

Diversidad de líquenes terrícolas de los Montes de Toledo (Castilla-La Mancha, España)

Gregorio Aragón¹; Gil Fernando Giménez²; Marina Vicente³

Resumen. Se presentan los resultados del estudio sobre la diversidad de líquenes terrícolas en Montes de Toledo. Se han identificado 103 especies, 14 se citan por primera vez en Castilla-La Mancha y otras 32 son novedad para Montes de Toledo. Las zonas con mayor riqueza son los taludes de pistas forestales del interior de melojares o los cercanos a los cauces de ríos. Destacamos algunas especies más características del norte peninsular, que en la zona de estudio se refugian en los taludes más frescos y húmedos (*Cladonia ciliata*, *C. gracilis*, *C. scabriuscula*, *C. uncialis*, *Inoderma epigaeum*, *Lepraria rigidula*, *Peltigera venosa*, *Psoroma hypnorum*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*). En zonas más expuestas destacamos algunas especies mediterráneas muy escasas en el territorio peninsular (*Cladonia dimorpha*, *Leptogium terrenum*, *Toninia toepfferi*, *Trapeliopsis gymniata*, *T. wallrothii*). En conclusión, bajo condiciones de clima mediterráneo, los taludes de caminos y pistas forestales constituyen hábitats esenciales para la instalación de especies terrícolas.

Palabras clave. Taludes; pistas forestales; suelos; riqueza; hongos liquenizados;

[en] Diversity of terricolous lichens in Montes de Toledo (Castilla-La Mancha, España)

Abstract. We here report the results of a study in which the diversity of terricolous lichens colonizing the slopes of forest roads and soils in Montes de Toledo is analyzed. In total, 103 species have been identified, 14 are recorded for the first time in Castilla-La Mancha and another 32 are new records from Montes de Toledo. Slopes inside *Quercus pyrenica* forests or located near riverbeds harbor the highest species richness. In the most humid slopes, we highlight the presence of some species which are more frequent in the northern half of the Iberian Peninsula (*Cladonia ciliata*, *C. gracilis*, *C. scabriuscula*, *C. uncialis*, *Inoderma epigaeum*, *Lepraria rigidula*, *Peltigera venosa*, *Psoroma hypnorum*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*). Whereas in the most exposed areas, we underline the presence of very rare Mediterranean species (*Cladonia dimorpha*, *Leptogium terrenum*, *Toninia toepfferi*, *Trapeliopsis gymniata*, *T. wallrothii*). In conclusion, under Mediterranean climate conditions, the slopes of forest roads constitute important habitats for terricolous lichen species.

Keywords. Slope; forest road; soil; richness; lichenized fungi.

Introducción

A pesar de los esfuerzos realizados para conocer la diversidad de líquenes en la Península Ibérica, la mayoría de los estudios florísticos y ecológicos se han centrado sobre las especies epífitas y saxícolas, incluyendo en estas últimas las que habitan en grietas o repisas de las rocas (Llimona & Hladun 2001). Los estudios dedicados a las especies terrícolas no son frecuentes, y la mayoría de ellos están relacionados con la costra biológica en ambientes áridos y semiáridos (Martínez et al. 2006, Gutiérrez & Casares 2011), las especies de montaña y de paramera (e.g., Crespo & Barreno 1978, Casas-García & Burgaz 2002) o las que viven en ambientes costeros (e.g., Alonso & Egea 1999, Paz-Bermúdez et al. 2000).

Durante los últimos años, los estudios llevados a cabo por la SEL (Sociedad Española de Lichenología) en varios sistemas montañosos han contribuido parcialmente al conocimiento de las especies terrícolas en diversos puntos de la geografía peninsular como Sierra de Albarracín (Seriñá et al. 2014), Serranía de Ronda (Burgaz et al. 2017) o Sierra Nevada (Gómez-Bolea et al. 2021). Sin embargo, en amplias zonas de la mitad sur peninsular como Montes de Toledo, Sierra Morena o Sierra Norte de Sevilla, se encuentran prácticamente inexplorados los líquenes terrícolas.

Una de estas zonas en la que mostramos nuestro interés, son los Montes de Toledo, que con una longitud de 150 Km, están formados por una serie de sierras próximas entre sí que alternan con zonas de

¹ Universidad Rey Juan Carlos, ESCET, Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, c/Tulipán s.n., 28933 Móstoles, España.
E-mail: gregorio.aragon@urjc.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3349-5153>

² Parque Nacional de Cabañeros, Ctra. Torrijos s.n., 13194-Pueblonevo del Bullaque, España.

E-mail: gilferretuerta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-9891>

³ Universidad Rey Juan Carlos, ESCET, Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, c/Tulipán s.n., 28933 Móstoles, España.

E-mail: marina.vicente.917@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1703-179X>

raña. Salvo las cumbres, dominadas por afloramientos de cuarcitas y las pedrizas de las laderas montañosas, las sierras están prácticamente cubiertas por un denso monte mediterráneo (Muñoz 1997, Perea et al. 2015). Las zonas de raña, sin embargo, están ocupadas por dehesas de encinas y quejigos, en las que predominan los usos ganadero y agrícola (Aragón et al. 2010).

Bajo estos condicionantes (elevada cobertura de la vegetación en la sierra y el manejo de las dehesas en las rañas), la colonización de las especies terrícolas ha quedado restringida principalmente a dos ambientes: sobre los suelos desnudos que se desarrollan en los claros de los matorrales más térmicos y en los taludes forestales (principalmente desmontes). En ambos ambientes, las especies terrícolas contribuyen a la formación y estabilización del suelo (Longton 1992), actuando en estos casos como especies pioneras, favoreciendo el crecimiento y sucesión de la vegetación (Zedda & Rambold 2015).

