

ECOLOGIA DE *PISOLITHUS TINCTORIUS* EN LA PROVINCIA DE ALMERIA (SE DE ESPAÑA)

J. A. ORIA DE RUEDA¹

RESUMEN

Se estudia la ecología de *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch en siete localidades de la provincia de Almería. Todas tienen en común el elevado pH del suelo, ya sea calizo, yesoso o salino. Se consideran aspectos geológicos, edáficos, botánicos y fitosociológicos, así como las diferentes formas biológicas y razas fisiológicas de este hongo tan variable. Se han encontrado dos razas de *P. tinctorius*, una, en la zona costera y media en condiciones de elevada aridez que se asocia micorrízicamente con *Eucalyptus*, y otra, en la zona Norte de la provincia en lugares con mayores precipitaciones y temperaturas medias menores, que se asocia simbióticamente con *Quercus* y *Pinus*.

(Palabras clave: *Pisolithus tinctorius*, Ecología, Almería, aridez.)

INTRODUCCION

Pisolithus tinctorius es un gasteromycete micorrizógeno extendido por todo el mundo (MARX, 1977), desde zonas con características subárticas como el Norte de Escandinavia (PILAT, 1958), hasta regiones tropicales y subtropicales de Africa (FROIDEVAUX, 1985). En el siglo pasado se llegó a dividir en más de 22 especies diferentes, pero posteriormente se comprobó que no eran tales, sino razas fisiológicas y formas biológicas (CUNNINGHAM, 1979). Se ha destacado con frecuencia su apatencia por los suelos arenosos (de donde viene su sinónimo *Pisolithus arenarius*) con reacción ácida, llegando a soportar suelos extremadamente ácidos convirtiéndolo en uno de los hongos micorrizógenos más eficaces en suelos con condiciones de acidez extrema y elevadas concentraciones de sustancias tóxicas, por lo que se está empleando en micorrización de viveros forestales con vistas a su empleo en recuperación de tierras y restauraciones forestales en zonas contaminadas y afectadas gravemente por las lluvias ácidas (FROIDEVAUX, 1985).

En España, *Pisolithus tinctorius* está distribuido en la mayor parte de sus regiones (CALONGE & DEMOULIN, 1972), Sureste (HONRUBIA, 1982), en particular en Almería (GARCÍA BUENDÍA, 1985). En 1986 iniciamos su estudio en las zonas más ári-

das de la provincia, con vistas a su aplicación forestal (CALONGE & ORIA DE RUEDA, 1988). Según nuestras investigaciones, *P. tinctorius* soporta un amplio rango de pH edáfico; sin embargo, al poseer una gran variabilidad, con numerosas razas, formas y cepas (FILAT, 1958), todas no soportan las mismas dificultades, por lo que se hace necesario la diferenciación y el estudio de la ecología de las mismas.

METODO

Se ha estudiado la composición florística y micológica de varias localidades de la provincia, en aquellos lugares donde hemos recogido carpóforos y micorrizas de *P. tinctorius*. Se ha medido el pH del horizonte del suelo en el que aparecían micorrizas. Los datos meteorológicos han sido obtenidos en el Centro de Datos del Instituto Meteorológico Nacional y en las obras de CAPEL MOLINA (1982) y de ALMARZA MATA (1984).

La conexión micelial directa entre los carpóforos y las micorrizas se ha considerado suficientemente exacta para determinar con qué especie de árbol se asociaba (GIOVANNETTI *et al.*, 1986).

Las especies de eucaliptos encontradas como simbioses del hongo estudiado han sido clasificadas con la obra de LAMA (1976). Se ha calculado la acidez actual y acidez de cambio en CIK por el método potenciométrico (GANDULLO *et al.*, 1978).

¹ Unidad de Botánica Forestal. Escuela Universitaria Politécnica Agraria de Palencia. Avenida de Madrid, 57. Palencia.

Todos los carpóforos y micorrizas que se citan en este estudio se encuentran depositados en el herbario del autor. En algunas de las localidades también hemos calculado la producción relativa en kilogramos por hectárea de los carpóforos de este hongo y de las micorrizas encontradas en los 10 cm superiores del suelo. Para su obtención hemos empleado el método de muestreo sistemático en zonas homogéneas y muestreo estratificado en zonas heterogéneas (MARGALEF, 1986).

RESULTADOS

Climatología

Pisolithus tinctorius en la provincia de Almería llega a soportar condiciones de gran aridez. Según el método de Emberger (CAPEL MOLINA, 1982), las localidades de Vélez Blanco y María están situadas en un clima subhúmedo; Lucainena de las Torres, Sorbas y Roquetas en árido, Cuevas (del río Almanzora) y cabo de Gata en clima perárido o sahariano.

