

**Jairo Patiño Llorente**  
Institute of Botany, Universidad de Lieja  
B22-Sart Tilman  
B4000, Liege, Belgium  
[jpatino.llorente@gmail.com](mailto:jpatino.llorente@gmail.com); [jpatino@ulg.ac.be](mailto:jpatino@ulg.ac.be)

## **Título: DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DE BRIOFITOS EN BOSQUES DE MONTEVERDE CANARIOS.**

### **INTRODUCCIÓN GENERAL**

#### *¿Qué son los briofitos?*

Los briófitos constituyen un grupo muy antiguo de plantas sin flores (criptógamas) que surgieron hace más de 400 millones de años. Algunos de ellos participaron con un papel destacado en la conquista de los territorios emergidos, y han sido pieza clave en la temprana diversificación de los organismos terrestres. Así, los briófitos son organismos que existían mucho antes de que las islas Canarias comenzasen a destacar por encima del nivel del mar, hace aproximadamente 20 millones de años. Lamentablemente, esta antigüedad no les ha otorgado más popularidad ya que, debido a su reducido tamaño y la dificultad que representa distinguir muchas de sus especies, este grupo ha sido tradicionalmente ignorado por los gestores de la naturaleza. En Canarias, los conocemos por su nombre común, ‘musgos’, que en ocasiones es confundido con el ‘otro musgo’, ese que resbala en la orilla del mar, y que no es otra cosa que diferentes tipos de algas.

Tras el concepto biológico de briófito han sido reunidas tres líneas evolutivas de plantas eminentemente terrestres: los antocerotes, las hepáticas y los musgos. En Canarias tenemos representantes de los tres grupos, que suman aproximadamente 500 especies. Los antocerotes o hepáticas con cuernos constituyen el linaje más antiguo, y cuentan con tan solo seis especies en Canarias. Presentan formas talosas (láminas acintadas creciendo más o menos paralelas al sustrato) y estructuras reproductoras en forma de cuerno. Las hepáticas tienen tanto formas talosas como foliosas; estas últimas presentan tallos con pequeñas hojitas dispuestas en dos filas, desprovistas de nervio. En Canarias, las hepáticas foliosas están representadas por cerca de 100 especies, mientras que las talosas tan solo por unas 40. Todos los musgos presentan formas foliosas, en la mayoría de los casos con hojas provistas de un nervio bien diferenciado y dispuestas helicoidalmente en más de dos filas. Los musgos son el grupo evolutivamente más diverso, con más de 10.000 especies en todo el mundo y unas 330 en Canarias.

Los briófitos ocupan prácticamente la totalidad de los hábitats terrestres presentes en Canarias, desde los ambientes áridos del piso basal (tabaibal-cardonal) hasta los más extremos microhábitats de la alta montaña, pasando por hábitats de agua, incluidas las lagunas costeras estacionales o las paredes rezumantes. A lo largo de los distintos pisos bioclimáticos, su diversidad, abundancia y singularidad no se distribuye de forma homogénea, sino que existe un verdadero punto caliente, que se localiza en la franja altitudinal donde dominan los bosques de niebla, más comúnmente conocidos en Canarias como el monteverde.

Resulta destacable que en Canarias se den unas tasas de endemidad briológica relativamente altas (siete endemismos canarios y 19 macaronésicos), sobre todo si tenemos en cuenta que la capacidad de dispersión de sus esporas es muy superior a la de las semillas de

plantas superiores, por lo que los endemismos suelen ser escasos. Pero lo que resulta todavía más sorprendente es que una de las mayores tasas de endemidad se presenta en la pequeña isla de La Gomera, lo cual sólo puede ser entendido si se tiene en cuenta que la isla colombina conserva una de las mejores formaciones de monte verde de toda Macaronesia.

### ***Destrucción mundial de bosques***

Llegar a comprender los procesos de sucesión asociados a la destrucción de bosques, es de vital importancia para el desarrollo de programas de conservación forestal, dado que la destrucción de bosques a escala mundial continúa a un ritmo frenético. Los bosques cubren ya sólo el 30% de los continentes. Las estimaciones son aún peores en Europa, donde se conserva sólo el 1% de sus bosques primarios. Por lo tanto, una gran parte de los bosques primarios han sido destruidos como consecuencia de una amplia variedad de actividades antrópicas, como por ejemplo extracción de madera, urbanización y agricultura.

