



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Artículo Científico | Scientific Article

Diversidad de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador

Diversity of Class Bryopsida in the Cloud Forest and Subdeciduous Forest of Montecristo National Park, El Salvador

Carlos Alberto Elías Ortiz^{1,2} Maribel Lissette Cabrera Galdámez^{1,3}

¹ Universidad de El Salvador

²  <https://orcid.org/0009-0005-3213-3144>

³  <https://orcid.org/0009-0005-2375-0255>

RESUMEN

Se realizó el estudio sobre la riqueza de musgos en dos comunidades vegetales del Parque Nacional Montecristo, en el bosque nebuloso (BN) y el bosque subcaducifolio (BSC), de junio a agosto del año 2017; ambas comunidades presentan diferencias en altitud, temperatura, humedad relativa y disponibilidad de agua, factores que determinan presencia y diversidad de especies de musgos. El principal objetivo de la investigación fue reconocer la diversidad y similitud de la Clase Bryopsida en ambas comunidades vegetales. Para realizar la investigación se establecieron y delimitaron 8 transectos de 2 m x 20 m en cada comunidad vegetal, se recolectaron muestras botánicas de musgos para su posterior identificación taxonómica y se registró el tipo de sustrato. También se estimó la similitud en la composición

DOI: <https://doi.org/10.66778/RM.v09ed01.11>

Enviado: : 11 de abril de 2025

Aceptado: 2 de febrero 2026

Palabras clave: Clase bryopsida, musgos, bosque nebuloso, bosque sub caducifolio, similitud.

Keywords: Class bryopsida, mosses, cloud forest, subdeciduous forest, similarity.



Este contenido está protegido bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

de especies entre ambas comunidades, a partir del Índice de Similitud de Jaccard. Como resultados se reportan 62 especies de musgos, de las cuales, 43 corresponden al bosque nebuloso y 23 al bosque subcaducifolio. En cuanto al sustrato, se observó preferencia por corteza de árboles, seguido de las rocas. La clase Bryopsida presentó baja similitud de especies entre ambas comunidades vegetales, 0.0645 (6.4%), esta diferencia posiblemente se deba a factores ambientales, como temperatura y humedad relativa, además de la altura sobre el nivel del mar de las comunidades donde se realizó la investigación.

ABSTRACT

The study on the richness of mosses in two plant communities of the Montecristo National Park, in the cloud forest (BN) and the subdeciduous forest (BSC), was carried out from June to August 2017; Both communities have differences in altitude, temperature, relative humidity and water availability, factors that determine the presence and diversity of moss species. The main objective of the research was to recognize the diversity and similarity of the Class Bryopsida in both plant communities. To carry out the research, 8 transects of 2 m x 20 m were established and delimited in each plant community, botanical samples of mosses were collected for subsequent taxonomic identification and the type of substrate was recorded. The similarity in species composition between both communities was also estimated, based on the Jaccard Similarity Index. As results, 62 species of mosses are reported, of which 43 correspond to the cloud forest and 23 to the subdeciduous forest. As for the substrate, a preference was observed for tree bark, followed by rocks. The class Bryopsida presented low species similarity between both plant communities, 0.0645 (6.4%), this difference is possibly due to environmental factors, such as temperature and relative humidity, in addition to the height

above sea level of the communities where the research was carried out.

INTRODUCCIÓN

Las briofitas pertenecen a la división Bryophyta la cual está constituida por tres clases: Anthocerotopsida, Marchantiopsida y Bryopsida, siendo los musgos los más diversos en el neotrópico con aproximadamente 2,600 especies (Gradstein et al., 2001). La clase Bryopsida comprende plantas terrestres de pequeño tamaño, con alternancia de generaciones heteromorfas en su ciclo de vida: el gametofito y el esporofito; el primero haploide y dominante y el segundo diploide y formador de esporas (Glime, 2007; Izco et al., 2004; Morales Baquero, 2017).

