

Briófitos Epífilos en las Islas Canarias: Chinobre (Tenerife)

Louis S. Jay-García, Ana Losada-Lima, Israel Pérez-Vargas, G.M. Dirkse

Downloaded from

<https://doi.org/10.31939/vieraea.2025.48.14>

Article 25fa Dutch Copyright Act (DCA) - End User Rights

This publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act (Auteurswet) with consent from the author. Dutch law entitles the maker of a short scientific work funded either wholly or partially by Dutch public funds to make that work publicly available following a reasonable period after the work was first published, provided that reference is made to the source of the first publication of the work.

This publication is distributed under the Naturalis Biodiversity Center 'Taverne implementation' programme. In this programme, research output of Naturalis researchers and collection managers that complies with the legal requirements of Article 25fa of the Dutch Copyright Act is distributed online and free of barriers in the Naturalis institutional repository. Research output is distributed six months after its first online publication in the original published version and with proper attribution to the source of the original publication.

You are permitted to download and use the publication for personal purposes. All rights remain with the author(s) and copyrights owner(s) of this work. Any use of the publication other than authorized under this license or copyright law is prohibited.

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the department of Collection Information know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, Collection Information will make the material inaccessible. Please contact us through email: collectie.informatie@naturalis.nl. We will contact you as soon as possible.

**BRIÓFITOS EPÍFILOS EN LAS ISLAS CANARIAS:
CHINOBRE (TENERIFE)**

LOUIS S. JAY-GARCÍA¹, ANA LOSADA-LIMA¹, ISRAEL PÉREZ-VARGAS¹ Y GERARD M. DIRKSE^{2,3}

¹. Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de La Laguna. Av. Astrofísico Francisco Sánchez s/n. Apdo. Postal 456. 38200, San Cristóbal de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife. España. ljaygarc@ull.edu.es; alosada@ull.edu.es; ispeval@ull.edu.es.

². Museum De Bastei, Lange Baan 4, 6511XJ Nijmegen, The Netherlands.
Gerard.Dirkse@debastei.nl

³. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, The Netherlands.

Jay García, L.S., A. Losada-Lima, I. Pérez Vargas & G.M. Dirkse (2025). Epiphyllous bryophytes in the Canary Islands: Chinobre (Tenerife). *Vieraea* 48: <https://doi.org/10.31939/vieraea.2025.48.14>

ABSTRACT: The epiphyllous bryological flora of Chinobre located in the northeast of Tenerife and included in Reserva Natural Integral de El Pijaral has been studied. 223 leaves with foliicolous bryophytes were collected in the field work, corresponding to 10 species of porophytes (trees, shrubs, herbs, lianas and ferns) and 20 bryophyte taxa were identified. The life strategies, life-forms

and biogeographical element were analyzed and results were compared with that of previous studies. A bibliographical revision of the previous records of these communities in the archipelago was done and compared with our results. Finally, an unpublished study from 1987-88 about the epiphyllous flora of this particular location was also compared with the obtained data.

KEYWORDS: bryophytes / epiphyllous / laurel forest.

RESUMEN: Se ha estudiado la flora briológica epífila de Chinobre, localidad situada en el noreste de la isla de Tenerife e incluida en la Reserva Natural Integral de El Pijaral. El trabajo de campo permitió recolectar 223 hojas con briófitos foliícolas, pertenecientes a 10 especies de forófitos (árboles, arbustos, lianas, hierbas y helechos). Se identificaron 20 taxones de briófitos. Se analizaron los biotipos,

estrategias de vida y el elemento biogeográfico y se compararon los resultados con los obtenidos en estudios anteriores. Se realizó una revisión bibliográfica de las citas previas de estas comunidades en el archipiélago y se compararon nuestros resultados con estas, así como con un trabajo realizado en 1987-88 y aún no publicado, sobre la flora epífila de la localidad de estudio.

PALABRAS CLAVE: briófitos / epífilos / monteverde.

INTRODUCCIÓN

El microhábitat constituido por la superficie externa de las hojas vivas de las plantas se denomina filosfera (Ruinen 1961). Las comunidades epífilas que se establecen en ella pertenecen a grupos taxonómicos muy diferentes, que incluyen hepáticas, musgos, líquenes, algas, cianobacterias, hongos e incluso animales microscópicos (Sonnleitner *et al.* 2009). En las regiones templadas habitualmente solo se establecen en la filosfera comunidades pobres de hongos y algas, mientras que en condiciones más cálidas y siempre húmedas como en las pluvisilvas tropicales y subtropicales pueden desarrollarse comunidades foliícolas muy ricas (Glime & Pócs, 2018). Fuera de los trópicos y subtropicos, los briófitos epífilos sólo se desarrollan cuando dominan unas condiciones hiperoceánicas, como en Macaronesia, Columbia Británica, los Apalaches, al pie de las montañas del Cáucaso (Pócs 1996) o Japón (Olarinmoye 1974).

Se pueden distinguir dos categorías principales de briófitos epífilos: obligados (viven exclusivamente en hojas vivas) y facultativos (pueden desarrollarse también en otros sustratos) (Pócs 1996). Gradstein (1997) prefiere denominar al primer grupo “epífilos típicos”, ya que para probar que una especie es epífila obligada habría que hacer un gran número de observaciones en todo su rango de distribución debido a que existen especies que son obligadamente epífilas en una región, pero no en otra. Según Gradstein (1997), los briófitos epífilos típicos comparten una serie de características: suelen tener gametófitos pequeños, de color verde-pálido, que crecen apretados contra el sustrato formando alfombras lisas (los que crecen erectos o péndulos suelen ser epífilos facultativos); producen rizoides en haces que, cuando contactan con la superficie foliar, se fusionan y forman una especie de “disco adhesivo”; usualmente producen propágulos especializados para la multiplicación vegetativa; algunos son plantas neoténicas, que retienen caracteres juveniles; son más comunes en el sotobosque que en las zonas superiores del dosel, son por tanto “epífitos de sombra” y consecuentemente muy vulnerables a la alteración del bosque, hasta el punto de que los epífilos están entre los primeros briófitos que desaparecen cuando el dosel se aclara.

Las comunidades briofíticas epífilas se desarrollan en una gran variedad de especies de forófitos, y en general se considera que no existe una gran especificidad. Tienen una cierta preferencia por las hojas coriáceas o papiráceas con superficies lisas, aunque también crecen en superficies pelosas e incluso en hojas artificiales; sin embargo, se ha observado que las hojas con cutículas céreas son menos adecuadas (Sonnleitner *et al.* 2009). Al menos en los bosques no tropicales, los briófitos epífilos suelen establecerse casi exclusivamente en la cara superior de las hojas, y son más frecuentes en la base, que es donde se retiene el agua

durante la precipitación de la niebla (Sjögren 1997). También se ha apuntado que las pequeñas depresiones a lo largo de los nervios son lugares favorables para el establecimiento de las diásporas (Zippel 1998).

