


Musgos y líquenes: Sus características biológicas para su conservación y uso sostenible en el Cerro de la Muerte, Costa Rica

Mosses and lichens: Their biological characteristics for their conservation and sustainable use at Cerro de la Muerte, Costa Rica

María Yarenis Chavarría-Valverde¹  • Paola Gastezzi-Arias²  • Ana Victoria Wo Ching-Wong¹ 

Recibido: 04/12/2023 Aceptado: 12/01/2024

Abstract

At Cerro de la Muerte, mosses and lichens are extracted for commercial use, and despite their socioeconomic and ecological importance in the high-altitude towns and ecosystems of Costa Rica, few studies have been assess their biological importance. In this study, some of the biological characteristics of mosses and lichens were evaluated to improve their conservation in Cerro de la Muerte. Two sites were selected, one disturbed (pasture) and one not disturbed (protected area), where transects and subplots were established to determine the diversity of species in both sites. In these same transects, samples of mosses and lichens were collected to determine the relative growth rate (TCR) and water retention capacity. A dominance of the moss *Leptodontium* sp. for the disturbed site, while in protected site the dominant moss is *Sphagnum* sp. The highest TCR and water retention capacity was found in *Sphagnum* sp. with 70%, and 26% *Leptodontium* sp. Therefore, to conserve the mosses and lichens in the highlands of Cerro de la Muerte and the ecosystems that depend on these organisms, it is important to keep harvesting mosses of the genus *Leptodontium* sp. for commercialization, since this will control its dominance in the disturbed site, and the second in dominance in the protected site. This species has a high five-month TCR and a low water retention capacity.

Keywords: High altitude ecosystems, diversity, regeneration, water retention capacity, protection.

1. Manejo de Recursos Naturales, Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica; yarenis3094@gmail.com; awo@uned.ac.cr
2. Laboratorio de Vida Silvestre y Salud, Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica; pgastezzi@uned.ac.cr

Resumen

En el Cerro de la Muerte se extraen musgos y líquenes para comercializar, sin embargo, a pesar de su importancia socioeconómica y ecológica, en los ecosistemas de altura de Costa Rica, se han registrado pocos estudios sobre sus características biológicas. En este estudio se evaluaron las características biológicas de musgos y líquenes para mejorar su conservación en el Cerro de la Muerte. Se seleccionaron dos sitios, uno intervenido (potrero) y otro no intervenido (área protegida), donde se establecieron transectos y subparcelas para determinar la diversidad de especies en ambos sitios. En esos mismos transectos se recolectaron muestras de musgos y líquenes para conocer la tasa de crecimiento relativa (TCR) y la capacidad de retención de agua. Se observó dominancia del musgo *Leptodontium* sp. para el sitio intervenido, mientras que en el sitio no intervenido el musgo dominante es *Sphagnum* sp. La TCR y la capacidad de retención de agua más alta la tuvo el *Sphagnum* sp., con 70 %, seguido de *Leptodontium* sp., con un 26 %. Por tanto, para conservar los musgos y líquenes en las tierras altas del Cerro de la Muerte y los ecosistemas que dependen de estos organismos, se consideró viable seguir cosechando para la comercialización el musgo del género *Leptodontium* sp., debido a que es el de mayor dominancia en el sitio intervenido, y el segundo en dominancia en el sitio no intervenido, con una alta TCR a cinco meses y una baja capacidad de retención de agua.

Palabras clave: Ecosistemas de altura, diversidad, regeneración, capacidad de retención de agua, protección.

Introducción

Los musgos y los líquenes influyen en la salud de ecosistemas montañosos como los páramos y las turberas de altura, desempeñando un papel importante en la retención de agua, así como en la producción y la regulación del nivel freático; por tanto, contribuyen a mantener la humedad y las condiciones hidrológicas [1]. No obstante, existe poca información documentada del estado de las poblaciones de estos organismos en Costa Rica, específicamente en cuanto a sus características biológicas, su papel en los ecosistemas, sus usos y las amenazas que enfrentan, información útil que permitiría a los tomadores de decisiones en el manejo y la conservación de los recursos naturales proponer estrategias para la protección de este tipo de vegetación [2].