Las briofitas son plantas sin tejidos conductores especializados, en su lugar poseen hidroides y leptoides que transportan agua y sustancias elaboradas respectivamente, por lo que presentan tamaño pequeño (Izco et al., 2004; Morales Baquero, 2017). Por otra parte, tienen la característica de absorber metales pesados que son retenidos en el talo, por lo que pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad de agua y de suelo, entre otros (Glime, 2007; Shacklette, 1984).

Los musgos son plantas terrestres, subacuáticas y algunas acuáticas, lo cual no representa un carácter primitivo, sino derivado (evolucionado) para adaptarse al medio. Se distribuyen desde bosques húmedos con poca iluminación, hasta lugares secos (xerófilas) debido a su capacidad para retener agua, de 5 a 10 veces su peso seco; están asociados a lugares húmedos ya que, en la reproducción, necesitan de una fase acuosa para que los espermatozoides se desplacen al arquegonio y fecunden al óvulo (Izco et al., 2004; Proctor, 1982). Los musgos son capaces de colonizar diversos sustratos como suelo, corteza de tronco y rama de árboles (epífitos), rocas (saxícolas), ladrillos y madera en

descomposición; en condiciones apropiadas forman alfombras en los sustratos (Glime, 2007; Izco et al., 2004).

La distribución y diversidad de musgos a nivel mundial depende de las características fisiológicas de estas plantas, con 12,800 especies a nivel mundial, siendo uno de los grupos más diversos de la división Bryophyta (Gradstein et al., 2001). La mayor diversidad de musgos ocurre

en el trópico, bosques de montaña y en menor medida, lugares de baja altitud (Drehwald, 1998; Izco et al., 2004). A escala regional, el Neotrópico tiene un tercio de la diversidad de especies de briofitas a nivel mundial, siendo los musgos los más diversos con 76 familias, 400 géneros y 2,600 especies y México (Tabla 1), el que tiene mayor número de géneros, 286 y de especies, 891 (Gradstein et al., 2001).

Tabla 1

Diversidad de briofitas en el Neotrópico

País	Autor	Familias	Géneros	Especies
El Salvador	Búcaro et al. (2016)	43	128	269
Guatemala	Salazar et al. (2015)	50	206	552
Honduras	Sutherland (2004)	37	126	270
México	Gradstein (2001)	-	286	891
Panamá	ANAM (1998)	89	-	826

En El Salvador, la diversidad de musgos es de 9 órdenes y 269 especies, los órdenes más diversos son los siguientes: Hypnales, 100 especies (34.8%), Dicranales, 55 especies (19%) y Bryales, 39 especies (13.3%) (Búcaro et al., 2012), sin embargo, la división Bryophyta ha sido poco estudiada en el país, desde 1921 hasta la fecha,

solo se registran seis investigaciones (Tabla 2). Según MARN (2015), en el país hay más de 400 especies de musgo, por lo que se deben incrementar estudios sobre aspectos ecológicos y su conservación (Cataño et al., 2014; Zepeda et al., 2014).

Tabla 2

Estudios de brioflora en El Salvador (1921-2016)

Investigación	1	2	3	4	5	6
Año	1921-1941	1946	1965	1991	2012	2016
Investigador	Calderón y Standley	Steere y Chapman	Winkler	Menzel	Búcaro	Búcaro
Especies reportadas	11	47	230	233	264	269

La diversidad de musgos es afectada por factores bióticos y abióticos, el factor biótico que más los afecta es el antropogénico, el humano es el responsable de la pérdida de la diversidad de musgos, debido a tala de árboles para maderera, espacios para ganadería y agricultura y por la extracción de musgos con fines comerciales, arreglos florales y motivos navideños, sin algún control sobre su extracción, provocando que algunas especies puedan estar amenazadas o en peligro de extinción (García et al., 2016; Gil et al., 2017; Glime, 2007).