Los briófitos, debido a la dependencia de las condiciones atmosféricas derivada de su carácter poiquilohídrico, se están usando cada vez más como sistemas modelo para estudiar los impactos potenciales de los escenarios de cambio climático sobre la dinámica de las poblaciones vegetales (ej. Zannatta *et al.* 2020). Se ha observado en bosques tropicales que el crecimiento y supervivencia de las colonias briofíticas epífilas sufren un impacto significativo debido al estrés hídrico (Zartman *et al.* 2015), por lo que se consideran buenos indicadores de cambio climático y degradación forestal (Jiang *et al.* 2018).

La información referida a los briófitos epífilos es llamativamente escasa para las Islas Canarias. Sólo se ha publicado un trabajo centrado en este grupo ecológico (Boecker *et al.* 1993) y algunas citas dispersas incluidas en trabajos de temática más general (Schwab *et al.*, 1986; Dirkse & Bouman 1990; Zippel 1998; González-Mancebo *et al.* 2006). Este ha sido el motivo que nos ha llevado a la realización de este estudio, que pretende ser una contribución al conocimiento de la flora briofítica de este hábitat particular. Con el objetivo de conocer si después de tres décadas se habían producido cambios en la brioflora epífila, centramos nuestro estudio en la localidad de Chinobre (Parque Rural de Anaga, Tenerife), ya que contamos con información sobre los briófitos foliícolas de esta localidad, recolectados por G.M. Dirkse en 1987 y 1988.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en la localidad de Chinobre, incluida en la Reserva Natural Integral de El Pijaral y localizada en la vertiente N del macizo de Anaga en la isla de Tenerife (Islas Canarias, España). Por su altitud y orientación, el macizo de Anaga se beneficia de la influencia de los vientos alisios que soplan desde el NE y que condicionan la existencia de un ambiente húmedo y lluvioso en las partes altas. La bruma provocada por los vientos alisios interviene en la formación y el mantenimiento del monteverde, y propicia la formación del mar de nubes entre 500 y 1100 m s.n.m. (González González *et al.* 2002).

En la zona de estudio se establecieron cinco estaciones de unos 100 m² de superficie (**Fig. 1A** y **Tabla 1**), siguiendo el trayecto del sendero desde una zona próxima a La Ensilada, e incluyendo un desvío por la subida a la Piedra de Chinobre. Se visitaron en dos ocasiones: diciembre de 2017 y abril de 2018.

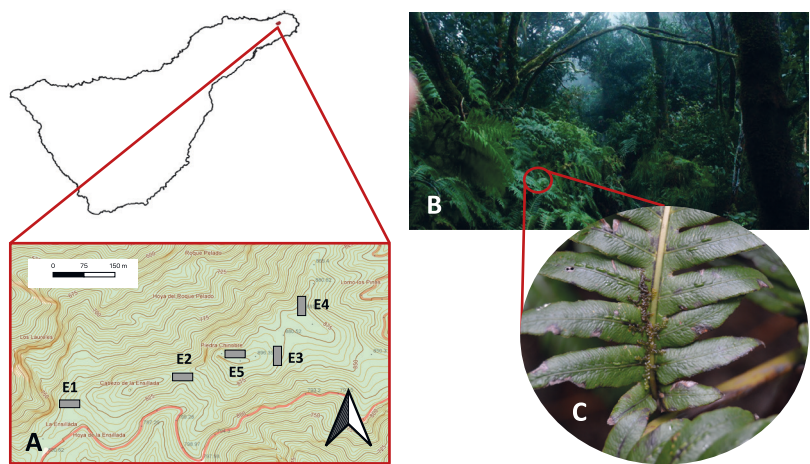


Fig. 1. A: Localización de las estaciones de muestreo (Fuente: Grafcan - IDECanarias); B: Vegetación de la localidad de estudio. C: hábito epífilo de *Frullania* sp. sobre *Woodwardia radicans*.

Estación	UTM	Altitud	Orientación
E1	28R 384658 3159467	805	NO
E2	28R 384904 3159588	845	SE
E3	28R 385149 3159647	900	E
E4	28R 385204 3159770	880	SO
E5	28R 385040 3159648	900	E

Tabla 1: Coordenadas UTM, altitud y orientación de las estaciones de muestreo.

A continuación, se procedió a la búsqueda de los briófitos epífilos mediante una observación minuciosa, tanto de las hojas situadas en las ramas de la base de las copas de los árboles como en las lianas y plantas del sotobosque. Para la toma de muestras se recogieron las hojas completas que presentaban briófitos y se introdujeron en sobres de papel, de manera individual para las hojas de cada pie de planta. En el exterior del sobre se anotó, además del número de la estación y la fecha, la especie de planta vascular correspondiente.

Las muestras se estudiaron en el laboratorio del área de Botánica del Dpto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal de la ULL. En cada hoja, se diferenciaron las especies mediante el uso de una lupa binocular Leica ZOOM 2000. La identificación del material briológico se llevó a cabo, principalmente, atendiendo

los caracteres micromorfológicos del gametófito, dada la ausencia de esporófito en la mayor parte de las muestras, con un microscopio óptico Leica DM500. Las hojas con el material identificado y seco se prepararon en sobres independientes para, tras la incorporación de la etiqueta correspondiente, incluirse en el herbario TFCBry de la Universidad de La Laguna.

Se ha confeccionado un catálogo en el que se relacionan las especies encontradas durante nuestro estudio. Se presentan ordenadas, en primer lugar, según la división a la que pertenecen y, dentro de éstas, por orden alfabético de las familias en las que están incluidas. Igualmente, dentro de cada familia los taxones se relacionan por orden alfabético. La sistemática y nomenclatura siguen la propuesta por Hodgetts *et al.* (2020). En el apéndice se incluye una lista de los taxones encontrados en este trabajo, con indicación de su distribución insular en Canarias (H: El Hierro; P: La Palma; G: La Gomera; T: Tenerife; C: Gran Canaria; F: Fuerteventura; L: Lanzarote), y el número de un *exsiccatum* entre los depositados en el herbario TFC-Bry. Para las plantas vasculares se ha seguido la nomenclatura propuesta por el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (Gobierno de Canarias, 2023), con los siguientes acrónimos usados en las tablas.: asplonop: *Asplenium onopteris* L.; strusplic: *Struthiopteris spicant* (L.) F.W. Weiss; dryoolig: *Dryopteris oligodonta* (Desv.) Pic.-Serm.; hebeexce: *Heberdenia excelsa* (Aiton) Banks ex DC.; hedecana: *Hedera canariensis* Willd.; hymetunb: *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm.; ilexcana: *Ilex canariensis* Poir.; ilexpera: *Ilex perado* Aiton subsp. *platyphylla* (Webb & Berthel.) Tutin; laurnovo: *Laurus novocanariensis* Rivas-Mart., Lousa, Fern. Prieto, E. Dias, J.C. Costa & C. Aguiar; periappe: *Pericallis appendiculata* (L. f.) B.Nord. ; piccexce: *Picconia excelsa* (Aiton) DC.; polymaca: *Polypodium macaronesicum* A. E. Bobrov; polyseti: *Polystichum setiferum* (Forssk.) Moore ex Woyn.; prunlusi: *Prunus lusitanica* L. subsp. *hixae* (Willd.) Franco; semeandr: *Semele androgyna* (L.) Kunth; smilcana: *Smilax canariensis* Willd.; vandspec: *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel; viburigi: *Viburnum rigidum* Vent.; violanag: *Viola anagae* Gilli; woodradi: *Woodwardia radicans* (L.) Sm.