Las amenazas y presiones sobre los musgos y líquenes en los bosques y otros ecosistemas como los páramos

pueden afectar a mediano o corto plazo distintos ciclos biogeoquímicos importantes para estos ambientes. Entre las amenazas se encuentra la deforestación, que se origina principalmente por la expansión de las poblaciones humanas, el cambio de uso del suelo por actividades ganaderas y agrícolas, y la construcción de carreteras o caminos; todo esto contribuye a la fragmentación de los hábitats [3]. Asimismo, los musgos y los líquenes se ven afectados por la extracción de agua del subsuelo, el drenaje de zonas húmedas, la erosión, la introducción de especies forestales exóticas, la presión turística en áreas tradicionalmente libres de ella y la recolección ilegal [4].

En Latinoamérica, los musgos y los líquenes se aprovechan con fines comerciales para usos hortícolas, ornamentales y medicinales, lo cual provoca un detrimento en sus poblaciones [2]. En Costa Rica, las actividades que más afectan su conservación son la extracción para usos comerciales y el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias. Sin embargo, en el país la extracción de musgos y líquenes aún no es una actividad a gran escala, ni de alto impacto como sucede en otros países latinoamericanos [5]. Aunado a esto, otras actividades como el turismo no sostenible y los frecuentes incendios forestales involuntarios o voluntarios (a causa de actividades agropecuarias o el mismo turismo) perjudican el desarrollo de estos organismos [6].

En los alrededores del Parque Nacional Los Quetzales, el Parque Nacional Tapantí, así como en los alrededores del Cerro de la Muerte, el principal factor que incide en la pérdida de musgos y líquenes (“lana”) es la extracción para la comercialización. La extracción de esta vegetación se realiza desde hace muchos años como una actividad económica “extra” por parte de algunos pobladores. La mayoría de los habitantes del Cerro de la Muerte vende los musgos para la elaboración de portales navideños, artesanías y canastas para el cultivo o la siembra de plantas en viveros [7], [5].

De acuerdo con la Ley de Conservación de Vida Silvestre [8] y su reglamento en el decreto ejecutivo N°40548 [9], en Costa Rica es permitida la extracción o cosecha de musgos en propiedad privada (áreas de potrero), sobre todo la llamada “lana de potrero”, con excepción del musgo del género *Sphagnum* sp. (musgo blanco) [10]. Sin embargo, a pesar de la regulación en la legislación nacional, no existen propuestas de seguimiento, ni planes de aprovechamiento sostenible fundamentados en las características biológicas de estos organismos, lo que podría provocar la disminución de sus poblaciones tanto en áreas protegidas como en potreros [4].

Debido a la necesidad de conocimiento, en este estudio se brindan datos sobre: i) la diversidad de especies encontradas en un sitio intervenido (propiedad privada) y otro sin intervenir (área protegida), ii) la capacidad de

retención de agua de algunas de las especies y iii) la tasa de crecimiento de los individuos de distintas especies. De esta manera, se ahondará en la caracterización de los musgos y los líquenes en dos sitios del Cerro de la Muerte, con el fin de determinar si la especie indicada en la legislación es la adecuada para la comercialización [2].

Por tanto, se genera información relevante para los funcionarios del Área de Conservación Central (ACC) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), que les permitirá replantear las decisiones de manejo y acciones dirigidas a la conservación de los ecosistemas donde crece esta vegetación [11]. Así, el objetivo de este estudio es evaluar las características biológicas de los musgos y los líquenes en dos sitios del Cerro de la Muerte, para contribuir a su conservación.

Materiales y métodos

El presente estudio se caracteriza por ser de enfoque cuantitativo, ya que se determinaron las características biológicas de los musgos y los líquenes tales como diversidad, tasa de crecimiento relativa (TCR) y capacidad de retención de agua mediante mediciones y observaciones de campo en su propio contexto. Considerando que, la determinación de la TCR y la medición de la capacidad de retención de agua se realizaron solo en las especies que comúnmente se extraen o se cosechan en el Cerro de la Muerte para comercializar. De esta manera, se da a conocer cuáles de ellas ameritan más protección y si, en efecto, se puede seguir cosechando la especie indicada en la Ley de Conservación de Vida Silvestre [8].

