

Briófitos epífitos en San Cristóbal de La Laguna

SARAH DELGADO LUIS¹, ANA LOSADA-LIMA¹, M^a CATALINA LEÓN ARENCIBIA¹,
GERARD M. DIRKSE^{2,3}, & CRISTINA GONZÁLEZ-MONTELONGO¹

¹Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal,
Universidad de La Laguna. 38200 La Laguna. Santa Cruz de Tenerife. (alosada@ull.es)

²De Bastei, Nijmegen, The Netherlands.

³Naturalis Biodiversity Center, Leiden, The Netherlands.

SARAH DELGADO LUIS, ANA LOSADA-LIMA, M^a CATALINA LEÓN ARENCIBIA, GERARD M. DIRKSE & CRISTINA GONZÁLEZ-MONTELONGO (2019). Epiphytic bryophytes in San Cristóbal de La Laguna. *Vieraea*, 46: 155-170. <https://doi.org/10.31939/vieraea.2019.46.tomo01.08>

RESUMEN: Se ha estudiado la flora briológica epífita de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, con el objetivo de conocer su diversidad y distribución así como la de los forófitos que la sustentan. Se observaron los árboles situados en plazas, parques y vías públicas, y se realizaron muestreos intentando cubrir la mayor di-

versidad florística y ecológica. En el 28% de los árboles observados se detectó la presencia de 17 especies de briófitos epífitos (3 hepáticas y 14 musgos). Se analiza la información biológica y ecológica de las especies catalogadas en relación con los rasgos más frecuentes observados en briófitos de ambientes urbanos.

PALABRAS CLAVE: briófitos / epífitos / medio urbano / San Cristóbal de La Laguna.

ABSTRACT: The epiphytic bryological flora of the city of San Cristóbal de La Laguna (Tenerife, Canary Islands) has been studied, with the aim of knowing its diversity and distribution as well as the phorophytes that support it. Trees located in public squares, parks and roads were observed, and sampling was carried out trying to include the greatest floristic

and ecological diversity. The presence of epiphytic bryophytes was detected in 28% of the observed trees. Seventeen species of bryophytes, three liverworts and fourteen mosses, have been identified. Biological and ecological information of the listed species has been analyzed in relation to the most frequent features observed in bryophytes of urban environments.

KEYWORDS: bryophytes / epiphytes / San Cristóbal de La Laguna / urban environment.

INTRODUCCIÓN

Durante la segunda mitad del siglo XX y hasta la actualidad, se han publicado numerosos trabajos sobre la flora briofítica urbana, tanto en la Península Ibérica (entre otros, Esteve *et al.* 1977; Casas Sicart 1983; Reinoso & Smyth 1985; Vicente *et al.* 1986; Viera & Ron 1986; Mazimpaka *et al.* 1988, 1993; Soria *et al.* 1988; Soria & Ron 1990; Lara *et al.*, 1991; Ayuso *et al.* 1995; Heras & Soria 1991; Rams *et al.* 2000; Oliva 2001; Ron *et al.* 1987, 2008; Sérgio *et al.* 2016) como en el resto de Europa (entre otros, Vanderpoorten 1997; Richter *et al.* 2009; Pokorný *et al.* 2006; Fudali 2012; Fojcik *et al.* 2015). En muchos casos, el interés de este tipo de estudios se ha centrado en la importancia de los briófitos como indicadores de calidad del aire (e.g. Giordano *et al.* 2004; Vukovic *et al.* 2013). La mayoría de estos trabajos han considerado todos los hábitats urbanos susceptibles de ser colonizados por estos organismos, mientras que solo unos pocos se han centrado en el estudio de la brioflora epífita en particular (Durwael & Lock 2000; Richter *et al.* 2009; Fudali 2012). Stevenson & Hill (2008), realizaron una recopilación de las generalizaciones que muchos autores atribuyen a los briófitos urbanos: las áreas urbanas son más pobres en briófitos que las naturales; las ciudades albergan una brioflora diferenciada de la de las zonas no urbanas limítrofes; las especies son toxitolerantes; el carácter urbano favorece la presencia de especies colonizadoras y con determinadas formas de crecimiento; ciertas familias, como Pottiaceae están más adaptadas al ambiente urbano que otras; en el medio urbano se reduce la vitalidad y la producción de esporófitos y se incrementa la multiplicación vegetativa.

En 2001, Losada-Lima *et al.* publicaron los resultados de un estudio preliminar sobre los briófitos de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, en el que consideraron tanto las especies terrícolas, como saxícolas y epífitas. Se identificaron diez especies creciendo en diferentes forófitos, aunque no se realizó un estudio detallado de los árboles. En el presente trabajo, se muestran los resultados de un estudio pormenorizado de los briófitos epífitos de la misma ciudad, con el objetivo de conocer qué especies de árboles y con qué frecuencia los sustentan, si hay diferencias dependiendo de la localización, y comparar los resultados con los obtenidos en el trabajo anterior.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como se ha comentado previamente, el estudio se ha realizado en la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, en el municipio homónimo, situado al noreste de la isla de Tenerife, a una altitud aproximada de 550-600 m sobre el nivel del