Para analizar la escala temporal de la diversidad se calcularon los índices de similitud de Sorensen y Jaccard siguiendo a Balsega (2010). Para este análisis se utilizó el paquete “betapart” (Balsega & Orme, 2012) para R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La vegetación de localidad de estudio está incluida en las asociaciones *Lauro novocanariensis-Perseetum indicae* Oberdorfer ex Rivas Martínez *et al.* 2002 e *Illici canariensis-Ericetum platycodonis* Rivas-Martínez *et al.* 1993, incluidas ambas en la Clase *Pruno hixae-Lauretea novocanariensis* Oberdorfer 1965 corr. Rivas Martí-

nez *et al.* 2002 (**Fig. 1B**; del Arco *et al.* 2006), siendo los árboles principales *Laurus novocanariensis*, *Erica platycodon*, *Heberdenia excelsa*, *Viburnum rugosum*, e *Ilex perado* subsp. *platyphylla*; destaca la presencia del helecho *Woodwardia radicans* en todas las estaciones de muestreo (**Tabla 2**).

	E1	E2	E3	E4	E5
<i>Viburnum rugosum</i> Pers.	X	X	X	X	X
<i>Laurus novocanariensis</i> Rivas-Mart., Lousa, Fern. Prieto, E. Días, J.C. Costa & C. Aguiar	X	X	X	X	X
<i>Erica platycodon</i> (Webb & Berthel.) Rivas-Mart. & al.	X	X	X	X	X
<i>Heberdenia excelsa</i> (Aiton) Banks ex DC.	X	X	X	X	X
<i>Ilex perado</i> Aiton subsp. <i>platyphylla</i> (Webb & Berthel.) Tutin	X	X	X	X	X
<i>Woodwardia radicans</i> (L.) Sm.	X	X	X	X	X
<i>Morella faya</i> (Aiton) Wilbur			X	X	X
<i>Hedera canariensis</i> Willd.			X	X	X
<i>Hypericum grandifolium</i> Choisy	X		X		X
<i>Ilex canariensis</i> Poir. in Lamarck	X			X	
<i>Prunus lusitanica</i> L.		X		X	
<i>Pericallis appendiculata</i> (L. f.) B. Nord.		X		X	
<i>Geranium reuteri</i> Aedo & Muñoz Garm.	X	X			
<i>Asplenium onopteris</i> L.	X	X			
<i>Galium scabrum</i> L.			X		X
<i>Ixanthus viscosus</i> (Sm.) Griseb.	X				
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott		X			
<i>Canarina canariensis</i> (L.) Vatke		X			
<i>Dryopteris oligodonta</i> (Desv.) Pic.-Serm.		X			
<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Moore ex Woyt.		X			
<i>Polypodium macaronesicum</i> A. E. Bobrov		X			
<i>Viola anagae</i> Gilli		X			

Tabla 2: Plantas vasculares observadas en las estaciones de muestreo.

Durante el trabajo de campo realizado en la localidad de Chinobre, se recolectaron 223 hojas con briófitos epífilos. La identificación de las muestras recolectadas nos ha permitido reconocer 20 especies de briófitos, de los que 17 son hepáticas (División Marchantiophyta) y tres son musgos (División Bryophyta). Este claro dominio de las hepáticas, y en concreto, de las hepáticas foliosas, coincide con los resultados encontrados en todos los trabajos consultados, tanto en zonas tropicales como templadas (ej. Boecker *et al.* 1993; Gradstein 1997; Sjögren 1997; Morales & Moreno 2010; Singh & Singh 2016). En nuestro estudio, no hemos detectado la presencia de hepáticas talosas, como algunas especies del género *Metzgeria*, que sí se han citado para otras zonas (ej. Sjögren 1997; Müller & Pocs 2007; Morales & Moreno 2010; Singh & Singh 2016). En el grupo de los musgos, hemos de destacar que los tres son pleurocárpicos, grupo de musgos más frecuente en el hábitat epífilo (Gradstein 1997). La familia mejor representada en nuestro estudio es *Lejeuneaceae*, con ocho especies. Este dato de nuevo coincide con los resultados obtenidos en estudios previos. Según Gradstein (1997), más del 90% de los briófitos típicamente epífilos son hepáticas pertenecientes a *Lejeuneaceae* subfamilia *Lejeunoideae*. También afirma que, como sucede en nuestro caso, los musgos típicamente epífilos son muy raros. La siguiente familia mejor representada es *Frullaniaceae*, con tres especies, seguida de *Plagiochilaceae*, con dos especies. Siete familias presentan una especie cada una, tres de musgos (*Brachytheciaceae*, *Hypnaceae* y *Leucodontaceae*) y cuatro de hepáticas (*Cephaloziellaceae*, *Porellaceae*, *Radulaceae* y *Scapaniaceae*).

Según Gradstein (1997) algunos epífilos típicos son plantas neoténicas, que retienen caracteres juveniles, lo que se ha interpretado como una adaptación a los sustratos efímeros. En este estudio hemos observado especímenes neoténicos de *Frullania*. Como se observa en la **Fig. 2**, las hojas son conduplicadas, pero en ocasiones el lóbulo dorsal tiene un desarrollo muy escaso, y en otras no se diferencia el saco acuífero típico del género. Este fenómeno pudo observarse tanto en individuos aislados como en partes de individuos que presentaban un desarrollo normal.