Área de estudio

Se seleccionaron dos sectores para realizar las comparaciones y conocer las características biológicas de los musgos y los líquenes:

- Sector Salsipuedes, que en adelante se denominará sitio no intervenido, dentro del Parque Nacional Tapantí del Área de Conservación Central (ACC).
- Sector 3 de junio, que en adelante se denominará sitio intervenido, ubicado dentro de una propiedad privada colindante con el Parque Nacional Tapantí del ACC (Figura 1).

Ambos sitios se localizan en una de las áreas más lluviosas del país, con una tasa anual de más de 6500 mm de precipitación, donde incluso se han registrado hasta 8000 mm aproximadamente, en el período más lluvioso que va de mayo a octubre. Su rango de temperaturas va

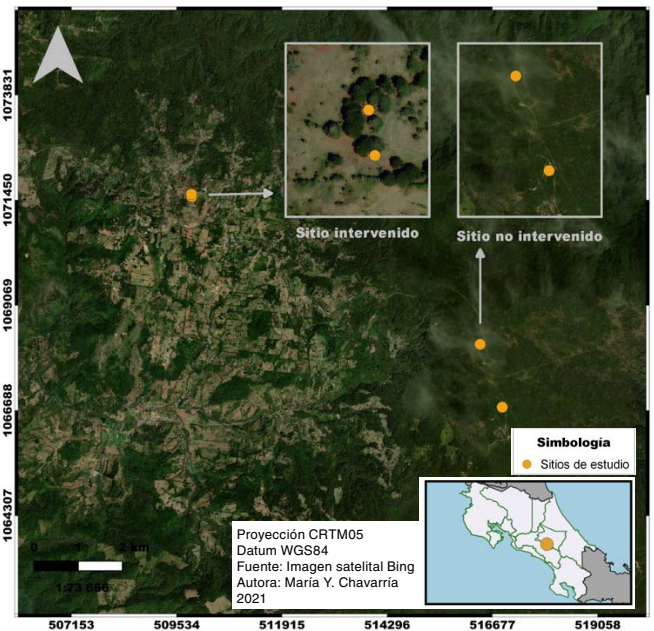


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en el Cerro de la Muerte, Costa Rica.

Figure 1. Location of the study sites at Cerro de la Muerte, Costa Rica.

desde 1 °C a 13 °C y la humedad relativa mensual es de aproximadamente 70 % a 85 % [12].

Diversidad de especies de musgos y líquenes presentes en un sitio intervenido y uno sin intervenir

En el sitio intervenido y en el sitio no intervenido se implementaron dos transectos lineales de 50 x 2 metros de manera aleatoria. Dentro de estos transectos, cada 10 metros se colocó una subparcela de 1x1 metro, delimitadas por tubos de PVC, dividiendo así la subparcela en un cuadrante cada 50 cm, para cuantificar el porcentaje de cobertura de los especímenes encontrados y registrar los sustratos en los que crecían [13].

La identificación de los musgos recolectados se realizó por medio de fotografías en el herbario de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. En el herbario del Museo Nacional de Costa Rica se realizó la identificación de los líquenes.

Para conocer la dominancia y la diversidad de musgos y líquenes se calculó el índice de diversidad de Simpson (1-D) mediante el programa estadístico Past 4.0 [14]. También, se determinó el porcentaje de cobertura total y la cobertura por especie en Microsoft Excel® [15].



Figura 2. Musgos identificados en el Cerro de la Muerte.
Figure 2. Species of mosses observed at Cerro de la Muerte.

