía suficientes descripciones ni claves especializadas que permitan su identificación.

Tuber melanosporum Vitt.

Las micorrizas de la trufa negra son en general cilíndricas, rectas, indivisas o de ramificación pinnada. De color ámbar a pardo según su estado. El manto es pseudoparenquimático, con células redondeadas en puzzle. Presenta cistidios algo amarillentos, rectos, ramificados en perpendicular con tabiques aparentes en las ramificaciones. Suelen presentarse en porciones determinadas, no en todo el contorno de la micorriza. (Figura 1). Muy frecuente en encinas y avellanos.

Tuber aestivum Vitt.

Micorrizas cilíndricas, pardo-oscuro, algo ensanchadas en el ápice. El manto es pseudoparenquimático, poligonal, del que emanan abundantes cistidios, sinuosos, largos, dorados, con la punta dilatada. (Figura 2). Esta especie de trufa se instala con facilidad en las plantaciones trufas y llega a desplazar a la trufa negra. Frecuente en avellanos y presencia más puntual en encinas

Tuber borchii Vittad (= *T. albidum*)

Las micorrizas de esta especie de trufa presentan un manto pseudoparenquimático en puzzle del que emanan cistidios aciculares, largos y hialinos. Aunque es conocida de plantaciones de trufa negra en España su presencia es muy puntual. (Figura 3). Detectada en encinas, robles y avellanos.

Tuber brumale Vitt.

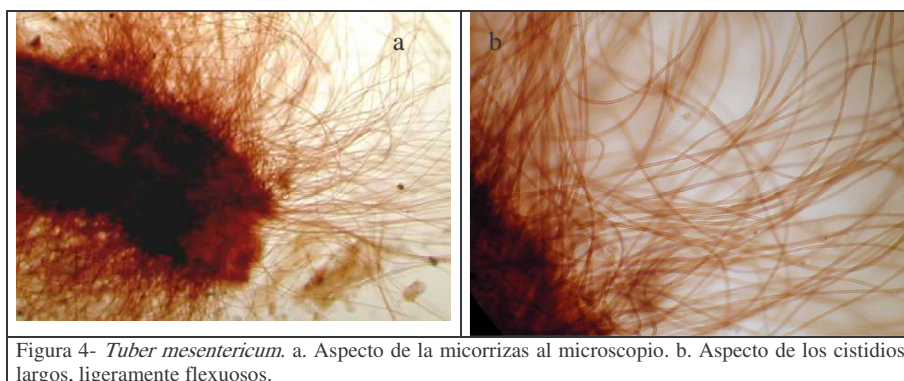
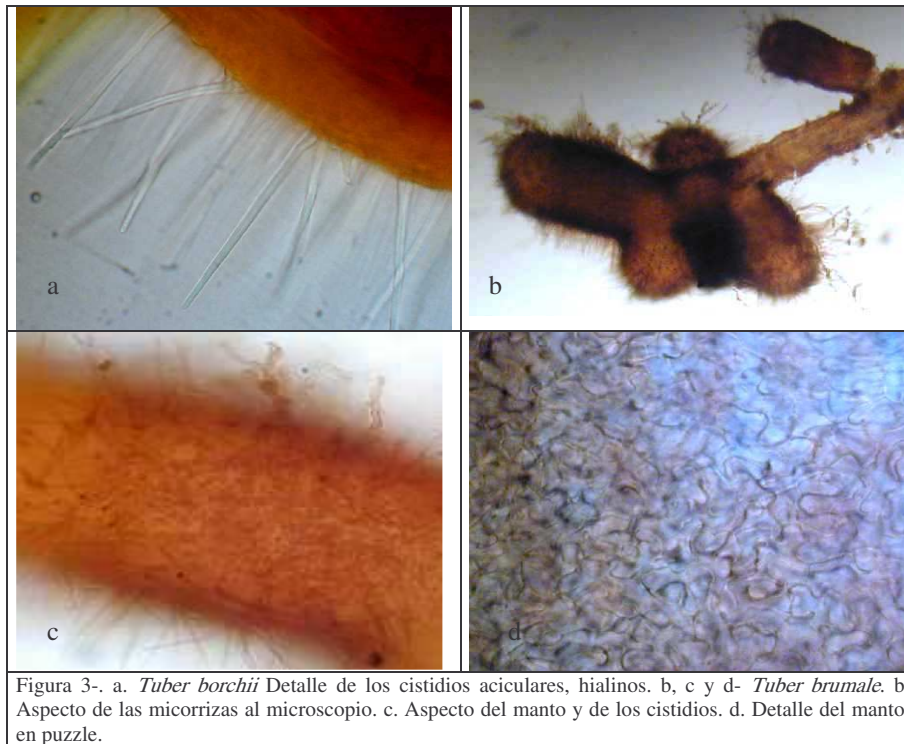
Las micorrizas de esta especie de trufa son similares a las anteriores, en cuanto a las características del manto pseudoparenquimático en puzzle, los cistidios rígidos e indivisos distribuidos por todo el contorno, lo que confiere un aspecto erizado a la micorriza. Los cistidios no son ni tan desarrollados ni tan hialinos como en *T. borchii*. (Figura 3). Probablemente es una de las micorrizas competidoras más temida en plantaciones trufas dado que modifica totalmente la vocación de la plantación trufera al llegar a la fase de producción. En Francia se han desarrollado numerosos trabajos que lleven a la búsqueda de soluciones para este grave problema de competición en las plantaciones de trufa negra (Brunel 2000). Frecuente en encinas, robles y avellanos.