Sobre los suelos con escasa cobertura de vegetación se desarrollan los líquenes formando parte de la costra biológica (Gutiérrez & Casares 2011). Estos líquenes juegan un importante papel ambiental ya que proporcionan carbono y nitrógeno al suelo, incrementan su estabilidad, lo protegen frente a la acción erosiva de la lluvia y el viento, regulan la escorrentía e infiltración de agua y participan en las interacciones con numerosos organismos del suelo (Concostrina-Zubiri et al. 2014). Esta costra biológica aparece en todo tipo de suelos, especialmente en condiciones de aridez y semiaridez, donde la cobertura de la vegetación es más reducida (Belnap & Lange 2003). En la zona de estudio se origina en suelos más o menos estables, de escasa pendiente, con textura fina, en algunos de los afloramientos de calizas anteordovícicas, y en zona silíceas, más térmicas, donde el matorral (principalmente jaral) presenta una menor cobertura.

Los taludes generados por la apertura de caminos y pistas forestales apenas tienen cobertura vegetal, y el establecimiento de la vegetación suele ser un proceso lento (Larrea et al. 1995). En general, las propiedades físico-químicas de las zonas alteradas (taludes) no suelen ser adecuadas para el establecimiento de la vegetación, ya que suelen presentar suelos más pedregosos, poco cohesionados y apenas fértiles (Larrea et al. 1995, Tormo et al. 2009). Además, los taludes con pendientes más elevadas suelen tener una menor cobertura vegetal y sufren una mayor erosión (Larrea et al. 1995). En los desmontes con pendientes superiores a los 45° la colonización vegetal es prácticamente nula (Bochet & García-Fayos 2004, Concostrina-Zubiri et al. 2019).

Bajo estos condicionantes, factores relacionados con las propiedades físico-químicas del sustrato, la disponibilidad de agua o la propia erosión de los taludes, pueden limitar e impedir el establecimiento de la vegetación vascular (Tormo et al. 2009). En este sentido, organismos como los líquenes cobran un papel importante como primeros colonizadores y facilitadores de la entrada de otras especies más

conspicuas. En general, la cobertura de líquenes y briófitos terrícolas podría ser un buen indicador de la estabilidad del suelo, de su resistencia a la erosión y de la disponibilidad de nutrientes (Castillo-Monroy & Maestre 2011).

En relación al área de estudio, localizada en los Montes de Toledo, no existe un catálogo de líquenes terrícolas como tal, aunque sí algunas referencias puntuales en estudios taxonómicos más amplios (e.g., Martínez 1999, Burgaz & Martínez 2008, Burgaz 2009, Prieto et al. 2010, Pino-Bodas et al. 2020, Pino-Bodas & Burgaz 2021). Por tanto, ligado al desconocimiento que existe en estas zonas mediterráneas y el interés que pueda tener en la restauración de taludes, proponemos como principal objetivo conocer la diversidad de líquenes terrícolas de Montes de Toledo en estos dos tipos de ambientes (taludes y suelos).

Materiales y métodos

Área de Estudio

El área de estudio se sitúa en los Montes de Toledo, que con una longitud de 150 km y unos 50 km de anchura, su superficie se encuentra integrada en las provincias de Toledo y Ciudad Real (Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha). Están constituidos por numerosas sierras próximas entre sí, alcanzando su máxima altitud en el Rocigalgo (1447 m alt.), y extensas zonas de raña, situadas en la base de las mismas (650-750 m alt.). Los materiales dominantes están compuestos por areniscas, granitos, pizarras y cuarcitas, y en algunas zonas existen afloramientos de calizas anteordovícicas (Perea et al. 2015). El clima es de tipo mediterráneo, aunque con cierta influencia oceánica determinada por la orientación este-oeste de la cadena montañosa (Retuerta del Bullaque, alt.: 740 m, Tm: 11,9° C, Pm: 695,7 mm) (Perea et al. 2015). La vegetación arbórea está dominada por especies de quercíneas (*Quercus faginea*, *Q. ilex*, *Q. pyrenaica*, *Q. suber*) en formaciones mono-específicas o mixtas de bosque o dehesa. Las zonas más alteradas están cubiertas de un denso matorral mediterráneo muy rico en especies, dominados por jaras y brezos (Perea et al. 2015). La red de pistas y caminos es amplia, muy ligada al uso recreativo, a la trashumancia del ganado ovino, al descorche de los alcornoques o a la saca de madera (Perea et al. 2015).

Muestreo e identificación

Los muestreos se llevaron a cabo principalmente durante los años 2020 y 2021, aunque para algunas de las zonas se incluye material recolectado previamente. Se seleccionaron 20 zonas de muestreo (Fig 1), intentando abarcar una gran variabilidad de ambientes para la colonización de los líquenes terrícolas, teniendo en cuenta el

sustrato, orientación y formaciones vegetales dominantes (Tab. 1). En la Fig. 2a-f se muestra la colonización líquénica de algunos de los taludes muestreados. Los pliegos del material recolectado

(algo más de 300) se encuentran depositados en el herbario MACB de la Facultad de Biología (UCM) y algunos duplicados en el Museo de Ciencias Naturales del Viso del Marqués.