Los factores abióticos incluyen a los elementos climáticos, la humedad, afecta la diversidad y distribución de los musgos; las temperaturas altas, provoca pérdida de agua en los musgos y dificulta su reproducción (Gimingham y Birse, 1957); el hábitat, bosques nebulosos y bosques húmedos contienen la mayor diversidad y abundancia de musgos, sin embargo, la complejidad y la perturbación del hábitat reduce la diversidad de briófitas, sobre todo en lugares con mayor presión antrópica o más alteradas, reduciendo a la vez, la disponibilidad de sustratos (Rovere, 2011; Zepeda et al., 2014). La mayoría de musgos tiene sustratos específicos, musgos pleurocárpicos habitan en la corteza de árboles, la pérdida de este sustrato, provoca que muchas especies no puedan adaptarse a otro sustrato y desaparezcan; según Búcaro et al., (2012) es posible que el tipo de suelo determine la diversidad de musgos, probablemente por el tipo de minerales que lo constituyen.

Los musgos son importantes ya que son bioindicadores de áreas conservadas o perturbadas, brindan información sobre las condiciones de un área determinada debido a sus características morfológicas y fisiológicas, los requerimientos de humedad, disponibilidad de agua, sombra, entre otros (García et al., 2016). Las alfombras de musgos en simbiosis con cianobacterias fijadoras de nitrógeno, aportan nitrógeno al suelo, se utilizan como semilleros ya que promueven la germinación de semillas o inhiben el desarrollo de las plántulas (Glime,

2007). Las briofitas sirven de hábitat para artrópodos, los cuales depositan sus huevos entre el musgo, que les sirve de camuflaje contra depredadores o de alimento para animales más grandes (Glime, 2008). Sin embargo, la carencia de valor económico, su tamaño y el poco conocimiento de su rol en los ecosistemas, los musgos parecen no tener utilidad para la mayoría de las personas (Glime, 2007), pero, por las funciones que los musgos desempeñan, es fundamental protegerlos evitando la extracción, la degradación del ambiente y cualquier acción antropogénica que limite su desarrollo o la pérdida de su diversidad y abundancia.

METODOLOGÍA

Ubicación geográfica

El Parque Nacional Montecristo (PNM) está ubicado en la formación volcánica antigua sobre el macizo de Montecristo, cordillera Metapán-Alotepeque, municipio de Metapán, Santa Ana, con georreferencias 14.025° N y 89.023° O, en la región NO de El Salvador. Forma parte de los cantones San José Ingenio, El Limo y El Rosario. Posee un vértice superior que marca las fronteras de Honduras, Guatemala y El Salvador, el Punto Trifinio, punto más alto del PNM a 2,418 msnm (MARN, 2012). La extensión del parque es de 1,973 ha y un ámbito altitudinal de 700 a 2,418 msnm.

La topografía del PNM es muy accidentada, el 85% de su superficie tiene pendientes superiores a 20% y en algunas zonas, superior a 35% (Handal, 2011). Está en una zona montañosa colindante con Honduras y Guatemala, cuenta con cinco cerros: La Joya, Llano Redondo, Los Cántaros, Miramundo y Montecristo. Los suelos son Aluviales, Andosoles, Grumosoles, Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos, la mayoría constituido por estos últimos; en el BN los suelos son húmedos y con profundas capas de humus. La hidrografía del PNM cuenta con 7 riachuelos o quebradas que abastecen a los Ríos San José,

Angue, Chimualapa y El Rosario. El río Angue llamado el Brujo, el Frío o el Negro, es uno de los más importantes porque conecta a Honduras y a Guatemala (MAG, 2012). Esta es la región más húmeda de El Salvador, con 2,400 mm de precipitación anual y 84% de humedad relativa anual (MARN, 2015).

La vegetación en el PNM está formada por 3 tipos de comunidades vegetales, bosque de Pino-Roble, bosque subcaducifolio y bosque nebuloso, predominan temperaturas bajas y permanece con alta humedad relativa (MAG, 2010; Girón et al., 2014; MARN, 2010).