Figura 1- *Tuber melanosporum*. a. Aspecto de micorrizas a la lupa. b. Aspecto del manto y de los cistidios . c. Detalle del manto en puzzle. d. Detalle de los cistidios ramificados en perpendicular y de los tabiques.



Figura 2- *Tuber aestivum*. a. Aspecto de la micorriza al microscopio. b. Aspecto de los cistidios sinuosos. c. Detalle de los cistidios dilatados en el ápice.



Tuber mesentericum Vitt.

Al igual que en *T. aestivum*, estas micorrizas están provistas de un manto pseudoparenquimático de tipo poligonal del que emanan cistidios, largos, ligereamente flexuosos, por lo que aparecen más bien peinados en el contorno y ápice de la micorriza (Figura 4). Su presencia en las plantaciones es esporádica, pero una vez se instala en un árbol, se mantiene en su sistema radical. Detectada en encinas y avellanos.

Tuber rufum Pico

Esta especie posee micorrizas, cilíndricas, pardo rojizas, lisas, con manto pseudoparenquimático, de células redondeadas, en puzzle. No tiene cistidios. Presenta hifas hialinas que emanan del manto, dispersas, de corta longitud, tortuosas y con las paredes con incrustaciones de partículas de suelo. Aunque existen descripciones de esta especie de trufa, no resultan tan características como las de otras especies del género (Palenzona *et al.* 1972, Rauscher *et al.* 1995). Su reconocimiento no es fácil. Es una de las especies que primero fructifica. En las referencias se señala como precursora de la producción de la trufa negra junto con *Tuber brumale* (Olivier *et al.* 1996). Detectada en los tres simbiontes estudiados.

Tipo AD (Giraud 1988)

Estas micorrizas son de forma cilíndrica, bastante potentes, no ramificadas. Presentan manto pseudoparenquimático poligonal y están cubiertas de abundante tomento rígido, amarillo que se corresponde a los cistidios, de paredes recias, ramificados en perpendicular, (Figura 5). Esta micorriza junto con *Tuber brumale*, puede que sea una de las más temidas. Se da el hecho de que también produce quemado en el árbol, por lo que puede crear falsas expectativas en las plantaciones. Es probable que por sus características se trate de un hongo teleforoide. Detectado en encinas, robles y avellanos.

Cenococcum geophilum Fr.

Especie de fácil reconocimiento por sus micorrizas de color negro, manto plectenquimatoso con hifas en disposición estrellada. Las hifas que emanan son de color marrón muy oscuro, casi negro a la lupa, rectas y septadas. (Figura 6). Es frecuente encontrar en la proximidad de las micorrizas sus esclerocios, negros y esféricos. Esta micorriza se ha observado en encinas de plantaciones que fueron instaladas en terreno forestal (Águeda Hernández *et al.* 2001), pero no se ha detectado hasta el momento en plantaciones instaladas sobre terreno agrícola.

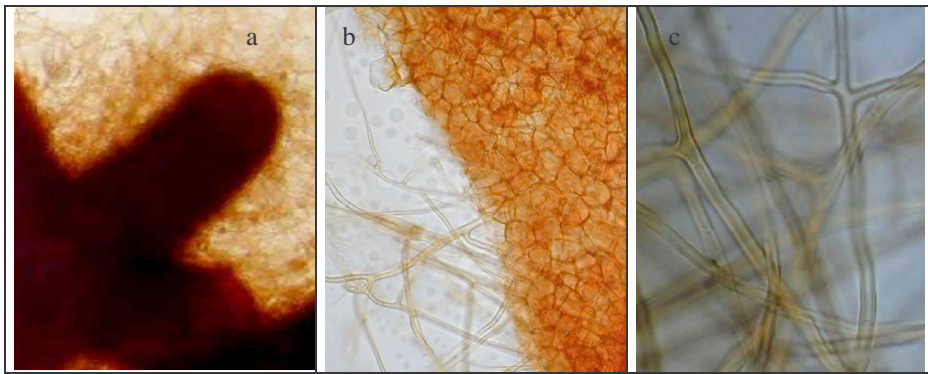


Figura 5- Tipo AD. a. Aspecto de la micorriza al microscopio. b. Aspecto del manto y de los cystidios. c. Detalle de los cystidios amarillentos ramificados en perpendicular