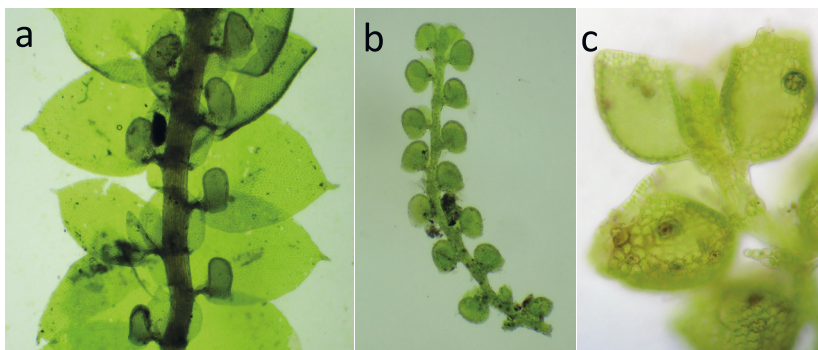


Fig. 2: Imágenes de *Frullania tamarisci* en visión ventral. a: lóbulos de desarrollo normal; b: lóbulo dorsal escasamente desarrollado; c: sin diferenciación del lóbulo ventral en saco acuífero.

En relación con la distribución de biotipos en las especies catalogadas (**Fig. 3B**), existe un claro dominio de la forma de crecimiento en alfombra (16 especies), tanto en hilos (8 spp.) como lisas (7 spp.). Ambos tipos los presentan la mayoría de las especies de hepáticas, excepto *Plagiochila punctata* y *P. exigua*, que tienen biotipo en rabo, al igual que el musgo *Leucodon canariensis*. La asignación de los biotipos está basada en el tamaño, dirección de crecimiento de los gametófitos y sociabilidad de éstos, si bien algunos autores (ej. Richards 1984; During 1992; Mägdefrau 1982) han puesto de manifiesto su relación con las características ecofisiológicas de los briófitos y, por tanto, su distribución en distintos hábitats. Según Mägdefrau (1982), la vegetación briofítica epífila de los bosques tropicales húmedos consiste casi enteramente en alfombras.

El espectro de estrategias de vida que presentan los briófitos de una localidad determinada está relacionado con las condiciones ambientales, en especial la frecuencia y longitud de los periodos de humedad disponible y la estabilidad del sustrato (During 1992). En Chinobre, en el hábitat epífilo, la estrategia dominante es la itinerante (14 spp.) (**Fig. 3C**). Según During (1992) los briófitos con esta estrategia están adaptados a microhábitats que desaparecen predeciblemente a distinta velocidad, pero que frecuentemente vuelven a aparecer en la misma comunidad. Esta definición encaja con el hábitat de la filosfera. Las especies itinerantes de vida corta tienen una longevidad de 2-4 años (During 1992), y en nuestro estudio están representadas por *Cololejeunea microscopica*, *C. sintenisii* y *Colura calyptrifolia*. Las itinerantes de vida larga pueden vivir hasta 20 años y son características de microhábitats de mayor duración, como las ramas de los árboles (During 1992). En el hábitat epífilo de Chinobre constituyen el grupo mayoritario, dominado por especies que se encuentran frecuentemente la corteza de árboles,

como *Frullania tamarisci*, *Drepanolejeunea hamatifolia*, *Microlejeunea ulicina*, por citar algunas hepáticas frecuentes o comunes en nuestro estudio, además del musgo *Leucodon canariensis*. Las especies de estrategia perenne tienen vida larga y son características de hábitats estables. Solo hemos encontrado cinco especies de este grupo, en el que están incluidos dos de los musgos pleurocárpicos: *Hypnum uncinulatum* y *Brachytheciastrum dieckii*.

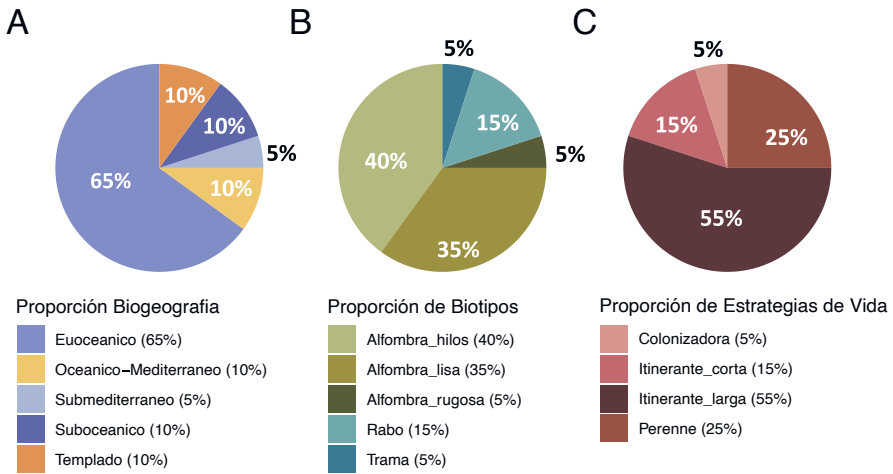


Fig. 3: Distribución del elemento corológico (A), biotipos (B) y estrategias de vida (C) en las especies catalogadas.

La información proporcionada por Dierssen (2001) sobre las apetencias ecológicas de las especies catalogadas nos ha permitido observar que existe una gran homogeneidad con respecto a la humedad, pH del sustrato, luminosidad e impacto humano. La mayor parte de las especies son higrófilas, si bien algunas pueden tolerar ambientes más secos, como *Frullania tamarisci*. No hemos encontrado ninguna especie que prefiera sustratos básicos, sus apetencias varían desde diferentes grados de acidez a subneutrófilas, que son las más frecuentes. Como cabía esperar por el hábitat que ocupan, en la zona baja de las copas de los árboles o en el sotobosque, prácticamente todas las especies son esciófilas. En relación con el impacto humano de los hábitats en que se desarrollan, *Cololejeunea sintenisii* y *Harpalejeunea molleri* son propias de lugares sin influencia antrópica. De las especies catalogadas, sólo *Cololejeunea sintenisii* es considerada por Dierssen (2001) como de hábitat exclusivamente epífila. El resto de las

especies se pueden encontrar viviendo en otros sustratos, tanto en corteza de árboles como en rocas y, ocasionalmente, en suelo.

Como puede observarse en la **Tabla 3**, la flora briofítica epífila de Chinobre se ha encontrado creciendo en diez especies de forófitos. Las que albergan mayor riqueza de foliícolas son *Laurus novocanariensis* (17 spp.) y *Heberdenia excelsa* (13 spp.), y son también las que más frecuentemente presentan hojas con epífilos. Entre los helechos, se han encontrado más muestras y mayor número de especies en *Woodwardia radicans* (9 spp.), muy frecuente en la zona de estudio. Entre las lianas, sólo hemos detectado la presencia de briófitos en *Hedera canariensis*. Reportamos, además, la presencia de briófitos epífilos en *Pericallis appendiculata*, *Polypodium macaronesicum* y en *Viola anagae*. Según la información disponible, no existen citas previas de briófitos epífilos sobre estas especies.