La localidad de Cuevas, con nueve meses áridos y tres semiáridos, con una precipitación de 170 mm (algunos años de menos de 60 mm) es la localidad en que la sequía es más acusada.

En la localidad de cabo de Gata, si bien la precipitación es de 150 mm, debido a la proximidad del mar, alcanzan importancia las precipitaciones ocultas y las temperaturas estivales no son tan elevadas, por lo que la aridez es menor. Esto puede comprobarse a simple vista al amanecer, con el rocío y con el mayor desarrollo y abundancia de líquenes y musgos. Cabo de Gata tiene ocho meses áridos y cuatro semiáridos.

Lucainena y Sorbas soportan seis meses áridos y seis semiáridos. En Roquetas de Mar, cinco meses áridos y siete semiáridos. En Vélez Blanco sólo dos meses áridos, dos semiáridos y ocho meses húmedos. Las precipitaciones en Vélez Blanco y María superan los 400 mm. En Lucainena y Sorbas la precipitación media anual es de 250 mm.

Vamos a destacar el gran déficit entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Este déficit llega a alcanzar los 672 mm en Cuevas, cabo de Gata y Roquetas; 653 mm en Sorbas, mientras que en Vélez Blanco sería de 220 mm y en María sería inferior a 200 mm (ALMARZA MATA, 1984).

Con estos últimos datos se puede comprender la dificultad de la agricultura de secano en esta provincia y lo problemáticas que son las plantaciones forestales, no sólo de árboles, sino también de arbustos resistentes a la sequía.

Geología y edafología

Se ha consultado la obra de DELGADO (1982), NIEVES *et al* (1988) y MARTÍNEZ (1983) para la obtención del pequeño resumen que apuntamos a continuación.

En las salinas de Roquetas de Mar y en aluviones de Cuevas del Almanzora (parcela de Hoya de Trizán), los sedimentos que conforman el lugar son muy recientes, del Cuaternario.

Las parcelas visitadas en cabo de Gata, Lucainena y Sorbas pertenecen al Mioceno, así como también otra parcela en Cuevas (parcela de Rambla Cillera).

Las dos parcelas de Vélez Blanco y María enclavadas en la Sierra de María propiamente están asentadas sobre calizas del Jurásico. Los pinares de *Pinus halepensis* visitados en la cuenca del embalse de Valdeinfierno están situados sobre margas yesíferas del Neocretáceo.

En cuanto a la clasificación de los suelos, los de las parcelas de Vélez Blanco y María están catalogados dentro del grupo de los Inceptisoles (subgrupo Calcic Lithic) con contacto lítico antes de los 10 cm de profundidad. En alguno de los parajes donde encontramos cuerpos de fructificación de *P. tinctorius* existen horizontes superiores del suelo con arcilla muy compacta en los que abundan las micorrizas en este hongo.

En Lucainena, Sorbas, cabo de Gata y Cuevas del Almanzora aparecen, en las parcelas estudiadas, Aridisoles con horizontes petrocálcicos (Paleorthids). Con frecuencia, debido a la erosión, las costras calizas aparecen superficialmente. Otros tipos de costras se forman frecuentemente en los suelos desprovistos de vegetación. Algunas especies del género *Eucalyptus*, con un contenido elevado de aceites esenciales, tales como *E. salmonophloia* y *E. salubris* que impiden alelopáticamente el establecimiento de vegetación autóctona, dan lugar a la formación de costras que dificultan la infiltración y favorecen la escorrentía superficial. Otras especies como *E. brockwayi* con menores conteni-

dos en aceites esenciales, se comportan de manera diferente respecto a la vegetación natural de la zona al no impedir de manera total su desarrollo. La desecación fuerte y rápida a causa del viento y la insolación, a continuación de las escasas pero intensas precipitaciones, son los causantes de la formación de estas costras superficiales no petrocálcicas. Estas observaciones las hemos realizado en las parcelas con eucaliptales de Cuevas y Sorbas.

Las costras petrocálcicas constituyen uno de los mayores problemas en la agricultura y en las plantaciones forestales. La ruptura de las mismas constituye un objetivo primordial en la utilización agrícola del suelo o en la restauración forestal de zonas degradadas y áridas. Si estas costras se rompen por causas naturales o artificiales y el agua se filtra por las grietas en el suelo, ésta se acumula y no se evapora fácilmente, debido precisamente a las mismas costras. Las raíces de los árboles y arbustos encuentran entonces zonas con cierta humedad en el período seco.