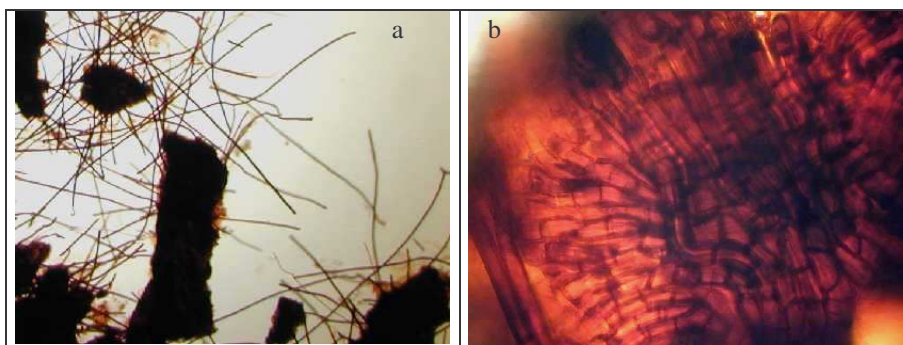


Figura 6- *Cenococcum geophilum*. a. Aspecto de las micorrizas al microscopio. b. Aspecto estrellado del manto

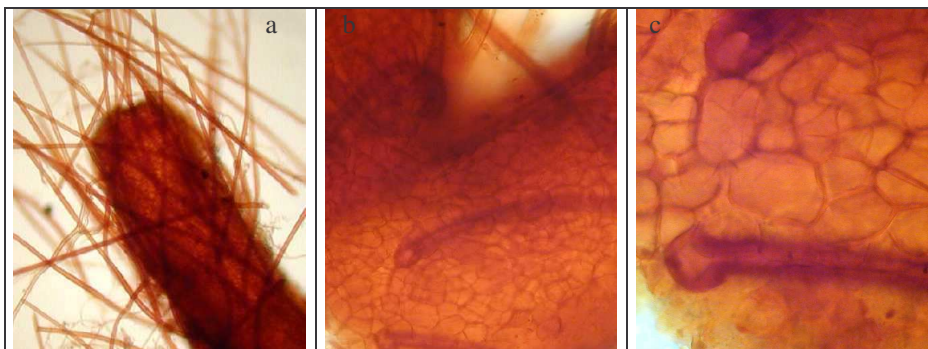


Figura 7- *Genea verrucosa*. a. Aspecto de la micorriza al microscopio. b. Aspecto del manto poligonal y de hifas que emanan. c. Detalle de la base ensanchada de las hifas.

Genea verrucosa Vitt.

Especie con micorrizas pardas. El manto es pseudoparenquimático, de células angulosas, de paredes recias y provisto de hifas que emanan, rectas, rígidas, de color rojizo amarillento, prácticamente indivisas, de base ensanchada (Figura 7). Es frecuente recolectar sus fructificaciones junto con las de trufa negra. Detectada en encinas.

Tipo *Hebeloma-Cortinarius*

Es frecuente la presencia de micorrizas en parcelas de cultivo de trufa, tanto del género *Hebeloma* como del género *Cortinarius*, pero la semejanza morfológica entre las mismas, dificulta su diferenciación, por lo que se engloban en un único tipo. Son micorrizas en su mayoría cilíndricas, estrechas, pardo-blanquecinas, provistas de abundante micelio hialino que les confiere aspecto casi algodonoso. El manto es plactenquimático. Poseen hifas fibuladas, flexuosas. Las anastomosis también resultan frecuentes. Los rizomorfos, blauecinos, son abundantes (Figura 8). Este tipo de micorrizas se han detectado tanto en encinas, como en robles y avellanos.

Tipo *Hymenogaster*

Se trata de micorrizas de color marrón oscuro casi negro, superficie peluda. Manto pseudoparenquimático, poligonal. Las hifas que emanan, de color pardo vinoso, son ramificadas en ángulo recto, con fíbulas en los septos (Bencivenga *et al.* 1992) (Figura 9). Aunque el diagnóstico morfológico de la micorriza no permite una diferenciación específica hasta el momento, sí podemos afirmar que se trata de uno de los géneros que fructifica con mayor abundancia en las plantaciones truferas. Son diversas las especies del género que se recogen en las plantaciones en la época de fructificación de la trufa negra. Se ha detectado en encinas y avellanos.

