

EFFECTO DEL FUEGO SOBRE LA FLORA MICORRÍCICA DE UNA FORMACIÓN NATURAL DE CARRASCA

M. DE ROMÁN; A.M. DE MIGUEL

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra,
31080 Pamplona. E-mail: mderoman@unav.es ; amiguel@unav.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio tanto cuantitativo como cualitativo de los morfotipos de ectomicorrizas que aparecen asociados de forma natural a la carrasca, *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. Este estudio se ha llevado a cabo en un carrascal de Navarra afectado en 1993 por un incendio forestal. Los muestreos se han realizado en dos zonas de dicho carrascal, una alterada por el incendio (zona quemada), y otra que no sufrió ninguna perturbación (zona control).

Por una parte, se ha analizado el efecto del fuego sobre el estado micorrícico de las carrascas, comparando los porcentajes de micorrización de la zona quemada y de la zona control, y, por otra, se ha contrastado la diversidad y la abundancia de los morfotipos de ectomicorrizas que aparecen en ambas zonas, haciendo una descripción de dichos morfotipos, e identificando al hongo que los forma en la medida de lo posible.

P.C.: ectomicorrizas, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, fuego

SUMMARY

The aim of this study is the quantitative and qualitative analysis of the ectomycorrhizal morphotypes naturally associated with evergreen oak, *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. The study has been undertaken in an evergreen oak forest located in Navarra. Part of this forest burned in 1993, but most of it remains undisturbed. Thus, samples have been taken from both the burned and the control study sites.

The impact of fire on the mycorrhizal state of evergreen oaks has been analysed by comparing the percentages of mycorrhization in the burned and the control areas. On the other hand, the diversity and abundance of the ectomycorrhizal morphotypes occurring in both sites have also been studied. The ectomycorrhizal morphotypes found have been described, and the fungal partner has been identified when possible.

K.W.: ectomycorrhizae, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, fire

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que afectan a los bosques de la región mediterránea es el riesgo de incendios (TORRES & HONRUBIA, 1994). A menudo es necesario llevar a cabo prácticas de reforestación para acelerar la regeneración de los bosques y frenar la erosión. Se sabe que la asociación simbiótica formada entre un hongo y las raíces de una planta, llamada micorriza, facilita la colonización de nuevos ambientes o de zonas que han sufrido una alteración (ALLEN, 1991). Según esto, si las plántulas que se van a utilizar en la reforestación se micorrizaran artificialmente in vitro, se podría conseguir una mayor supervivencia y un crecimiento más rápido de estas plántulas, logrando así una mejor regeneración de la zona perturbada (ALLEN, 1992).

Pero no todos los hongos funcionan igual en un ambiente determinado, y hay especies mejor adaptadas a ciertos ambientes (MIKOLA, 1973; HONRUBIA *et al.*, 1992). Por ello, sería interesante conocer qué hongos micorrizógenos son capaces, por una parte, de resistir perturbaciones como el fuego, y por otra, de colonizar de forma más exitosa zonas afectadas por esta alteración, todo ello aplicado a la región mediterránea y a sus especies vegetales características.

Así, se ha planteado realizar el estudio de los morfotipos de ectomicorrizas asociadas de forma natural con la carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) en dos zonas, una que se vió afectada por un incendio ocurrido en 1993, en la que las carrascas han comenzado a rebrotar, y otra con árboles maduros que no han sufrido ninguna alteración, comparando tanto cualitativa como cuantitativamente los morfotipos que aparecen en ambas zonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en un carrascal (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) situado en Nazar

(Navarra, entre 30TWN5821 y 30TWN5921). En 1993 se produjo un incendio causado por quema de rastrojeras que afectó a una parte del monte. Se han delimitado dos áreas de estudio, una en la zona quemada, y otra en la zona no afectada por el incendio, que llamaremos zona control, y se han marcado 5 carrascas en cada una de las zonas. Desde Noviembre de 1998 hasta Agosto de 2000 se han realizando 7 muestreos estacionales, en los que se toman 3 muestras de suelo alrededor de cada árbol con un cilindro de 10 cm de profundidad. Se divide cada muestra de suelo en dos partes, 150 g para el estudio cuantitativo y 300 g para el análisis cualitativo. Las raíces se extraen pasando las muestras por dos tamices de 1,7 mm y 0,7 mm de luz respectivamente. El estudio cuantitativo se realiza según el *gridline intersect method* de BRUNDRETT *et al.* (1994), y los resultados se expresan en porcentaje de ápices de raíz micorrizados. Para el estudio cualitativo se sigue la metodología de AGERER (1987-1998), aunque las descripciones de los morfotipos ectomicorrícicos aquí recogidas se limitan a los caracteres más importantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el porcentaje de micorrización de las carrascas rebrotadas de la zona quemada del carrascal de Nazar tiende a ser más bajo que el de las carrascas de la zona no alterada por el incendio (Fig. 1).