Tasa de crecimiento de musgos y líquenes

Se utilizaron transectos de 50 X 2 metros para medir la tasa de crecimiento relativa (TCR) de los musgos y líquenes que se cosechan en la zona de estudio; también se usaron cilindros de malla metálica de 20 cm de radio con 23 cm de altura como marcaje y protección [16], donde:

- A los individuos de especies identificadas que comúnmente se cosechan se les colocó cilindros de malla metálica, alrededor de cada espécimen. Estos cilindros fueron colocados alrededor de los musgos y líquenes durante cinco meses (de agosto a diciembre de 2021).
- En el mes de agosto se recolectó de cada cilindro de malla metálica 20 g de peso fresco en campo. Después de cinco meses se cosechó lo que creció dentro de los cilindros, para pesarlo en campo con la ayuda de una balanza electrónica marca Ohaus CS 2000.

Las muestras recolectadas en el campo se llevaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Estatal a

Distancia, para ser secadas en una estufa marca Matest S.p.a Treviolo, modelo A007-14, a 80 °C por 72 h. Los especímenes se depositaron en beakers de 250 ml y 1000 ml, para evitar derrames dentro de la estufa [15]. Posteriormente, cada espécimen se pesó en una balanza de laboratorio marca Sartorius.

Los datos obtenidos se analizaron por medio de la fórmula:

$$TCR = \frac{(ln W2 - ln W1)}{(t1 - t2)} \quad (1)$$

Donde: *ln W2* representa el peso final; *ln W1* representa peso inicial; *t1* corresponde al tiempo inicial y *t2* corresponde al tiempo final

Se obtiene así la TCR de cada espécimen que se cosechó [15].

Capacidad de retención de agua de los musgos y líquenes como parte de su importancia ecológica

En los transectos de 50 X 2 metros se tomaron muestras de los principales musgos y líquenes que se



Figura 3. Líquenes identificados en el Cerro de la Muerte.

Figure 3. Species of lichens observed at Cerro de la Muerte.

cosechan para comercializar en el Cerro de la Muerte; se calculó la cantidad de agua que retienen en función de su masa, en los diferentes sustratos. Las muestras recolectadas (20 g por especie) se pesaron en fresco en una balanza electrónica de campo marca Ohaus CS 2000; posteriormente fueron llevadas al laboratorio y se secaron en una estufa marca Matest S.p.a Treviolo, modelo A007-14, a una temperatura de 80°C durante 72 horas, pesándose luego en la balanza de laboratorio marca Sartorius.

Con estos datos se restó el peso fresco inicial de 20 g, del peso seco final de los musgos y los líquenes para obtener, así, el contenido de agua de los especímenes recolectados. A su vez, mediante una prueba de T-Student se determinaron las diferencias entre los distintos sustratos y las especies halladas [17].

Resultados

Diversidad de especies de musgos y líquenes presentes en un sitio intervenido y uno sin intervenir del Cerro de la Muerte. En conjunto, en ambos sitios se observaron musgos de diez especies: *Caribaeohypnum polypterum*, *Phyllogonium fulgens*, *Sphagnum* sp., *Breutelia* sp., *Groutiella* sp., *Leptodontium* sp., *Bryum* sp., *Brachythecium* sp., *Campylopus* sp. y uno identificado hasta el nivel de familia (Dicranaceae) (Figura 2). En cuanto a los líquenes, se observaron siete especies: *Cladonia coccifera*, *Cora glabatra*, *Cladonia confusa*, *Hypotrachyna sinuosa*, *Peltigera dolichorhiza*, *Usnea columbiana* y *Usnea* sp. (Figura 3).

La diversidad de musgos y líquenes fue mayor en el sitio no intervenido: Simpson 1-D = 0,787, y menor en el sitio intervenido, donde 1-D= 0,684. En otras palabras, en el sitio no intervenido hubo más diversidad de musgos y líquenes y menor dominancia ($D = 0,213$), mientras que en el sitio intervenido hubo más dominancia de una o más especies ($D = 0,316$) y menor diversidad.

En cuanto al porcentaje de cobertura promedio, se obtuvo un 30,47 % en el sitio no intervenido, mientras que en el sitio intervenido este fue de 36,15 %. Aunque la diversidad de musgos fue mayor en el sitio no intervenido, los musgos y los líquenes cubrían una extensión menor, en comparación con el otro sitio.