Pisolithus tinctorius (Mich: Pers.) Coker & Couch

Esta especie posee micorrizas de color anaranjado-dorado. El manto es plactenquimático, con hifas distribuidas a modo de anillos en el interior. Presenta hifas que emanan, aplanadas-acintadas, con fíbulas, pardo anaranjadas. Un carácter distintivo es la presencia de rizomorfos, potentes, amarillentos que terminan desflecados y que presentan células globosas en distintos tramos de su eje (Figura 10). Es conocida la presencia de esta micorriza en truferas tanto cultivadas como naturales. No es extraño apreciar sus fructificaciones dispersas en las plantaciones de trufa. Se ha detectado tanto en encinas como en robles y avellanos.

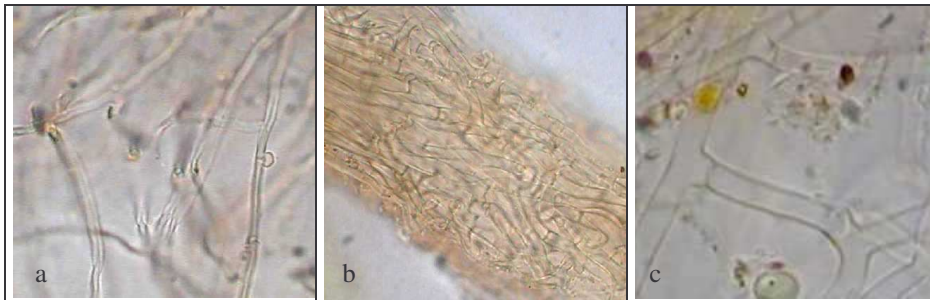


Figura 8- *Hebeloma-Cortinarius*. a. Detalle de las hifas hialinas que emanan del manto y de las fíbulas. b. Detalle de la superficie de un rizomorfo. c. Anastomosis entre las hifas que emanan.

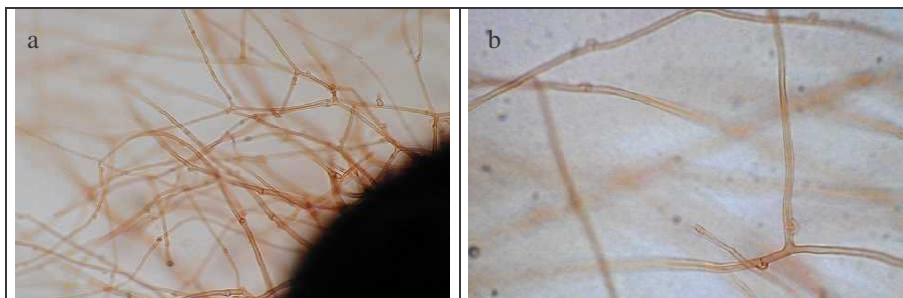


Figura 9- *Hymenogaster*. a. Aspecto del ápice de una micorriza al microscopio. b. Detalle de las hifas que emana del manto, con fíbulas.

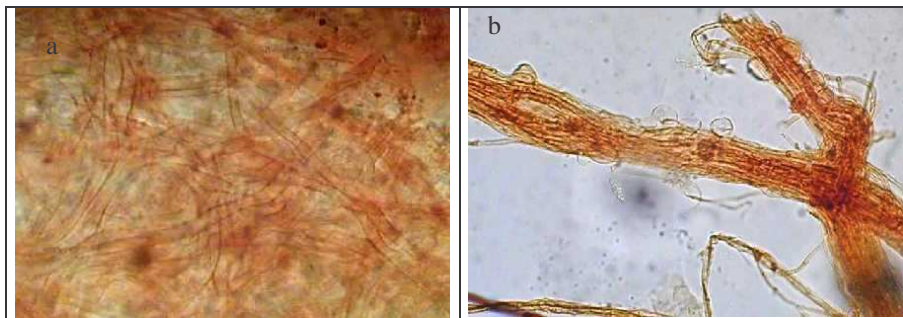


Figura 10- *Pisolithus tinctorius*. a. Detalle del manto. b. Detalle de las células globosas de un rizomorfo.

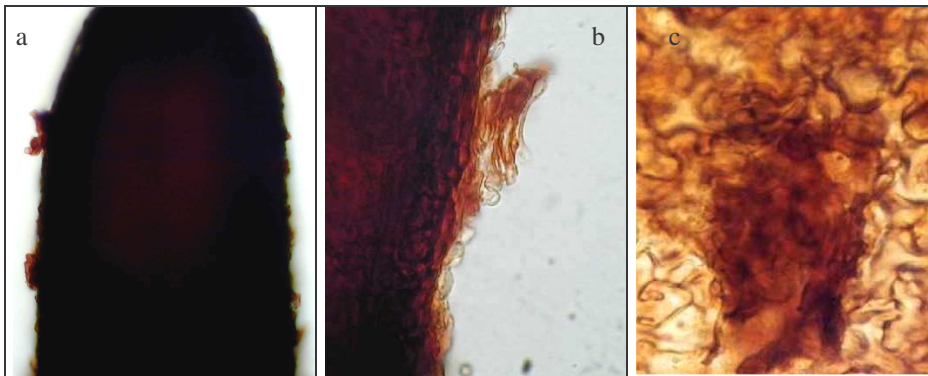


Figura 11- *Quercirhiza squamosa*. a. Aspecto de la micorrizas al microscopio. b. Detalle de las células del manto que se desescaman. c. Detalle del manto en una zona que se desescama.

