

CARACTERIZACIÓN DE ECTOMICORRIZAS EN ENCINARES PRODUCTORES DE TRUFA NEGRA DEL NORESTE DE SORIA

Águeda Beatriz¹, Fernández-Toirán Luz Marina^{1,2}, de Miguel Ana María³, Martínez-Peña Fernando¹

¹DIEF Valonsadero, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León, Apdo. correos 175, 42080 Soria, Spain. e-mail: aguherbe@jcy.l.es

²Escuela Universitaria de Ingenierías Agraria, Universidad de Valladolid, Campus "Duques de Soria", 42005 Soria, Spain. e-mail: lmtoiran@pvs.uva.es

³Universidad de Navarra, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Vegetal, Sección Botánica, 31008 Pamplona, Spain. e-mail: amiguel@unav.es

Abstract: Truffled holmoak (*Quercus ilex*) stands in the north-west of Soria (Spain): present ectomycorrhizae

Black truffle sporocarp production is determined, amongst many other factors, by an optimum mycorrhization degree in the roots of the host-tree. This process is triggered in balance with other fungal species that does not inhibit its sporocarp production. So, there is an ectomycorrhizal fungal community associated with the black truffle sporocarp productive host-trees that runs as any other living beings community, producing a certain fungal biodiversity and establishing connections in dynamic balance that will evolve. The absence of black truffle sporocarps production in some host-trees will be determined by its ectomycorrhiza absence, or because between the fungal community there are one or more species that inhibit this process or displace it. With the aim of study those topics, the ectomycorrhizae present in 23 adult holmoak trees (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) of seven *Tuber melanosporum* Vittad. productive areas in the North-West of Soria (inner Spain) are characterized and quantified. During the spring and the autumn of 1999 and 2000, black truffle productive and non-productive holmoaks were studied following the global method (Verlhac *et al.*, 1990, La truffe guide pratique). Ectomycorrhizal types were characterized following the guidelines of Agerer (1999). *Tuber melanosporum*, *T. aestivum* Vittad., *T. brumale* Vittad., *Cenococcum geophyllum* Fr., *Pisolithus arrhizus* (Scop.) Rauscher, *Cantharellus tubaeformis* (Bull.) Fr., *Hebeloma* cf. *sinapizans* (Fr.) Sacc., *Tomentella galzinii* Bourdot, AD type, *Cortinarius* sp., *Hebeloma* sp. and *Scleroderma* sp. and many others Telephorales, Tuberales and Boletales ectomycorrhizal types were found. *Tuber melanosporum* mycorrhizae are present both in productive and non-productive host-trees, as it happens for *T. aestivum*, while *T. brumale* ectomycorrhizae are only present in non-productive holmoaks. The rest of identified ectomycorrhizal types are present in productive and non-productive host-trees.

Key words: ectomycorrhizae, ecology, population biology.

Introducción y Objetivos

La producción de trufas negras se determinada, entre otros muchos factores, por un grado de micorrización óptimo entre las raíces del árbol hospedante y el hongo. Éste proceso se desencadena en equilibrio con otras especies de hongos que no inhiben la producción de los carpóforos. La comunidad de hongos ectomicorrícicos asociados a las raíces de los árboles hospedantes productores de trufas negras se comporta como cualquier otra comunidad de seres vivos, evolucionando en su grado de biodiversidad y estableciendo conexiones en equilibrio dinámico.

La ausencia de producción de trufas negras en algunos árboles hospedantes puede estar determinada por la ausencia de sus ectomicorrizas, o porque entre los hongos que forman la comunidad existe una o más especies que inhiben este proceso o lo interrumpen.

La zona de estudio se sitúa en la comarca del Noreste de Soria, cuya superficie potencialmente trufera es 22318 ha, el 42% del total de su superficie forestal. Estos montes carecen de otro tipo de aprovechamiento forestal, considerándose en los mapas de productividad potencial

como no productivos. La superficie potencialmente trufera para el total de la provincia de Soria es de 65000 ha (Mapa, 1995), lo que representa casi el 20% de la superficie forestal provincial.

En la primavera de 2000 se comenzaron a estudiar las ectomicorrizas presentes en estos encinares paralelamente a la ejecución de diversos trabajos selvícolas experimentales, con el objeto de obtener porcentajes de micorrización de *Tuber melanosporum* Vittad. que indiquen la presencia de este hongo en las raíces de las plantas y las especies ectomicorrícas competidoras. Además, se han muestreado plantas no productoras de trufa con el objeto de conocer su composición micorríca y contrastarla con la de las productoras.

Material y Métodos

La comarca del Noreste de Soria se encuentra a una altitud media de 1024 m, las trufas aparecen en zonas de pendiente variable y orientación predominante de solana, y los terrenos sobre los que se encuentran se caracterizan por ser poco evolucionados, con abundante pedregosidad y poco contenido en arcillas, situados sobre litología caliza o areniscas con cemento calizo.