Hemos comprobado que de manera generalizada las raíces abundantemente micorrizadas con *Pisolithus tinctorius* se desarrollan con mayor profusión debajo de piedras y costras que protegen el suelo de la desecación, siempre y cuando haya abundantes grietas donde el agua de lluvia pueda penetrar. Por otra parte, al emerger los carpóforos de *P. tinctorius*, éstos son capaces de romper las costras cuando no sean excesivamente gruesas (menores de 35 mm de grosor), por lo cual ejercen una labor realmente eficaz y beneficiosa. Otras especies de hongos rompen también costras superficiales, e incluso llegan a levantar piedras al emerger sus carpóforos, en terrenos áridos, como *Suillus collinitus* (ORLA DE RUEDA, 1987).

En las localidades de Roquetas y Cuevas (Hoya de Trizán) aparecen Entisoles (Torrifluvents).

De singular importancia es el hecho de que los suelos de las parcelas analizadas presenten un pH elevado (Tabla I).

Creemos que son de gran interés los datos que aparecen en la Tabla I, pues se ha creído siempre que *P. tinctorius* es de naturaleza acidófila, por lo que habría que acidificar el inóculo y el medio de cultivo siempre que se quisiera estudiar *in vitro* esta especie (MARX *et al.*, 1984).

TABLA I

Localidad	Acidez actual pH	Acidez de cambio pH
Cuevas del Almanzora (Hoya de Trizán)	8,8	8,1
Vélez Blanco (encinar)	8,8	8,2
Luçainena	8,5	7,6
Cabo de Gata	8,9	8,3
Roquetas	9,4	8,9

En nuestros estudios con las cepas y razas de este hongo recogidas en Almería, se ha comportado tolerante a pH ácido y básico.

En la comarca de Gérgal, sobre pizarras y esquistos del complejo geológico Nevado-Filábride, hemos observado redes de micelio de *P. tinctorius* en el interior de la roca, lo que da idea de la capacidad pionera de este hongo micorrícico, capaz de utilizar agua y nutrientes inaccesibles a las raíces de los árboles (Lámina III, Foto 1).

Datos florísticos y fitosociológicos

A continuación se presentan los datos recogidos por nosotros en las diversas parcelas, en las que se consideran las formas y razas de *Pisolithus tinctorius* y otros hongos y plantas vasculares observados.

Las formas de *P. tinctorius* (PILAT, 1958), han sido:

- f. tinctorius* (Fr.) Pilat.
- f. surgidus* (Fr.) Pilat.
- f. conglomeratus* (Fr.) Pilat.
- f. tuberosus* (Mich. ex Pers.) Pilat.
- f. psicocarpus* (Fr.) Pilat.

La forma *surgidus*, con pseudoestipe muy desarrollado (hasta 30 cm) y ramificaciones en la base, semejando raíces, la hemos recogido en Vélez Blanco en parajes con vegetación densa. En este aspecto coincide con los recogidos por nosotros en la Casa de Campo de Madrid, en encinar con herbazales altos de *Dactylis glomerata* y con los recogidos en un bosque de *Quercus faginea* en La Rioja (LaGuardia). En los terrenos con vegetación densa la forma *surgidus* posee ventaja en cuanto a la dispersión de las esporas, pues emerge mucho más del suelo que las formas *psicocarpus*, *tuberosus* o *conglomeratus*, sin pseudoestipe o poco desarrollado. Podemos añadir que las mismas formas aparecen to-

dos los años en los mismos lugares. En donde hemos encontrado la forma *turgidus* un año, lo hemos seguido encontrando en los sucesivos, y de igual manera con las restantes. Por otra parte, queremos resaltar la gran profusión de este hongo en los eucaliptales de las parcelas estudiadas, situadas en el piso bioclimático termomediterráneo. En los eucaliptales situados en la zona de Tíjola y Purchena, con inviernos más fríos, no hemos encontrado todavía ningún rastro, ya sea de micorrizas o carpóforos de *P. tinctorius*. En Cuevas del Almanzora hemos encontrado los carpóforos de mayor tamaño que en peso fresco han superado los 700 g del peso total de los carpóforos de *Pisolithus tinctorius* y otros gasteromycetes, la mayor parte está formada por esporas, de ahí su utilidad en inoculación práctica de viveros forestales (MARX, 1982). También es de importancia ecológica la permanencia de los carpóforos en el tiempo.