No obstante, los usos del territorio pueden ser abandonados debido a que las políticas económicas y medioambientales cambian, se producen conversiones agrícolas, o bien las poblaciones rurales migran para buscar mejores oportunidades económicas. Bajo tales circunstancias, los bosques secundarios (es decir, bosques que surgen a partir de regeneración después de la tala completa o parcial de bosques maduros) pueden recolonizar los campos agrícolas abandonados. Aunque las tasas de deforestación han aumentado, los bosques secundarios representan actualmente casi la mitad de masa forestal mundial, y cubrieron el 15% de la superficie deforestada en las regiones tropicales durante la década de los 90. Por consiguiente, comprender la sucesión forestal en el contexto de diferentes dimensiones ecológicas y temporales, es una de las tareas fundamentales para fomentar y desarrollar estrategias de conservación y gestión para la recuperación de bosques secundarios.

Realizando una búsqueda en el ISI Web of Science, desde 1900 hasta octubre de 2009, para artículos en cuatro áreas con la combinación de las palabras “sucesión” y “bosque tropical”, y “sucesión” y “bosque subtropical”, encontramos que existen grandes diferencias en el número de estudios realizados en cada región bioclimática. Así, hay 1288 artículos referidos a “bosques tropicales” frente a 153 realizados en “bosques subtropicales”. Al mismo tiempo, si dentro de estos resultados se lleva a cabo una nueva búsqueda con el tópico “isla”, la diferencia en el número de artículos aumenta considerablemente, con 93 artículos en “bosques tropicales” y 9 en “bosques subtropicales”. Por lo tanto, el interés mundial por los bosques tropicales, debido a su extensión y gran diversidad, ha dirigido los esfuerzos que contribuyen al conocimiento sobre los procesos de sucesión en ecosistemas forestales. Se puede, así, afirmar que muchos biomas forestales, entre los que se encuentran los bosques subtropicales de islas oceánicas, están mucho menos estudiados, aunque constituyen también formaciones de gran importancia biológica.

### ***Destrucción de bosques en sistemas insulares oceánicos: los bosques de laurisilva macaronésicos***

Existen varias razones que apoyan que los ecosistemas forestales en islas oceánicas pueden ser más sensibles a las alteraciones antrópicas que los ecosistemas continentales.

- (1) Debido a su pequeño tamaño, reducido número y presumiblemente fuerte aislamiento, las poblaciones insulares de animales y plantas pueden correr un riesgo mayor de extinción

y, consecuentemente, poseen menos oportunidades para recolonizar tras eventos catastróficos.

- (2) Las perturbaciones regulares a gran escala (ej., plagas de insectos) son menos frecuentes debido a las barreras oceánicas. Esto implicaría que las especies forestales en islas pueden ser más vulnerables a alteraciones a gran escala inducidas por el hombre, como pueden ser las actividades forestales. Esta alta vulnerabilidad podría ser particularmente notable en regiones subtropicales donde ciertos fenómenos climáticos extremos, como los huracanes, también son raros.

La región Macaronésica comprende (para muchos autores) los archipiélagos volcánicos de las Azores, Madeira, Salvajes, Cabo Verde y Canarias, que están localizados entre 15 ° y 40 ° de latitud N en el Océano Atlántico. Esta región es mundialmente reconocida por su biodiversidad y altas tasas de endemidad, dentro de la región climática europeo–mediterráneo, por lo que su conservación es importante.

Uno de los aspectos más interesantes de la flora Macaronésica es la existencia de un bosque relíctico (bosque de laurisilva *s.l.*, o comúnmente conocido como monteverde) que tiene su origen en la antigua vegetación lauroide que cubrió el sur de Europa y el norte de África durante el Terciario. El comienzo del clima mediterráneo durante el Plioceno (3,2 Ma) provocó un cambio desde veranos húmedos templado–cálidos hasta los actuales veranos secos. Además de este cambio climático, los ciclos glaciales e interglaciares que ocurrieron durante el Cuaternario (2,3 Ma), con períodos recurrentes de frío y condiciones áridas, provocaron que finalmente se perdiesen muchos miembros de los bosques húmedos que circun-rodaban el mar de Tetis en Europa y Norte de África. Actualmente, la mayoría de la biota superviviente está restringida a los tres archipiélagos Macaronésicos del norte, principalmente en las laderas sometidas a los vientos húmedos predominantes del NE, aunque con un pequeño número de taxones que todavía persisten en la cuenca del Mediterráneo.

