

LÍQUENES: INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MONTEVERDE CANARIO

¿QUÉ SON LOS LÍQUENES Y POR QUÉ SON BUENOS BIOINDICADORES?

Los líquenes son organismos complejos formados por al menos un micobionte (hongo) y un fotobionte (alga verde y/o cianobacteria) (**figura 1**).



Figura 1. Fotobiontes: a) algas verdes clorococoides, b) algas verdes de la familia *Trentepohliaceae* y c) cianobacterias. Fotos a y b: algaebase. Foto c: Nereida Rancel Rodríguez.

Tienen distintos biotipos o formas de crecimiento, distinguiéndose, entre otros: pulverulento (en forma de polvillo), crustáceo (totalmente aplicado al sustrato sin posibilidad de separarlo de éste sin romperlo), foliáceo (en forma de hoja, unida al sustrato generalmente por varios puntos), fruticuloso (en forma de arbolillo, unido al sustrato generalmente por un punto) y compuesto (formado por dos formas de crecimiento más o menos fácilmente diferenciadas) (**figura 2**).



Figura 2. Biotipos o formas de crecimiento liquénicos: a) pulverulento, b) crustáceo, c) foliáceo, d) fruticuloso y e) compuesto.

Estos organismos habitan prácticamente sobre cualquier sustrato y en cualquier hábitat terrestre, aquellos líquenes que se desarrollan sobre tierra se llaman terrícolas, los que se desarrollan sobre rocas, saxícolas y los que lo hacen sobre otras plantas, epífitos. Además, por sus características (organismos talófitos –sin raíz, tallo y hojas–, poiquilohidros –no pueden controlar su contenido en agua sino que ésta fluctúa a medida que lo hace la humedad

ambiental—, de lento crecimiento, acumuladores de sustancias ambientales, sensibles a las condiciones ambientales, etc.), se han empleado para analizar el estado de conservación de su hábitat o la contaminación ambiental, de forma indirecta (Mistry, 1998; Nash-III, 2008; Herzig *et al.*, 2020; Hurtado *et al.*, 2020) (figura 3).



Figura 3. a) Aspecto de los líquenes epífitos presentes en un ejemplar de Laurel (*Laurus novocanariensis*) en el monteverde canario vs. b) aspecto de los líquenes epífitos presentes en el mismo árbol cultivado en un ambiente urbano.

¿QUÉ SABEMOS DE LOS LÍQUENES DEL MONTEVERDE CANARIO?

El monteverde es uno de los veintiún hábitats terrestres de Canarias (Gobierno de Canarias, 2020). Este bosque, endémico de la Región Macaronésica, es un hábitat prioritario de la Unión Europea (Directiva 92/43/CEE), caracterizado por estar ligado a la presencia de nubes, su elevada biodiversidad endémica y su alteración y retroceso generalizado por la actividad antrópica tras el establecimiento humano en las islas (Fernández-Palacios y Martín-Esquivel, 2001; del Arco *et al.*, 2010; de Nascimento *et al.*, 2020).

En Canarias se han realizado numerosos trabajos liquenológicos eminentemente florísticos en el ámbito del monteverde, que han sido complementados con datos ecológicos de los taxones presentes. Destacan, entre otros, los de Gil González (1988) y Gil González *et al.* (1990) en la isla de Tenerife; el de Hernández-Padrón (1992) donde hace una descripción sucinta de los líquenes del monteverde canario; el de Hernández-Padrón y Pérez de Paz (1995) en La Palma; y los de Etayo (1998), Sicilia (2007), Hernández-Padrón *et al.* (2008) y Sicilia *et al.* (2009) en La Gomera. Existen, asimismo, varios trabajos taxonómicos, biogeográficos y filogenéticos que incluyen taxones de esta formación boscosa (Sérusiaux *et al.*, 2007; Ertz y Diederich, 2008; Sérusiaux *et al.*, 2010, 2011; Magain y Sérusiaux, 2015), contribuyendo todos ellos al conocimiento general de la biota liquénica del monteverde canario.