Muchos de los cuerpos de fructificación de *P. tinctorius* que aparecieron tras las intensas lluvias del otoño de 1986 en Cuevas de Almanzora, seguían en el mismo lugar en el verano siguiente, dispersando sus esporas, casi un año después. Esta larga permanencia es un mecanismo que favorece la dispersión lenta y continuada, frente a lo que ocurre con otros hongos de la zona, como *Suillus collinitus*, cuyos cuerpos de fructificación se mantienen poco tiempo, a veces sólo una semana. Sin embargo, ocurre que este último hongo es muy buscado por todo tipo de animales, desde insectos hasta roedores, conejos y cabras, que, al alimentarse con él, dispersan con sus excrementos las esporas. *Pisolithus tinctorius* no es atacado por insectos ni es consumido por los animales, al menos en las regiones de España investigadas por nosotros. El medio de dispersión de las esporas de este gasteromycete es el viento y la lluvia; esta última al golpear el carpóforo, hace desprenderse las esporas en forma de nube de polvo, debido al carácter hidrófobo de las mismas. A los que hayan realizado inoculación por esporas de gasteromycetes les resultará esto lógico.

Es de destacar también el hecho de que en las parcelas de Cuevas, Sorbas, Lucainena y Roquetas la totalidad de los macromicetos encontrados eran gasteromycetes, pertenecientes a los géneros: *Pisolithus*, *Scleroderma*, *Battarraea*, *Calvatia*, *Gyrophragmium* y *Lycoperdon* (CALONGE & ORIA DE RUEDA, 1988); posteriormente hemos vuelto a comprobar

esto. En estos eucaliptales el predominio de este grupo de hongos es total.

Pisolithus tinctorius posee una gran complejidad en cuanto a razas fisiológicas de diferente especificidad en cuanto a la formación de micorrizas con diversos tipos de árboles.

En Australia, donde esta especie está muy extendida (CUNNINGHAM, 1979) se asocia únicamente con eucaliptos (FROIDEVAUX, 1985).

Se han realizado multitud de experimentos; mientras ciertos inóculos tan sólo son capaces de micorrizar eucaliptos, otros micorrizan pinos o *Quercus* indistintamente; otros sólo ciertas especies de *Pinus* y así se dan innumerables variaciones que complican aún más el panorama (MARX, 1982; FROIDEVAUX, 1985).

Vamos a anotar las diferencias entre las razas encontradas por nosotros en Almería, que, junto con nuestros trabajos experimentales de inoculación (ORIA DE RUEDA, 1987, 1988), intentan buscar la forma práctica de utilización forestal de este hongo tan variable. Los carpóforos de *P. tinctorius* encontrados en Vélez Blanco, pinares de la cuenca del embalse de Valdeinferno y María, pertenecen a las formas *conglomeratus*, *tinctorius* y *turgidus* y se caracterizan por el color de la esporada marrón chocolate muy oscuro (Lámina III, Foto 5), al contrario de los carpóforos encontrados en las parcelas con eucaliptos en los que la esporada es siempre amarilla ocrácea; por otra parte, las micorrizas que formaba este hongo con la coscoja y la encina eran de un color chocolate oscuro que contrasta enormemente con el color amarillo vivo de las micorrizas observadas en los eucaliptos.

Hemos deducido que estos dos tipos de diferentes colores obedecen a razas fisiológicas distintas, pues no hemos podido conseguir la micorrización de encinas y pinos con el *P. tinctorius* de los eucaliptos ni a la inversa.

La raza de micorrizas y esporada de color chocolate la hemos observado en encinares de Madrid y en pinares de Avila y Jaén, mientras que la raza de esporada y micorrizas amarillas la hemos visto en eucaliptales de Almería y Sevilla.

Creemos que es posible que esta raza que se asocia con los eucaliptos puede haberse introducido

en España al traerse planta con cepellón para hacer plantaciones de eucaliptos.

De cualquier manera es necesaria la investigación de la especificidad de las distintas razas, formas y cepas de esta especie (MARX, 1982; BACH, 1988).

En agosto de 1988 encontramos en un pinar de *Pinus halepensis*, de repoblación en la cuenca del embalse de Valdeinfierno, varios carpóforos de la raza oscura anteriormente citada de *P. tinctorius*, *f. conglomeratus* a unos 1.040 m de altitud. Es necesario notar que el color de los carpóforos observados se mantiene una vez secos.

Los ejemplares de *Pisolithus tinctorius* que se recogieron a principios de siglo en la Casa de Campo de Madrid (CALONGE & DEMOULIN, 1972) y están depositados en el Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid, coinciden en color y forma con los carpóforos recogidos por nosotros en el mismo lugar en 1987.

A continuación se exponen algunos inventarios realizados en las parcelas analizadas.