Sin embargo, las presiones derivadas de los diferentes usos a largo plazo del territorio (ej.; agricultura, explotación forestal) han provocado una degradación dramática de la integridad y cantidad de bosques de laurisilva en los archipiélagos Macaronésicos, pero especialmente en Canarias. Las diferencias climáticas con las áreas continentales más próximas, además de su carácter relíctico, hace que este ecosistema sea uno de los más frágiles de Europa.

### ***Canarias, un caso de estudio prioritario***

En las Islas Canarias, actualmente se conserva menos del 20% del la cobertura potencial que tenía este ecosistema forestal de carácter relíctico, antes de la llegada del hombre. Los aborígenes, y más tarde los conquistadores castellanos, desarrollaron modelos de subsistencia basados en la agricultura y la ganadería, que llevaron a la tala de muchos de los bosques canarios de medianías. Durante el siglo 20, las prácticas forestales se basaron en la técnica de corta a tala rasa. Esto ha hecho que los bosques de laurisilva de este archipiélago estén principalmente constituidos por bosques secundarios jóvenes que se han regenerado tras el completo aclarado del bosque original. Así, existe una necesidad urgente de entender cómo las comunidades de plantas responden a las modificaciones antrópicas del hábitat debido a las diferentes actividades, tales como la corta a matarrasa en paisajes dominados por bosques de laurisilva.

### ***Briófitos (musgos y hepáticas), en ecosistemas forestales aprovechados***

Los briófitos son uno de los grupos taxonómicos que pueden ser particularmente sensibles a las actividades forestales, debido a su morfología simple y naturaleza poiquilohídrica, lo que limita su control sobre la absorción y pérdida de agua. Muchos artículos científicos han proporcionado indicios de que la riqueza de especies forestales de briófitos disminuye y la composición de la comunidad cambia como consecuencia de perturbaciones antrópicas en muy diferentes biomas forestales. Estos efectos pueden ser aún más notables en especies de sucesión tardía con requerimientos medio ambientales estrictos, debido a cambios drásticos en microclima y disponibilidad de micro-hábitats. Además, los grupos filogenéticos de briófitos pueden mostrar diferencias en el gradiente de sensibilidad, con una menor proporción de hepáticas que de musgos, tolerantes a la alteración de los bosques.

### ***Briófitos epífitos y la tala de los bosques***

Aunque el cambio climático sea probablemente una de las causas futuras más importantes de extinción de especies, la modificación humana del territorio es actualmente la amenaza más importante para la biodiversidad de epífitos, especialmente para las especies que habitan el dosel (la copas de los árboles) del bosque. Sin embargo, el estudio de los epífitos continúa obstaculizado por los problemas que representa el acceso a los estratos superiores del bosque. Así, la mayoría de estudios briológicos se han limitado a las zonas más bajas del árbol, muestreando frecuentemente sólo los primeros 2 metros sobre el suelo. Hay, por tanto, poca información disponible sobre la ecología de la biota que habita el dosel en la mayoría de los biomas forestales. Asimismo, la influencia de la identidad del hospedador arbóreo sobre las relaciones entre riqueza de especies, biomasa y composición de la comunidad en bosques con diferentes edades tras el aprovechamiento sigue siendo ampliamente desconocida.

Los bosques húmedos subtropicales, como el monteverde, se caracterizan por la riqueza y abundancia de briófitos epífitos, los cuales reflejan las condiciones climáticas imperantes. Tales comunidades desempeñan importantes funciones ecológicas, incluyendo el aumento de la biodiversidad mundial, proporcionando microhábitats, interceptando y reteniendo suelo, lluvia y niebla, y consecuentemente influyendo en los flujos de agua y nutrientes.

### ***Briófitos de agua dulce y tala de bosques***

Los ecosistemas de agua dulce son probablemente uno de los ambientes más perturbados a nivel mundial), debido a que han sido afectados por una amplia variedad de actividades humanas durante mucho tiempo, tales como son la explotación de los recursos hídricos, la contaminación, el desarrollo urbanístico y agrícola. La deforestación de los bosques ribereños también impacta sobre los procesos hidrológicos y sobre las condiciones físico-químicas, amenazando a las poblaciones de taxones acuáticos y de ribera. En este sentido, la mayoría de ecosistemas de agua dulce son muy vulnerables a las perturbaciones humanas.