En cuanto a la vegetación liquénica epífita, son pocas las comunidades citadas para el monteverde canario. Hernández-Padrón (1992) destaca la presencia de ciertas comunidades en estas formaciones como *Lobarietum meridionalis* Klement 1965, definida como una comunidad

corticícola, substratohigrófila, umbrófila y tóxicosensible, previamente citada por Follmann (1976) como la más característica del monteverde de La Gomera, La Palma y Tenerife (**figura 4a**); *Pannarietum leucostictae* Klement 1965 (**figura 4b**) y *Nephrometum laevigatae* Klement 1965 (**figura 4c**) en las situaciones más sombrías y con mayor humedad; y *Lecanoretum subfuscae* Hil. 1925, o facies de esta comunidad, en situaciones terminales de las ramas y diferentes comunidades brioliquénicas del sotobosque (**figura 4d**). Por su parte, Follmann (1976) asoció *Pannarietum leucostictae* a ambientes con elevada pluviometría y *Nephrometum laevigatae* a lugares con elevada incidencia de luz dentro del bosque. Finalmente, sobre troncos de laurel y acebiño se desarrolla una comunidad caracterizada por un líquen, *Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot., y un hongo afín al género *Tomentella* Pers. ex Pat. Dicha comunidad se denominó *Phlyctido-Tomentelletum umbrinae* de forma provisional (Hernández Padrón, 1992; Hernández Padrón y Pérez de Paz, 1995), y continúa inédita en la actualidad (**figura 4e**).



Figura 4. Aspecto de las distintas comunidades liquénicas epífitas del monteverde canario: a) *Lobarietum meridionalis*, b) *Pannarietum leucostictae*, c) *Nephrometum laevigatae* (foto de Curtis Björk), d) *Lecanoretum subfuscae* y e) *Phlyctido-Tomentelletum umbrinae*.

¿QUÉ AVANCES SE HAN DADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS LÍQUENES DEL MONTEVERDE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS?

De forma general, el estado de conservación de un hábitat forestal se analiza atendiendo a su flora vascular (árboles, arbustos y, en el mejor de los casos, se le suman hierbas y lianas

presentes). Debido a la complejidad que supone el estudio pormenorizado de la flora no vascular (algas, hongos, líquenes y briófitos) ésta no suele ser tomada en cuenta con este fin.

En los últimos años, se han desarrollado varios trabajos atendiendo a los líquenes epífitos del monteverde, que nos han permitido obtener las siguientes conclusiones:

1. La sustitución del monteverde por plantaciones monoespecíficas de árboles exóticos como el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) y el pino de Monterrey (*Pinus radiata* D. Don) disminuye la diversidad líquénica, altera la composición de las comunidades e impide la colonización por especies características del bosque nativo. El monteverde presenta un elevado valor a conservar desde el punto de vista líquénico al presentar especies exclusivas de este ambiente, por lo que, de cara a la conservación de este bosque, se recomienda promover no solo la protección del monteverde sino además la gestión activa mediante labores de restauración y expansión de sus áreas, redundando éstas en pro de la conectividad de los relictos, actualmente dispersos y muy fragmentados (González-Montelongo & Pérez-Vargas, 2019).

2. Aunque el castaño (*Castanea sativa* Mill.) que se desarrolla en ambientes potenciales del monteverde canario alberga una elevada diversidad de líquenes epífitos, su composición es diferente a la de los árboles del monteverde. Teniendo en cuenta la reducción del área que ha sufrido el monteverde a lo largo de los años, la presencia y expansión de especies invasoras es un riesgo adicional que debe controlarse. Sin embargo, y solo localmente, la madurez de las formaciones de castaños ha permitido el desarrollo de especies líquénicas de gran valor ecológico, por lo que sería deseable conservar ciertos ejemplares dentro de las zonas a reforestar en el monteverde como reservorio de biodiversidad (González-Montelongo & Pérez-Vargas, 2021).

3. Aunque no se observa especificidad de los líquenes del monteverde canario respecto a las especies individuales de árboles analizados, se ha identificado una afinidad hacia dos grupos bien diferenciados de forófitos: Brezo + Faya y Laurel + Acebiño. La separación de estos dos grupos se hace patente atendiendo a la diversidad específica y al número de especies compartidas. Los datos de diversidad específica se encuentran apoyados a su vez por los distintos patrones que presentan estos dos grupos si se consideran los rasgos morfológicos y funcionales de las especies que los componen. Las diferencias encontradas pueden responder a características físico-químicas del árbol (tipo de hoja y estructura de la bóveda, rugosidad, pH y grosor de la corteza del árbol, entre otros), que deberán ser analizadas en profundidad, con mediciones directas, en futuros estudios (González-Montelongo & Pérez-Vargas, 2022).