1. CUEVAS DEL ALMANZORA (término de Hoya de Trizán)

Eucaliptal de unos treinta años de edad. Pendiente, 10%. Altitud, 75 msnm. Temperatura media anual, 18° C. Piso bioclimático, termomediterráneo. Las especies de eucaliptos encontradas micorrizando con *P. tinctorius* han sido:

Eucalyptus occidentalis, *E. brockwayi*, *E. leucoxydon*, *E. melanophloia*, *E. camaldulensis*, *E. rudis*, *E. salubris*, *E. salmonophloia*, *E. sideroxydon* y *E. tereticornis*.

En la zona superior del término, la vegetación natural encontrada el 1 de enero de 1988, bajo *E. brockwayi* ha sido la siguiente:

<i>Zizyphus lotus</i>	3.3
<i>Asparagus stipularis</i>	3.3
<i>Anthyllis cytisoides</i>	3.3
<i>Ononis natrix</i>	1.2
<i>Hyparrhenia hirta</i>	1.2
<i>Lavandula dentata</i>	2.2
<i>Lavandula multifida</i>	1.1
<i>Brachypodium retusum</i>	2.2
<i>Thymelaea hirsuta</i>	2.3
<i>Artemisia barrelieri</i>	1.1
<i>Thymus hyemalis</i>	1.1

<i>Launaea arborescens</i>	2.2
<i>Carthamus arborescens</i>	+
<i>Plantago albicans</i>	1-1
<i>Hippocrepis scabra</i>	+

Esta localidad está incluida en la serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida de *Zizyphus lotus* (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1986).

Los hongos encontrados en este término han sido: *Pisolithus tinctorius* (190 kg/ha de carpóforos en el otoño de 1986), formas *tuberosus*, *pisocarpius* y *tinctorius* (Lámina III, Foto 4). También *Calvatia candida* (30 kg/ha en otoño de 1986) y *Lycoperdon lividum*. Los dos últimos crecen entre la hojarasca de los eucaliptos.

Las micorrizas de *P. tinctorius*, de color amarillo mostaza, muy fáciles de identificar (COKER *et al.*, 1974), son muy abundantes a unos 3-4 m de distancia del árbol, mientras que a menos de 1,5 escasean mucho (Lámina III, Foto 3).

Hemos calculado en 1988 que en los primeros 10 cm de profundidad del suelo hay en esta localidad 400 kg/ha de micorrizas de *P. tinctorius*. Esta cantidad es muy pequeña comparada con la estudiada en los bosques densos de coníferas en Oregón, que supera los 5.000 kg/ha (TRAPPE *et al.*, 1977).

En esta localidad, los carpóforos de *P. tinctorius* se encontraban fuertemente invadidos por hongos de los géneros *Penicillium* y *Fusarium*. Esto es de gran interés, pues si se emplea para la micorrización de plántulas la inoculación por esporas (ORIA DE RUEDA, 1987) se corre el peligro de infectar el vivero con hongos indeseables.

Algunos fungicidas eliminan deuteromicetos patógenos, beneficiando la micorrización (MARX, 1982).

En la zona inferior del término la vegetación natural es muy escasa y de tendencia halófila. Los eucaliptos aquí son *Eucalyptus occidentalis*, especie muy resistente a la salinidad. La pendiente es nula.

Las plantas observadas el 1 de enero de 1988, fueron:

<i>Frankenia corymbosa</i>	3.3
<i>Lygeum spartum</i>	2.2
<i>Dactylis hispanica</i>	1.1
<i>Plantago albicans</i>	1.1

<i>Ononis natrix</i>	+
<i>Artemisia barrelieri</i>	1.1
<i>Limonium</i> sp.	1.1

En estos parajes salinos, las micorrizas y carpóforos de *Pisolithus tinctorius* se refugian en los caballones de tierra formados por la maquinaria al realizar la plantación de eucaliptos. En estos montículos de tierra la salinidad es menor que en las hondonadas, donde se forman costras de sal.

Esta zona con cierta salinidad se incluye en lo que fitosociológicamente se conoce por albardineras (*Dactylo hispanicae-Lygetum sparti*).

2. LUCAINENA

Eucaliptal en zona llana. Altitud, 520 msnm. Las especies de eucaliptos encontrados micorrizando con *Pisolithus tinctorius* han sido: *E. salubris*, *E. salmophloia*, *E. rudis* y *E. camaldulensis*.