Un desafío para la conservación de sistemas de agua dulce es conocer qué especies y comunidades son más vulnerables a la degradación del hábitat, lo cual es fundamental para el desarrollo de políticas de gestión adecuadas. Existe un elevado número de estudios sobre los efectos de la tala a matarrasa en áreas de ribera en territorios continentales. Sin embargo, sigue siendo poco conocido el impacto que estas actividades forestales tienen sobre las comunidades de ribera insulares. Tales ambientes usualmente presentan un área total de

hábitat relativamente pequeña para mayoría de los organismos que en ellos habitan.

Los briófitos son uno de los grupos más biodiversos que habitan sistemas de agua dulce pequeños (nacientes, riachuelos) en diversas regiones climáticas. Conjuntamente, los briófitos también desempeñan papeles ecológicos fundamentales en estos medios, proporcionando microhábitats (ej. insectos), así como incrementando la disponibilidad de nutrientes. La mayoría de estudios realizados sobre las respuestas de la biota de agua dulce frente a perturbaciones antrópicas que reemplazan la vegetación de sistemas ribereños han sido enfocados a ambientes específicos, tales como riachuelos. Sin embargo, hay pocos estudios donde se comparen en un mismo ecosistema diferentes tipos de ambientes (ej. paredes rezumantes y cascadas), y mucho menos, a cerca de las respuestas de sus comunidades de briófitos a las perturbaciones causadas por el hombre en los bosques de riberas.

## OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo fue incrementar el conocimiento de los efectos de las actividades forestales (principalmente la tala a matarrasa) sobre las comunidades de briófitos en paisajes dominados por bosques de monteverde canarios. Tal información no sólo es necesaria para conocer las respuestas de los ‘musgos’ a las modificaciones humanas del hábitat, sino que también es necesaria para el desarrollo de estrategias de conservación y gestión de áreas fuertemente degradadas.

Como comentamos previamente, en Canarias, la diversidad de briófitos es especialmente alta en los bosques de monteverde de niebla, con niveles de riqueza, abundancia y singularidad particularmente importantes. Así, en concreto, los objetivos fueron:

- Explorar qué factor influye más en la composición de las comunidades de briófitos epífitos, el tipo de bosque o la identidad del hospedador arbóreo, y discutir las posibles aplicaciones para la gestión de la naturaleza de tales resultados;
- Investigar la importancia relativa del tiempo desde la última tala del bosque y la identidad del hospedador arbóreo sobre los cambios sucesionales de la comunidad de briófitos epífitos, en términos de riqueza de hepáticas y musgos, y composición de especies;
- Estudiar las maneras en las que las relaciones entre la abundancia (es decir, biomasa y cobertura) y la riqueza de briófitos epífitos están influidas por la edad del bosque tras la última tala, la especie de hospedador arbóreo y la zona de árbol;
- Examinar la variabilidad genética de una especie de briófito epífito a través de bosques naturales viejos, bosques naturales jóvenes, y plantaciones de árboles exóticos;
- Investigar si las respuestas de las comunidades de briófitos de agua dulce a la tala varían dependiendo del tipo de ambiente y del sustrato.

## ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD DE BRIÓFITOS EPÍFITOS: LOS EFECTOS DE LA CORTA A MATARRASA

Se analizó la importancia del tipo de bosque (bosques de ericáceas frente a bosques planifolios de laurisilva) y la identidad del hospedador arbóreo (*Erica arborea*, *Ilex canariensis*, *Laurus novocanariensis*, *Myrica faya*) sobre la estructura de las comunidades de

briófitos epífitos en 51 rodales de bosques viejos en La Gomera. La composición de briófitos en la zona baja del tronco fue diferente entre los dos grupos de especies de árboles hospedadores, *E. arborea* y *M. faya* frente *I. canariensis* y *L. novocanariensis*. Estos grupos de árboles mostraron diferentes patrones de distribución de sus comunidades epífitas. La composición de epífitos del grupo de hospedadores arbóreos formado por *I. canariensis* y *L. novocanariensis* varió significativamente entre los tipos de bosques, mientras que no se encontraron variaciones composicionales para el grupo de hospedadores formado por *E. arborea* y *M. faya*. A la escala de nuestro sistema de estudio, características del forófito, tales como el escurrido cortical, se encuentran entre los factores más importantes para la estructuración de las comunidades de briófitos epífitos entre tipos de bosques.