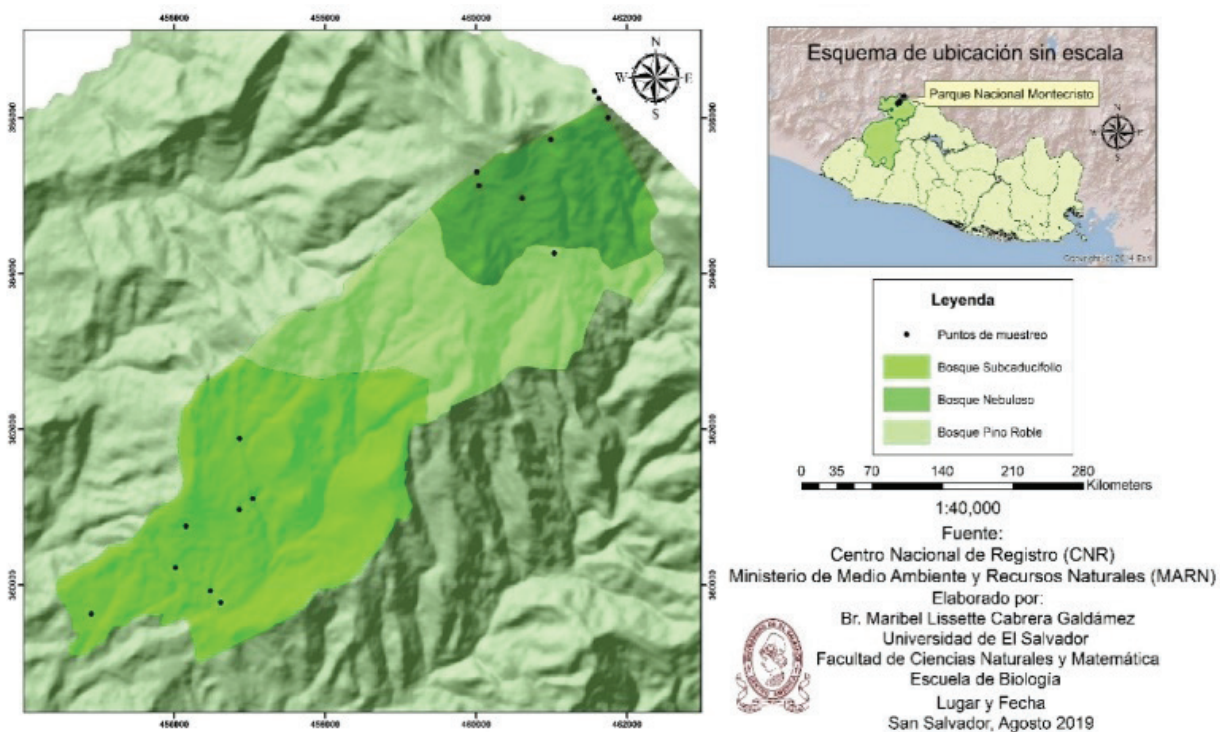
Metodología de campo

Se eligieron 2 sitios de muestreo: el bosque nebuloso (BN) y el bosque subcaducifolio (BSC), en cada sitio se establecieron y delimitaron 8 transectos temporales de 2 m x 20 m (Figura 1), para conocer la riqueza y diversidad de

musgos, los patrones de distribución entre musgos de tierras bajas y de tierras altas, así como sus aspectos ecológicos en función de la preferencia de hábitats (Pinzón y Linares, 2006; Mostacedo y Fredericksen, 2000), la instalación de los transectos se realizó con base a la metodología "Floristic Habitat Sampling" de Newmaster et al. (2005), de forma dirigida, con la intención de obtener la mayor riqueza posible de musgos (Ferro-Díaz, 2015). En cada transecto se recolectaron muestras de musgos, de cuatro sustratos: corteza de árbol (epífitos), madera en descomposición, roca (rupícolas) y suelo (terricolas) (Hernández Sampieri et al., 2010; Gradstein et al., 2001). En cada transecto se registró: temperatura ambiente, humedad relativa y altitud, se utilizó un termómetro ambiental con medidor de humedad marca Springfield; para medir la altitud se utilizó un GPS Garmin Etrex.