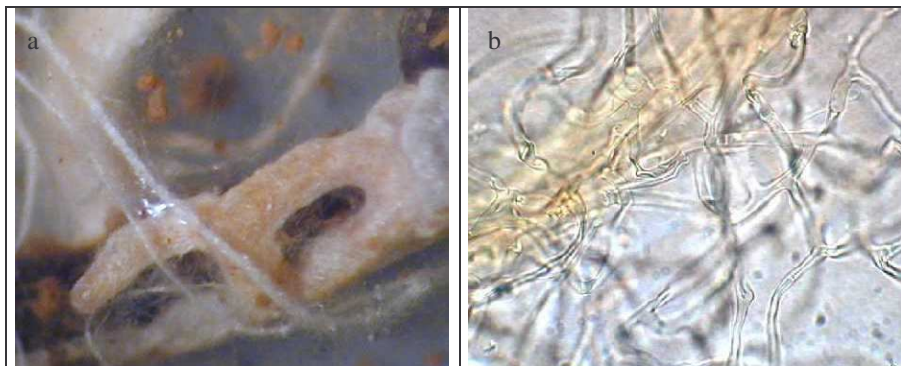


Figura 12- *Scleroderma*. a. Aspecto de las micorrizas a la lupa. b. Detalle de un rizomorfo y de las hifas hialinas. c. Detalle de los bucles.

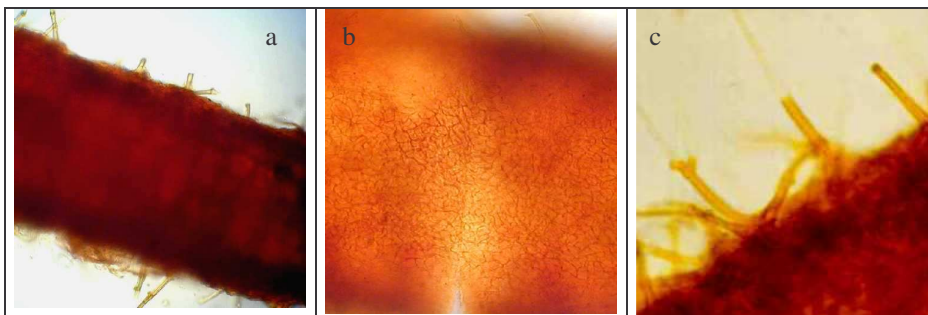


Figura 13- *Tomentella galzinii* (=SB). a. Aspecto de la micorriza. b. Aspecto del manto. c. Detalle de las espinulas con fíbulas en el tabique.

Quercirrhiza squamosa Palfner & Agerer

Las micorrizas de este tipo son muy oscuras, casi negras y se reconocen por las características morfológicas del manto, de tipo pseudoparenquimático, con células redondeadas, de paredes recias. En el manto se aprecian zonas de acúmulos de células que se desprenden a modo de escamas (Palfner & Agerer, 1996). Es un carácter muy aparente (Figura 11). Se ha detectado en los tres simbiontes aunque con mayor frecuencia en encinas.

Scleroderma sp.

Las micorrizas de este tipo son cilíndricas, algo curvadas, cubiertas por micelio blanco abundante y provistas de rizomorfos potentes característicos, en los que se aprecian formas anilladas propias de este tipo (Figura 12) Es una de las micorrizas competidoras que primero se instala en los árboles truferos. Aunque la presencia de sus fructificaciones evidencia su competitividad en las plantaciones truferas, no parece suponer problema para la fructificación de la trufa negra. Este tipo de micorrizas se ha detectado en los tres simbiontes.

Tomentella galzinii Bourdot in Bourdot & Galzin

Esta micorriza se caracteriza por su color pardo oliváceo y un aspecto espiniforme ya a la lupa. Al microscopio, es una micorriza erizada, provista de cistidios cortos, normalmente tabicados, con fíbulas en el tabique y ligeramente capitados, en ocasiones con contenidos coloreados, anaranjados a oliváceos. El manto es pseudoparenquimático, poligonal. No siempre es posible observar rizomorfos. Este morfotipo ha sido mencionado de manera frecuente tanto en truferas nacionales como de Francia e Italia, y denominado SB, dado que las espínulas presentan una fíbula o bucle intercalar (Figura 13). En las referencias francesas se le denominó micorriza de “*épinules buclés*” y se abrevió SB (Giraud 1988). Trabajos recientes han revelado su identidad telefoiroide (Jakucs 2002). Esta micorriza se ha detectado en encinas y robles.