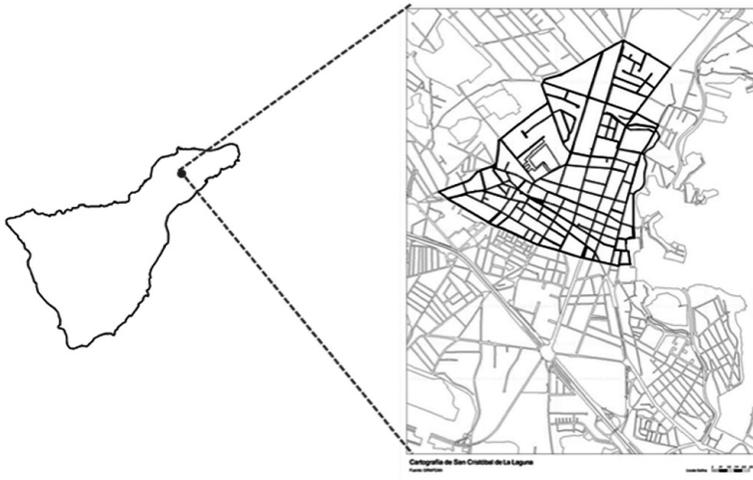


Fig. 1- Situación de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna en la isla de Tenerife y plano con delimitación del área de estudio.

mar. Situada en el piso bioclimático termomediterráneo pluviestacional subhúmedo inferior, le corresponde una vegetación potencial de bosque húmedo, el monteverde canario; asimismo, su situación en el límite del ombroclima seco con influencia de nieblas del alisio, implica también una potencialidad del monteverde seco (García Gallo *et al.* 2003). La temperatura media es de 16°C y la precipitación anual está en torno a los 550 mm y tiene lugar principalmente en los meses de invierno, mientras que los veranos son secos y cálidos (Nascimento *et al.* 2009). Por otra parte, se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios, y las lloviznas y nieblas son frecuentes (García Gallo *et al.* 2010).

La economía de la ciudad se basa principalmente en el sector servicios y no hay en su entorno industrias contaminantes. Además, el escaso uso de sistemas de calefacción hace que la principal fuente de contaminación a tener en cuenta sea el tráfico rodado (Losada-Lima *et al.* 2001).

Los límites del área de estudio se establecieron de manera que quedara incluido el casco histórico y se extendieron hacia el norte para incluir las zonas urbanas adyacentes, que presentaban una gran concentración de árboles. En la Figura 1 se muestra un plano de la ciudad en el que se señalan el perímetro de la zona de estudio así como las calles comprendidas en éste. A grandes rasgos, el límite

norte se encuentra en la calle Madre del Agua, mientras que hacia el oeste, está en las calles Pozo Cabildo, Paseo Oramas, Marcos Redondo y Avda. Lucas Vega; hacia el sur, la calle Seis de Diciembre y al este, el Barranco de Gonzaliáñez.

El trabajo de campo se realizó durante los meses de febrero a mayo de 2015. Se ha limitado al estudio de los briófitos epífitos en árboles situados en zonas públicas de la ciudad (calles, plazas y jardines públicos). Las observaciones se han restringido a los árboles que presentaran un tronco con un diámetro mínimo de 20 cm a 130 cm de la base (dbh, "diameter at breast height"). Además, durante la labor de campo, se pudo comprobar que no existían briófitos epífitos en árboles con troncos por debajo de ese grosor. Se recorrieron las calles, plazas y jardines situados dentro del ámbito de estudio observando detenidamente cada árbol y se anotó, para cada individuo, su localización, especie y presencia o ausencia de briófitos. Dado que el objetivo principal es el estudio florístico de estos organismos, se realizaron muestreos sólo en aquellas ocasiones en que fuera diferente la localización o especie de árbol, la orientación y altura de los tapices briofíticos y, por supuesto, la composición florística de las comunidades. En cada muestreo se observó y tomó nota de la información siguiente: número de muestreo; fecha; especie de forófito y localización; perímetro; inclinación del tronco y características del recubrimiento briofítico (orientación, altura mínima y máxima en el tronco, así como su anchura; cobertura en los 2 m basales; especie dominante). La presencia de briófitos por encima de 2 m se anotó en observaciones. Cuando existían briófitos en diferentes orientaciones, se muestrearon separadamente. Posteriormente, se procedió a recolectar, con sumo cuidado para no dañar la corteza del árbol, pequeñas muestras de cada una de las especies presentes para confirmar su identidad.

En el laboratorio, los sobres de muestras se dejaron abiertos para que los briófitos se secaran al aire. La identificación del material briológico se llevó a cabo, principalmente, atendiendo a los caracteres micromorfológicos del gametófito (en todos los casos) y del esporófito (con menos frecuencia, dada su ausencia en la mayor parte de las muestras). Los especímenes identificados y secos, tras la incorporación de la etiqueta correspondiente, se incluyeron en el herbario TFCBry de la Universidad de La Laguna.