Figura 1

Distribución de transectos de muestreo en el Parque Nacional Montecristo, 2017



Nota. Tomado de shapefile de CNR Y MARN.

Recolección y registro de datos

Se realizó un viaje de reconocimiento en junio de 2017 para ubicar y delimitar los transectos de muestreo, se realizaron dos muestreos, el primero en julio y el segundo en agosto de 2017. La recolección de muestras de musgos se realizó con una navaja y una espátula, se extrajo

una porción de 20 cm² cuando fue posible, procurando que los gametofitos tuvieran esporofitos para la identificación taxonómica (Figura 2). Cada muestra de musgo se colocó en sobres de papel de 12 cm x 14 cm, elaborados a partir de hojas de papel bond A4 según lo recomendado por (Gradstein et al., 2001).

Figura 2

A. Recolección de muestras de musgos de hábito rupícola, utilizando espátula. B). Gametofitos con esporofitos de *Hypopterygium tamarisci*, agosto, 2017



En cada sobre se anotó: lugar, nombre del colector, sustrato, tipo de vegetación, coordenadas geográficas, número de muestra, fecha, hora, nombre común o nombre científico y observaciones; posteriormente se elaboró la base de datos en Excel. En el caso de musgos del suelo, se extrajeron de 1-3 cm de sustrato y se depositaron en el sobre. Para transportar

las muestras en campo se utilizó una caja de plástico para protegerlas de las constantes precipitaciones. Posteriormente, las muestras con su respectivo sobre, se colocaron sobre una mesa para secarlas a la luz del sol, procurando no dañarlas (Figura 3), las muestras secas en su respectivo sobre, se almacenaron en cajas de cartón.

Figura 3

A) Caja plástica donde se transportaron las muestras durante la fase de campo. B). Secado de las muestras a la luz del sol