No observamos especificidad de las especies briofíticas por determinados forófitos. Esto coincide con estudios de comunidades epífilas de otras zonas (ej. Sonnleitner *et al.* 2009). Según Kraichak (2014), las diferencias microtopográficas en la superficie foliar de los forófitos se pueden exagerar por factores microclimáticos, lo que da como resultado una variación en el grado de especificidad. Olarinmoye (1975) sugiere que la especificidad del forófito será mayor en ambientes menos favorables, es decir, el uso de hospedantes disponibles por un taxón briofítico puede reducirse en un ambiente más estresante. Los resultados de este estudio no permiten confirmar esta observación de forma generalizada para Canarias.

En este estudio, el 60% de las especies se han encontrado en menos de 5% de las hojas recolectadas, y cinco de ellas, en una única ocasión (**Fig. 4**). La especie que se ha recolectado con mayor frecuencia es *Frullania tamarisci*, en más del 75% de las hojas. La estación con mayor diversidad de epífilos es E4 (16 especies) y la que presenta menos especies es E2 (7 especies).

Desde un punto de vista biogeográfico, es destacable la alta representación del elemento oceánico, y en particular del euoceánico (**Fig. 3A**). Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios sobre la flora briológica de los bosques de laurisilva y fayal-brezal, y particularmente en la flora epífita (ej. González-Mancebo *et al.* 2006). En esta categoría están incluidos los endemismos, que en nuestro caso están representados por *Leucodon canariensis* (presente en Canarias, Madeira y Azores). En el conjunto de las especies que hemos encontrado creciendo como epífilas, existen siete especies que, según Garilleti & Albertos (2012) tienen algún grado de amenaza en Canarias y España (**Tabla 4**).

	ÁRBOLES Y ARBUSTOS					HELECHOS		LIANAS, HIERBAS, ETC.		
	hebeexce	ilexpera	laurnovo	pruntusi	viburigi	polymaca	woodradi	hedecana	periappe	violanag
HEPÁTICAS										
<i>Cephaloziella</i> sp.	2		4							
<i>Cololejeunea microscopica</i>	5		11							
<i>Cololejeunea sintenisii</i>			1							
<i>Colura calyptrifolia</i>	1		6		1					
<i>Drepanolejeunea hamatifolia</i>	13	4	46		4		7	1		1
<i>Frullania microphylla</i>	3		7				1			
<i>Frullania tamarisci</i>	36	6	106	8	3	1	8	2	1	
<i>Frullania teneriffae</i>	5		5		2		2			
<i>Harpalejeunea molleri</i>	1		4							
<i>Lejeunea lamacerina</i>	1						1			
<i>Microlejeunea ulicina</i>	16		37	2	3		4	1		
<i>Myriocoleopsis minutissima</i>					2					
<i>Plagiochila exigua</i>			1							
<i>Plagiochila punctata</i>	2									
<i>Porella canariensis</i>	3		6				1		1	
<i>Radula lindenbergiana</i>		1	1		2		3			
<i>Scapania</i> sp.			1							
MUSGOS										
<i>Brachytheciastrum dieckii</i>			1							
<i>Hypnum uncinulatum</i>	9	3	8		5		1			
<i>Leucodon canariensis</i>			2							

Tabla 3: Relación de especies encontradas en este estudio, con indicación de la especie de forófito y el número de hojas en que se ha observado.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

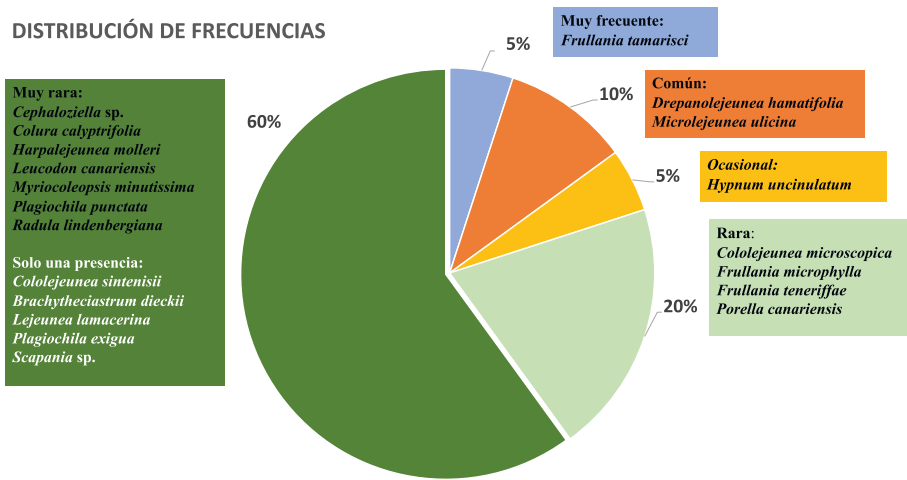


Fig. 4: Distribución de categorías de frecuencia de las especies en las hojas recolectadas durante el estudio [muy frecuente $\geq 75\%$; frecuente = 50-74%; común = 20-49%; ocasional = 10-24%; rara = 5-9%; muy rara $\leq 5\%$].

	CANARIAS	CRITERIOS	ESPAÑA
<i>Cololejeunea sintenisii</i>	Amenazada (En)	B1ab(lii) +2ab(lii)	Amenazada (En)
<i>Cololejeunea microscopica</i>	Vulnerable (V)	B1ab(lii) +2ab(lii)	Vulnerable (V)
<i>Colura calyptrifolia</i>	Vulnerable (V)	B1ab(lii) +2ab(lii)	Vulnerable (V)
<i>Frullania teneriffae</i>	Preocupación Menor (LC)		Casi Amenazada (NT)
<i>Plagiochila punctata</i>	Preocupación Menor (LC)		Casi Amenazada (NT)
<i>Hypnum uncinulatum</i>	Preocupación Menor (LC)		Casi Amenazada (NT)
<i>Drepanolejeunea hamatifolia</i>	Preocupación Menor (LC)		Preocupación Menor (LC-ATT)

Tabla 4: Especies incluidas en el Atlas y Libro Rojo de los briófitos amenazados de España (Garilleti & Albertos 2012) con indicación de su estatus en Canarias, criterios de la UICN que lo avalan y categoría de amenaza a nivel estatal.

Pócs (1996) en su estudio sobre diversidad y conservación de las hepáticas epífilas a nivel mundial ya puso de manifiesto que los epífilos son más vulnerables que la mayoría de las plantas de los bosques tropicales, incluidos otros briófitos, ya que ningún otro grupo briofítico es tan dependiente del microclima creado por la vegetación. Si unimos la vulnerabilidad de la flora epífila a la rareza en Canarias de estas siete especies, se hace patente la necesidad de protección de estas comunidades frente a cualquier tipo de alteración.