La menor abundancia de micorrizas en zonas alteradas por un incendio con respecto a zonas que no han sufrido ninguna perturbación es bien conocida en la literatura (ALLEN, 1991). Por otra parte, la ausencia de una pauta establecida en la variación del porcentaje de micorrización dentro de una misma zona según la estación del año nos impide sacar ninguna conclusión. Según BLASIUS *et al.* (1989), no hay una época fija en la que la cantidad de micorrizas sea siempre mayor o menor que el resto del año, ya que el periodo en el que las condiciones climatológicas son más favorables varía cada año.

Con respecto al análisis cualitativo, se han descrito un total de 24 morfotipos de ectomicorrizas. De todas ellas, 11 han podido ser identificadas, es decir, se conoce la especie o como mínimo el género del hongo que las forma, o, en el caso de que no se conozca la identidad del hongo simbionte, al menos estos tipos aparecen ya descritos en la literatura (AGERER, 1987-1998; GOODMAN *et al.*, 1996-2000; INGLEBY *et al.*, 1990). En la Tabla 1 están recogidas las características más importantes de los 24 morfotipos descritos.

Aunque la mayoría de los 24 morfotipos de ectomicorrizas descritos aparecen asociados tanto a las carrascas rebrotadas de la zona quemada como a las carrascas maduras de la zona control (Fig. 2), hay dos tipos que sólo aparecen en la zona quemada (*Pisolithus tinctorius* y AD), y dos tipos que son exclusivos de la zona control (*Quercirhiza* 9 y *Quercirhiza* 32). Se sabe que *P. tinctorius* es una especie pionera en la colonización de nuevos sustratos, y que está especialmente adaptada a condiciones de estrés edáfico (CHAMBERS & CAIRNEY, 1999). Entre el resto de micorrizas identificadas, la mayoría presenta un porcentaje de aparición comparativamente más alto en uno de los dos ambientes. En este sentido, JONSSON *et al.* (1999) ya afirmó que, después de un incendio, más que producirse un cambio en las especies de hongos micorrícicos que aparecen en la zona, se produce un cambio en su frecuencia de aparición. En el caso de *Thelephora terrestris*, *Genea* sp., *Hebeloma* sp. y *Scleroderma* sp., la zona en la que han sido encontradas principalmente es la control, es decir, aparecen asociadas sobre todo a las carrascas maduras. Por otro lado, *Sphaerospora brunnea*, *Tuber brumale*, *Hymenogaster* sp. y SB han sido encontradas sobre todo en las carrascas rebrotadas de la zona quemada.

En cuanto a *S. brunnea*, estos resultados coinciden con los de MEOTTO & CARRATURO (1987-88), que indicaron que esta especie es pionera en la colonización de áreas quemadas, contribuyendo al restablecimiento de la zona.

Por otra parte, se sabe que tanto *Hebeloma* (MARMEISSE *et al.*, 1999) como *Scleroderma* (JEFFRIES, 1999) son hongos propios de las primeras etapas de colonización de una zona, si bien es cierto que esta tendencia depende de cada especie. En nuestro caso, ambos géneros aparecen asociados sobre todo con las carrascas maduras de la zona control, no afectada por la perturbación, resultado que discrepa con lo comentado anteriormente. Cabe pensar que las especies de *Hebeloma* y *Scleroderma* que se han descrito en este estudio son especies de etapas maduras en la sucesión que puedan verse afectadas por el fuego.

Thelephora terrestris es una especie característica de viveros, pero que también está presente en

la naturaleza, sobre todo en árboles que se están regenerando tras un incendio (COLPAERT, 1999). De esto se deduce que es una especie propia de las primeras etapas de sucesión. Sin embargo, nosotros la hemos encontrado asociada especialmente a las carrascas adultas.