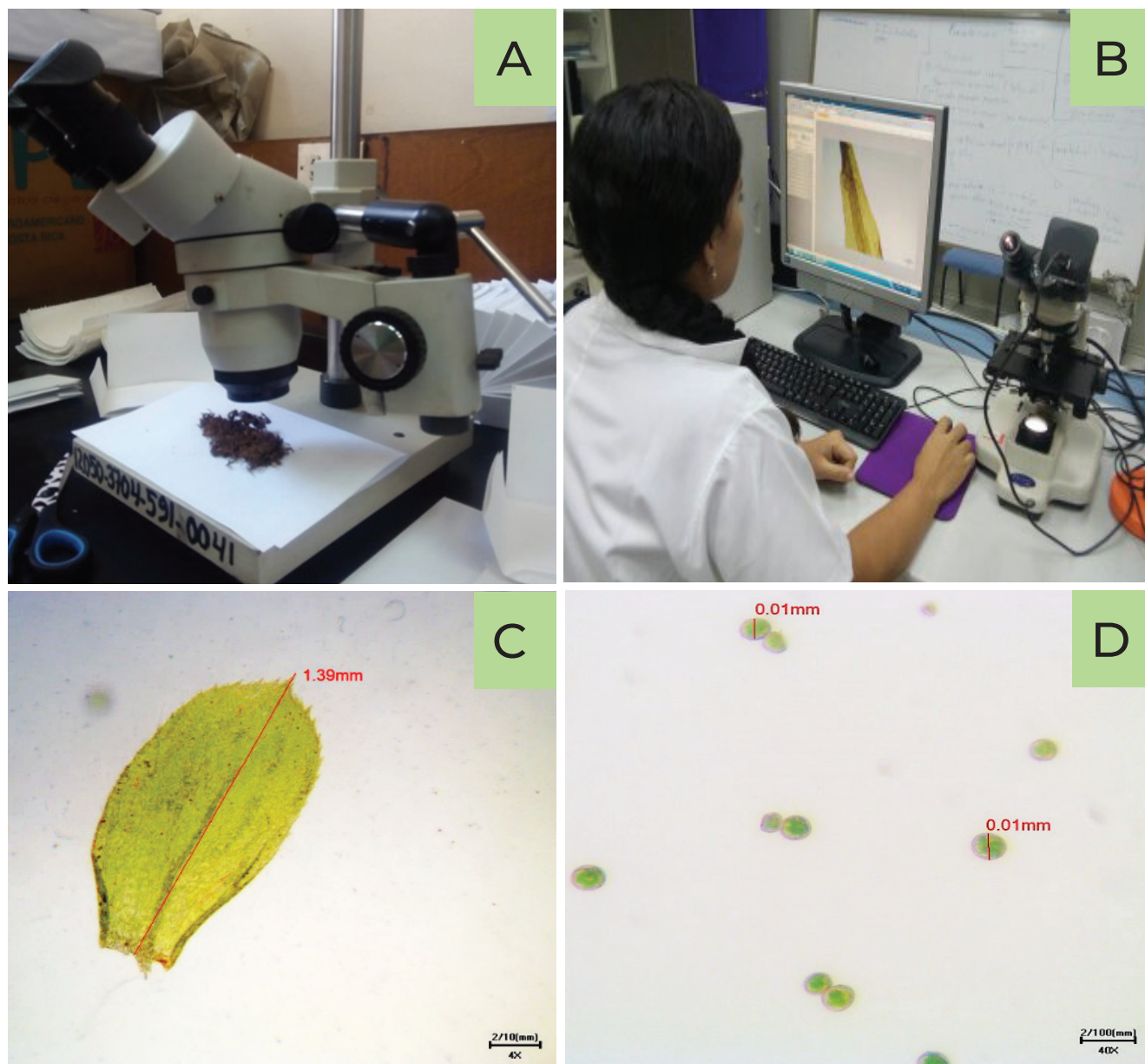


Fase de Laboratorio

La identificación taxonómica de los musgos se realizó en el Laboratorio “A” de la Escuela de Biología y en el Laboratorio de Entomología de Vectores del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador. Se utilizó un microscopio estereoscopio y un microscopio óptico de campo claro (Figura 4), iniciando con el gametofito para reconocer forma de crecimiento, color de la planta y filidios; de estos últimos, los caracteres: disposición, forma, margen, base, ápice, costa, células foliares, pared celular y papilas (Delgadillo y Cárdenas, 1990). Se utilizó una cámara digital USB para microscopia (marca AmScope), pinzas finas para extraer las estructuras, goteros, agujas de disección y hojas de afeitar para realizar cortes transversales de filidios y caulidios.

Figura 4

A). Observación de musgos al microscopio estereoscopio. B). Filidios al microscopio óptico de campo claro utilizando la cámara USB. C) Medición de filidio de *Porotrichum longirostre* al 4x. D) Medición de esporas de *Trachyxiphium glanduliferum* al 40x



Del esporofito se observó: posición, forma de la caliptra, opérculo, cápsula y composición del 5 peristoma (Delgadillo y Cárdenas, 1990). Se utilizó solución de KOH al 3% para desprender el opérculo y observar el peristoma; azul de metileno para colorear células de filidios que son difíciles de identificar y aceite de inmersión para la observación de las ornamentaciones de las esporas a 100x.

Para la identificación taxonómica se utilizó la siguiente bibliografía: *Briofitas de los bosques templados de Chile* (Ardiles et al., 2008); *Guía ilustrada de los briofitos del parque Arví* (Cuspoca et al., 1999); *Guide to the Bryophytes of Tropical America* (Gradstein et al., 2001); *Musgos de Cuba* (Duarte, 1997); *Pleurocarpous Mosses of the West Indies* (Buck, 1998); *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis*, Parte I y II (Churchill y Linares, 1995); *The Moss Flora of Mexico*, Parte I y II (Sharp et al., 1994).