También, se estudiaron cuatro diferentes etapas de sucesión forestal tras talas a matarrasa (8, 15, 25 y 60 años después de la tala) y tres especies hospedadores arbóreos (*Erica arborea*, *Laurus novocanariensis* y *Myrica faya*) en La Palma. El reemplazamiento de especies después de la tala a matarrasa junto con los cambios temporales de la riqueza de especies y la biomasa de briófitos epífitos varió en relación a la identidad del árbol hospedador. La mayoría de los briófitos de sucesión tardía con requisitos ecológicos estrechos sólo estuvieron presentes sobre *L. novocanariensis*, aunque con abundancias bajas y solamente 60 años tras la tala. En cambio, las comunidades de epífitos sobre *E. arborea* y *M. faya* estuvieron dominadas por especies de sucesión temprana durante toda la cronosecuencia.

La biomasa, cobertura y riqueza de briófitos aumentó a través de la cronosecuencia, tanto a nivel de cada rodal y en general para *L. novocanariensis*. La mayoría de la biomasa (53%) y riqueza (81%) se concentró sobre *L. novocanariensis*, en rodales en los que había transcurrido 60 años desde la última tala. En cambio, *E. arborea* y *M. faya* mostraron un aumento de la riqueza durante el segundo período (15–25 años), seguido por una caída en la riqueza durante el último período (25–60 años). Los troncos mostraron mayor biomasa y riqueza de briófitos, incluso en las parcelas más antiguas. Los requerimientos actuales en materia comercial en las Islas Canarias no permiten objetivamente a los administradores cambiar el corto ciclo de rotación (régimen de aprovechamiento de 7–10 años) que está actualmente siendo aplicado de forma generalizada. Por lo tanto, es esencial considerar mantener rodales maduros que muestren tanta de la diversidad original de hospedadores arbóreos como sea posible a través de paisajes dominados por tales bosques secundarios.

## **EFFECTOS DE LA CORTA A MATARRASA SOBRE LA VARIACIÓN GENÉTICA DE UNA MUSGO EPÍFITO**

Se investigó la variabilidad genética inter- e intra-poblacional de *Isoetecium myosuroides* en dos formaciones forestales viejas y en cuatro formaciones alteradas, que fueron clasificadas de acuerdo con su vegetación, edad de los bosques y grado de perturbación. Los análisis de 144 colonias usando 8 cebadores correspondientes a marcadores ISSR resultaron en 211 bandas. La estructura poblacional aumentó y la diversidad genética disminuyó en poblaciones que se encontraban en rodales alterados en comparación con los niveles observados en las poblaciones de bosques viejos. Las condiciones ambientales a escala local y particular es rasgos de vida parecieron tener un impacto sobre la variación genética de *I. myosuroides*. Una fuerte diferenciación entre las poblaciones a diferentes escalas espaciales (insular y local) y las diferencias en los índices de diversidad molecular están probablemente relacionadas con las características de los fundadores y la disponibilidad de (micro-) hábitats adecuados después de una perturbación.

# **ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD DE BRIÓFITOS EN AMBIENTES DE AGUA DULCE: LOS EFECTOS DE LA CORTA A MATARRASA**

Se investigó la respuesta de briófitos subtropicales de agua dulce a la tala de los bosques de niebla en 56 sitios de La Gomera asociados con paredes rezumantes, riachuelos y cascadas, los cuales eran pertenecientes a tres etapas de sucesión forestal tras tala a matarrasa (> 250 años sin perturbación, 20–50 años y 5–15 después de la tala). Hubo una tendencia general de pérdida de riqueza de especies y cambio en la composición de especies después de la tala, que fue mayor para los riachuelos, en comparación con aquellos que sucedieron en las paredes rezumantes y cascadas. La mayoría de las especies sensibles a las talas pueden ser clasificadas como especies típicas de bosque de laurisilva. Los musgos fueron en general más tolerantes a la tala forestal que las hepáticas. Los riachuelos pueden ser más sensibles a la perturbación que las cascadas y las paredes rezumantes a causa de una mayor variación en el microclima después de la tala, y porque son más fácilmente invadidos por especies de sucesión temprana (tanto briófitos como plantas vasculares altamente competitivas). Finalmente, debería tenerse especial cuidado a lo largo de pequeños riachuelos y paredes rezumantes dentro de cuencas hidrográficas degradadas, si las comunidades de agua dulce y las especies de briófitos amenazadas deben ser protegidas.