Cabe destacar la gran abundancia de *Cenococcum geophilum*, hongo cosmopolita que es particularmente resistente a la sequía (PIGOTT, 1982; LOBUGLIO, 1999). MIKOLA (1973) ya lo recomendaba para inocular plántulas utilizadas en la reforestación de zonas secas.

Del resto de morfotipos de micorrizas identificados no se ha encontrado ningún estudio previo de su comportamiento ante el fuego, con lo que no podemos establecer ninguna comparación con nuestros resultados. Con respecto a los morfotipos de micorrizas no identificados, se seguirá con la búsqueda conjunta de carpóforos y micorrizas para poder llegar así a la identificación de los hongos simbioses que las forman.

CONCLUSIONES

1. El fuego afecta al cortejo micorrícico de la carrasca, *Quercus ilex* (L.) subsp. *ballota* (Desf.) Samp., siendo el porcentaje de micorrización de las carrascas rebrotadas tras el incendio normalmente inferior al de las carrascas que no se vieron afectadas por esta perturbación.

2. 20 de los 24 morfotipos descritos aparecen asociados tanto a las carrascas rebrotadas de la zona quemada como a las carrascas adultas de la zona control, aunque presentan una frecuencia de aparición distinta en cada caso. Así se confirma que, después de un incendio, más que producirse un cambio en las especies de hongos micorrícicos que aparecen en la zona, se produce un cambio en su frecuencia de aparición.

3. *Sphaerosporella brunnea* se confirma como una especie pionera en la colonización de áreas quemadas, y *Pisolithus tinctorius* se perfila también como una especie bien adaptada a situaciones de estrés edáfico. En cuanto al resto de ectomicorrizas identificadas, los resultados discrepan aparentemente con los ya publicados acerca de la ecología de estas especies, lo que nos anima a seguir estudiando las causas de esta diferencia en el comportamiento.

4. Por último, cabe destacar que *Cenococcum geophilum* es la especie más abundante en las dos zonas estudiadas, quizá por su carácter xerófito, y no parece que el fuego provoque ningún cambio llamativo en su frecuencia de aparición. Es capaz de resistir la escasez de agua y las altas temperaturas propias de la región Mediterránea, por lo que podría ser una especie muy recomendable para su utilización en la inoculación de las plántulas empleadas en proyectos de reforestación.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el PIUNA (Plan de Investigación de la Universidad de Navarra) y por el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria) por medio de una beca de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- AGERER, R.; (1987-1998). *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. Einhorn-Verlag. Munich.
- ALLEN, M.F.; (1991). *The ecology of mycorrhizae*. Cambridge University Press. Cambridge. 184 pp.
- ALLEN, M.F.; (1992). *Mycorrhizal functioning. An integrative plant-fungal process*. Chapman & Hall. London. 534 pp.
- BLASIUS, D., KOTTKE, I. & OBERWINKLER, F.; (1989). *Spatial and seasonal dynamics of ectomycorrhizae of Picea abies (L.) Karst. in the black forest*. Agriculture, Ecosystems and Environment 28: 27-30.
- BRUNDRETT, M.B., BOUGHER, N., DELL, B., GROVE, T. & MALAJCZUK, N.; (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. 374 pp.
- CHAMBERS, S.M. & CAIRNEY, J.W.G.; (1999) *Pisolithus*. En: CAIRNEY, J.W.G. & CHAMBERS, S.M. (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer-Verlag. Berlin. Pp 1-32.
- COLPAERT, J.V.; (1999). *Thelephora*. En: CAIRNEY, J.W.G. & CHAMBERS, S.M. (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer-Verlag. Berlin. Pp 325-346.
- GOODMAN, D.M., DURALL, D.M., TROFYMOW, J.A. & BERCH, S.M.; (1996-2000). *A manual of concise descriptions of North American ectomycorrhizae*. Mycologue Publications. British

Columbia.