El clima, según la clasificación de Allué (1990), corresponde al tipo IV(VI), meso-xerofítico de inviernos frescos, con precipitaciones anuales entre 425 y 600 mm, con 54 mm en la época estival. La temperatura media anual oscila entre 9 y 12 °C, con un invierno muy riguroso y veranos muy calurosos, con fuertes variaciones de temperatura a lo largo del día.

Las series de vegetación potencial según Rivas Martínez (1987) son *Cephalanthero longifoliae-Querceto fagineae sigmetum*, serie supramediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo, y *Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae sigmetum*, serie supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia* o encina.

La vegetación actual se corresponde con montes bajos de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.), orientados, en el pasado, hacia la obtención de leñas y carbones. Las especies arbustivas más frecuentes son: jaras (*Cistus ladanifer* L.), romeros (*Rosmarinus officinalis* L.), majuelos (*Crataegus monogyna* Jacq.), escaramujos (*Rosa* sp.), aliagas (*Genista scorpius* (L.) DC.), espliegos (*Lavandula latifolia* Med.), y tomillos (*Thymus vulgaris* L.) (Oyaregui, 1994).

Se eligieron 23 árboles de la zona de estudio situados en los términos municipales de Alconaba, Esteras del Campo, Hinojosa del Campo, La Quiñonería, Tajahuerce, Tardajos de Duero y Pinilla del Campo. Para su elección se tuvieron en cuenta los resultados de producción de *Tuber melanosporum* durante el invierno de 1999-2000.

Se realizaron dos muestreos anuales, uno en primavera y otro en otoño, siguiendo el método global (Verlhac *et al.*, 1990), se toman dos muestras en direcciones opuestas, preferentemente con orientación Sur-Norte en la zona superficial (10-20 cm) cercana al árbol, sin dañarlo.

Tras su extracción las muestras se conservan en cámara de frío a 4°C hasta su estudio en laboratorio, para ello, se lavan ligeramente y se introducen en el baño de ultrasonidos durante quince minutos, tras reposar durante 24 horas en frío se repite la operación. Si es necesario se completa la limpieza con ayuda de pinceles y agujas.

Bajo la lupa binocular se procede al conteo de los ápices, diferenciando entre los no micorrizados y los micorrizados, y de entre estos, los micorrizados con *Tuber melanosporum* y con otros hongos. Las micorrizas no identificadas se conservan con FAA (Verlhac *et al.*, 1990) para su posterior caracterización.

Resultados

Tras tres muestreos, realizados en la primavera y el otoño de 2000 y en la primavera de 2001, los resultados obtenidos en cuanto a porcentajes de micorrización se resumen en la Tabla 1.

Tab. 1 Porcentajes de micorrización según la categoría de producción en los muestreos de primavera de 2000 (P00), otoño de 2000 (I00) y primavera de 2001 (P01).

Categoría de producción	Fecha	% Micorrizas	% Micorrizas <i>T. melanosporum</i>	% Otras micorrizas
NO PRODUCTIVOS	P00	43,27	6,69	93,31
	I00	31,75	0	100
	P01	47,95	0,60	99,40
PRODUCTIVOS	P00	71,30	21,78	78,22
	I00	61,41	5,11	94,89
	P01	71,68	7,46	92,54
MUY PRODUCTIVOS	P00	76,10	45,52	54,48
	I00	49,16	3,95	96,05
	P01	72,45	5,03	94,97
TOTAL	P00	64,44	27,99	72,01
	I00	48,69	3,73	96,27
	P01	64,02	5,01	94,99

Se observa que si bien los porcentajes de micorrizas de *Tuber melanosporum* son superiores en las encinas productoras, también se encuentran estas micorrizas en encinas no productoras. Las ectomicorrizas identificadas en cada muestreo y su abundancia respecto al total de árboles se indican en la Tabla 2.

Tab. 2 Principales tipos de ECM identificados en los tres muestreos y grado de presencia.

	<i>Tuber melanosporum</i>	<i>Tuber aestivum</i>	<i>Tuber brumale</i>	<i>Cenococcum geophilum</i>	Tipo AD	Tipo <i>Hebeloma</i>	Tipo <i>Scleroderma</i>	Tipo <i>Cortinarius</i>	Tipo SB	OTRAS
Primavera 2000										
Otoño 2000										
Primavera 2001										

	> 80%		60-80%		40-60%		20-40%		< 20%
--	-------	--	--------	--	--------	--	--------	--	-------

Se observa que del conjunto de las ectomicorrizas identificadas, la más frecuente es *Tuber melanosporum*.