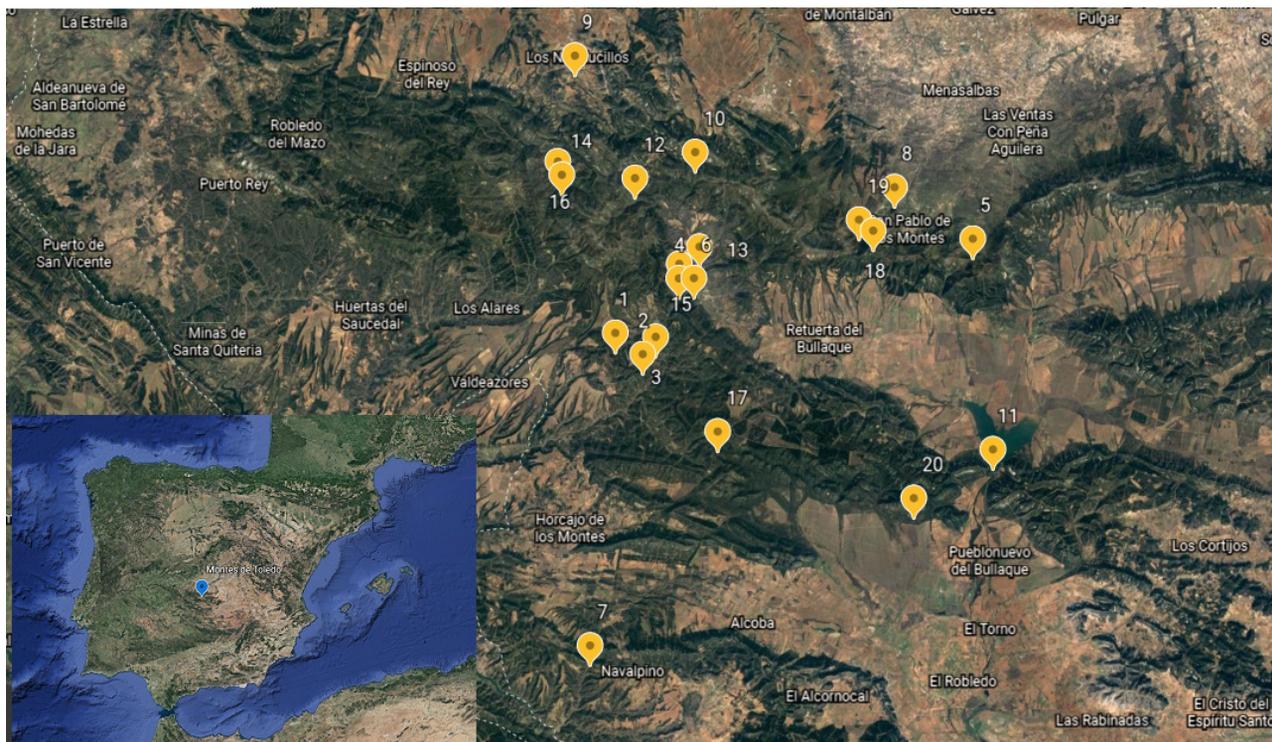


Figura 1. Mapa con la situación de las localidades estudiadas

Tabla 1. Localidades de muestreo cuya localización aparece en Fig. 1.

-
- (1) CR: Navas de Estena, Gargantilla, cerca de la presa, or. E, 361814, 4368093, 785 m, suelo silíceo, jaral-brezal.
 (2) CR: Navas de Estena, Gargantilla, or. N, 363985, 4366369, 776 m, talud silíceo, alcornocal.
 (3) CR: Navas de Estena, Gargantilla, casa retén, or. E, 365050, 4367727, 653 m, talud silíceo, alcornocal abierto, jaral.
 (4) CR: Navas de Estena, Portuero de Ramiro, Boquerón del Estena, or. NW, 366994, 4372337, 647 m, talud silíceo, bosque mixto de quercíneas condicionado por el río Estena.
 (5) TO: San Pablo de los Montes, Sierra de San Pablo, camino del Lanchar, or. N, 390605, 4375061, 1110 m, talud silíceo, melojar.
 (6) CR: Navas de Estena, río Estena, cerca del camping, or. SE, 368200, 4372333, 693 m, suelo silíceo, jaral.
 (7) CR: Navalpino, Risco Blanco, or. W, 359340, 4343258, 482 m, suelo calcáreo, tomillar.
 (8) TO: San Pablo de los Montes, Morro Viñas, or. E, 384432, 4379268, 820 m, suelo calcáreo, tomillar.
 (9) TO: Los Navalucillos, El Mazo, or. SE, 358938, 4390167, 720 m, suelo calcáreo, jaral-tomillar.
 (10) TO: Hontanar, Sierra de la Montesina, or. SE, 368472, 4382294, 1081, talud limoso silíceo, jaral-brezal.
 (11) CR: Pueblonuevo del Bullaque, embalse la Torre de Abraham, centro de información del PN, or. S, 392030, 4358321, 655 m, suelo silíceo, jaras-encinas.
 (12) TO: Hontanar, Sierra de la Parrilla, río Estena, or. NE, 363607, 4380336, 842 m, talud silíceo musgoso, encinar.
 (13) CR: Navas de Estena, casa de las Cañadas, or. S, 368693, 4374824, 670 m, suelo silíceo, jaral.
 (14) TO: Los Navalucillos, Las Becerras, arroyo del Chorro, or. NE, 357744, 4380698, 787 m, talud silíceo, bosque mixto de quercíneas.
 (15) CR: Navas de Estena, Sierra de la Fuenfría, senda del Canalizo, cuarcitas, or. NE, 367047, 4373490, 713 m, talud silíceo, encinar.
 (16) TO: Los Navalucillos, Las Becerras, arroyo del Chorro, cerca del punto de información, or. E, 357425, 4381779, 769 m, suelo silíceo, jaral.
 (17) CR: Alcoba de los Montes, Sierra del Chorito, arroyo de las Viñuelas, or. NE, 369904, 4360137, 852 m, talud silíceo, jaral-brezal.
 (18) TO: San Pablo de los Montes, puerto del Robledillo, or. S, 382621, 4375830, 1189 m, talud silíceo, encinar degradado.
 (19) TO: San Pablo de los Montes, Las Navillas, pista que sube al collado del Marchés, or. NW, 381520, 4376725, 995, talud silíceo, melojar.
 (20) CR: Pueblonuevo del Bullaque, cerca de Anchurones, or. S, 385590, 4354562, 682 m, suelo silíceo, jaral.
-