4. La biodiversidad líquénica epífita del monteverde húmedo canario en las islas de La Palma, La Gomera y Tenerife se caracteriza por una baja endemidad, y un elevado número de especies compartidas entre, al menos, dos islas. Existen evidencias de deuda de extinción en la isla de Tenerife, consecuencia probable de la reducción de este hábitat en los últimos siglos, y diferentes grados de conservación en las tres islas analizadas. En este sentido, el monteverde mejor conservado lo presenta La Gomera (González-Montelongo & Pérez-Vargas, *in prep.*).

¿ES FACIL USAR LOS LÍQUENES COMO BIOINDICADORES EN EL MONTEVERDE?

La identificación morfológica de los líquenes requiere de una infraestructura básica que incluye microscopios estereoscópicos y ópticos, este último tipo con filtro de luz polarizada, diversos reactivos químicos y bibliografía especializada. A esto se le suma la complejidad *per se* de la identificación morfológica de cualquier organismo biológico (reconocimiento de estructuras macro y microscópicas, interpretación de la variabilidad morfológica de los especímenes asignables a un taxón, etc.). El esfuerzo, y por tanto el tiempo, necesario para adquirir las destrezas básicas necesarias para la identificación líquénica es elevado.

Conscientes de estas limitaciones o problemáticas mencionadas, hemos de comparar los resultados obtenidos en los trabajos enumerados anteriormente con los resultados obtenidos si en vez de analizar toda la biota líquénica nos hubiéramos centrado únicamente en los macrolíquenes (líquenes de gran tamaño y relativamente más fácilmente reconocibles a distintos niveles taxonómicos).

Siempre que los resultados obtenidos de un estudio de los macrolíquenes del monteverde permitan obtener las mismas conclusiones que las que se obtienen del análisis de macro y microlíquenes, estaremos ante una herramienta que, sin duda, será de gran interés para aquellos gestores del medioambiente de Canarias que quieran incorporar la información que brindan los líquenes a la gestión del monteverde.

BIBLIOGRAFÍA

- DE NASCIMENTO, L., S. NOGUÉ, A. NARANJO-CIGALA, C. CRIADO, M. MCGLONE ET AL. (2020). Human impact and ecological changes during prehistoric settlement on the Canary Islands. *Quaternary Science Reviews* 239: 106332.
- DEL ARCO, M.J., R. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, V. GARZÓN-MACHADO Y B. PIZARRO-HERNÁNDEZ (2010). Actual and potential natural vegetation on the Canary Islands and its conservation status. *Biodiversity and Conservation* 19: 3089 – 3140.
- DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOCE n.º 206, de 22 de julio de 1992, pp: 7 – 50.
- ERTZ, D. Y P. DIEDERICH (2008). Lichens and lichenicolous fungi new for Tenerife (Canary Islands). *Cryptogamie, Mycologie* 29(4): 389 – 396.
- ETAYO, J. (1998). Aportación a la flora líquénica de las Islas Canarias. IV. Líquenes epífitos de La Gomera (Islas Canarias). *Tropical Bryology* 14: 85 – 107.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. Y J.L. MARTÍN-ESQUIVEL (EDS.) (2001). *Naturaleza de las Islas Canarias, ecología y conservación*, Editorial Turquesa, S/C de Tenerife, 474 pp.
- FOLLMANN, G. (1976). Lichen Flora and Lichen Vegetation of the Canary Islands. In: G. Kunkel. *Biogeography and Ecology in the Canary Islands*. Laboratorio de Botánica, Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. 267 – 286.
- GIL-GONZÁLEZ, M.L. (1988). *Contribución al estudio de la flora y vegetación líquénica del Bosque de Madre del Agua (Agua García, Tenerife)*. Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Tesina de Licenciatura. Universidad de La Laguna. Trabajo no publicado. 171 pp.
- GIL GONZÁLEZ, M.L., C.E. HERNÁNDEZ PADRÓN Y P.L. PÉREZ DE PAZ (1990). Catálogo de los líquenes epífitos y terrícolas del Bosque de Madre del Agua (Agua García, Tenerife, Islas Canarias). *Vieraea* 19: 95 – 110. ISSN: 0210-945X.
- GOBIERNO DE CANARIAS. Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (<http://www.biodiversidadcanarias.es/biota>) (Última consulta: 24.09.2022).
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, C. Y I. PÉREZ-VARGAS (2019). Looking for a home: Exploring the potential of epiphytic lichens to colonize tree plantations in a Macaronesian laurel forest. *Forest Ecology and management* 453: 117541.
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, C. Y I. PÉREZ-VARGAS (2021). Is an invasive alien tree able