Se describen las características de los morfotipos de las ectomicorrizas identificadas y no identificadas más frecuentes, siguiendo las directrices marcadas por Agerer (1991) y Agerer & Rambold (2004-2006). Para la posterior identificación de los morfotipos de ectomicorrizas se utilizaron, entre otros, los trabajos de Agerer (1987-2002), Agerer *et al.* (1996-2001), Agerer & Rambold (2004-2006), Bencivenga *et al.* (1995), De Román *et al.* (1999); De Román y De

Miguel (2000), De Román (2003), De Román & De Miguel (2005), Donnini & Bencivenga (1995), Etayo (2001), Goodman *et al.* (1996-2000), Ingleby *et al.* (1990), Jakucs *et al.* (2005), Tedersoo *et al.* (2006) y Voiry (1981).

Descripción de Ectomicorrizas

***Cantharellus tubaeformis* (Bull.) Fr.**

Color amarillento, que pasa a marrón oscuro con el tiempo, superficie lisa, ramificación irregular. Manto plectenquimatoso con hifas irregulares, a veces hasta epidermoides, con numerosas gotas de contenidos oleosos. Hifas que emanan escasas, rectas, cubiertas de sustancias gelatinosas, con fíbulas. Rizomorfos ausentes. Cistidios ausentes.

***Cenococcum geophilum* Fr.**

Color negro, superficie fibrosa brillante, raramente ramificada. Manto plectenquimatoso con hifas dispuestas en forma de estrella, correspondiente al tipo G. Hifas que emanan frecuentes, de color marrón muy oscuro o negro, rectas y septadas, sin fíbulas. Rizomorfos y cistidios ausentes. Esclerocios abundantes, negros, esféricos, que no se encuentran unidos a la micorriza.

***Hebeloma cf. sinapizans* (Fr.) Sacc.**

Color marrón-blancuecino, algodonosa, ramificación irregular. Manto plectenquimatoso, hialino, con algunas vesículas redondeadas anaranjadas. Hifas muy abundantes, hialinas, cortas, con algunas anastomosis de tipo a₁, con fíbulas muy gruesas y marcadas. Rizomorfos muy abundantes, muy lanosos, aplanados, con la cubierta muy semejante a la del manto. Cistidios ausentes.

***Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauscher**

Color marrón anaranjado, superficie lanosa, ramificación simple a irregular. Manto plectenquimatoso, con hifas onduladas bastante uniformes. Hifas que emanan comunes, con muchas anastomosis de contacto y fíbulas. Rizomorfos abundantes, lanosos, muy diferenciados, con numerosas acumulaciones de células globosas en la superficie. Cistidios ausentes.

***Tomentella galzinii* Bourdot**

Color marrón claro, superficie espinosa, ramificación simple a monopodial pinnada. Manto pseudoparenquimatoso, con células poligonales de tipo L. Hifas que emanan y rizomorfos ausentes. Cistidios aciculares formados por dos células separadas por un septo con fíbula.

***Tuber aestivum* Vittad.**

Color marrón-dorado, superficie lanosa, ramificación simple o monopodial pinnada. Manto pseudoparenquimatoso, con células poligonales correspondiente al tipo L. Hifas que emanan y rizomorfos ausentes. Cistidios largos, sinuosos y enredados entre sí, con vesículas intercalares o terminales.

***Tuber brumale* Vittad.**

Color marrón-ámbar, superficie espinosa, ramificación simple o monopodial pinnada. Manto pseudoparenquimatoso, con células en forma de puzzle, correspondiente al tipo M. Hifas que emanan muy escasas, sinuosas, con algunos acodos, sin fíbulas. Rizomorfos ausentes. Cistidios abundantes en forma de aguja, con la base ensanchada, cortos con paredes gruesas, sin ramificar y, a veces, con un septo en la base.

***Tuber melanosporum* Vittad.**

Color marrón-dorado, superficie lisa, solitaria o, a veces, formando glomérulos. Manto

pseudoparenquimatoso, con células en forma de puzzle, correspondiente al tipo M. Hifas que emanan y rizomorfos ausentes. Cistidios escasos, ramificados en ángulo recto en la zona cercana al manto, hialinos, sin fíbulas.

Tipo AD (Angle Droit; Giraud, 1988)

Color ocre, superficie lanosa, ramificación simple o irregularmente pinnada. Manto pseudoparenquimatoso con células poligonales de tipo L. Hifas que emanan y rizomorfos ausentes. Cistidios muy abundantes, muy ramificados en ángulo recto, rígidos, sin fíbulas.

Tipo Cortinarius

Color blanquecino, superficie algodonosa, ramificación irregular. Manto plectenquimatoso con hifas formando rosetas. Hifas que emanan hialinas, muy abundantes, con numerosas anastomosis y con fíbulas. Rizomorfos gruesos, ramificados en Y. Cistidios ausentes.

Tipo Hebeloma

Color blanquecino, superficie algodonosa, simples o con ramificación irregular. Manto plectenquimatoso con las hifas hialinas. Hifas que emanan muy abundantes, largas, hialinas, acodadas en algunos casos, con fíbulas muy marcadas. Rizomorfos abundantes, gruesos e hialinos. Cistidios ausentes.