La sistemática y nomenclatura de los briófitos siguen la propuesta de Losada-Lima *et al.* (2010), con algunas modificaciones debidas a publicaciones posteriores. La citación de autor de las especies de briófitos se incluye en la Tabla I. Para las plantas vasculares, se ha seguido a Wildpret de la Torre *et al.* (2005), Sánchez (2001) y Acebes *et al.* (2010) y a continuación se relacionan los nombres incluidos en el texto y figuras con su citación de autor: *Tilia platyphyllos* Scop., *Persea ameri-*

cana Mill., *Fraxinus angustifolia* Vahl, *Populus alba* L., *Erythrina crista-galli* L., *Pyrus communis* L., *Magnolia grandiflora* L., *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R.Br., *Jacaranda mimosifolia* D.Don, *Nerium oleander* L., *Juniperus cedrus* Webb & Berthel., *Robinia pseudoacacia* L., *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton, *Ficus microcarpa* L.f., *Ulmus minor* Mill., *Platanus x hispanica* Mill. ex Münchh., *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, *Phoenix canariensis* H.Wildpret, *Eucalyptus globulus* Labill., *Dracaena draco* L., *Cupressus sempervirens* L.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se aborda por primera vez el estudio de los briófitos de áreas urbanas de las Islas Canarias centrado en el hábitat epífita. Durante el trabajo de campo se observaron 1037 árboles, pertenecientes a 49 especies diferentes. Se distinguieron dos especies de *Casuarina* (*C. equisetifolia* L. y *C. cunninghamiana* Miq.), pero no en todas las ocasiones los árboles presentaban la fenología adecuada para realizar una identificación segura, por lo que en este estudio sólo se han incluido a nivel genérico. Por el mismo motivo, no se ha especificado la especie dentro del género *Washingtonia*. Sólo se observó la presencia de briófitos en 291 de estos forófitos (28,06% de los árboles observados), pertenecientes a 20 especies diferentes. Se tuvieron en cuenta en este recuento tanto los árboles con cobertura briofítica por debajo de 2 m de altura, como los que sólo tenían briófitos a una altura superior, generalmente en la copa.

Las especies de árboles más frecuentes entre las que presentaron briófitos epífitos fueron *Phoenix canariensis*, *Tipuana tipu*, *Platanus x hispanica*, *Ulmus minor* y *Casuarina* spp. Algunas especies (*Tilia platyphyllos*, *Persea americana*, *Fraxinus angustifolia*) estaban representadas por un solo ejemplar en el área de estudio, y otras por 2-10 individuos. De *Ligustrum lucidum* se detectó la presencia de 15 árboles con troncos de dbh superior a 20 cm, aunque sólo uno de ellos presentó briófitos.

Las especies sobre las que no crecían briófitos en el área de estudio están representadas en ésta por menos de 10 individuos, a excepción de *Eucalyptus globulus* (30 individuos), *Dracaena draco* (16 individuos) y *Cupressus sempervirens* (13 individuos). Los árboles con briófitos fueron observados tanto en plazas y jardines como en calles peatonales o con tráfico, y no se han observado diferencias en lo que a composición de especies o frecuencia de epífitos se refiere en función del tipo de localización. Lo anteriormente expuesto contrasta con las observaciones realizadas por Ron *et al.* (1987) en las ciudades de Ávila, Badajoz, Madrid y Toledo, o las de Fudali (2012) en áreas urbanas de Polonia, en las que afirman que los

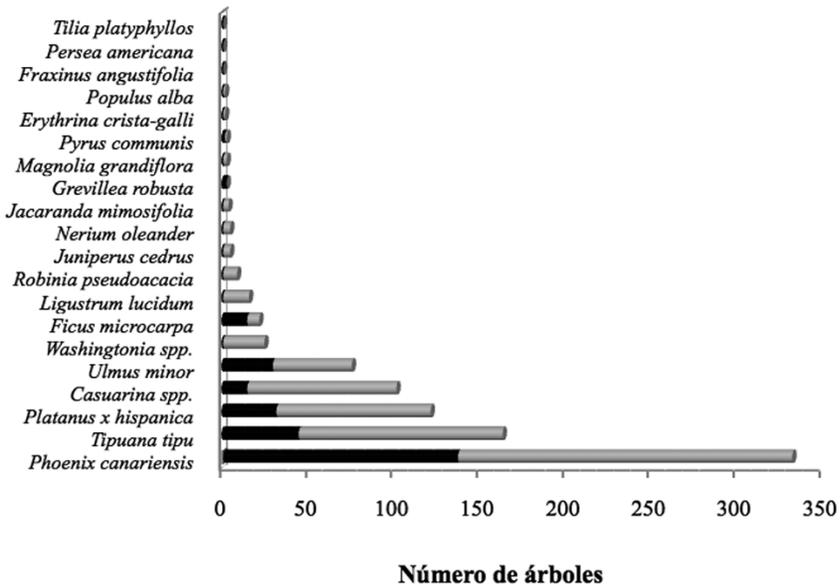


Fig. 2- Especies de árboles con briófitos epífitos, con indicación del número de árboles en los que se detectó (negro) o no (gris) su presencia.