Vegetación natural observada el 23 de octubre de 1987:

<i>Artemisia barrelieri</i>	3.3
<i>Thymus hyemalis</i>	1.1
<i>Plantago albicans</i>	1.1
<i>Fumana thymifolia</i>	+
<i>Fumana ericoides</i>	+
<i>Scrophularia canina</i>	+
<i>Brachypodium distachyon</i>	1.1
<i>Asparagus stipularis</i>	+
<i>Psoralea bituminosa</i>	+

Esta localidad está incluida dentro de la serie de *Quercus coccifera*:

Rhamno lycioidi-Querceto cocciferae sigmetum en faciación con *Ephedra fragilis* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

Pisolithus tinctorius se encuentra relativamente escaso; calculamos en unos 40 kg/ha la producción anual.

Las formas biológicas encontradas han sido: *f. tinctorius*, *conglomeratus* y *psicocarpus*.

Las micorrizas son de tipo amarillo mostaza típico (PILAT, 1958).

3. SORBAS

Eucaliptal de unos veinticinco años. La única especie es *Eucalyptus camaldulensis*. Zona llana. Altitud 420 msnm. La vegetación natural es muy escasa. Aparece *Artemisia barrelieri*, *Thymus hyemalis* y *Plantago albicans*.

Los carpóforos de *Pisolithus tinctorius* son muy escasos y se encuentran solamente en los bordes del bosque de eucaliptos.

La única forma biológica encontrada es *f. tinctorius* y el tipo de micorriza típico amarilla mostaza.

4. SALINAS DE ROQUETAS

Plantación de *Eucalyptus gomphocephala* de unos quince años de edad. La vegetación natural, entre la que se encontraba el hongo estudiado, era *Arthrocnemum fruticosum*. Los cuerpos de fructificación de *P. tinctorius* encontrados eran muy escasos y de menor tamaño que en las demás localizadas.

5. CABO DE GATA

Al borde de la carretera Almería-cabo de Gata. Plantación de *Eucalyptus camaldulensis* de unos veinte años de edad. Las escasas especies vasculares autóctonas que crecían en las inmediaciones, el 25 de octubre de 1987 fueron *Cynodon dactylon*, *Piptatherum miliaceum*, *Lycium intricatum* y *Tamarix canariensis*. Este paraje está en las cercanías de las salinas, con *Tamarix boveana*, *Arthrocnemum fruticosum*, *Phragmites australis* y abundante *Inula cretensis*. En la misma fecha encontramos abundantes carpóforos de *Agaricus vaporarius*, entre la hojarasca del eucaliptal. La característica más importante era que numerosos carpóforos de *P. tinctorius*, *f. tinctorius* crecían en la carretera, rompiendo el asfalto (Lámina III, Foto 2).

Cuando emerge un carpóforo agrieta el asfalto y origina una concavidad. Posteriormente, la grama (*Cynodon dactylon*) invade las zonas agrietadas.

Esta ruptura de pavimentos ha sido comprobada en California (BURK *et al.*, 1979); pero en el caso observado por nosotros *P. tinctorius* rompía un firme asfaltado y apisonado de gran grosor, lo que demuestra la enorme fuerza que ejerce. De todo lo expuesto se colige que la proximidad de los eucaliptos a la carretera perjudica gravemente la conservación de la misma.

Por otra parte, observamos una densidad de micorrizadas muy elevada debajo del firme asfáltico,

incluso mayor que la estudiada por nosotros en otros lugares. La cantidad de micorrizas por hectarea la hemos calculado en 500 kg/ha, considerando los primeros 10 cm de profundidad.

6. VELEZ-BLANCO

Encinar arbustivo degradado. Suelo pedregoso pendiente, 20%. Orientación NE. Altitud, 940 msnm.

La vegetación natural observada el 7 de agosto de 1988 fue la siguiente:

<i>Quercus ilex</i>	4.4
<i>Quercus coccifera</i>	3.3
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2.2
<i>Genista scorpius</i>	2.2
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	2.2
<i>Stachelina dubia</i>	1.1
<i>Teucrium polium</i>	+
<i>Teucrium capitatum</i>	+
<i>Lavandula latifolia</i>	1.1
<i>Sideritis hirsuta</i>	1.1
<i>Paronychia suffruticosa</i>	+
<i>Helictotrichon filifolium</i>	1.1
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	+
<i>Bupleurum frutescens</i>	1.1
<i>Koeleria valesciana</i>	1.1
<i>Thymus membranaceus</i>	2.2
<i>Biscutella baetica</i>	+
<i>Linum suffruticosum</i>	+
<i>Salvia lavandulifolia</i>	1.1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1.1
<i>Brachypodium retusum</i>	2.2
<i>Leuzea conifera</i>	+
<i>Plantago sempervirens</i>	+
<i>Planago albicans</i>	1.1
<i>Euphorbia serrata</i>	+
<i>Euphorbia nicaensis</i>	+
<i>Fumana ericoides</i>	1.1
<i>Fumana thymifolia</i>	1.1
<i>Dactylis hispanica</i>	+
<i>Zygophyllum fabago</i>	+
<i>Erinacea anthyllis</i>	1.1
<i>Marrubium supinum</i>	+
<i>Artemisia barrelieri</i>	1.1
<i>Artemisia glutinosa</i>	1.1
<i>Senecio linifolius</i>	+
<i>Helychrisum serotinum</i>	+