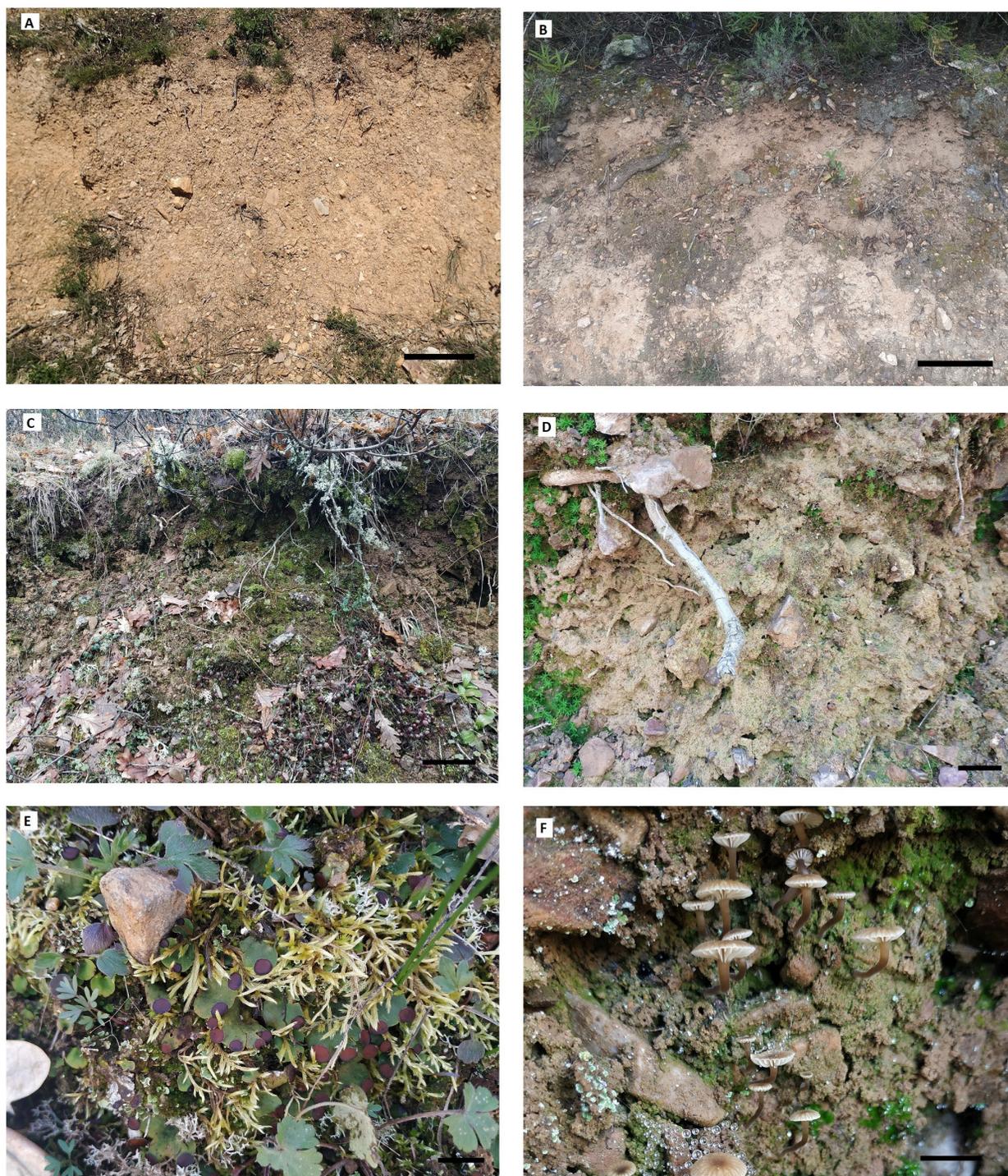


Figura 2. Colonización liquénica; A, talud sin líquenes en el puerto del Robledillo (loc. 18); B, talud a medio colonizar con presencia talos de *Moelleropsis nebulosa* (parte oscura) en la senda del Canalizo (loc. 15); C, talud cubierto de briófitos y líquenes en ambiente húmedo en el Lanchar (loc. 5); D, *Inoderma epigaeum* colonizando un talud vertical cerca de las Navillas (loc. 19); E, presencia de *Peltigera venosa* en el talud del Lanchar (loc. 5); F, colonización de *Lichenomphalia meridionalis* en talud vertical en el Lanchar (loc. 5). Escalas: A-B: 40 cm, C: 20 cm, D-F: 1 cm.

Imágenes tomadas por los autores.

Para la identificación de las especies se han utilizado obras generales (Nimis & Martellos 2004, Smith et al. 2009) y algunas monografías para géneros o especies concretas (Barrasa & Rico 2001, Burgaz & Martínez 2003, Burgaz & Ahti 2009, Prieto et al. 2010, Schultz et al. 2015, Burgaz et al. 2020). Para algunas especies del género *Cladonia* se identificaron los metabolitos secundarios por

cromatografía en capa fina (TLC) (Orange et al. 2001).

El catálogo de especies se organiza por orden alfabético, y la nomenclatura se ha actualizado siguiendo Index Fungorum Partnership (2021). Las nuevas citas para el territorio de Castilla-La Mancha se indican con (**) y con (*) si es nueva para Montes de Toledo (Tab. 2).