Las especies de mayor cobertura fueron el *Sphagnum* sp. en el sitio no intervenido y *Leptodontium* sp. en el sitio intervenido. El *Leptodontium* sp. cubría el 35 % del sitio no intervenido y 36,15 % del sitio intervenido. El porcentaje de cobertura mostró que la especie del género *Leptodontium* sp. fue el musgo de mayor cobertura a nivel general en ambos sitios, por encima de las demás especies de musgos y líquenes.

Tasa de crecimiento de musgos y líquenes

El *Sphagnum* sp. es el musgo que presentó un promedio de tasa de crecimiento relativa (TCR) mayor (70 %). En el caso de *Phyllogonium* sp., su crecimiento no fue evidente en comparación con las seis especies a las que se le calculó la TCR (Figura 4).

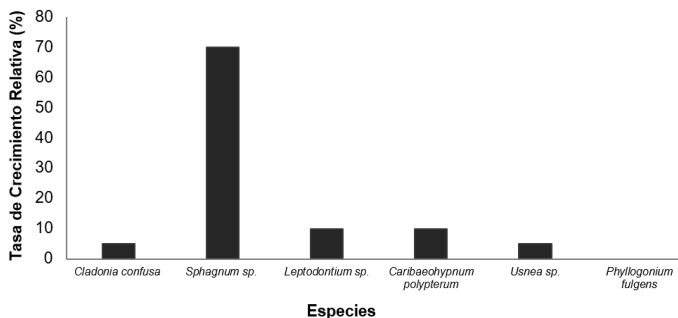


Figura 4. Tasa de crecimiento relativa de las principales especies de musgos y líquenes que se extraen en el Cerro de la Muerte.

Figure 4. Relative growth rate of the main species of mosses and lichens extracted at Cerro de la Muerte.

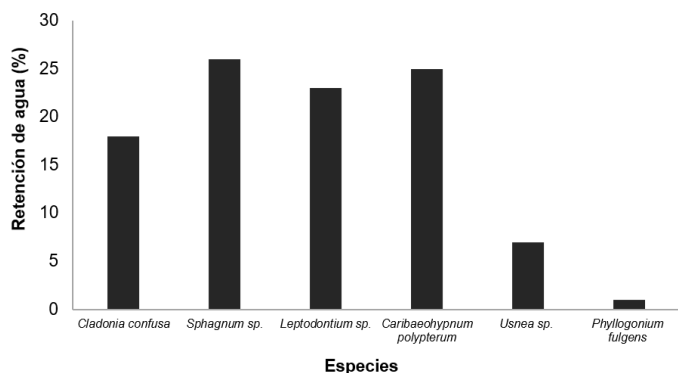


Figura 5. Capacidad de retención de agua de las principales especies de musgos y líquenes que se extraen en el Cerro de la Muerte.

Figure 5. Water retention capacity of the main species of mosses and lichens at Cerro de la Muerte.

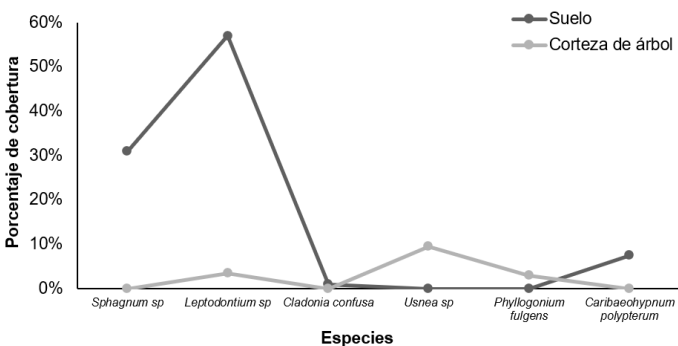


Figura 6. Porcentaje de cobertura en dos sustratos donde crecen las principales especies de musgos y líquenes que se extraen en el Cerro de la Muerte.

Figure 6. Cover percentage in two substrates where the main species of mosses and lichens grow at Cerro de la Muerte.

Capacidad de retención de agua de los musgos y líquenes

Con respecto a la medición de la capacidad de retención de agua, el *Sphagnum* sp. obtuvo la mayor capacidad de retención con 18,66 g (26 %). Por el contrario, *Phyllogonium* sp. mostró la menor capacidad de retención de agua, con 0,42 g (1 %) (Figura 5).