7. MARIA

Pinar de *Pinus pinaster*. Altitud, 1.400 msnm. Orientación N. Pendiente, 35%. Sólo encontramos un carpóforo de la raza oscura (Lámina III, Foto 5).

La vegetación natural observada el 3 de agosto de 1988 fue la siguiente:

<i>Cystisus reverchonii</i>	3.3
<i>Digitalis obscura</i>	1.1
<i>Quercus ilex</i>	1.1
<i>Euphorbia nicaensis</i>	1.1
<i>Berberis hispanica</i>	3.3
<i>Amelanchier ovalis</i>	1.1
<i>Lavandula latifolia</i>	2.2
<i>Erinacea anthyllis</i>	2.2
<i>Helictotrichon filifolium</i>	+
<i>Biscutella baetica</i>	+
<i>Thymus mastichina</i>	1.1
<i>Euphorbia characias</i>	1.1
<i>Acinos granatensis</i>	+
<i>Acer granatense</i>	1.1
<i>Festuca scariosa</i>	2.2
<i>Epipactis microphylla</i>	+
<i>Laserpitium nestleri</i>	+
<i>Eryngium bourgatii</i>	1.1
<i>Lonicera arborea</i>	+
<i>Sorbus aria</i>	+

Según el mapa de las series de vegetación (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987), tanto la vegetación del encinar degradado de Vélez Blanco como la del pinar de repoblación de María, pertenecen a la serie supramediterránea y bética basófila de *Quercus rotundifolia*: *Berberidi hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Parte de la parcela de María (la zona más húmeda) estaría incluida en la serie supramediterránea del quejigo (*Daphno-Acereto granatensis sigmetum*) (PEINADO LORCA *et al.*, 1987).

CONCLUSIONES

1. En la provincia de Almería, el gasteromiceto *Pisolithus tinctorius* (Pers.) COCKER & COUCH, se asocia micorrícicamente con numerosas especies vasculares pertenecientes a los géneros *Quercus*, *Pinus* y *Eucalyptus*.

2. Este hongo es capaz de resistir las condiciones de mayor aridez y también en zonas subhúmedas y de montaña, ya sea en suelos ácidos, neu-

tros o básicos; incluso en zonas salinas en las que viven solamente plantas halófitas.

3. En la provincia de Almería se han encontrado seis formas biológicas de esta especie: *f. tinctorius* (Fr.) PILAT, *f. turgidus* (Fr.) PILAT, *f. conglomeratus* (Fr.) PILAT, *f. tuberosus* (Mich. ex Pers.) PILAT y *f. pisocarpus* (Fr.) PILAT.

4. Hemos encontrado dos razas fisiológicas, la primera asociada con numerosas especies de eucaliptos y la segunda con pinos y quercíneas. Se destaca que se han observado diferencias en cuanto al color de la esporada: la raza asociada con *Quercus* y *Pinus* presenta una esporada muy oscura, achocolatada, mientras que la raza asociada con *Eucalyptus* es de color amarillo mostaza. Suponemos que esta última raza ha sido importada del área donde los eucaliptos son autóctonos. La raza observada por nosotros en Almería coincide con la descripción de *Pisolithus tinctorius* australiano (CUNNINGHAM, 1979).

5. Hemos comprobado experimentalmente que la raza asociada con *Eucalyptus* no micorriza a *Quercus* y *Pinus* autóctonos (ORIA DE RUEDA, 1988).

6. La productividad de *Pisolithus tinctorius* en cuanto a peso de los carpóforos y micorrizas alcanza los 400 kg/ha y 190 kg/ha, respectivamente, en Cuevas del Almanzora y 150 y 40 kg/ha en Lucainena.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Antonio Múgica Nava su colaboración en este trabajo. Asimismo, a F. D. Calonge y C. Morla la lectura crítica del mismo. También a los servicios forestales del IARA y AMA de Almería por su ayuda. Este trabajo fue presentado como comunicación a la IV Reunión Conjunta de Micología, en octubre de 1988.