Resultados y discusión

Comentarios a la distribución de las especies

Se han identificado un total de 103 especies terrícolas, 14 de ellas se citan por primera vez en el territorio de Castilla-La Mancha y otras 32 en Montes de Toledo (Tab. 2). El interés de estos resultados está relacionado con un más que reseñable incremento del área de distribución peninsular para dos grupos (artificiales) de especies: de ambientes más húmedos y de ambientes más secos.

Respecto al primer grupo, es interesante el hallazgo de algunas especies que aparecen con mayor frecuencia en el norte peninsular (*Cladonia ciliata*, *C. gracilis*, *C. grayi*, *C. scabriuscula*, *C. uncialis*, *Inoderma epigaeum*, *Lepraria rigidula*, *Peltigera venosa*, *Psoroma hypnorum*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*), que en el área de estudio se refugian en los taludes más frescos y húmedos, ya sea por altitud y orientación o por las cercanías de un curso de agua. Entre ellas, podemos destacar especies como *I. epigaeum* o *T. pseudogranulosa*, de las que apenas existen media docena de citas y la mayoría de ellas en el tercio norte peninsular (Llimona & Hladun 2001, Carballal et al. 2006, Llop 2018). También es reseñable la presencia de *C. grayi*, *L. rigidula* o *P. venosa* que, hasta ahora, presentaban su límite meridional de distribución peninsular en los sistemas Central o Ibérico (Llimona & Hladun 2001, Burgaz & Martínez 2003, Serriñá et al. 2014).

Respecto al segundo grupo, es interesante la presencia en el área de estudio de especies de distribución preferentemente mediterránea (*Cladonia dimorpha*, *Enchylium coccophorum*, *Leptogium terrenum*, *Toninia toepfferi*, *Trapeliopsis gymniadiata*,

T. wallrothii), de las que existen muy pocas referencias en el territorio peninsular. La mayoría de ellas se citan por primera vez en el territorio de Castilla-La Mancha. *L. terrenum* probablemente pase desapercibido por su pequeño tamaño, de forma que su área de distribución peninsular se restringe a unas pocas localidades de Cataluña (Llimona & Hladun 2001, Wirth et al. 2004, Cera et al. 2019) y de Portugal (Marques & Paz-Bermúdez 2014, Schultz et al. 2015). *T. gymniadiata* ha sido descrita recientemente en las Islas Canarias (Aptroot & Schumm 2012), y en la Península solo está citada en el noreste como un morfotipo de *T. wallrothii* (Cera et al. 2019). Especies como *E. coccophorum* o *T. toepfferi* aparecen de forma dispersa por el este y sur peninsular (Llimona & Hladun 2001, Burgaz & Ahti 2009) constituyendo ahora los Montes de Toledo una de las localidades más interiores y continentales.

Riqueza y composición de especies

Las zonas con mayor riqueza de especies se corresponden con los taludes de zonas más húmedas. Estas englobarían: (1) las zonas orientadas al norte, en el interior de melojares (San Pablo de los Montes – loc. 5 y 19), y (2) los valles más húmedos, como el del Boquerón del Estena (Navas de Estena – loc. 4) o el del Chorro (Los Navalucillos – loc. 14) (Fig. 3), donde la pistas que hacen de ruta discurren cercanas y paralelas a los cauces de sendos ríos. En estos casos, líquenes y briófitos cubren casi completamente los taludes aprovechando las condiciones de humedad, evitando la erosión de los taludes, ya que contribuyen a cohesionar las partículas del suelo (Barreno & Pérez-Ortega 2003, Concostrina-Zubiri et al. 2019).

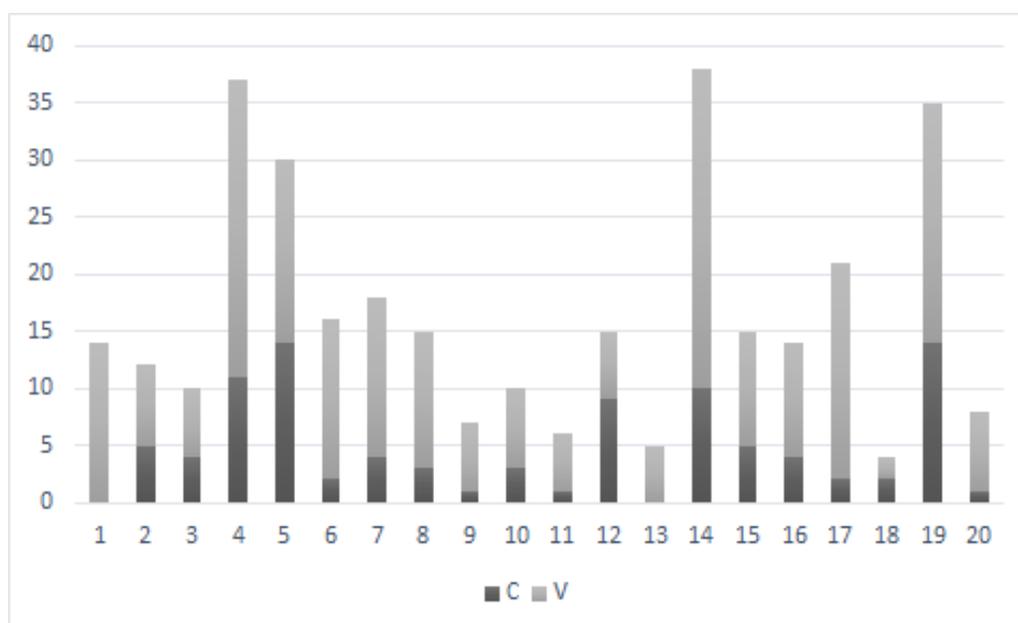


Figura 3. Riqueza de especies (eje Y) para cada una de las 20 localidades estudiadas (eje X). C: cianolíquenes; V: clorolíquenes.