Tipo Scleroderma

Blanquecina o marrón muy claro, superficie algodonosa, ramificación piramidal. Manto plectenquimatoso con las hifas sin organizar. Hifas que emanan muy abundantes, curvadas, formando anillos, hialinas, a veces con fíbulas. Rizomorfos abundantes, gruesos, rodeados de hifas que se curvan formando anillos. Cistidios ausentes.

Tipo Tuberal

Dorada o marrón-anaranjada, superficie lisa, solitaria o con ramificación monopodial. Manto pseudoparenquimatoso, tipo L o M, con las células bien definidas. Hifas que emanan ausentes. Rizomorfos ausentes. Cistidios ausentes.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 006 (Teleforoide; Águeda *et al.*, 2003)

Color marrón oscuro, superficie fibrosa y brillante, ramificación piramidal con los ápices algo curvados y bastante aglomerada por micelio. Manto externo pseudoparenquimatoso poligonal de tipo L, manto interno plectenquimatoso muy denso. Hifas que emanan comunes, ligeramente tortuosas, con la superficie un poco punteada, con fíbulas muy marcadas, pero no en todos los septos. Rizomorfos ausentes. Cistidios abundantes, muy largos, con la base muy dilatada y septos comunes sin fíbulas.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 007 (Boletal; Águeda *et al.*, 2003)

Color marrón-anaranjado, superficie algodonosa, ramificación simple o irregular, en algunos casos aglomeradas por micelio y rizomorfos muy blancos. Manto plectenquimatoso muy laxo, hialino. Hifas emergentes muy abundantes, hialinas, lisas, con numerosas anastomosis de tipo a₁, los septos algo estrechados y siempre ramificadas en los septos. Sin fíbulas. Rizomorfos abundantes, hialinos, de tipo F, con hifas diferenciadas, en las ramificaciones presentan aglomeraciones de hifas enmarañadas. Cistidios ausentes.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 008 (Teleforoide; Águeda *et al.*, 2003)

Color marrón-anaranjado, superficie afieltrado-lanosa, brillante, ramificación de irregularmente pinnada a piramidal, muy aglomeradas por micelio. Manto muy denso, confuso, con gotas de exudados. Hifas que emanan muy abundantes, gruesas, con espinas grandes muy abundantes, con fíbulas, pero no en todos los septos. Rizomorfos ausentes. Cistidios abundantes, hialinos, muy finos, algo ensanchados en la base.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 009 (Teleforoide; Águeda *et al.*, 2003)

Color marrón-anaranjado, superficie afieltrada mate, ramificación piramidal, aglomeradas ligeramente por micelio. Manto pseudoparenquimatoso, de células muy claras, triangulares, formando hexágonos. Hifas comunes, tortuosas, con algunos acodos, paredes bastante gruesas y algo punteadas, con fíbulas muy marcadas. Rizomorfos ausentes. Cistidios de dos tipos, los primeros comunes, hialinos, con septos pero sin fíbulas, presentes solamente en ápices jóvenes; los segundos muy escasos, gruesos y cortos.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 015 (Teleforoide; Águeda & Fernández Toirán, 2004)

Color marrón oscuro, superficie lanosa con muchas hifas que emanan. Manto plectenquimatoso, tipo I, cubierto de abundantes vesículas. Hifas que emanan muy abundantes, acodadas, con fíbulas. Rizomorfos ausentes. Cistidios comunes, cortos, en forma de botella, con el cuello ondulado.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 016 (Teleforoide; Águeda & Fernández Toirán, 2004)

Marrón oscuro, ondulada, superficie algodonosa y brillante, simple, con rizomorfos lanosos. Manto pseudoparenquimatoso, con células poligonales de paredes muy gruesas. Hifas que emanan comunes, rectas, con la superficie ligeramente punteada, sin fíbulas. Rizomorfos comunes, muy diferenciados, cubiertos de los mismos cistidios que la micorriza. Cistidios largos, ondulados, lisos, algunos con vesículas terminales.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 017 (Teleforoide; Águeda & Fernández Toirán, 2004)

Color naranja, superficie algodonosa, sin ramificar y con forma cónica. Manto pseudoparenquimatoso de tipo L, con células pentagonales y triangulares. Hifas que emanan muy abundantes, onduladas, con fíbulas muy poco marcadas. Rizomorfos ausentes. Cistidios largos y lisos, con la base ensanchada y el ápice redondeado.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 018 (Teleforoide; Águeda & Fernández Toirán, 2004)

Color marrón negruzco, superficie granulosa, irregularmente ramificada, cubierta de hifas. Manto plectenquimatoso, muy grueso, cubierto de vesículas redondeadas. Hifas que emanan abundantes, lisas, tortuosas, algunas en forma de sacacorchos, con las fíbulas muy marcadas. Rizomorfos ausentes. Cistidios ausentes.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 045