SUMMARY

Ecology of *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch is studied at seven localities in Almería province (arid land in Southeast Spain). All of them have a high pH value of the soil (calcareous, gypseous or salty soils). Several aspects on geology, edafology, botanic and phytosociology are considered, as well as the different biologic forms and physiologic races of this.

Two races of *Pisolithus tinctorius* have been found, one at the coastal zone in very arid conditions, that is mycorrhizally associated with *Eucalyptus*, and the other at the north of the province, at places with higher precipitation and lower average temperatures, that is symbiotic with *Quercus* and *Pinus*.

(Key words: *Pisolithus tinctorius*, Ecology, Almería, aridity.)

BIBLIOGRAFIA

- ALMARZA MATA, C., 1984: *Fichas hídricas normalizadas y otros parámetros hidrometeorológicos*. Inst. Nac. de Meteorología. Madrid.
- BURK, W. R., y LUPONE, G. F., 1979: «*Pisolithus tinctorius*, a pavement breaker in Southern California». *Mycotaxon* 8 (2): 469-470.
- CALONGUE, F. D., y DEMOULIN, V., 1975: «Les Gasteromycetes d'Espagne». *Bull. Soc. Mycol. Fr.*, 91 (2): 247-292.
- CALONGE, F. D., y ORIA DE RUEDA, J. A., 1988: «Aportación a la micoflora de la provincia de Almería». *Bol. Soc. Micol. Madrid*, 12: 93-106.
- CAPEL MOLINA, J. J., 1982: «El clima de las zonas áridas». *Seminario de zonas áridas*. Inst. Est. Almerienses. Almería.
- COKER, V. C., y COUCH, J. N., 1974: *The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada*. Dover Public. Nueva York.

- CUNNINGHAM, G. H., 1979: *The Gasteromycetes of Australia and New Zeland*. Ed. J. Cramer. Vaduz.
- DELGADO CASTILLA, L., 1982: «Ambiente geomorfológico y edafológico de la provincia de Almería». *Seminario de zonas áridas*. Inst. Est. Almerienses. Almería.
- FROIDEVAUX, L., 1985: «Selection d'ectomycorrhices spécifiques pour le reboisement des sols toxiques ou dégradés». *Jour. Forest. Suisse*, 136 (6): 445-456.
- GANDULLO, J. M.; SÁNCHEZ PALOMARES, O., y SERRADA, R., 1978: *Prácticas de Geología y Edafología*. ETSI de Montes, Madrid.
- GARCÍA BUENDÍA, A. J., 1985: *Estudio taxonómico, morfológico, corológico y ecológico de los gasteromycetes (Basidiomycotina) de Andalucía*. Tesina de licenciatura. Univ. Granada (inéd.).
- GIOVANNETTI, G., y FONTANA, A., 1986: «Mycelial strads in some species of *Boletus*: *B. pinicola* Vitt». In: *Mycorrhizae: physiology and genetics*. INRA. Paris.
- HONRUBIA, M., 1982: *Aportación al conocimiento de los hongos del SE de España*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- LAMA, G. G. DE LA, 1976: *Atlas del eucalipto*. INIA-ICONA. Sevilla.
- MARGALEF, F., 1986: *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. L., 1983: *Suelos de Almería*. Inéd.
- MARX, D. H., 1977: «Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*». *Can. J. Microbiol.*, 23: 217-223.
- MARX, D. H., 1982: «El manejo de hongos micorrícicos y la introducción de árboles exóticos». *Reunión técnica sobre principios de introducción de especies*. INIA-IUFRO.
- NIEVES, M.; BIENES, R., y GÓMEZ, V., 1988: *Clave de los suelos españoles*. Mundi Prensa. Madrid.
- ORIA DE RUEDA, J. A., 1988: *Aplicaciones forestales de hongos ectomicorrícicos de la provincia de Almería (SE de España)*.
- PEINADO LORCA, M., y RIVAS-MARTÍNEZ, S. Eds., 1987: *La vegetación de España*. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- PILAT, A., 1958: *Flora CSR. Gasteromycetes*. Ceskoslov. Acad., Praga.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., et al., 1987: *Mapa de series de vegetación de España*. ICONA, Madrid.
- TRAPPE, J. M., y FOGEL, R. D., 1977: «Ecosystematic functions of mycorrhizae». In: J. K. MARSHALL (ed.). *The Belowground Ecosystem: A Syntesis of Plant-Associated Processes*. Range Sci. Dep. Ser. 26. Colorado State Univ. Ft. Collins.