En estos taludes más húmedos y sombreados aparecen con frecuencia algunos cianolíquenes (*Peltigera*, *Leptochidium*, *Nephroma*, *Scytinium*) (Tab. 2, Fig. 3), junto con otras especies más higrofilas (*Peltigera venosa*, *Psoroma hypnorum*) que están ausentes de taludes y suelos más secos. Un patrón similar ha sido observado en otros ambientes mediterráneos con presencia de cianolíquenes en los ambientes más húmedos (Calatayud et al. 2011). La presencia de estos cianolíquenes en zonas más húmedas está relacionada con sus elevadas necesidades hídricas, y son en estos taludes orientados al norte, donde la insolación es menor, y los efectos de la humedad de la noche y rocío de la mañana tiene mayor duración (Calatayud et al. 2011).

También en estas zonas, con menor pendiente en los taludes, aprovechando la presencia de briófitos, son frecuentes numerosas especies del género *Cladonia* (localidades 4, 5, 14, 19). Aparte de las especies más ubiqüistas, aparecen otras como *C. ciliata*, *C. floerkeana*, *C. gracilis*, *C. grayi*, *C. homosekikaika* o *C. uncialis*, que son más frecuentes en brezales y bosques caducifolios del norte peninsular, mientras que en la mitad sur peninsular aparecen de forma puntual en zonas más húmedas y frescas (Burgaz & Ahti 2009, Pino-Bodas & Burgaz 2021).

Las paredes más inclinadas o casi verticales de los taludes más húmedos van ser cubiertas por algunas especies crustáceas (*Baeomyces rufus*, *Inoderma epigeum*, *Lepraria incana*, *L. rigidula*, *Lichenomphalia mediterranea*, *Micarea prasina*) o escuamulosas (*Moelleropsis nebulosa*). Entre ellas, *Inoderma epigeum* constituye un colonizador primario de suelos alterados por la construcción de carreteras en zonas frescas (Kristinsson 1995).

En los taludes más secos, la cobertura de líquenes es mucho menor y están sujetos a una mayor erosión. En estos casos, la diversidad de especies es muy baja, y aparecen con mayor frecuencia especies crustáceas (*Diploschistes*) o escuamulosas (*Endocarpon*, *Placidium*, *Thalloidima*, *Toninia*), e incluso *Moelleropsis nebulosa* que es una especie pionera que se adapta muy bien a todo tipo de ambientes (Carballal & López de Silanes 2006).

En relación con los suelos, la costra biológica dominada por líquenes está presente en suelos silíceos y calcáreos de escasa inclinación, en sitios expuestos o en claros de matorral de zonas más secas (dominado por jaras). En general, existe un dominio de especies escuamulosas, con presencia de algunas especies fruticulosas, algo más abundantes sobre sustratos silíceos. En algunas ocasiones esa costra de líquenes llega a tener coberturas muy elevadas favoreciendo la cohesión y estabilidad del suelo frente a la erosión (Castillo-Monroy & Maestre 2011, Gutiérrez & Casares 2011).

En suelos silíceos, a menor altitud, en zonas más abiertas como los claros que deja el matorral mediterráneo, son abundantes algunas especies de *Cladonia* más ubiqüistas (*C. cervicornis*, *C. cyathomorpha*, *C. foliacea*, *C. rangiformis*) y *Cetraria*

aculetata. Son especies que aparecen con frecuencia en otros puntos de la Región Mediterránea, en zonas cálidas, soleadas y bien iluminadas (Wirth et al. 2004, Calatayud et al. 2011). También en zonas cálidas e iluminadas, se desarrollan especies escuamulosas como *Endocarpon pusillum*, *Leptogium terrenum*, *Thalloidima massata* o *Trapeliopsis wallrothii*. En este caso, se trata de una comunidad característica de suelos iluminados, más delgados y poco carbonatados (Wirth et al. 2004).

Los escasos afloramientos de calizas anteordovícicas fueron explotados en canteras y la superficie que ocupan es muy escasa (unas centenas de metros cuadrados), que junto con la presencia de una gran cobertura vegetal (pastos y matorral bajo), determina el empobrecimiento de la costra líquénica. De esta forma, solo en algunos enclaves más pobres en pastizales, de suelos menos profundos, con roca superficial aparecen algunas especies más típicas de calizas (e.g., *Gyalolechia fulgens*, *Psora decipiens*, *Squamarina lentigera*, *Thalloidima sedifolium*). La mayoría son especies escuamulosas, muchas de ellas con pruina en la superficie, adaptadas a vivir en estos ambientes carbonatados, de suelos poco profundos, muy iluminados y escasez de precipitaciones (Wirth et al. 2004).

Conclusiones

En Montes de Toledo, en plena región Mediterránea, la elevada densidad del monte mediterráneo, la explotación de las dehesas o la presencia de pedreras, propicia que los taludes de caminos y pistas forestales de zonas más húmedas, se conviertan en enclaves de gran diversidad de líquenes terrícolas. Estos taludes de zonas más húmedas y frescas constituyen un refugio, en plena región Mediterránea, para numerosas especies que presentan unos requerimientos hídricos más elevados y que presentan su óptimo de distribución en el norte peninsular. Para finalizar, nos gustaría recalcar el importante papel que pueden tener líquenes y briófitos, que en ocasiones cubren completamente taludes forestales, generando unas costras biológicas que contribuyen a evitar o mitigar el deterioro del suelo por la erosión hídrica.

Agradecimientos

Agradecemos a Ángel Gómez Manzaneque en representación del Parque Nacional de Cabañeros por su interés y facilidades dadas para la realización de este tipo de trabajos. A Ana Rosa Burgaz por su ayuda a la identificación de algunas especies y realización de TLC durante el curso de *Cladoniaceae*. A Isabel Martínez su ayuda en la identificación de algunas especies de *Peltigera*.