El análisis de significancia determinó que no existieron diferencias al comparar los sustratos de suelo y corteza de árboles: $t(1,39 < 2,23)$, con una significancia del 5 % ($p = 0,05$) (Figura 6). De las especies que se cosechan, la única que se encontró en ambos sustratos es *Leptodontium* sp., mientras que *Sphagnum* sp., *Cladonia* sp. y *Caribaeohypnum* sp. se encontraron colonizando la mayor parte del suelo. Las especies *Usnea* sp., y *Phyllogonium* sp. se hallaron en las cortezas de árboles, siendo así ambos sustratos importantes en el desarrollo y la capacidad de retención de agua para estos musgos.

Discusión

Diversidad de especies de musgos y líquenes

En ambos sitios de estudio se observa riqueza de musgos y líquenes, debido a que el índice de diversidad de Simpson 1-D es mayor a 0,5. En el sitio no intervenido hay una mayor dominancia del musgo del género *Sphagnum* sp., mientras que en el sitio intervenido domina el musgo del género *Leptodontium* sp. Según Mata [18] y Venegas [7] esto muestra que ambos géneros de musgo tienen la capacidad de crecer en sitios abiertos, es decir, en áreas con poca vegetación arbórea.

De acuerdo con Martínez et al. [19] el musgo *Sphagnum* sp., se encuentra principalmente en sitios no intervenidos, por la alta presencia de humedad en el suelo; además, su presencia en ecosistemas como las turberas de altura es clave para la formación de suelo turboso. El musgo *Leptodontium* sp. puede deber su alta dominancia a la capacidad de crecer en hábitats abiertos y semiabiertos, ya sean alterados o naturales como los páramos, subpáramos y bosques [20]; en este caso se observa que, en efecto, el *Leptodontium* sp. es más dominante en sitio intervenido, mientras que el *Sphagnum* sp., crece principalmente en hábitats abiertos y poco alterados como páramos y turberas de altura.

En cuanto a las otras especies identificadas en este estudio, la mayoría se encuentran en el sitio no intervenido, por tanto, de acuerdo con lo que indica Romero [16], son especies que necesitan de hábitat poco o nada alterados para poder subsistir, excepto el líquen de la especie *Usnea columbiana* (barba de viejo

pequeña), el cual también crece en ambos sitios, pero no en mayor cantidad que el musgo *Leptodontium* sp.

Tasa de crecimiento de los musgos y líquenes

Las especies *Sphagnum* sp., *Leptodontium* sp., *Caribaeohypnum* sp. y *Cladonia* sp., crecen en sustrato de suelo, mientras que *Usnea* sp. y *Phyllogonium* sp., crecen en cortezas de árboles. De acuerdo con Romero [16] y con lo indicado previamente, se observa que el crecimiento del líquen *Usnea* sp. y del musgo *Phyllogonium* sp., depende en gran medida de sustratos como árboles o arbustos, lo cual podría ser un factor determinante de su baja tasa de crecimiento relativa, ya que la humedad que pueden obtener de una corteza de árbol y de la humedad relativa existente en el ambiente podría ser distinta de la que pueden obtener las especies que crecen directamente en el suelo. Es así como se coincide con lo mencionado por González-Mancebo et al. [21] quienes afirman que las especies de musgos que crecen directamente en el suelo pueden regenerarse más rápidamente, debido a la alta accesibilidad al agua.

Capacidad de retención de agua de los musgos y líquenes

Todas las especies estudiadas poseen una importante capacidad de retención de agua, en especial los musgos *Sphagnum* sp. y *Caribaeophyllum* sp.; de esta manera se corrobora lo mencionado por Proctor [22], ya que los musgos, en efecto, llegan a albergar hasta el 90 % de su peso en agua, por lo que son claves en el mantenimiento de la capacidad hídrica en ecosistemas como el páramo y las turberas de altura [17].