únicos árboles con briófitos epífitos se encontraban exclusivamente en parques y nunca en las calles.

Se realizaron 97 muestreos. Aunque en un individuo de *Jacaranda mimosifolia* y en otro de *Erythrina crista-galli* se anotó la presencia de briófitos en la copa, no se muestrearon ya que crecían a una altura superior a 2 m. El diámetro a 130 cm de altura de los árboles muestreados varió entre 28,3 y 120,9 cm, si bien la mayoría (67%) están en el rango 40-90 cm. Aproximadamente un tercio de los árboles muestreados presentaron briófitos creciendo en los 50 cm inferiores del tronco, aunque sólo en un muestreo de *Grevillea robusta* los epífitos estaban restringidos a esta zona basal. Briófitos confinados a alturas superiores a 100 cm se encontraron en 27 muestreos, y esta situación fue especialmente frecuente en ejemplares de *Ficus microcarpa* de la Plaza del Adelantado. Un 60% de los muestreos se realizaron en orientación N y NW, y la presencia de briófitos en orientación E o S fue muy escasa y casi siempre en árboles que tenían recubrimiento briofítico también en otras orientaciones. Con pocas excepciones, el recubrimiento briofítico ha sido bajo, el 41% de los muestreos con una cobertura inferior al 5% y el 34 % entre 5-20%. Las máximas coberturas (superiores al 60%) se han detectado sólo en un

5% de los muestreos y las han presentado individuos de diferentes especies de árboles (*Phoenix canariensis*, *Tipuana tipu*, *Ficus microcarpa* y *Fraxinus angustifolia*). No pudo establecerse una relación entre los mayores recubrimientos briofíticos con la situación geográfica de los forófitos, ya que en todos los casos representaban excepciones con respecto a los árboles vecinos. No obstante, se ha observado una mayor frecuencia de árboles epífitos en el sector NW del área de estudio (especialmente en el Camino Largo, Avda. Universidad, Avda. Tabares Bartlet, Paseo Oramas, Calle Marcos Redondo), así como en la Plaza del Adelantado.

A partir del estudio del material briofítico recolectado, se identificaron 17 especies, cuya presencia en las especies de árboles muestreados se expone en la Tabla I. Los forófitos en los que se ha encontrado mayor diversidad han sido *Phoenix canariensis* (10 especies), *Ficus microcarpa* (8 especies) y *Fraxinus angustifolia* (6 especies). Las dos primeras especies coinciden con aquellas en las que se realizó un mayor número de muestreos, bien por su alta frecuencia y amplia distribución en la zona de estudio, como en el caso de la palmera canaria, o bien por la diversidad de briófitos que presentaban a pesar de estar en su mayoría confinados a una pequeña área (en el caso de los laureles de Indias en la plaza del Adelantado). En contraste, resulta llamativo el hecho de que el único ejemplar de *Fraxinus angustifolia* muestreado albergara 6 especies diferentes de briófitos epífitos. Durwael & Lock (2000), en un estudio de briófitos epífitos de la ciudad de Gante (Bélgica), encontraron que *Fraxinus excelsior* L., junto con *Acer pseudoplatanus* L. presentaban la mayor riqueza en brioflora epífita.

De las 17 especies de briófitos catalogadas, 12 se han considerado muy raras (presentes en menos de 5 muestreos), 3 han sido raras (en 6-30 muestreos) y sólo 2 se incluyen en la categoría de frecuentes (presentes en más de 60 muestreos): *Sytrichia laevipila* y *Orthotrichum diaphanum*. Esta última especie, frecuentemente, presentaba una gran cobertura, además de ser también muy abundante en las zonas altas del tronco y copa en algunos árboles. Aunque puede crecer también en rocas, *O. diaphanum* es el epífita que con más frecuencia se ha citado en trabajos de brioflora urbana de la Península Ibérica y en otros de ámbito europeo.

De los briófitos identificados en este estudio, tres corresponden a hepáticas foliosas (División Marchantiophyta, Orden Porellales) y catorce, a musgos (División Bryophyta). Las especies de musgos se incluyen en la clase Bryopsida; dos de ellas son musgos pleurocárpicos y están incluidas en el orden Hypnales y el resto son acrocárpicos, incluidos los órdenes Pottiales (4 especies), Bryales (4 especies), Grimmiales (2 especies) y Orthotrichales (2 especies). Las formas de crecimiento mejor representadas en las especies catalogadas son los céspedes, entre los que se incluyen todas las especies de Pottiaceae y Bryaceae, así como

Ptychomitrium nigrescens y *Orthotrichum diaphanum*, seguidos de las alfombras, tanto lisas (como las hepáticas *Frullania dilatata* y *Radula lindenbergiana*) como en hilos (*Myriocoleopsis minutissima*) o rugosas (*Leucodon treleasei*). Esto contrasta con lo observado frecuentemente en los epífitos de monteverde, donde dominan las formas de crecimiento en alfombra, trama, abanico o péndulas (ej. González-Mancebo *et al.* 2006).