Referencias

- Alonso, F. & Egea, J.M. 1999. Líquenes epifíticos de algunas localidades costeras del sur y sureste de España. *Anales de Biología (Biología vegetal)* 11: 125-134.
- Aptroot, A. & Schumm, F. 2012. A new terricolous *Trapelia* and a new *Trapeliopsis* (*Trapeliaceae*, *Baeomycetales*) from Macaronesia. *The Lichenologist* 44: 449-456. <https://doi.org/10.1017/S0024282912000084>
- Aragón, G., López, R. & Martínez, I. 2010. Effects of Mediterranean dehesa management on epiphytic lichens. *Science of the Total Environment* 409: 116-122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.034>
- Barrasa, J.M. & Rico, V.J. 2001. Lichenized Species of *Omphalina* (*Tricholomataceae*) in the Iberian Peninsula. *The Lichenologist* 33: 371-386. <https://doi.org/10.1006/lich.2001.0336>
- Barreno, E. & Pérez-Ortega, S. 2003. Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias. *Cuadernos de Medio Ambiente, serie Naturaleza* 5: 1-512.
- Belnap, J. & Lange, O.L. 2003. *Biological soil crust: Structure, function, and management*. Springer-Verlag, Berlin.
- Bochet, E. & García-Fayos, P. 2004. Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia, Spain. *Restoration Ecology* 12:166-174. <https://doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.0325.x>
- Burgaz, A.R. 2009. El género *Cladonia* en la península Ibérica. Supergrupo *Cocciferae*. *Botanica Complutensis* 33: 9-28.
- Burgaz, A.R. & Ahti, T. 2009. *Cladoniaceae*. *Flora Liquenológica Ibérica* 4: 1–111. Sociedad Española de Liquenología, Madrid.
- Burgaz, A.R. & Martínez, I. 2003. Peltigerales: *Lobariaceae*, *Nephromataceae*, *Peltigeraceae*. *Flora Liquenológica Ibérica*: 1-61. Sociedad Española de Liquenología, Murcia.
- Burgaz, A.R. & Martínez, I. 2008. El género *Cladonia* en la Península Ibérica. Supergrupo *Crustaceae*. *Botanica Complutensis* 32: 21-36.
- Burgaz, A.R., Ahti, T. & Pino-Bodas, R. 2020. *Mediterranean Cladoniaceae*. Spanish Lichen Society, Madrid.
- Burgaz, A.R., Atienza, V., Chesa, M.J., Chiva, S., Fernández-Salegui, A.B., Fontecha, A., Gómez-Bolea, A., Gutiérrez, B., Llop, E., López de Silanes, M.E., Pérez-Llamazares, A., Pino-Bodas, R., Prats, S., Rodríguez, C. & Trobajo-Pérez, S. 2017. Lichens and lichenicolous fungi of Serranía de Ronda (Málaga-Cádiz), southern Spain. *Botanica Complutensis* 41: 9-28. <https://doi.org/10.5209/BOCM.56861>
- Calatayud, V., Corrales, J.M. & Hernández, S. 2011. *Guía de los líquenes del Parque Nacional de Monfragüe*. Universidad de Extremadura.
- Carballal, R. & López de Silanes, M.E. 2006. Los géneros *Moelleropsis*, *Protopannaria* y *Psoroma* en la Península Ibérica. *Cryptogamie, Mycologie* 27: 69-77.
- Carballal, R., Paz Bermúdez, G. & López de Silanes, M.E. 2006. El Macizo Central orensano (LIC, Lugar de Importancia Comunitaria) área de especial importancia para la conservación de la flora líquenica en Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 15: 27-36.
- Casas-García, S. & Burgaz, A.R. 2002. Contribución al catálogo de la flora terrícola acidófila (líquenes y briófitos) de la provincia de Madrid (España). *Botanica Complutensis* 26: 8-15.
- Castillo-Monroy, A. & Maestre, F.T. 2011. La costra biológica del suelo: avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 1-21. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000100001>
- Cera, A., Fernández-Brime, S., Vila, J. & Llimona, X. 2019. Aportació al coneixement de la diversitat líquenica en brolles de *Cistus* a Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 83: 83-90. DOI: 10.2436/20.1502.01.9.
- Concostrina-Zubiri, L., Arenas, J.M., Martínez, I. & Escudero, A. 2019. Unassisted establishment of biological soil crusts on dryland road slopes. *Web Ecology* 19: 39-51. <https://doi.org/10.5194/we-19-39-2019>
- Concostrina-Zubiri, L., Pescador, D.S., Martínez, I. & Escudero, A. 2014. Climate and small scale factors determine functional diversity shifts of biological soil crusts in Iberian drylands. *Biodiversity and Conservation* 23: 1757-1770. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0683-9>
- Crespo, A. & Barreno, E. 1978. Sobre las comunidades terrícolas de líquenes vagantes (*Sphaerothallio-Xanthoparmelion vagantis* *al. nova*). *Acta Botanica Malacitana* 4: 55-62.
- Gómez-Bolea, A., Burgaz, A.R., Dumitru, C., Chesa, M^aJ., Chiva, S., Force, L., Muriel, S., Prieto, P., Rico, V.J., Rodríguez-Arribas, C. & Casares, M. 2021. Checklist of the lichens and lichenicolous fungi of Sierra Nevada (Spain). *Botanica Complutensis* 45: e74427. <https://doi.org/10.5209/bocm.74427>
- Gutiérrez, L. & Casares, M. 2011. Los líquenes de los afloramientos de yesos de la Península Ibérica. In: Mota, J., Sánchez-Gómez, P., Guirado, J.S. (eds.), *Diversidad vegetal de las yeseras ibéricas. El reto de los archipiélagos edáficos para la biología de la conservación*: 549-567. ADIF-Mediterráneo Asesores Consultores. Almería.
- Index Fungorum Partnership 2021. Index Fungorum. CABI Bioscience, CBS-KNAW Fungal Diversity Centre and Landcare Research. Página web: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> [consultada VI-2021].
- Kristinsson, H. 1995. Additions to the lichen flora of Iceland III. *Acta Botanica Islandica* 12: 63-68
- Larrea, V., Arnáez, J. & Ortigosa, L. 1995. Revegetación natural en taludes de pistas forestales (Sistema Ibérico, La Rioja, España). *Cuadernos I. Geográfica* 20-21: 85-98.
- Llimona, X. & Hladun, N. L. 2001. Checklist of the lichens and lichenicolous fungi of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Bocconea* 14: 5-581.