Entonces, para considerar una extracción o cosecha racional de los musgos y líquenes (lana) para la comercialización, se debería continuar extrayendo el género *Leptodontium* sp., debido a que es el musgo con mayor dominancia en el sitio intervenido y el segundo en dominancia en el sitio no intervenido, además de que posee una alta tasa de crecimiento relativa a cinco meses; esto quiere decir que su regeneración es alta, lo que conlleva un bajo riesgo de que las poblaciones de esta planta disminuyan [3]. Asimismo, este musgo no tiene mucha capacidad de retención de agua, lo que significa que no es un organismo de tanta importancia en la subsistencia de ecosistemas de altura ni en la recarga hídrica [2]. Esto último hace que el musgo *Leptodontium* sp., conocido como “lana de potrero”, sea viable para ser cosechado y seguir siendo comercializado en el Cerro de la Muerte, además de que la Ley de Vida Silvestre N° 7317 [8] establece que esta es la única especie que puede ser cosechada.

Por el contrario, el *Sphagnum* sp. es clave para la subsistencia de los ecosistemas de altura, por ser el musgo que retiene la mayor cantidad de agua y por ser formador de suelo turboso [7]. Las especies de musgos y líquenes que poseen menor capacidad de retención de agua no deberían ser aprovechadas de manera comercial porque su diversidad, dominancia y TCR no son altas. Por tanto, en concordancia con Marcano y Castillo [20], estas especies se deben proteger, así como los ecosistemas donde habitan, ya que si se extraen se afecta su capacidad de subsistir.

Conclusiones

La diversidad de musgos y líquenes en el Cerro de la Muerte es relativamente alta en los sitios estudiados, con dominancia y alta tasa de crecimiento relativa de los géneros *Sphagnum* sp. y *Leptodontium* sp., y con mayor capacidad de retención de agua de *Caribaeohypnum* sp. y *Sphagnum* sp., en contraste con los líquenes *Cladonia* sp., *Usnea* sp. y el musgo *Phyllogonium* sp. Por eso, el musgo que se recomienda cosechar para la comercialización en el Cerro de la Muerte es *Leptodontium* sp. sobre todo por su dominancia en los potreros. No es viable el uso o la cosecha de otras especies como el *Sphagnum* sp., ni *Caribaeohypnum* sp., por su importancia en la captación de agua, por su baja TCR y dominancia, siendo especies vulnerables y con valor ecológico importante para los ecosistemas de altura.

Agradecimientos

Agradecer a los funcionarios del Área de Conservación Central del Sistema Nacional de Áreas de Conservación por el debido permiso de investigación en el área protegida; a don Eliecer Marín por prestarnos su finca para hacer parte de los transectos; a don Loengrin Umaña del Museo Nacional de Costa Rica y don Eyvar Rodríguez de la Universidad de Chiriquí, Panamá, por ayudarnos con la identificación de las especies de líquenes y musgos, respectivamente. Las gracias también al Programa de Laboratorio (PROLAB) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) por prestarnos el equipo y el laboratorio, así como al Programa de Investigación para el Fortalecimiento del Trabajo en Red (PRORED) de la UNED por el financiamiento y al Laboratorio de Vida Silvestre y Salud (LAVIS) de la Vicerrectoría de Investigación de la UNED.

Referencias

- [1] F. Torres, G. López, Caracterización del ecosistema de Páramo en el norte de Perú: ¿Paramo o Jalca?. Lima, Perú. Ed. AGRORED The Mountain Institute. 2008.