- HONRUBIA, M., TORRES, P., DÍAZ, G. & CANO, A.; (1992). *Manual para micorrizar plantas de viveros forestales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- INGLEBY, K., MASON, P. A., LAST, F. T. & FLEMING, L. V.; (1990). *Identification of ectomycorrhizas*. I.T.E. research publication n° 5.
- JEFFRIES, P.; (1999). *Scleroderma*. En: CAIRNEY, J.W.G. & CHAMBERS, S.M. (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer-Verlag. Berlin. Pp 187-200.
- JONSSON, L. DAHLBERG, A., NILSSON, T., ZACKRISSON, T. & KAREN, O.; (1999). *Ectomycorrhizal fungal communities in late-successional swedish boreal forests, and their composition after wildfire*. *Molecular Ecology* 8(2): 205-215.
- LoBUGLIO, K.F.; (1999). *Cenococcum*. En: CAIRNEY, J.W.G. & CHAMBERS, S.M. (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer-Verlag. Berlin. Pp 287-310.
- MARMEISSE, H., GRYTA, P., JARGEAT, P., FRAISSINET-TACHET, L., GAY, G. & DEBAUD, J.C.; (1999). *Hebeloma*. En: CAIRNEY, J.W.G. & CHAMBERS, S.M. (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer-Verlag. Berlin. Pp 89-128.
- MEOTTO, F. & CARRATURO, P.; (1987-88). *Ectomicorrizia di Sphaerosporella brunnea (A. & S.) Svrcek & Kubicka in piantine tartufigene*. *Allionia* 28:109-116.
- MIKOLA, P.; (1973). *Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice*. En: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T. (eds.) *Ectomycorrhizae, their ecology and physiology*. Academic Press. New York. Pp 383-411.
- PIGOTT, C.D.; (1982) *Survival of mycorrhiza formed by Cenococcum geophilum Fr. in dry soils*. *New Phytol.* 92: 513-517.
- TORRES, P. & HONRUBIA, M.; (1994). *A preliminary study on the effect of fire on ectomycorrhizal fungi in Mediterranean areas*. *Proceedings of the Forth European Symposium on Mycorrhizae*, pp 148-151.

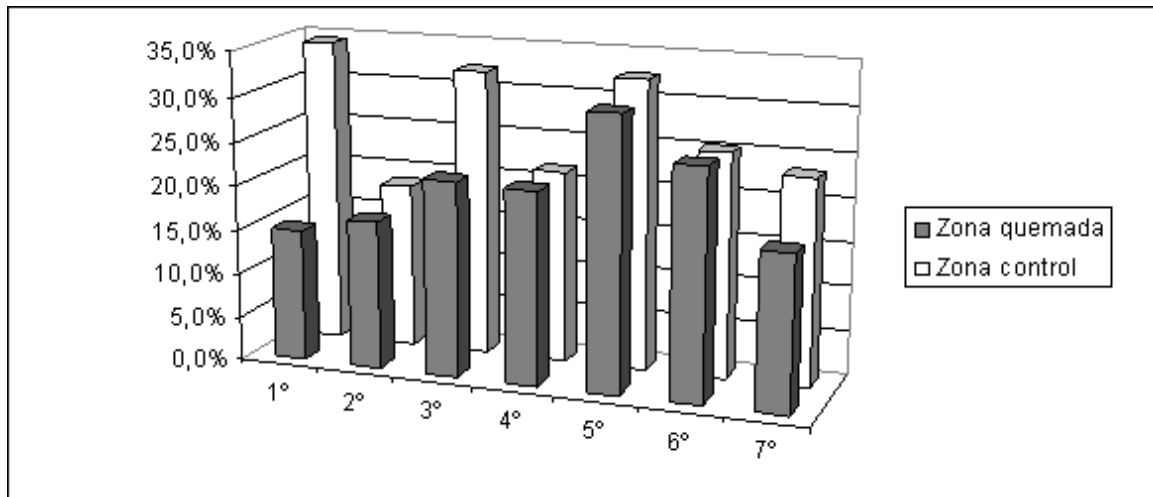


Fig. 1: Comparación del grado de micorrización de las carrasacas de la zona quemada y de la zona control en los siete muestreos realizados.