- Llop, E. 2018. La diversitat líquènica del Tossal Gros (Arbeca, les Garrigues, Catalunya). Una aportació a la biota del territori sicòric. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural 82: 111-116.
- Longton, R.E. 1992. Role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems. In: Bates, J.W. & Farmer, A.M. (eds.), *Bryophytes and lichens in a changing environment*: 32–76. Clarendon, Oxford.
- Marques, J. & Paz-Bermúdez, G. 2014. New and interesting lichen records for the Portuguese fungus from the Upper Douro region (north-east Portugal). *Austrian Journal of Mycology* 23: 37-53.
- Martínez, I. 1999. Taxonomía del género *Peltigera* Willd. (Ascomycetes liquenizados) en la Península Ibérica y estudio de sus hongos liquenícolas. *Ruizia* 15: 1-200.
- Martínez, I., Escudero, A., Maestre, F.T., de la Cruz, A., Guerrero, C. & Rubio, A. 2006. Small-scale patterns of abundance of mosses and lichens forming biological soil crusts in two semi-arid gypsum environments. *Australian Journal of Botany* 54 (4): 339-348. <https://doi.org/10.1071/BT05078>
- Muñoz, J. 1997. El Parque Nacional de Cabañeros. In: Márquez, F., López, F., Muñoz, J., Jiménez, J. & Duro, R. (eds.), *Cabañeros Parque Nacional. La Naturaleza en España*: 1-11. Ministerio de Medio Ambiente.
- Nimis, P.L. & Martellos, S. 2004. Key to the lichens of Italy. I. Terricolous species. *Le guide di Dryades 1 – Serie Licheni I (L-I)*. Trieste.
- Orange, A., James, P.W. & White, F.J. 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society, London.
- Paz-Bermúdez, G., López de Silanes, M.E. & Carballal, R. 2000. Líquenes saxícolas y terrícolas y hongos liquenícolas interesantes de la costa de Galicia (NW España). *Candollea* 55: 137-152.
- Perea, R., Perea, D.F. & Giménez, G.F. 2015. *Vegetación y flora del Parque Nacional de Cabañeros. Volumen I. El paisaje vegetal: ecología, conservación y rutas de interés geobotánico. Naturaleza y Parques Nacionales, serie técnica*.
- Pino-Bodas, R. & Burgaz, A.R. 2021. Chorological novelties of the genus *Cladonia* in Toledo province (Spain). *Botanica Complutensis* 45: 1-4. <https://doi.org/10.5209/bocm.75353>
- Pino-Bodas, R., Araujo, E., Gutiérrez-Larruga, B. & Burgaz, A.R. 2020. *Cladonia suburgida* (Cladoniaceae, Lecanoromycetes), an overlooked, but common species in the Mediterranean region. *Symbiosis* 82: 9-18. <https://doi.org/10.1007/s13199-020-00688-7>
- Prieto, M., Aragón, G. & Martínez, I. 2010. The genus *Catapyrenium* s. lat. (Verrucariaceae) in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *The Lichenologist* 42: 637-684. <https://doi.org/10.1017/S0024282910000319>
- Schultz, M., Wedin, M., Diel, H. & Prieto, M. 2015. *Epiphloea* belongs to *Collemataceae* (Lecanoromycetes, lichenized Ascomycota). *The Lichenologist* 47: 369-378. <https://doi.org/10.1017/S0024282915000353>
- Seriñá, E., Arroyo, R., Araujo, E., Burgaz, A.R., Atienza, V., Fernández-Brime, S., Rico, V.J., Llimona, X., Llop, E., López de Silanes, M.E., Marcos-Laso, B., Marques, J., Merinero, S., Pérez-Ortega, S., Rubio-Salcedo, M. & Vivas, M. 2014. Hongos liquenizados y liquenícolas de la Sierra de Albarracín (Teruel, España). *Botanica Complutensis* 38: 35-52. <https://doi.org/10.5209/rev/BOCM.2014.v38.45774>
- Smith, C.W., Aptroot, A., Coppins, B.J., Fletcher, A., Gilbert, O.L., James, P.W. & Wolseley, P.A. (eds.) 2009. *The lichens of Great Britain and Ireland*, 2nd edn. British Lichen Society, The Natural History Museum, London.
- Tormo, J., Bochet, E. & García-Fayos, P. 2009. Restauración y revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos semiáridos: procesos edáficos determinantes para el éxito. *Ecosistemas* 18: 79-90.
- Wirth, V., Düll, R., Llimona, X., Ros, R.M. & Werner, O. 2004. *Guía de campo de los líquenes, musgos y hepáticas*. Ed. Omega.
- Zedda, L. & Rambold, G. 2015. The diversity of lichenised fungi: ecosystem functions and ecosystem services. In: Upreti, D.K., Pradeep, K.D., Shukla, V. & Bajpai, R. (eds.), *Recent advances in lichenology: Modern methods and approaches in lichen systematics and culture techniques*, 2: 121-145. Springer, New Delhi, India.