Durante el período de estudio, sólo se observaron cuatro especies con esporófitos: *Orthotrichum diaphanum* (frecuentemente), *Syntrichia laevipila*, *Tortula muralis* y *Ptychomitrium nigrescens*. En seis especies se observaron con frecuencia propágulos para la multiplicación vegetativa: yemas en los filidios de *Radula lindenbergiana*, *Orthotrichum diaphanum* y *Grimmia lisae*; propágulos filamentosos en *Bryum moravicum*; propágulos clavados con septos transversales en *Zygodon rupestris*, bulbillos axilares en *Bryum dichotomum*, y filidios caedizos en *Syntrichia laevipila*.

El espectro de estrategias de vida de los briófitos (During 1979, 1992) en una localidad, proporciona información sobre sus condiciones ambientales, en especial la frecuencia y longitud de los periodos con humedad disponible, y la estabilidad del sustrato. En nuestro estudio, un 70% de las especies presenta una estrategia colonizadora, sólo una especie tiene estrategia perenne (*Fabronia pusilla*), dos son itinerantes de vida larga (*Frullania dilatata* y *Leucodon treleasei*) y otras dos, itinerantes de vida corta (*Myriocoleopsis minutissima* y *Radula lindenbergiana*). Esta distribución, con dominio claro de las especies colonizadoras, refleja el carácter antrópico del área estudiada (Stevenson & Hill 2008).

Con respecto a la tolerancia a la contaminación, según la información proporcionada por Dierssen (2001), cuatro especies son tolerantes (*Bryum argenteum*, *Bryum capillare*, *Grimmia lisae* y *Tortula muralis*), dos moderadamente tolerantes (*Fabronia pusilla* y *Orthotrichum diaphanum*) y solo una de ellas (*Frullania dilatata*) está considerada como sensible a la contaminación.

En relación con el sustrato, solo *Frullania dilatata* es exclusivamente epífita según Dierssen (2001). Sin embargo, existen citas de esta especie creciendo como saxícola o terrícola en hábitats urbanos (Pokorný *et al.* 2006). Cabe destacar el hecho de que hay tres especies que son consideradas exclusivamente saxícolas por Dierssen (2001) y sin embargo se han observado creciendo como epífitos en árboles de La Laguna: *Tortula muralis*, *Tortella nitida* y *Ptychomitrium nigrescens*. La primera se ha citado en este hábitat para otras ciudades españolas (Lara *et al.* 1991; Soria 1993) y en este estudio se ha podido detectar creciendo en diferentes especies de forófitos. El caso de *T. nitida* y *P. nigrescens* es diferente, ya que no hemos encontrado citas que aludan a su hábitat epífita en otros lugares. Estas

	<i>Phoenix canariensis</i>	<i>Ficus microcarpa</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Casuarina</i> spp.	<i>Ulmus minor</i>	<i>Tipuana tipu</i>	<i>Pyrus communis</i>	<i>Platanus x hispanica</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Persea americana</i>	<i>Washingtonia robusta</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Nerium oleander</i>	<i>Juniperus cedrus</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Nº especies forófitos
<i>Orthotrichum diaphanum</i> Schrad. ex Brid.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•			15
<i>Syntrichia laevipila</i> Brid.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				•			•	14
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	•	•	•	•	•				•	•			•						8
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	•	•						•					•						4
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	•					•	•					•							4
<i>Bryum dichotomum</i> Hedw.	•	•	•																3
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	•	•			•														3
<i>Radula lindenberiana</i> Gottsche ex C.Hartm.			•	•															2
<i>Leptophascum leptophyllum</i> (Mull. Hal.) J. Guerra & M.J. Cano		•							•										2
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.					•														1
<i>Bryum moravicum</i> Podp.	•																		1
<i>Fabronia pusilla</i> Raddi		•																	1
<i>Grimmia lisae</i> De Not.													•						1
<i>Leucodon treleasei</i> (Cardot) Paris			•																1
<i>Tortella nitida</i> (Lindb.) Broth.	•																		1
<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L. Zhu, Y. Yu & Pócs				•															1
<i>Ptychomitrium nigrescens</i> (Kunze) Wijk & Margad.	•																		1
Nº de especies briófitos	10	8	6	5	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	

Tabla I - Distribución de las especies de briófitos en los forófitos muestreados.

especies fueron ya citadas para La Laguna por Losada-Lima *et al.* (2001) y sólo se ha detectado su presencia en aquella ocasión y en este estudio en un solo ejemplar de *Phoenix canariensis*.

Catorce de las diecisiete especies de briófitos han sido citadas para todas las islas del archipiélago canario. De las tres restantes, una tiene amplia distribución, *Ptychomitrium nigrescens*, sólo ausente hasta el momento en Lanzarote, y las otras dos son más restringidas: *Leucodon treleasei* sólo se ha citado para las islas de Tenerife, La Palma y Gran Canaria y *Bryum moravicum*, para Gran Canaria y Tenerife (Losada-Lima *et al.* 2010; Dirkse *et al.* 2018).