- to sustain a similar lichen diversity as the native forest? The case of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and the laurel forest in Macaronesia. *Forest Ecology and Management* 488: 119009.
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, C. Y I. PÉREZ-VARGAS (2022). Together apart: evaluating lichen-photophyte specificity in the Canarian laurel forest. *Journal of Fungi* 8(10): 1031.
- HERNÁNDEZ-PADRÓN, C.E. Y P.L. PÉREZ DE PAZ (1995). Contribución al conocimiento liquenológico de la Reserva de la Biosfera "El Canal y Los Tiles", La Palma, Islas Canarias. In: *Flechten Follmann: Contributions to lichenology in honour of Gerhard Follmann* (Eds. F.J.A. Daniels, M. Schulz y J. Peine). University of Cologne, Germany. pp.: 511 – 522.
- HERNÁNDEZ-PADRÓN, C.E. (1992). Flora y vegetación líquénica de las Islas Canarias. In: Kunkel, G. (coord.). *Flora y vegetación del archipiélago canario, Tratado florístico de Canarias*. Primera Parte, pp.: 151 – 170. ISBN: 84-85438-79-5.
- HERNÁNDEZ-PADRÓN, C.E., P.L. PÉREZ DE PAZ, D. SICILIA Y I. PÉREZ-VARGAS (2008). Los Líquenes. In: Fernández, A.B. (Ed.). *Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio Mundial*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp.: 178 – 189. ISBN: 9788480147071.
- HERNÁNDEZ-PADRÓN, C.E. Y P.L. PÉREZ DE PAZ (1995). Contribución al conocimiento liquenológico de la Reserva de la Biosfera "El Canal y Los Tiles", La Palma, Islas Canarias. In: Daniels, F.J.A., M. Schulz y J. Peine (eds.). *Flechten Follmann. Contribution to lichenology in honour of Gerhard Follmann*. Geobotanical and Phytotaxonomical study group, Botanical Institute, University of Cologne, Cologne, Germany. pp.: 511 – 522. ISBN: 3-87429-380-7.
- HERZIG, R., C. SCHINDLER, M. URECH, B. RIHM, H. LÖTSCHER ET AL. (2020). Recalibration and validation of the Swiss lichen bioindication methods for air quality assessment. *Environmental Science and Pollution Research* 27: 28795 – 28810.
- HURTADO, P., M. PRIETO, G. ARAGÓN, F. DE BELLO E I. MARTÍNEZ (2020). Intra-specific variability drives functional changes in lichen epiphytic communities across Europe. *Ecology* 101(6): e03017.
- MAGAIN, N. Y E. SÉRUSIAUX (2015). Dismantling the treasured flagship lichen *Sticta fuliginosa* (*Peltigerales*) into four species in Western Europe. *Mycological Progress* 14: 97.
- MISTRY, J. (1998). Corticolous lichens as potential bioindicators of fire history: a study in the cerrado of the Distrito Federal, central Brazil. *Journal of Biogeography* 25(3): 409 – 441.
- NASH-III, T.H. (2008). Lichen sensitivity to air pollution. In: Nash-III, T.H. *Lichen Biology*. Cambridge University Press. 2ª ed., Cambridge, Inglaterra. pp.: 299 – 314.
- SÉRUSIAUX, E., F. BERGER, M. BRAND Y P. VAN DEN BOOM (2007). The lichen genus *Porina* in Macaronesia, with descriptions of two new species. *The Lichenologist* 39(1): 15 – 33.
- SÉRUSIAUX, E., P. VAN DEN BOOM Y D. ERTZ (2010). A two-gene phylogeny shows the lichen genus *Niebla* (*Lecanorales*) is endemic to the New World and does not occur in Macaronesia nor in the Mediterranean basin. *Fungal Biology* 114: 528 – 537.
- SÉRUSIAUX, E., J.C.A. VILLAREAL, T. WHEELER Y B. GOFFINET (2011). Recent origin, active speciation and dispersal for the lichen genus *Nephroma* (*Peltigerales*) in Macaronesia. *Journal of Biogeography* 38: 1138 – 1151.
- SICILIA, D. (2007). *Los Líquenes del Parque Nacional de Garajonay. Su aplicación al estudio de la contaminación ambiental*. Universidad de La Laguna. Trabajo no publicado. 353 pp.
- SICILIA, D., C. HERNÁNDEZ-PADRÓN Y A.R. BURGAS (2009). The genus *Cladonia* in Garajonay National Park, La Gomera, Canary Islands. *Cryptogamie, Mycologie* 30(3): 305 – 316.