Marrón anaranjada, superficie algo granulosa, ramificación piramidal, hifas que emanan y rizomorfos abundantes. Manto plectenquimatoso, de tipo Q, cubierto de una red de hifas con protuberancias. Hifas que emanan gruesas, espinosas, rojizas, con gotas de exudados muy abundantes, con fíbulas. Rizomorfos gruesos, cubiertos de cistidios finos, curvados y largos. Cistidios muy finos, hialinos, largos y tortuosos.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 046

Color marrón rojizo muy oscuro, superficie granulosa, ramificación simple, hifas que emanan y rizomorfos muy abundantes. Manto externo pseudoparenquimatoso, de tipo K, con montones de células redondeadas, manto interno plectenquimatoso muy denso. Hifas que emanan hialinas, gruesas, ramificadas en ángulo recto, con fíbulas muy marcadas. Rizomorfos muy gruesos, con hifas emergentes finas. Cistidios de tipo B, largos, recios, con la base muy engrosada.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 047

Color marrón grisáceo, superficie lanosa, ramificación irregular, hifas que emanan y rizomorfos muy abundantes, blancos. Manto externo plectenquimatoso, muy laxo, formando anillos de hifas, de tipo A. Hifas que emanan muy abundantes, hialinas, lisas, muy ramificadas, a veces con fíbulas. Rizomorfos abundantes, sin hifas diferenciadas, hialinos, lisos, con hifas dilatadas en los septos. Cistidios ausentes.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 048

Color marrón-rojizo, superficie fibroso-lanosa, algo tortuosa, ramificación irregular. Manto pseudoparenquimatoso, formado por células triangulares cubiertas de una matriz gelatinosa. Hifas que emanan hialinas, espinosas, acodadas, con fíbulas. Rizomorfos gruesos, sin hifas diferenciadas. Cistidios ausentes.

Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA 049

Marrón-rojiza muy oscura, superficie algo granulosa, ramificación piramidal. Manto plectenquimatoso con montones de células redondeadas, tipo F. Hifas que emanan ausentes. Rizomorfos lineales con muchas hifas que emanan. Cistidios comunes, con base esférica.

Discusión y Conclusiones

La producción de carpóforos de especies micorrícicas requiere de la presencia de un grado de micorrización óptimo en las raíces de un árbol. Éste, se produce en equilibrio con otras especies competidoras que, no inhiben su fructificación. Es decir, hay un cortejo de hongos ectomicorrícicos asociados a las encinas productoras de trufa negra que se comportan como cualquier comunidad de seres vivos, dando lugar a una determinada biodiversidad fúngica y estableciendo relaciones en equilibrio dinámico que evolucionarán a lo largo del tiempo. Por el contrario, la no fructificación de la trufa en algunas encinas vendrá determinada por la ausencia de sus micorrizas o porque entre los hongos competidores hay alguno que inhibe este proceso o acaba desplazándola.

Es destacable la presencia de *Tuber melanosporum* en la mayor parte de los árboles muestreados, independientemente de su categoría de producción de trufas negras. Se obtienen porcentajes de micorrización por *Tuber melanosporum* más elevados en los dos muestreos de primavera que en el de invierno, tal y como se aprecia en la Tabla 1. Solamente en uno de los árboles estudiados, una encina no productora en Pinilla del Campo, no aparecen micorrizas de este tuberal. El único morfotipo identificado en este árbol es el Tipo *Hebeloma*. Según algunos autores esta micorriza desplazaría a la de trufa (Águeda *et al.*, 2001). *Tuber aestivum* aparece en árboles productores y no productores, mientras que *T. brumale* aparece solamente en árboles no productores. Se considera que ambas especies provocarían el desplazamiento de *T. melanosporum* en los árboles en los que aparecen en las plantaciones, aunque el porcentaje encontrado, en este caso, sea muy bajo.

El Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA045 presenta un manto grueso, hifas con fíbulas muy marcadas, y cistidios abundantes lo que, unido a las coloraciones oscuras con tonalidades rojizas, son características de los Telephorales (Raidl & Müller, 1996). Las exudaciones que aparecen en las paredes externas de las hifas es una singularidad no compartida con ninguno de los morfotipos de éste grupo descritos hasta el momento.

Los Morfotipos VALONSADERO-MYCORRHIZA046, VALONSADERO-MYCORRHIZA048 y VALONSADERO-MYCORRHIZA049 comparten estos caracteres comunes al género *Tomentella*. El Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA048 comparte caracteres con varios de los tipos descritos por De Román (2003) en los encinares navarros, todos ellos pertenecientes al género *Tomentella* o muy próximos a él.

El Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA047 corresponde a un hongo del género *Cortinarius*, ya que presenta rizomorfos muy poco evolucionados, hialinos, manto plectenquimatoso laxo e hifas que emanan con fíbulas, lo que es una característica típica del género. Agerer (1999) describe las micorrizas del género *Cortinarius* como ligeramente curvadas, incluso tortuosas, con abundantes rizomorfos.

Del total de micorrizas competidoras caracterizadas, destaca el hecho de que dos son especies del género *Tuber*. También aparece *Cenococcum geophilum*, especie cosmopolita, ampliamente citada y bien adaptada por sus estrategias (hifas y esclerocios) a los ecosistemas mediterráneos.