## **CONCLUSIONES**

En conclusión, comprender la sucesión forestal en el contexto de la de las diferentes dimensiones ecológicas, espaciales y temporales es una de las tareas clave para diseñar estrategias adecuadas de conservación y gestión para la restauración de ambientes de monteverde dominados por bosques secundarios. Más concretamente, las conclusiones son:

1. La especie de árbol hospedador constituye uno de los factores más importantes que explica la estructura de las comunidades epífitas en bosques canarios de niebla naturales y gestionados. Además, la influencia de las condiciones ambientales locales y del tipo de bosque (bosques de ericáceas y planifolios) sobre la estructuración de las comunidades de briófitos epífitos, es también dependiente de la identidad del hospedador arbóreo.
2. Los efectos a corto y medio plazo de las prácticas de corte a matarrasa (60 años después del aprovechamiento forestal) sobre las comunidades de briófitos epífitos varían dependiendo de la especie de árbol hospedador. Los cambios temporales en la composición de especies, riqueza y biomasa de briófitos epífitos siguen patrones diferentes en relación a la identidad del árbol hospedador.
3. Los cambios espaciales en la riqueza de especies, composición y biomasa de briófitos epífitos a lo largo del árbol (gradiente vertical) pueden ser diferentes de acuerdo a la identidad del árbol hospedador.
4. La biomasa de briófitos epífitos aumenta más lentamente que la riqueza de especies a través de una cronosecuencia de 60 años después de la tala a matarrasa. Este mayor incremento de la riqueza de especies puede ser favorecido por las distancias relativamente cortas entre rodales de bosques secundarios con diferentes edades, y por la presencia de pequeños troncos y ramas que quedan en los rodales cortados.

5. Con respecto a las comunidades epífitas de briófitos, existen un conjunto de evidencias que apoyan que un rodal de bosque de niebla de Canarias con 60 años tras la tala a matarrasa se encuentra en una fase de sucesión intermedia.
6. La estructura poblacional aumenta y la diversidad genética disminuye en poblaciones del musgo *Isothecium myosuroides* en bosques secundarios de niebla y, especialmente, en plantaciones de *Pinus radiata* (ambos con 40 años de edad) en comparación con los niveles observados en las poblaciones que habitan bosques viejos de niebla (con más de 300 años). Los datos moleculares sugieren que las poblaciones (re-) establecidas no alcanzan su condición genética original, incluso 40 años después de la perturbación.
7. Los planes de conservación y gestión para preservar la mayor diversidad biológica de briófitos epífitos de los bosques de niebla (en términos de especies, comunidades y diversidad genética) deberían basarse fundamentalmente en la protección de la máxima diversidad de árboles hospedadores, y en las interacciones entre éste y otros factores, como las condiciones climáticas locales y la estructura de la formación forestal.
8. El patrón general de disminución de la riqueza y de cambio en la composición de especies de briófitos dulceacuícolas después de la tala a matarrasa del bosque resultó ser más notable en las comunidades de riachuelos, en comparación con las de paredes rezumantes y cascadas. Las comunidades de riachuelos resultaron más sensibles a la perturbación que las de saltos de agua y paredes rezumantes, a causa de una mayor variación en el microclima después de la tala a matarrasa, y porque son invadidas con mayor facilidad por especies de sucesión temprana (tanto briófitos como plantas vasculares altamente competitivas).
9. El cambio en la riqueza de especies de briófitos dulceacuícolas sobre las rocas fue mayor que sobre los suelos, debido a que un conjunto de especies generalistas que crecen en el suelo (pero no sobre las rocas) se vieron favorecidas por la perturbación y, por lo tanto, fueron dominantes en los sitios perturbados.
10. Las especies de briófitos más sensibles a los cambios inducidos por el hombre en hábitats de agua dulce pueden ser clasificadas como especies típicas de bosques de laurisilva.
11. Aunque de estos resultados se deduce que (para hacer frente a las actividades humanas que amenazan a los ambientes de agua dulce) los gestores y conservacionistas deben tener especial cuidado con los riachuelos pequeños con abundancia de rocas, la gestión y protección de los sistemas de agua dulce debe abarcar los tres tipos de ambientes estudiados. La principal razón es que cascadas y, especialmente, paredes rezumantes presentan muchos briófitos amenazados y/o muy sensibles a la alteración del hábitat.
12. La sensibilidad a la tala a matarrasa varía dependiendo del grupo filogenético de briófitos y del tipo de hábitat. Estos hallazgos enfatizan la importancia de comprender los mecanismos que controlan las respuestas de diferentes grupos de plantas a las perturbaciones humanas en formaciones forestales complejas en diversas escalas espaciales y temporales.