Tomentella subtestacea Bourdot & Galzin

Al igual que la especie anterior, son micorrizas de color amarillento, con manto pseudoparenquimático, de aspecto espiniforme por la presencia de cistidios cortos bicelulares la mayoría, con fíbula en el septo. El ápice es ensanchado a modo de ampolla y presenta un contenido denso, oliváceo-gris. La presencia de potentes rizomorfos, cubiertos de abundantísimos cistidios, a modo de palitos de tambor, la hacen inconfundible. (Figura 14). Sólo se ha detectado en avellanos.

Xerocomus chrysenteron (Bull.) Quéf.

Esta especie posee micorrizas de color amarillo pálido, con manto plectenquimático anillado. Destaca la gran abundancia de rizomorfos, potentes, (Figura 15). amarillo pálido, diferenciados y sin fíbulas ni cistidios (Azul & Freitas, 1999 y Brand 1989a y b). La presencia silmultánea en un roble de un carpóforo de la especie así como de dichas micorrizas hizo posible su confirmación

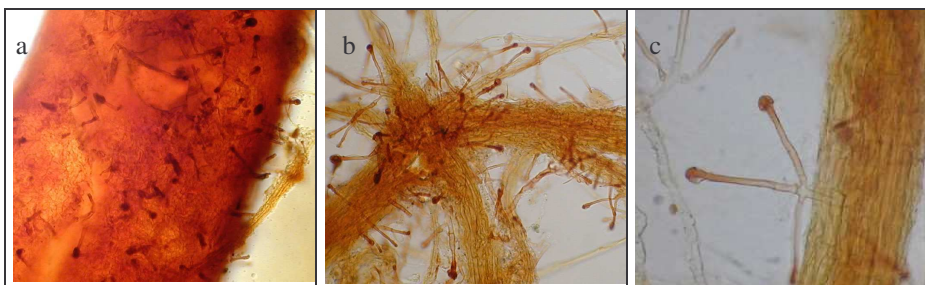


Figura 14- *Tomentella subtestacea* a. Aspecto del manto cubierto de cistidios capitados de contenido denso. b. Rizomorfo con abundantes cistidios con el ápice ensanchado y de contenido oliváceo oscuro. c. Detalle de un rizomorfo y de los cistidios.



Figura 15- *Xerocomus chrysenteron* a. Detalle del manto. b. Rizomorfo con ramificaciones. c. Detalle de un rizomorfo

4. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se ha tratado de poner de manifiesto el valor del seguimiento de la micorrización como único dato disponible sobre la marcha de los árboles truferos y el desarrollo de la trufa antes de que las plantaciones entren en producción. Con el estudio periódico de las micorrizas, se puede constatar la presencia de la micorriza de la trufa negra en las raíces de los árboles o bien la de otras micorrizas competidoras, entre las que se encuentran las descritas en este trabajo. Además, el seguimiento de la micorrización puede también resaltar la idoneidad de los distintos simbiontes arbóreos, como pueden ser encinas, robles, o

avellanos, en cuanto a su capacidad para mantener las micorrizas de la trufa o la susceptibilidad para dar entrada a micorrizas competidoras.

En ocasiones, puede resultar desconcertante que a pesar de contar con la presencia de micorrizas de trufa y todos los factores favorables, no siempre se alcance la producción en las plantaciones, por lo que queda puesto de manifiesto que aún hay muchos aspectos desconocidos en la biología de la trufa. El estudio de los competidores fúngicos puede ser uno de ellos.

La experiencia adquirida hasta el momento en los trabajos de campo en el seguimiento de la micorrización de plantaciones truferas y los resultados en cuanto a su diversidad fúngica, inducen a concluir que el estudio de la diversidad fúngica de un ambiente como es la trufa debe integrar la presencia de distintos tipos de fructificaciones de hongos así como de las micorrizas. La integración de esta información junto con los conocimientos profundos que se disponen de la ecología de la trufa, permitirá una interpretación más adecuada del su entorno y con ello la mejora de su cultivo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Gobierno de Navarra Industria-CTP PC-6/00 y Fundación empresa Universitaria de Navarra (PIUNA). Queremos expresar nuestro agradecimiento a los truficultores sin cuya inestimable colaboración no sería posible llevar a cabo trabajos de este tipo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGERER, R. (1987-2002). *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. Einhorn-Verlag. Munich.
- ÁGUEDA HERNÁNDEZ, B., FERNÁNDEZ TOIRÁN, M., DE MIGUEL VELASCO, A.M. (2001). *Ectomicorrizas presentes en la plantación trufera "Los Quejigares" (Soria)*. En: *Actas del III Congreso Forestal Español*. Granada, Septiembre 2001. Mesa 3, pp 100-106.
- AZUL, A.M., FREITAS, H. (1999). *Mycorrhizal fungi and their application to forestation programmes with cork oak (Quercus suber L.)*. In: *Micorrización en áreas mediterráneas de la Península Ibérica*. Junta de Extremadura. Badajoz. Pp 75-82.
- BACIARELLI FALINI, L., GRANETTI, B. (1998). *Analisi delle micorrize di Tuber melanosporum Vitt. e di altri funghi in una tartufaia coltivata a Corylus colurna L.* *Micologia Italiana* 1998, 1: 3-12.