Es remarcable la presencia de micorrizas de tipo AD, más habitual en plantaciones que en masas naturales productoras de trufa negra. Algunos autores apuntaron su posible correspondencia

a un morfotipo Telephoral (De Román, 2003). Recientemente ha sido descrito y denominado *Quercirhiza quadratum* por Águeda *et al.*, 2008, trabajo que ha revelado su identidad de Ascomycete Pezizal Pyronemataceae del género *Trichophaea*.

Destaca también la abundancia de micorrizas competidoras de tipos teleforoides. No parecen restar capacidad productora a las trufas. En el presente trabajo aparecen descritos 12 tipos pertenecientes a dicho orden, algunos de éstos presentan un alto grado de micorrización, hecho que está de acuerdo con la abundancia de estas micorrizas tanto en formaciones naturales de encina en Navarra (De Román & De Miguel, 2005, Clavería Y De Miguel, 2005), como en plantaciones trufas de toda España (De Miguel *et al.*, 2006).

En la provincia de Soria solamente se han recolectado 10 especies de carpóforos pertenecientes a los Telephorales (Pando, 2000), ya que son un grupo cuya fructificación es bastante difícil de observar. Sin embargo, las características morfológicas de sus ectomicorrizas son lo suficientemente específicas, representativas y diversas para ser uno de los grupos de más sencilla identificación anatómico-morfológica.

En la provincia de Soria solamente se han recolectado 10 especies de carpóforos pertenecientes a los Telephorales (Pando, 2000), ya que son un grupo cuya fructificación es bastante difícil de observar. Sin embargo, las características morfológicas de sus ectomicorrizas son lo suficientemente específicas, representativas y diversas para ser uno de los grupos de más sencilla identificación anatómico-morfológica.

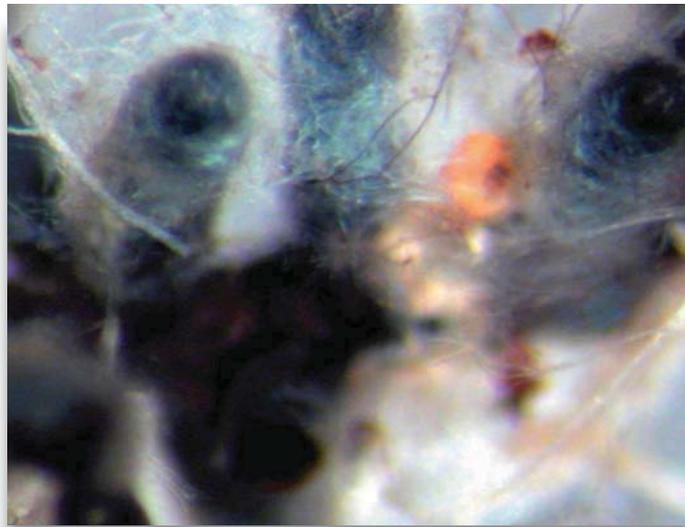
Figura 1. a) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA045, micorriza piramidal (20X); b) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA045, hifa con gotas de exudados (1000X); c) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA046, micorriza con hifas que emanan y rizomorfos (20X); d) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA046, cistidio con la base engrosada (1000X); e) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA047, micorriza lanosa (20X); f) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA048, rizomorfos (1000X); g) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA049, micorriza granulosa (20X); h) Morfotipo VALONSADERO-MYCORRHIZA049, manto con montones de células (1000X).