Para el análisis del elemento biogeográfico, hemos seguido la propuesta de Düll (1983, 1984, 1985). El elemento templado, de amplia distribución por las áreas templadas del globo, está representado por siete especies, y le sigue en importancia el oceánico-mediterráneo *s.l.*, con cinco especies. Solo una especie es euoceánica, el endemismo macaronésico *Leucodon treleasei*.

Con la realización de este estudio se ha incrementado el listado de la flora briológica de la ciudad de La Laguna en cuatro especies: *Myriocoleopsis minutissima*, *Leucodon treleasei*, *Bryum dichotomum* y *Bryum moravicum*. Se ha confirmado la presencia de todas las especies citadas como epífitas en el trabajo de Losada-Lima *et al.* (2001), pero también se han encontrado creciendo sobre árboles otras que sólo se habían observado anteriormente en hábitats terrícolas o saxícolas, como *Leptophascum leptophyllum*, *Grimmia lisae* y *Bryum argenteum*.

Desde el punto de vista de la conservación, ha de destacarse el hecho de que una de las especies encontradas durante nuestro estudio, tiene la categoría de vulnerable (Garilleti & Albertos 2012; González-Mancebo *et al.* 2012). Se trata del endemismo macaronésico *Leucodon treleasei*. Aunque sólo se ha encontrado en una ocasión, creciendo sobre *Fraxinus angustifolia*, pone de manifiesto la importancia ya señalada por algunos autores del interés de los ambientes urbanos como hábitat de algunas especies raras (Skudnik *et al.* 2013; Vanderpoorten 1997).

Dado el interés de los briófitos como bioindicadores de contaminación atmosférica, los resultados de este estudio servirán de base para realizar un seguimiento de las comunidades epífitas urbanas con el objetivo de relacionar sus posibles modificaciones con alteraciones de la calidad del aire.

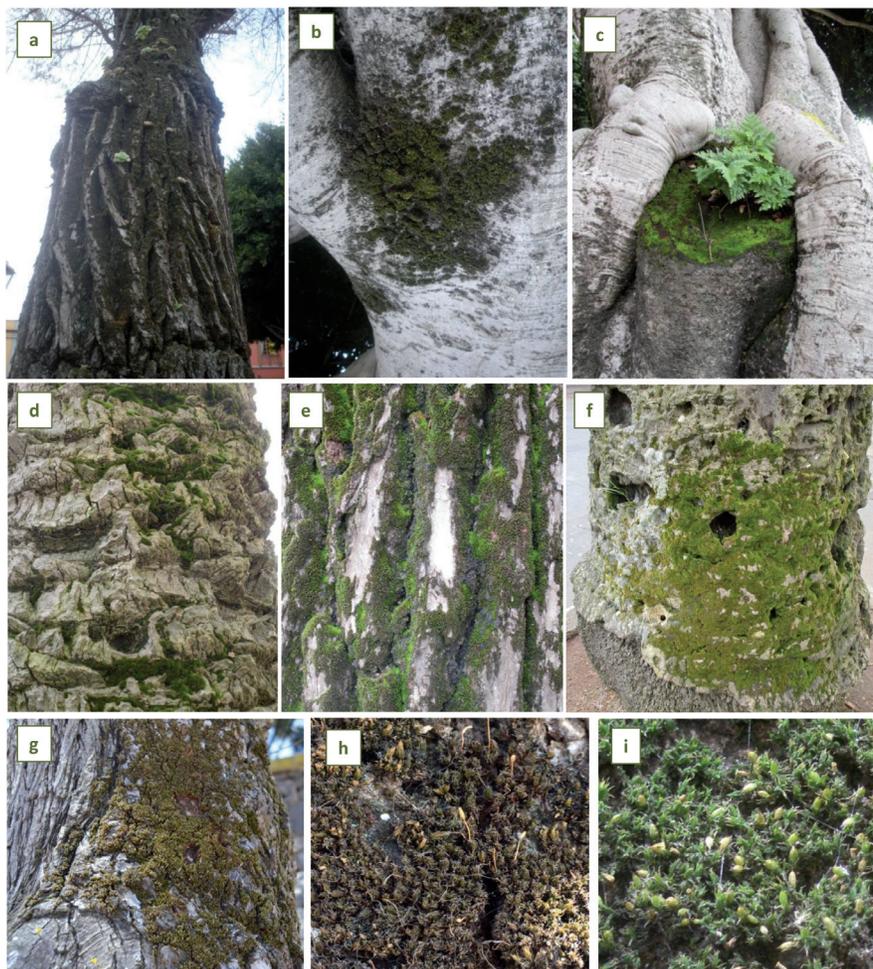


Lámina I - Diferentes aspectos del recubrimiento briofítico en *Ulmus minor* (a, e, g); *Ficus microcarpa* (b,c); *Phoenix canariensis* (d, f). Detalle de *Syntrichia laevipila* (h) y *Orthotrichum diaphanum* (i).