- BENCIVENGA, M., DI MASSIMO, G., DONNINI, D., TANFULLI, M. (1995). Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 1- Inquinanti in vivaio. *Micologia Italiana* 1995, 2: 167-178.
- BENCIVENGA, M., DONNINI, D., DI MASSIMO, G. (1992). Analisi delle micorrize in una tartufaia coltivata di *Tuber melanosporum* undici anni dopo l'impianto. *Micologia e Vegetazione Mediterranea* 7: 159-171.
- BRAND, F. (1989a). Studies on Ectomycorrhizae XXI. Beech ectomycorrhizae and rhizomorphs of *Xerocomus chrysenteron* (Boletales). *Nova Hedwigia* 48(3-4): 469-483.
- BRAND, F. (1989b). *Xerocomus chrysenteron*. In: Agerer, R. (ed.). *Colour atlas of ectomycorrhizae*, plate 34. Einhorn Verlag, Schwäbisch Gmünd.
- BRUNEL, R., (2000). Le problème de la truffe *Tuber brumale*. *Le trufficulteur Français* 31:11-17
- CHEVALIER, G., GIRAUD, M., BARDET, M.Ch. (1982). Interactions entre les mycorrhizes de *Tuber melanosporum* et celles d'autres champignons ectomycorhiziens en sols favorables à la truffe. *Les mycorrhizes: biologie et utilisation*. Ed. INRA. Pp 313-321.
- DE MIGUEL, A.M., SÁEZ, R. (1997). Análisis de micorrizas en truferas cultivadas de Navarra (España). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 11-18.
- DE MIGUEL, A.M., DE ROMÁN, M., ETAYO, M.L. (2002). Mycorrhizal fungi competing with *Tuber melanosporum* Vitt. in cultivated truffle beds in NE Spain. En: *Proceedings of the II International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms*. Christchurch (Nueva Zelanda), Julio 2001. CD-Rom.
- DI MASSIMO, G., GARCÍA-MONTERO, L.G., MANJÓN, J.L., DÍEZ, J. (1996). Hongos micorrícicos competidores de *Tuber nigrum* Bull. (*T. melanosporum* Vitt.) presentes en ecosistemas naturales y de viveros del centro de España. *Bol.Soc.Micol.Madrid*, 21:189-199.
- DONNINI, D., BENCIVENGA, M. (1995). Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 2 - Inquinanti in campo. *Micologia Italiana* 1995, 2: 185-207.
- ETAYO, M.L., DE MIGUEL, A.M. (1998). Estudio de las ectomicorrizas en una trufera cultivada situada en Olóriz (Navarra). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Bot. 11*: 55-114.
- FASSI, B., FONTANA, A., (1966). Recherche sulle micorrize ectotrofiche del pino strobo in vivaio. II- Micorrize di *Thelephora terrestris* Ehrh. ex Fries, di