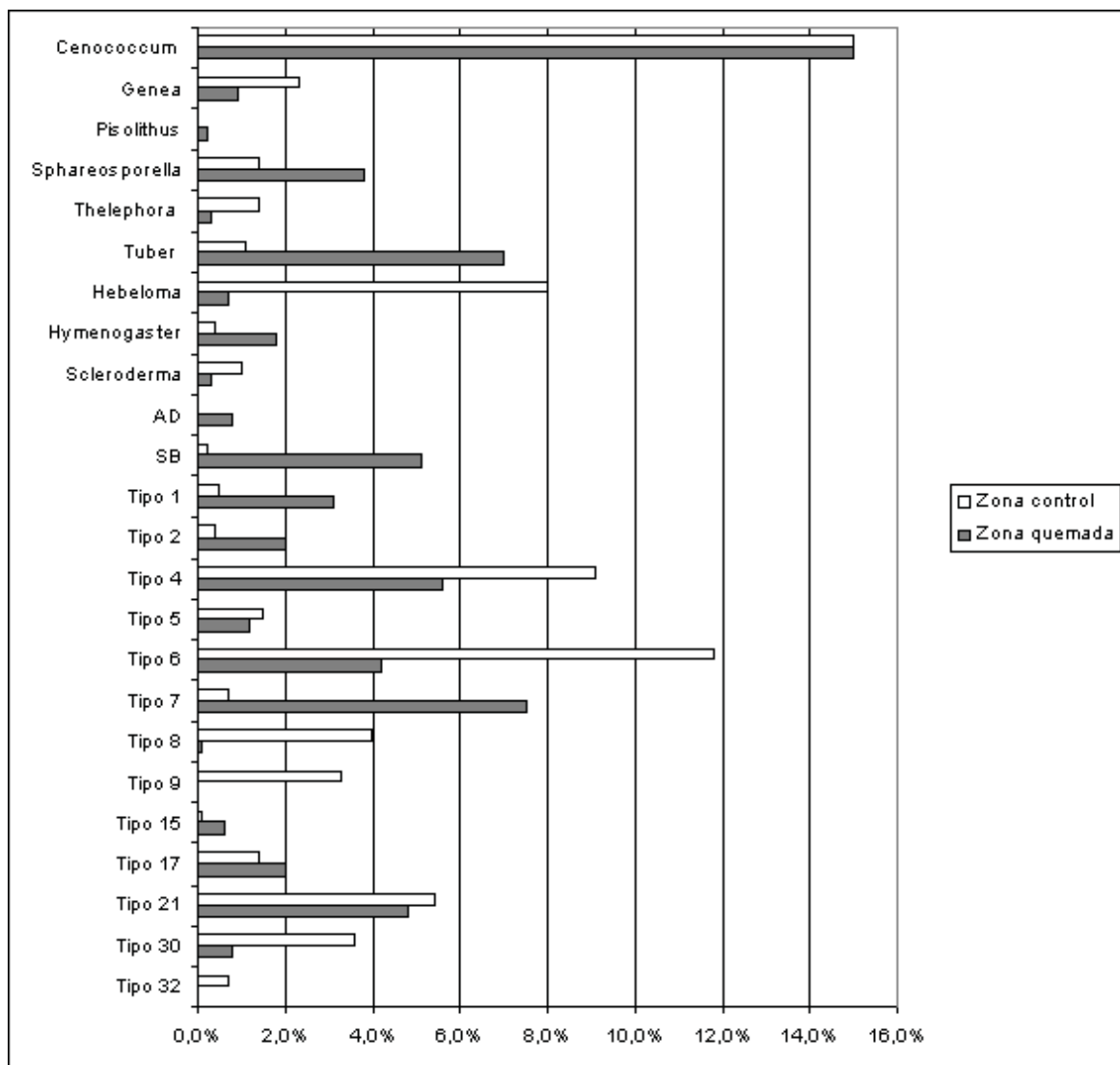


Fig. 2: Porcentaje de aparición de los 24 morfotipos de ectomicorrizas en ambas zonas

Tabla 1: Breve descripción de los 24 morfotipos de ectomicorizas encontrados.