REFERENCIAS

- ACEBES GINOVÉS, J.R., M.C. LEÓN ARENCIBIA, L. RODRÍGUEZ NAVARRO, M. DEL ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, V.E. MARTÍN OSORIO & W. WILDPRET DE LA TORRE (2010)
 Pteridophyta, Spermatophyta. En: Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita y A. García (coord.), *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres 2009*. Gobierno de Canarias: 119-172.
- AYUSO, J.B., M.J. ELÍAS & J.L. RUPIDERA (1995)
 Brioflora de la ciudad de Salamanca. *Botanica Complutensis* 20: 45-53.
- CASAS SICART, C. (1983)
 Alguns aspects moderns de la Briologia. *Real Acadèmia de Farmàcia de Barcelona* 3-52.
- DIERSSEN, K. (2001)
Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. Cramer. Berlin; Stuttgart. 289 pp.
- DIRKSE G.M., J.A.W. NIEUWKOOP, A. VANDERPOORTEN, A. LOSADA-LIMA, J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, J. PATIÑO, A. SOTIAUX, R. HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ & A. RODRÍGUEZ-ROMERO (2018)
 New bryophyte records from Macaronesia. *Cryptogamie, Bryologie* 39 (1): 61-76.
- DÜLL, R. (1983)
 Distribution of the European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina). *Bryologische Beiträge* 5: 1-115.
- DÜLL, R. (1984)
 Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Part 1. *Bryologische Beiträge* 4: 1-109.
- DÜLL, R. (1985)
 Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Part 2. *Bryologische Beiträge* 2: 1-115.
- DURING, H.J. (1979)
 Life strategies of Bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.
- DURING, H.J. (1992)
 Ecological classifications of bryophytes and lichens, pp. 1-31. In: Bates J.W. & A.M. Farmer (eds.), *Bryophytes and lichens in a changing environment*. England: Oxford Science Publications. 404 pp.
- DURWAELE, L. & K. LOCK (2000)
 Epiphytic bryophytes in the city of Ghent. *Belgian Journal of Botany* 133(1-2): 84-90.

ESTEVE, F., J. VARO & M.L. ZAFRA (1977)

Estudio briológico de la ciudad de Granada. *Trabajos del Departamento de Botánica de la Universidad de Granada* 4-1: 45-71.

FOJCIK, B., M. CRUSCINSKA, A. NADGÓRSKA-SOCHA & A. STEBEL (2015)

Determinants of occurrence of epiphytic mosses in the urban environment; a case study from Katowice city (S Poland). *Acta musei silesiae. Scientiae naturales* 64: 275-286.

FUDALI, E. (2012)

Recent tendencies in distribution of epiphytic bryophytes in urban areas: a Wrocław case study (South-West Poland). *Polish Botanical Journal* 57(1): 231-241.

GARCÍA GALLO, A., W. WILDPRET DE LA TORRE, I. PÉREZ-VARGAS & J.S. SOCORRO HERNÁNDEZ (2003)

Diversidad florística en los jardines públicos de la ciudad de La Laguna (Tenerife), Patrimonio de la Humanidad. *Vieraea* 31: 319-327.

GARCÍA-GALLO, A., I. PÉREZ-VARGAS & W. WILDPRET (2010)

Diversidad vegetal urbana de la ciudad de La Laguna. *Anuario del Instituto de Estudios Canarios* 54: 201-222.

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

Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados de España. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 287 pp.

GIORDANO, S., S. SORBO, P. ADAMO, A. BASILE, V. SPAGNUOLO & R. CASTALDO-COBIANCHI (2004)

Biodiversity and trace element content of epiphytic bryophytes in urban and extraurban sites of southern Italy. *Plant Ecology* 170: 1-14.

GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., A. LOSADA-LIMA, J. PATIÑO & J. LEAL (2006)

Briófitos. En: Beltrán-Tejera, E. (ed.), *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias)*. Madrid, España. pp. 565-678.

GONZÁLEZ-MANCEBO, J.M., G.M. DIRKSE, J. PATIÑO, F. ROMAGUERA, O. WERNER, R.M. ROS & J.L. MARTÍN (2012)

Applying the IUCN Red List criteria to small-sized plants on oceanic islands: conservation implications for threatened bryophytes in the Canary Islands. *Biodiversity and Conservation* 21: 3613-3636.

HERAS, P. & A. SORIA (1991)

Musgos y hepáticas urbanos de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. *Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales* 7: 75-116.

LARA, F., C. LÓPEZ & V. MAZIMPAKA (1991)

Ecología de los briófitos urbanos en la ciudad de Segovia (España).