Según la bibliografía disponible, hasta la actualidad se han citado para la isla de Tenerife 33 especies de briófitos foliícolas (24 hepáticas y 19 musgos). No obstante, estas cifras podrían no reflejar exactamente la diversidad real en la isla. Por una parte, la identificación de ciertas especies, como *Cololejeunea rossettiana*, *Lejeunea patens* o *Pseudotaxiphyllum elegans* debería revisarse, ya que probablemente correspondan a otros taxones. Las dos primeras corresponden a hepáticas que, si bien fueron citadas para Canarias por algunos autores, la revisión del material en que se basaban las citas puso de manifiesto que se trataba de identificaciones erróneas (Dirkse *et al.* 1993). La tercera corresponde a un musgo pleurocárpico que suele vivir en suelo o troncos caídos y que, por su morfología en el hábitat epífilo, puede ser confundida fácilmente con especies de otro género, como se ha comentado anteriormente. Por otra parte, se han incluido las citas de Zippel (1998) a pesar de que la autora indica en su trabajo que ha considerado no sólo los briófitos que viven sobre las hojas unidas a las ramas de los árboles, sino también las que están en el suelo, situación esta última que podría propiciar la colonización de las superficies foliares por briófitos terrícolas o saxícolas que crecen próximos. La información de este trabajo que se incluye en la tabla 5 ha sido modificada, ya que aparecía como forófito *Pinus canariensis* Sweet ex Spreng. para una localidad de Anaga en la que su presencia nos resultaba dudosa. Tras consultar a la autora, verificó que se trataba de un error y el forófito debería ser *Picconia excelsa*, y como tal la hemos incluido en la **Tabla 5**.

Las citas previas para Tenerife incluyen 18 especies de plantas vasculares portadoras de briófitos epífilos en sus hojas. De éstas, siete corresponden a árboles, tres a lianas y siete a helechos. Las localidades de recolección indicadas por los autores se centran principalmente en la Reserva Integral del Pijaral y Cabezo del Tejo, aunque existen citas también para Taborno, El Bailadero, Pico del Inglés y Barranco de Ijuana. Todas las localidades están situadas en el Parque Rural de Anaga.

Además de Tenerife, en la bibliografía consultada sólo hemos encontrado citas de briófitos epífilos para la isla de La Gomera (Schwab *et al.* 1986; González-Mancebo *et al.* 2006) y, en este caso, los forófitos se reducen a *Laurus*

	ÁRBOLES Y ARBUSTOS								LIANAS		HELECHOS							
	laurnovo	viburigi	ilexpera	hebeexce	pnunlusi	picceexce	ilexcana	hedecana	smilcana	semcanndr	struspis	wodwadi	hymetumb	polyseti	vandspec	asplonop	dryoolig	
HEPÁTICAS																		
<i>Cololejeunea microscopica</i> (Taylor) Schiffn.	1				1					1	1	1	1		1			7
<i>Cololejeunea rosettiana</i> (C.Massal.) Schiffn.												1						1
<i>Cololejeunea sintenisii</i> (Steph.) Pöcs								4							4			2
<i>Colura calyptrifolia</i> (Hook.) Dumort.	1	1	1	1	1						1	1						7
<i>Drepanolejeunea hamatifolia</i> (Hook.) Schiffn.	1, 5	1, 5	1	1, 5		5	5		5	1, 5	1	1						10
<i>Frullania microphylla</i> (Gottsche) Pearson	1, 5	1	1	1	1	5				1	1	1				1		10
<i>Frullania polysticta</i> Lindenb.								1										1
<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort.	5		1			5			5	1, 5								5
<i>Frullania teneriffae</i> (F.Weber) Nees	1, 5	5	1	1	1			1		1	1			1			1	10
<i>Harpalejeunea molleri</i> (Steph.) Grolle	1, 5		1						5	1, 5								4
<i>Lejeunea lamacerina</i> (Steph.) Schiffn.									5	5								2
<i>Lejeunea mandonii</i> (Steph.) Müll.Frib.																1		1
<i>Lejeunea patens</i> Lindb.										1	1	1	1					4
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		5				5												2
<i>Microlejeunea ulicina</i> (Taylor) Steph.	1	1, 5	1	1, 5	1	5	5	1	5	2	1	1			1			13
<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu et Pöcs	1, 5	1	1	1	1	5			5	1	1	1				1		11
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.										1	1							2
<i>Plagiochila exigua</i> (Taylor) Taylor					1					1			1					3
<i>Porella arboris-vitae</i> (With.) Grolle							5											1
<i>Porella canariensis</i> (F. Weber) Underw.										1								1
<i>Radula holtii</i> Spruce			1	1	1													3
<i>Radula lindenbergiana</i> Gottsche ex C.Hartm.								1			1							2
<i>Saccogyna viticulosa</i> (L.) Dumort.		1		1						1					1			4
<i>Scapania gracilis</i> Lindb.							5						1					2
MUSGOS																		
<i>Exsertotheca intermedia</i> (Brid.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt		5		1														2
<i>Homalia lusitanica</i> Schimp.							5											1
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		5	5				5											3
<i>Hypnum uncinulatum</i> Jur.							5		5	5								2
<i>Neckera cephalonica</i> Jur. & Unger	1		1			5					1	1		1				6
<i>Plasteurhynchium meridionale</i> (Schimp.) M.Fleisch.							5											1
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z.hwats.										1								1
<i>Sematophyllum substrumulosum</i> (Hampe) E.Britton													1					1
<i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid.	1																	1
	12	10	10	9	8	8	7	5	7	16	11	9	5	3	4	2	1	

Tabla 5: Relación de especies de briófitos que han sido citadas como epífilos para la isla de Tenerife. Referencias: 1 (Boecker *et al.* 1983); 4 (Dirkse & Bouman 1990); 5 (Zippel 1998). En negrita, las especies citadas previamente para Chinobre.

novocanariensis y *Smilax canariensis*. Como se puede observar en la **Tabla 6**, sólo hay dos especies no citadas como foliícolas para Tenerife: *Plagiochila punctata* y *Ulota calvescens*.

	laur novo	smil cana
HEPÁTICAS		
<i>Cololejeunea schaeferi</i> Grolle (no se indica forófito)		
<i>Colura calyptrifolia</i> (Hook.) Dumort.	2	3
<i>Drepanolejeunea hamatifolia</i> (Hook.) Schiffn.	1, 2	3
<i>Frullania microphylla</i> (Gottsche) Pearson	1, 2	
<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort.	2	
<i>Frullania teneriffae</i> (F.Weber) Nees	1, 2	3
<i>Harpalejeunea molleri</i> (Steph.) Grolle	1, 2	3
<i>Microlejeunea ulicina</i> (Taylor) Steph.	2	
<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu et Pócs	1, 2	
<i>Plagiochila punctata</i> (Taylor) Taylor	2	
<i>Radula holtii</i> Spruce	1	
<i>Radula lindenbergiana</i> Gottsche ex C.Hartm.	1	
<i>Saccogyna viticulosa</i> (L.) Dumort.	1	
MUSGOS		
<i>Neckera cephalonica</i> Jur. & Unger		3
<i>Hypnum uncinatum</i> Jur.		3
<i>Leucodon canariensis</i> (Brid.) Schwägr.		3
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z.Iwats.	1	
<i>Ulota calvescens</i> Wilson		3
<i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid.	1	
	14	6

Tabla 6: Relación de especies de briófitos que han sido citadas como epífilos para la isla de La Gomera. Referencias: 1 [Boecker *et al.* 1983]; 2 [Schwab *et al.* 1986]; 3 [González-Mancebo *et al.* 2006].