a



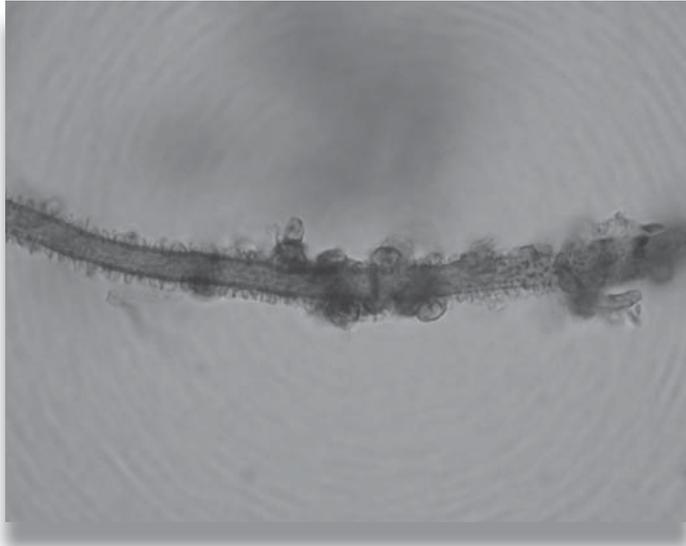
c



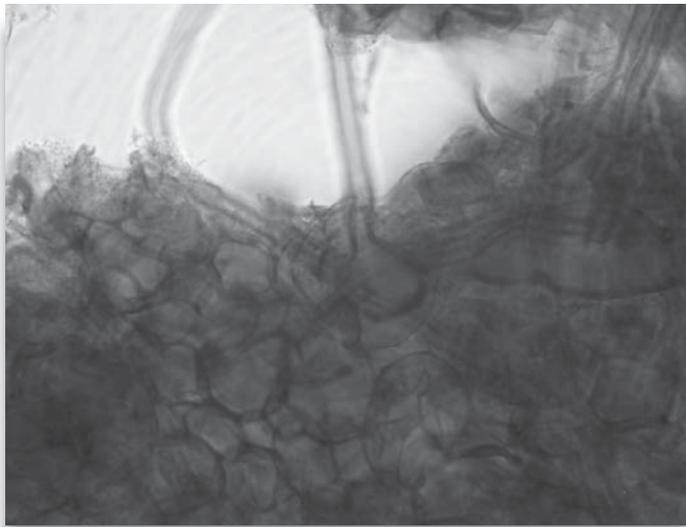
e



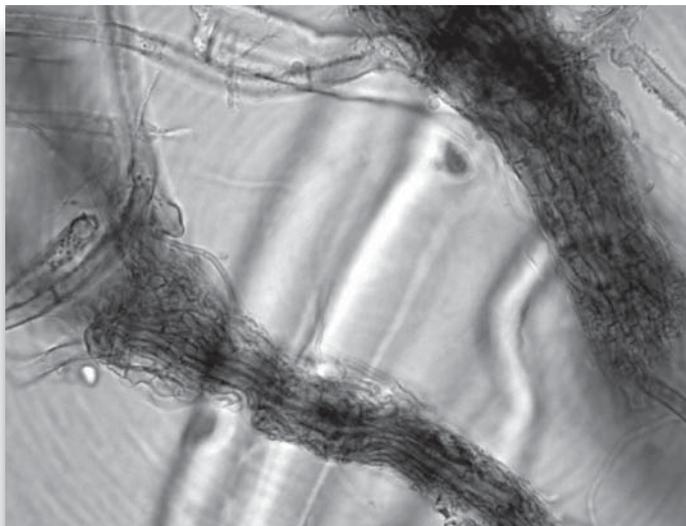
g



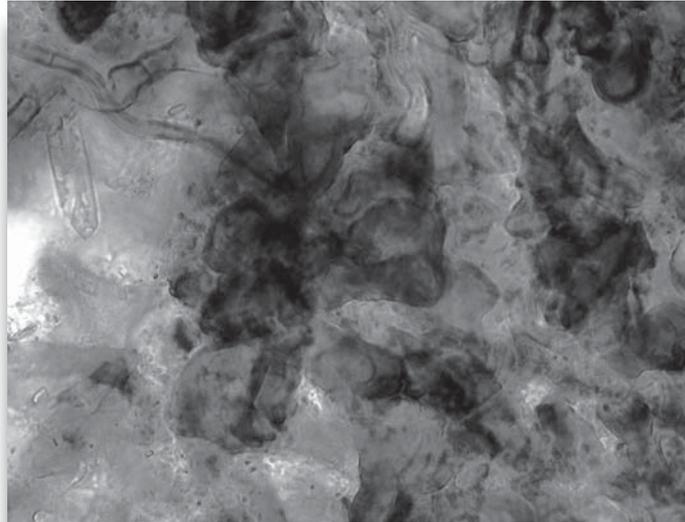
b



d



f



h

Bibliografía

- AGERER R., 1987-2002 - *Colour atlas of ectomycorrhizae*. Eirhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.
- AGERER R., 1991 - *Characterization of ectomycorrhiza*. In: J.R. Norris, D.J. Read & A.K. Varma (eds.), *Techniques for the study of mycorrhiza. Methods in Microbiology* 23: 25-73. Academic Press. London, UK.
- AGERER R., 1999 - *Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizas: an attempt towards a natural classification*. In: A. Varma & B. Hock (eds.), *Mycorrhiza. Structure, function, molecular biology and biotechnology. Second edition*: 633-682. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York.
- AGERER R., DANIELSON R.M., EGLI S., INGLEBY K., LUOMA D., TREU R. (eds.), 1996 - 2001 - *Descriptions of ectomycorrhizae: 1-6*. Einhorn-Verlag. Schwäbisch Gmünd.
- AGERER R., RAMBOLD G., 2004 – 2006 [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2004-06-05]. *DEEMY – An Information System for Determination and Characterisation of Ectomycorrhizae*. Consultado el 2004-06-05 de <http://www.deemy.de>.
- ÁGUEDA B., FERNÁNDEZ TOIRÁN, L.M., DE MIGUEL A.M., 2001 - *Ectomicorrizas presentes en la plantación trufera “Los Quejigares” (Soria)*. Actas del III Congreso Forestal Español, Granada. Tomo II, pp. 100-106.
- ÁGUEDA B., FERNÁNDEZ TOIRÁN L.M., DE MIGUEL, A.M., DE ROMÁN, M., 2003 - *Ectomicorrizas presentes en los encinares truferos del Noreste de Soria*. I Congreso de Micología Forestal Aplicada. Soria. (en prensa).
- ÁGUEDA B., FERNÁNDEZ TOIRÁN L.M., 2004 - *Ectomycorrhizae present in truffled evergreen oak forests in the North-East of Soria (Spain)*. Premier Symposium sur les Champignons Hypogés du Bassin Méditerranéen. Rabat (Marruecos).
- ÁGUEDA B., AGERER R., DE MIGUEL A.M., PARLADÉ J., 2008 - *Quercirhiza quadratum + Quercus ilex subsp. ballota (Scop.) Desf. Champ. Descr Ectom* 11/12
- ALLUÉ J.L., 1990 - *Atlas fitoclimático de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., DONNINI D., TANFULLI M., 1995 - *Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 1 – Inquinanti in vivaio*. *Micol. Ital.* (1995) 2: 167-178.
- CLAVERÍA V., DE MIGUEL A.M., 2005 - *Análisis de la comunidad ectomicorrícica de un carrascal de Navarra (España)*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 141-2 (en prensa).
- DE MIGUEL A.M., ÁGUEDA B., FERNÁNDEZ TOIRÁN L.M., GONZÁLEZ ARMADA B, 2006 - *Dynamic of the ectomycorrhizal community in truffle plantations in Spain*. 5th International Congress on Mycorrhiza. Granada.