- Cryptogamie, Bryologie, lichenologie* 12(4): 425-439.
- LOSADA-LIMA, A., G.M. DIRKSE, M. ABELLA & E. BELTRÁN (2001)
Flora briológica de la ciudad de La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 18/19: 115-119.
- LOSADA-LIMA, A., G.M. DIRKSE, S. RODRÍGUEZ & J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO (2010)
Marchantiophyta y Bryophyta. En: Arechavaleta, M., S. Rodríguez & A. García (eds.), *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, España. pp. 106-110.
- MAZIMPAKA, V., J. VICENTE & M.E. RON (1988)
Contribución al conocimiento de la brioflora urbana de la ciudad de Madrid. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 45(1): 61-73.
- MAZIMPAKA, V., F. LARA & C. LÓPEZ-GARCÍA (1993)
Données écologiques sur la bryoflore de la ville de Cuenca (Espagne). *Nova Hedwigia* 56: 113-129.
- NASCIMENTO, L., K.J. WILLIS, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, C. CRIADO & R.J. WHITTAKER (2009)
The long-term ecology of the lost forests of La Laguna, Tenerife (Canary, Islands). *Journal of Biogeography* 36: 499-514.
- OLIVA, R. (2001)
Brioflora urbana de la ciudad de Córdoba (España). *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 18/19: 121-125.
- POKORNY, L., F. LARA & V. MAZIMPAKA (2006)
The bryophyte flora of the city of Trento (North Italy). *Cryptogamie, Bryologie*. 27(2): 1-20.
- RAMS, S., R.M. ROS, M.J. CANO & J. GUERRA (2000)
Brioflora urbana de la ciudad de Murcia (SE Península Ibérica). *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 17: 9-18.
- REINOSO, J. & M. SMYTH (1985)
Avance sobre el estudio de la flora briológica de la ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, España). *Trabajos Compostelanos de Biología* 12: 185-196.
- RICHTER, S., P. SCHÜTZE & H. BRUELHEIDE (2009)
Modelling epiphytic bryophyte vegetation in an urban landscape. *Journal of Bryology* 31: 159-168.
- RON, M.E., V. MAZIMPAKA, J. VICENTE & I. GRANZOW (1987)
Urban bryophytes in Spanish towns. *Symposia Biologica Hungarica* 35: 727-753.
- RON, M.E., A. SORIA, T. BALLESTEROS, D. GÓMEZ & F. FERNÁNDEZ (2008)
Flora briofítica de las ciudades de Toro y Benavente (Zamora, España). *Botanica Complutensis* 32: 63-68.

- SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M. (2001)
Guía de las plantas ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid.
- SÉRGIO, C., P. CARVALHO, C.A. GARCIA, E. ALMEIDA, V. NOVAIS, M. SIM-SIM, H. JORDÃO & A.J. SOUSA (2016)
 Floristic changes of epiphytic flora in the Metropolitan Lisbon area between 1980-1981 and 2010-2011 related to urban air quality. *Ecological Indicators* 67: 839-852.
- SKUDNIK, M., F.B. SABOVLJEVIC & M. SABOVLJEVIC (2013)
 The bryophyte diversity of Ljubljana [Slovenia]. *Polish Botanical Journal* 58(1): 319-324.
- SORIA, A., M.E. RON & P. HERAS (1988)
 Análisis comparativo de la brioflora urbana de Vitoria-Gasteiz con la de otras ciudades españolas. *Actes del Simposi Internacinal de Botànica Pius Font i Quer. Criptogàmia* 1: 271-276.
- SORIA, A. & M.E. RON (1990)
 Datos para el conocimiento de la flora briológica urbana de la ciudad de Logroño. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46(2): 427-432.
- SORIA, A. (1993)
Ensayo para una caracterización de briófitos como indicadores de urbanización mediante el estudio de la brioflora de ciudades españolas. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.
- STEVENSON, C.R. & M.O. HILL (2008)
 Urban myths exploded: results of a bryological survey of King's Lynn [Norfolk, UK]. *Journal of Bryology* 30: 12-22.
- VANDERPOORTEN, A (1997)
 A bryological survey of the Brussels Capital Region [Belgium]. *Scripta Botanica Belgica* 14: 5-39.
- VICENTE, J., I. GRANZOW, V. MAZIMPAKA & M.E. RON (1986)
 Contribución al conocimiento de la flora briológica de la ciudad de Ávila. *Trabajos del Departamento de Botánica de la Universidad Complutense de Madrid* 13: 39-43.
- VIERA, C. & M.E. RON (1986)
 Contribución al conocimiento de la brioflora urbana de la ciudad de Badajoz. *Trabajos del Departamento de Botánica de la Universidad Complutense de Madrid* 13: 45-49.
- VUKOVIC, G., M. ANICIC, I. RAZUMENIC, Z. GORYAINOVA, M. FRONTASYEVA, M. TOMASEVIC & A. POPOVIC (2013)
 Active moss biomonitoring of small-scale spatial distribution of airborne

major and trace elements in the Belgrade urban area. *Environmental Science and Pollution Research* 20: 5461-5470.

WILDPRET DE LA TORRE, W., A. GARCÍA GALLO, I. PÉREZ VARGAS & J.S. SOCORRO HERNÁNDEZ (2005)

Flora Ornamental del Casco Histórico de La Laguna. Patrimonio de la Humanidad. Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias, Publicaciones Turquesa S.L. La Laguna. Tenerife. 407 pp.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Francesco Salomone, Jefe de la Sección de Medioambiente y Servicios Municipales del Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, su amable y eficaz colaboración en aspectos administrativos y logísticos; a D. Francisco León Arencibia, la elaboración del plano de la ciudad; al Prof. Dr. A. García Gallo, por facilitarnos planos de algunos jardines y paseos así como por su ayuda en la identificación de algunos forófitos.

Fecha de recepción: 29 / 07 / 2018

Fecha de aceptación: 14 / 09 / 2018