Según la información publicada hasta el momento, para Canarias se han citado 45 especies de briófitos epífilos: 25 hepáticas y 20 musgos. En la bibliografía consultada sólo hemos encontrado citas de 13 especies para la localidad de Chinobre (Tabla 5). De éstas, hay cinco que no hemos localizado durante nuestro estudio: *Lejeunea patens*, *Saccogyna viticulosa*, *Exsertotheca intermedia*, *Neckera cephalonica* y *Pseudotaxiphyllum elegans*. Las cuatro primeras son especies de briófitos fácilmente identificables, pero en el caso de *P. elegans*, como se comentó anteriormente, el material podría corresponder a *Hypnum uncinulatum*.

En relación con los forófitos, no hemos encontrado briófitos creciendo sobre *Semele androgyna*. Creemos que esta ausencia se pueda deber al hecho de que esta liana es escasa en la zona de estudio y no aparece en ninguna de las estaciones de muestreo. Dirkse, en 1987 y 1988, recolectó 131 hojas con epífilos en Chinobre e identificó creciendo sobre ellas trece hepáticas y dos musgos. Sólo dos especies no han sido detectadas durante nuestro estudio: *Plagiochila bifaria* y *Campylopus fragilis*, dos musgos que por su porte y forma de crecimiento podríamos considerar como epífilos accidentales. Cuando comparamos con los datos de 2018, obtenemos valores de 0,63 para el índice de Jaccard y 0,45 para el de Sorensen y, en ambos casos, la componente relacionada con el reemplazo de especies (0,47 y 0,31, respectivamente) es mucho mayor que la relacionada con la pérdida de especies (0,15 en ambos casos). Interpretamos por tanto que las diferencias temporales entre especies se deben principalmente a un esfuerzo de muestreo diferente y no tanto a una pérdida o ganancia de especies, la cual es asumible por esas especies ocasionales. Además, al comparar éstas y otras citas publicadas anteriormente para la localidad de Chinobre, concluimos que a lo largo de las tres últimas décadas la composición de las comunidades briofíticas epífilas se ha mantenido estable, al menos en lo que se refiere a las especies más frecuentes en este hábitat, ya que las pequeñas diferencias observadas con nuestros resultados se refieren sólo a especies muy raras, que accidentalmente colonizan la superficie foliar. Sin embargo, es importante recalcar que, en el marco actual de cambio climático, la resiliencia de las especies de briófitos más sensibles estará condicionada a su capacidad de migración (Zanatta *et al.* 2020) y a la presencia de microrrefugios (Patiño *et al.* 2023).

En Macaronesia, los briófitos epífilos se han encontrado en todos los archipiélagos excepto Cabo Verde. Según Sjögren (1997) la diversidad de Madeira es menor que la de Azores, donde es frecuente la presencia accidental de especies que no son preferentemente epífilas. La composición específica de las comunidades es similar en ambos archipiélagos, si bien la frecuencia con que se presentan algunas especies difiere. La brioflora epífila de Canarias, aunque menos estudiada hasta el momento, es menos rica que la de Madeira y especialmente que la de

Azores. No obstante, los tres grupos insulares tienen en común ciertas hepáticas características de estas comunidades, tales como *Cololejeunea microscopica*, *C. minutissima*, *Colura calyptrifolia*, *Drepanolejeunea hamatifolia*, *Frullania microphylla*, *Harpalejeunea molleri*, *Microlejeunea ulicina* y *Plagiochila exigua* (Sjögren 1997).

APÉNDICE

DIVISIÓN MARCHANTIOPHYTA

Clase Jungermannopsida

Familia Cephaloziellaceae

Cephaloziella cf. *hampeana* (TFC-Bry n° 23765)

Familia Frullaniaceae

Frullania microphylla (Gottsche) Pearson P, G, T, F, L (TFC-Bry n° 23768)

Frullania tamarisci (L.) Dumort. H, P, G, T, C, F, L (TFC-Bry n° 23755)

Frullania teneriffae (F.Weber) Nees H, P, G, T, C, F (TFC-Bry n° 23756)

Familia Lejeuneaceae

Cololejeunea microscopica (Taylor) Schiffn. T (TFC-Bry n° 23766)

Cololejeunea sintenisii (Steph.) Pócs P, T (TFC-Bry n° 23774)

Colura calyptrifolia (Hook.) Dumort. G, T (TFC-Bry n° 26767)

Drepanolejeunea hamatifolia (Hook.) Schiffn. H, G, T (TFC-Bry n° 23758)

Harpalejeunea molleri (Steph.) Grolle H, P, G, T (TFC-Bry n° 23764)

Lejeunea lamacerina (Steph.) Schiffn. P, G, T, C (TFC-Bry n° 23762)

Microlejeunea ulicina (Taylor) Steph. H, P, G, T, C (TFC-Bry n° 23773)

Myriocoleopsis minutissima (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu et Pócs H, P, G, T, C, F, L (TFC-Bry n° 23771)

Familia Plagiochilaceae

Plagiochila exigua (Taylor) Taylor P, G, T (TFC-Bry n° 23770)

Plagiochila punctata (Taylor) Taylor G, T (TFC-Bry n° 23769)

Familia Porellaceae

Porella canariensis (F. Weber) Underw. H, P, G, T, C, F, L (TFC-Bry n° 23757)

Familia Radulaceae

Radula lindenbergiana Gottsche ex C.Hartm. H, P, G, T, C, F, L (TFC-Bry n° 23760)

Familia Scapaniaceae

Scapania cf. *gracilis* P, G, T (TFC-Bry n° 23772)

DIVISIÓN BRYOPHYTA

Clase Bryopsida

Familia Brachytheciaceae

Brachytheciastrum diekii (Röll.) Ignatov & Huttunen H, P, G, T (TFC-Bry n° 23761)

Familia Hypnaceae

Hypnum uncinulatum Jur. H, P, G, T, C (TFC-Bry nº 23759)

Familia Leucodontaceae

Leucodon canariensis (Brid.) Schwägr. H, P, G, T, C, F, L (TFC-Bry nº 23763)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a M^a Catalina León Arencibia y Cristina González Montelongo su inestimable colaboración en el trabajo de campo y a Gabriela Negrín Ruiz por permitir el uso de la fotografía en la Fig 1B.