- DE ROMÁN M., 2003 - *Las ectomicorrizas de Quercus ilex subsp. ballota y su dinámica post-incendio en una zona potencialmente trufera*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra, Pamplona. 488 pp.
- DE ROMÁN M., DE MIGUELA.M., ETAYO M.L., 1999 - *Ectomycorrhizal morphotypes identified in two sites (burned and non-disturbed) in a Quercus ilex L. subsp. ballota (Desf.) Samp. forest in Navarra (Spain)*. Pub. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot., 12: 45-57.
- DE ROMÁN M., DE MIGUEL A.M., 2000 - *Identificación y descripción de las ectomicorrizas de Quercus ilex L. subsp. ballota (Desf.) Samp. en una zona quemada y una zona sin alterar del carrascal de Nazar (Navarra)*. Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot., 13: 2-42.
- 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.
- DONNINI D., BENCIVENGA M., 1995 - *Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 2 – Inquinanti in campo*. Micol. Ital. (1995) 2: 185-207.
- 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. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra, Pamplona. 361 pp.
- GIRAUD M., 1988 - *Prélèvement et analyse de mycorrhizes*. En: CTIFL (ed.). *La truffe*, FNPT 10, Congrès de la trufficulture, Saintes: 49-63.
- GOODMAN D.M., DURALL D.M., TROFYMOW J.A., BERCH S.M., (eds.); 1996-2000 -. *A manual of concise descriptions of North American ectomycorrhizae*. Mycologue Publications. British Columbia.
- INGLEBY K., MASON P.A., LAST F.T., FLEMING L.V., 1990 - *Identification of ectomycorrhizas*. I.T.E. Research Publication nº 5. Edinburgh Research Station, Scotland. 112 pp.
- JAKUCS E., KOVÁCS G.M., SZEDLAY G., ERŐS-HONTI Z., 2005 - *Morphological and molecular diversity and abundance of tomentelloid ectomycorrhizae in broad-leaved forest of the Hungarian Plain*. Mycorrhiza 15: 459-470.
- MAPA, 1995 - *Segundo inventario forestal nacional. 1986-1995. Castilla y León. Soria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Madrid. 250 pp.
- OYAREGUI G., 1994 - *Provincia de Soria*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 166 pp.
- PANDO F., 2000 - *Bases de datos en línea de las colecciones de criptógamas del Herbario MA*. Consultado el 4-3-2005 de <http://www.rjb.csic.es/herbario/crypto/crydbe.htm>.
- RAIDL S., MÜLLER W.R., 1996 - *Tomentella ferruginea (Pers.) Pat. + Fagus sylvatica L.* Descriptions of ectomycorrhizae 1: 161-166.
- RIVAS MARTÍNEZ S., 1987 - *Memoria de las series de vegetación de España*. ICONA. Madrid. 268 pp.
- TEDERSOO L., HANSEN K., PERRY B.A., KJOLLER R., 2006 - *Molecular and morphological diversity of pezizalean ectomycorrhiza*. New Phytologist 170: 581-596.
- VERLHAC A., GIRAUD M., LETEINTURIER J., 1990 - *La truffe guide pratique*. CTIFL, París. 108 pp.
- VOIRY H., 1981 - *Classification morphologique des ectomycorrhizes du chêne et du hêtre dans le nord-est de la France*. Eur. J. For. Path. 11: 2284-2299.