Tipo	Caracteres macroscópicos	Tipo de manto	Cistidios	Hifas que emanan	Rizomorfos
<i>Cenococcum geophilum</i>	Negra, superficie fibrosa brillante	Plectenquimático, hifas radiadas	Ausentes	Negro rojizo, rectas, sin fibulas	Ausentes
<i>Genea verrucosa</i>	De marrón anaranjado a marrón oscuro, fibrosa	Pseudoparenquimático poligonal	Ausentes	Marrón rojizo, gruesas y rígidas, sin fibulas	Ausentes
<i>Pisolithus tinctorius</i>	Marrón claro con tonos rojizos, superficie fibrosa	Plectenquimático	Ausentes	Con ensanchamientos en forma de bolsa, con fibulas	Marrón rojizo, con hifas sueltas y ensanchamientos en bolsa
<i>Sphaerosporella brunnea</i>	De marrón claro a marrón oscuro, superficie fibrosa	Pseudoparenquimático poligonal, con red de hifas	Ausentes	Marrones, gruesas, constreñidas en los septos, sin fibulas	Ausentes
<i>Thelephora terrestris</i>	De blanco amarillento a marrón anaranjado, de lisa a algodonosa	Pseudoparenquimático con células alargadas irregulares	Ausentes	Con fibula en el primer septo, a veces ramificadas en diapasón	Ausentes
<i>Tuber brumale</i>	Marrón, con espinas cortas	Pseudoparenquimático en puzzle	Cortos, en forma de aguja	Ausentes	Ausentes
Tipo Hebeloma	Marrón blanquecino, algodonosa	Plectenquimático	Ausentes	Abundantes, hialinas, con fibulas	Blancos, no diferenciados
Tipo Hymenogaster	Marrón más o menos claro, superficie lanosa	Pseudoparenquimático poligonal	Ausentes	Marrón rojizo claro, con fibulas, ramificadas en 90°	Ausentes
Tipo Scleroderma	Marrón anaranjado a marrón grisáceo, superficie algodonosa	Plectenquimático, a veces con zonas más apretadas	Ausentes	Hialinas, tortuosas, se curvan formando anillos, sin fibulas	Presentes, blancos
Tipo AD	Marrón más o menos claro, superficie lanosa	Pseudoparenquimático poligonal	Ausentes	Abundantes, rígidas, sin fibulas, ramificadas en 90°	Ausentes
Tipo SB	Marrón claro, superficie con espinas cortas	Pseudoparenquimático poligonal	Cortos, en forma de aguja, con un único septo fibulado	Ausentes	Ausentes
Tipo 1	Marrón amarillento a marrón anaranjado, superficie lanosa	Transición plectenquimático - pseudoparenquimático	Ausentes	Delgadas, refringentes en la ramificación, sin fibulas	Ausentes
Tipo 2	Marrón anaranjado a marrón oscuro, con espinas cortas	Plectenquimático apretado	Abundantes, capitados, uni o pluricelulares	Ausentes	Ausentes
Tipo 4	Marrón rojizo oscuro, superficie granulosa con espinas largas	Pseudoparenquimático poligonal, con red de hifas	Ausentes	Abundantes, marrón rojizo, carecen de tabiques	Ausentes
Tipo 5	Marrón claro, superficie algodonosa	Plectenquimático	Ausentes	Delgadas, hialinas, con gránulos brillantes, con fibulas	Abundantes, blancos, no diferenciados
Tipo 6	Marrón rojizo a marrón negruzco, brillante, lanosa	Pseudoparenquimático poligonal	Ausentes	Marrón rojizo, gruesas, tortuosas, con verrugas y fibulas	No diferenciados, marrón rojizo
Tipo 7	Marrón oscuro a negro, superficie granulosa brillante	Transición plectenquimático - pseudoparenquimático	Ausentes	Marrón rojizo, gruesas, tortuosas, sin fibulas	Ausentes
Tipo 8	Marrón claro a marrón oscuro, brillante con espinas cortas	Pseudoparenquimático poligonal, con células redondas	Abundantes, cortos, en forma de gancho o de botella	Ausentes	Ausentes
Tipo 9	Marrón rosado, superficie algodonosa	Plectenquimático	Ausentes	Hialinas o un poco rosadas, con gránulos brillantes, con fibulas	Abundantes, blancos con tonos rosados
Tipo 15	Marrón anaranjado a marrón oscuro, lanosa	Plectenquimático	Ausentes	Abundantes, amarillentas, muy delgadas, con fibulas	Ausentes
Tipo 17	Marrón claro a marrón oscuro, con espinas cortas	Transición plectenquimático - pseudoparenquimático	En forma de gancho o de botella	Escasas, de hialinas a rojizas al envejecer, con fibulas	Ausentes
Tipo 21	Marrón negruzco, superficie lanosa brillante	Pseudoparenquimático poligonal	Ausentes	Abundantes, muy rígidas, rojizas, con fibulas	Escasos
Tipo 30	Gris verdoso con manchas marrón anaranjado, algodonosa	Plectenquimático	Ausentes	Delgadas, forman una densa cortina amarillenta, con fibulas	Abundantes
Tipo 32	Blanco amarillento-marrón claro, fibrosa	Plectenquimático	Ausentes	Abundantes, con fibulas	Gruesos y rígidos, blancos