REFERENCIAS

DEL ARCO AGUILAR, M., W. WILDPRET DE LA TORRE, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, J.R. ACEBES GINOVÉS, A. GARCÍA GALLO, ET AL. (2006).

Mapa de Vegetación de Canarias. Santa Cruz de Tenerife: Grafcan. 707 pp.

BASELGA, A. (2010).

Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography* 19: 134–143.

BASELGA, A. & C.D.L. ORME (2012).

betapart: an R package for the study of betadiversity. *Methods in Ecology and Evolution* 3 (5): 808–812.

BOECKER, M., E. FISCHER & W. LOBIN (1993).

Epiphyllie Moose von den Kanarischen Inseln (La Gomera und Teneriffa). *Nova Hedwigia* 57 (1-2): 219–230.

DIERSEN, K. (2001).

Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. *Bryophytorum Bibliotheca* 56: 1–289.

DIRKSE, G.M. & A.C. BOUMAN (1990).

Additions to the bryophyte flora of the Canary Islands. *Lindbergia* 15: 145–150.

DURING, H.J. (1992).

Ecological classifications of bryophytes and lichens. pp. 1–31. In: J. W. Bates & A.M. Farmer (eds), *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Oxford: Oxford Science Publications.

GARILLETI, R. & B. ALBERTOS (Coord.) (2012).

Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados de España. Madrid: Organismo Autónomo

- mo Parques Nacionales (Ed.). 288 pp.
- GOBIERNO DE CANARIAS.**
 Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias. Disponible en www.biodiversidadcanarias.es/biota [Acceso 29/09/2023].
- GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., A. LOSADA-LIMA, J. PATIÑO & J. LEAL (2006).**
 Briófitos. pp 565–678. In: Beltrán-Tejera, E. (Ed.): *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias)*. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- GRADSTEIN, S.R. (1997).**
 The taxonomic diversity of epiphyllous bryophytes. *Abstracta Botanica* 21 (1): 15–19.
- HODGETTS, N. G., L. SÖDERSTRÖM, T. L. BLOCKEEL, S. CASPARI, M. S. IGNATOV, N. A. KONSTANTINOVA, ET AL. (2020).**
 An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus, *Journal of Bryology* 42 (1): 1–116.
- GRAFCAN.**
 IDECanarias visor 4.4. Disponible en visor.grafcan.es/visorweb [Acceso 24/09/2023].
- KRAICHAK, E. (2012).**
 Asexual propagules as an adaptive trait for epiphyllly in tropical leafy liverworts (Lejeuneaceae). *American Journal of Botany* 99 (9): 1436–1444.
- KRAICHAK, E. (2014).**
 Microclimate fluctuation correlated with beta diversity of epiphyllous bryophyte communities. *Biotropica* 45 (5): 575–582.
- MÄGDEFRAU, K. (1982).**
 Life forms of bryophytes. pp. 45–58. In: A.J.E. Smith (ed.): *Bryophyte Ecology*. London: Chapman & Hall.
- MORALES, T. & E. MORENO (2010).**
 Contribución al conocimiento de los briófitos epífilos de Venezuela. *Ernstia* 20 (1): 49–81.
- MÜLLER, F. & T. PÓCS (2007).**
 A contribution to the knowledge of epiphyllous bryophytes of Bioko Island (Equatorial Guinea), including additional remarks on non-epiphyllous species. *Journal of Bryology* 29 (2): 81–94.
- OLARINMOYE, S.O. (1974).**
 Ecology of epiphyllous liverworts: growth in three natural habitats in Western Nigeria. *Journal of Bryology* 8: 275–289.
- OLARINMOYE, S.O. (1975).**
 Ecological studies of epiphyllous liverworts in Western Nigeria. II. Notes on competition and sucesional change. *Revue Bryologique et Lichénologique* 41: 457–463.
- PATIÑO, J., F. COLLART, A. VANDERPOORTEN, J.L. MARTIN-ESQUIVEL, A. NARANJO-CIGALA, S. MIROLO, & D. N. KARGER (2023).**

Spatial resolution impacts projected plant responses to climate change on topographically complex islands. *Diversity and Distributions* 29: 1245–1262.

PÓCS, T. (1996).

Epiphyllous liverwort diversity at worldwide level and its threat and conservation. *Anales Inst. Biol. Univ. Autón. México, Ser. Bot.* 67(1):109–127.

RICHARDS, P.W. (1984).

The ecology of tropical forest bryophytes. In: Schuster, R.M. (Ed). *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory. Japan: 1233–1270.

RUINEN J. (1961).

The phyllosphere. I. An ecologically neglected milieu. *Plant and Soil* 15(2): 81–109.

SCHWAB, G., A. SCHÄFER-VERWIMP, R. LUBENAU-NESTLE & I. VERWIMP (1986).

Beitrag zur Kenntnis der Moosflora der Kanareninsel La Gomera. *Bryologische Beiträge* 6: 1–31.

SINGH, D.K. & D. SINGH (2016).

Epiphyllous liverworts of India: an overview. *Plant Science Today* 3 (2): 157–174.

SJÖGREN, E. (1975).

Epiphyllous bryophytes of Madeira. *Svensk Botanisk Tidskrift* 69: 217–288

SJÖGREN, E. (1997).

Epiphyllous bryophytes in the Azores islands. *Arquipélago Life and Marine Sciences* 15A: 1–49.

SONNLEITNER M., S. DULLINGER, W. WANEK & H. ZECHMEISTER (2009).

Microclimatic patterns correlate with the distribution of epiphyllous bryophytes in a tropical lowland rainforest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 25: 321–330.

ZARTMAN, C.E., J.A. AMARAL, J.N. FIGUEIREDO & C.S. DAMBROS (2015).

Drought impacts survivorship and reproductive strategies of an epiphyllous leafy liverwort in Central Amazonia. *Biotropica* 47 (2): 172–178.

ZANATTA, F., R. ENGLER, F. COLLART, O. BROENNIMAN, R.G. MATEO, B. PAPP, ET AL. (2020).

Bryophytes are predicted to lag behind future climate change despite their high dispersal capacities. *Nature Communications* 11: 5601.

ZIPPEL, E. (1998).

Die epiphytische Moosvegetation der Kanarischen Inseln. Soziologie, Struktur und Ökologie. *Bryophytorum Bibliotheca* 52: 1–149.