- Laccaria laccata* (Scop) Berk. et Br. e di *Hebeloma mesophaeum* Pers. ex Fries. *Allionia* 12: 47-53.
- GIRAUD, M., (1988). Prélèvement et analyse de mycorrhizes. CTIFL, 1988- *La truffe*. p49-63 FNPT. Juillet, 1988- n°10. Ed. Charles PARRA. Congrès de la trufficulture. Saintes, 27-28 novembre 1987.
- GRANETTI, B., ANGELINI, P. (1992). Competizione tra alcuni funghi ectomicorrizici e *Tuber melanosporum* in una tartufoia coltivata. *Micologia e Vegetazione Mediterranea* 7(1): 173-188.
- GRANETTI, B., BACIARELLI FALINI, L. (1997). Competizione tra le micorrize di *Tuber melanosporum* Vitt. e quelle di altri funghi in una tartufoia coltivata a *Quercus ilex* L. *Micologia Italiana* 1997, 3: 45-59.
- HONRUBIA, M., TORRES, P., DÍAZ, G., CANO, A. (1992). *Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. Proyecto LUCDEME VIII. ICONA. ICONA*
- JAKUCS, E. (2002a). Ectomycorrhizae of *Populus alba* L. in South Hungary. *Phyton - Annales Rei Botanicae* 42(2): 199-210
- MEOTTO, F., CARRATURO, P. (1987-88). Ectomicorrizia di *Sphaerospora brunnea* (A. & S.) Svrcek & Kubicka in piantine tartufigene. *Allionia* 28: 109-116.
- MEOTTO, F., CARRATURO, P., DANA, M. (1992). Valutazione in pieno campo e in serra della competitività di *Sphaerospora brunnea* con *Tuber magnatum*. *L'Informatore Agrario*, 48:73-78.
- OLIVIER, J.M., SAVIGNAC, SOURZAT, P. (1996). *Truffe et trufficulture*. Ed.. Fanlac. Périgueux. (AGR.2.342)
- PALENZONA, M., CHEVALIER, G., FONTANA, A. (1972). Sintesi micorrizica tra i miceli in coltura di *Tuber brumale*, *T.melanosporum*, *T.rufum* e semenzali di conifere e latifoglie. *Allionia* 18: 41-52. Torino.
- PALFNER, G., AGERER, R. (1996). *Quercirhiza squamosa*, einenichtidentifizierte Ektomykorrhiza an *Quercus robur*. *Sendtnera* 3: 137-145
- RAUSCHER, T., AGERER, R., CHEVALIER, G. (1995). Ektomykorrhizen von *Tuber melanosporum*, *Tuber mesentericum* und *Tuber rufum* (Tuberales) an *Corylus avellana*. *Nova Hedwigia* 61 (3-4): 281-322.
- REYNA, S., DE MIGUEL A., HERNÁNDEZ, A., ESTEBAN, H. (1999). *Historia de la truficultura en España*. 5° Congres International Science et la Culture de la Truffe . Aix en Provence. France

- REYNA, S., DE MIGUEL, A., PALAZÓN C., HERNÁNDEZ A., DE ROMÁN M. (2004). Situación y perspectivas de la truficultura en España. *Información Técnica Económica Agraria*. ITEA 2004 Vol 100,-nº 3: 187-199.
- SÁEZ, R., DE MIGUEL, A.M. (1995). *La trufa negra. Tuber melanosporum* Vitt. *Guía práctica de truficultura*. ITGA. Universidad de Navarra. Pamplona. 94 pp.
- SOURZAT, P. (1994). Guide pratique de Trufficulture. Station d'experimentation sur la Truffe. Lycée Professionnel Agricole de Cahors. Le Montat 1994.
- SOURZAT, P., KULIFAJ, M., MONTAT, C. (1993). Résultats techniques sur la trufficulture à partir d'expérimentations conduites dans le Lot entre 1985 et 1992. Station d'experimentation sur la Truffe / GIS Truffe. Lycée Professionnel Agricole de Cahors. Le Montat 1993.
- ZAMBONELLI, A., BRANZANTI, B. (1987). Competizione fra di funghi ectomicorrizici *Tuber albidum* e *Laccaria laccata*. *Mic. Ital.* 3: 159-164

PRIMEROS DATOS SOBRE LA REFORESTACIÓN DE UN ÁREA DE
CARRASCAL QUEMADO CON PLANTAS DE *Quercus ilex* subsp.
ballota INOCULADAS CON *Tuber melanosporum*.

DE ROMÁN, M. y DE MIGUEL, A.M.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080
Pamplona, España.

RESUMEN

DE ROMÁN, M. y DE MIGUEL, A.M. Primeros datos sobre la reforestación de un área de carrascal quemado con plantas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* inoculadas con *Tuber melanosporum*. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot., 16: 19-40.*

Se ha llevado a cabo un estudio acerca de la comunidad micorrícica de *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. en un carrascal situado en Nazar (Navarra, España) afectado en parte por un incendio. En la zona quemada de este carrascal, que se encuentra dentro de la zona de distribución potencial de la trufa negra en Navarra, se ha introducido una serie de plantas de carrasca inoculadas en vivero con *Tuber melanosporum* Vitt. acompañadas por plantas no micorrizadas de forma artificial que actúan como control, para así analizar la permanencia del hongo inoculado y la posible competencia con otras especies ectomicorrícicas que se encuentren en el medio. A partir de los datos obtenidos en esta investigación se puede concluir que las micorrizas de *Tuber melanosporum* persisten al cabo de 3 años de su introducción en la zona quemada del carrascal de Nazar, aunque han de competir con otros hongos micorrícicos presentes en el ecosistema, por lo que *T. melanosporum* puede ser un hongo adecuado para su utilización como inóculo micorrícico de plantas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* usadas para reforestar carrascales incendiados que se encuentren situados dentro del área de distribución potencial de la trufa negra en Navarra.

Palabras clave: *Quercus ilex*, ectomicorrizas, *Tuber melanosporum*, trufa negra, reforestación, incendio.