- [2] A. Rovere, G. Calabrese, "Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina)". *Rev. Chil. Hist. Nat.*, vol. 84, no. 4, pp: 571:580, nov. 2011.
- [3] J. Aguirre, J. Rangel, "Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia: Una aproximación inicial". *Caldasia.*, vol. 29, no. 9, pp. 235-267, 2007.
- [4] J. Martínez-Abaigar, *Musgos: liliputienses jugando sus cartas*. La Rioja, España. Ed. Universidad de La Rioja-Servicio de Publicaciones. 2020.
- [5] A. Madrigal, G. Solís, y O. Ortiz, "Perspectivas de la situación actual de los musgos y líquenes en el Cerro de la Muerte", Comunicación personal (abril del 2021).
- [6] Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Diagnóstico del plan de manejo de la Reserva Biológica Cerro Vueltas. San José, Costa Rica. Ed. Área de Conservación Pacífico Central. 2015.
- [7] G. Venegas, *Aprovechamiento sostenible de musgos en áreas abiertas y de potrero de la sección Noroeste de la Cordillera de Talamanca*. San José, Costa Rica. Ed. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2004.
- [8] *Ley de Conservación de la Vida Silvestre, 7317*, Sistema Costarricense de Información Jurídica de Costa Rica, Costa Rica, 1992.
- [9] Decreto Ejecutivo del Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre, 40548, Sistema Costarricense de Información Jurídica de Costa Rica, Costa Rica, 2017.
- [10] G. Guerra, C. Arrocha, G. Rodríguez, J. Deleg, y Á. Benítez, "Briofitos en los troncos de árboles como indicadores de la alteración en bosques montaños de Panamá". *Rev. Biol. Trop.*, vol 68, no. 2, pp. 492-502, mar., 2020.
- [11] N. Jiménez, K. Valle, "Manejo, aprovechamiento y comercialización de la lana de potrero en el macizo de la muerte, de las provincias de San José y Cartago", Tesis de Licenciatura, Esc. Cie. Exa. Nat., Uni. Est. Dist. de San José, Costa Rica, 2017.
- [12] Sistema Nacional de Áreas de Conservación, *Plan de Manejo del Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte*. San José, Costa Rica. Ed. Área de Conservación La Amistad Pacífico. 2014.
- [13] C. Cauca-Toledo, V. Serrano-Cardozo, y M. Ramírez-Pinilla, "Composición y distribución de hepáticas en un intervalo altitudinal en la Cordillera Oriental de Colombia". *Rev. Biol. Trop.*, vol. 66, no. 2, pp. 559-570, 2018.
- [14] J. Gil-Novoa, L. Cuta-Alarcón, y M. Morales-Puentes, "Riqueza y distribución de musgos en un bosque subandino en Bolívar-Santander, Colombia". *Rev. Biol. Trop.*, vol. 65, no. 4, Agost., pp.1397-1406, 2017.
- [15] E. Velázquez, M. Pérez, y A. Chávez, "El análisis de la comunidad: parámetros y evaluaciones de la diversidad biológica". *Lacandonia*, vol. 2, no. 1, jun., pp. 131-139. 2008.
- [16] C. Romero, *Epifitas no vasculares comerciales de un bosque montano tropical: Ecología, efectos de la tala y manejo*. Turrialba, Costa Rica. Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1999.
- [17] J. Merchán-Gaitán, J. Álvarez-Herrera, y M. Delgado-Merchán, "Retención de agua en musgos de páramo de los municipios de Siachoque, Toca y Pesca (Boyacá)". *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.*, vol. 5, no. 2, pp: 295-302. 2011.
- [18] S. Mata, *Estudio de cosecha y post-cosecha de algunas lanas colgantes en bosque, y rastreras en potrero y en el moral en las zonas de Villa Mills y La Esperanza respectivamente*. Cordillera de Talamanca, Costa Rica. San José, Costa Rica. Ed. Ministerio de Ambiente y Energía-Área de Conservación La Amistad Pacifico. 2008.
- [19] M. Martínez-O, C. Díaz-Pérez, y E. Morales-Puentes, "Los musgos en el complejo de páramos Guantiva-La Rusia en los departamentos de Boyacá y Santander, Colombia". *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, vol. 23, no. 1, pp. 15-30, ene-jun. 2019.
- [20] V. Marcano, L. Castillo, "Diversidad de líquenes de los páramos de El Batallón y la Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaleza, Andes venezolanos". *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, vol. 77, no. 1, pp. 01-16, jun., 2020.
- [21] J. González-Mancebo, A. Losada-Lima, y J. Patiño, "Bryophyte biodiversity in Garajona y National Park (Gomera, Canary Islands)". *Vieraea*, vol. 31, Oct., pp. 421-445, 2003.
- [22] M. Proctor, *Bryophyte biology*. Cambridge, Inglaterra. Ed. Cambridge University Press. 2009