Las muestras recolectadas fueron depositadas en el Herbario MHES del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES) y el Herbario ITIC, de la Universidad de El Salvador.

Técnicas de análisis

Diversidad biológica es la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad de genes, especies y ecosistemas (Moreno, 2001; MARN, 2012).

Algunos métodos para medir la diversidad biológica:

Riqueza específica (S): es la forma más sencilla de describir la diversidad biológica ya que se basa únicamente en el número de especies presentes o listados de especies registradas, obtenido por un censo de la comunidad o área determinada, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

Diversidad alfa (α): es la riqueza de especies de una muestra o comunidad en particular considerada homogénea, mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad. Para estimar la diversidad alfa generalmente se aplican índices como el de Margalef, de dominancia y diversidad de Simpson, de equidad de Shannon-Wiener entre otros (Moreno, 2001).

Diversidad beta (β): es el cambio de la composición de especies entre una comunidad y otra o el grado de diferenciación de comunidades en relación a la complejidad de un gradiente ambiental. Generalmente, se evalúa con índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie, como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o con índices de diversidad beta propiamente dichos (Moreno, 2001).

La similitud de especies de la Clase Bryopsida entre el bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio del PNM, se estimó con el índice de similitud de Jaccard, el cual determina la similitud entre las comunidades en estudio; toma en cuenta las especies presentes en A y en B, con valores de 0.0 cuando no hay especies compartidas, hasta uno 1.0, cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de

$$I_J = \frac{c}{a + b - c} \text{ It, 2001).}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies en común entre ambos sitios A y B (Moreno, 2001).

RESULTADOS

De la Brioflora del Parque Nacional Montecristo se reportan 23 familias, 45 géneros y 62 especies: las familias con mayor riqueza de especies fueron: Sematophyllaceae con 8, Dicranaceae y Fissidentaceae con 7, Pilotrichaceae con 6, Daltoniaceae y Meteoriaceae con 4, Bryaceae y Hypnaceae con 3; cinco familias con dos especies y el resto solo con una especie (Tabla 3). De las 62 especies reportadas, 43 corresponde al BN y 23 al BSC, con 4 especies comunes entre ambas comunidades.

Tabla 3

Riqueza de especies de la Clase Bryopsida en bosque nebuloso y bosque subcaducifolio, Parque Nacional Montecristo, El Salvador, 2017

Nº	Familia	Nombre científico (cf)	BN	BSC
1	Anomodontaceae	<i>Herpetineuron toccoeae</i> (Sull. & Lesq.) Cardot.	x	
2	Bartramiaceae	<i>Bartramia stricta</i> Brid.		x
3	Bryaceae	<i>Bryum laevigatum</i> Hook. f. & Wilson.		x
4	Bryaceae	<i>Bryum sp.</i> Hedw.		x
5	Bryaceae	<i>Epipterygium immarginatum</i> Mitt.	x	
6	Calymperaceae	<i>Calymperes erosum</i> Müll. Hal.	x	
7	Daltoniaceae	<i>Daltonia longifolia</i> Taylor.	x	
8	Daltoniaceae	<i>Daltonia pulvinata</i> Mitt.	x	
9	Daltoniaceae	<i>Daltonia splachnoides</i> (Sm.) Hook. & Taylor.	x	
10	Daltoniaceae	<i>Leskeodon pusillus</i> (Mitt.) Broth.	x	
11	Dicranaceae	<i>Bryohumbertia filifolia</i> (Hornsch.) J.-P. Frahm.	x	
12	Dicranaceae	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	x	
13	Dicranaceae	<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	x	
14	Dicranaceae	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.	x	
15	Dicranaceae	<i>Cynodontium guatemalense</i> (E.B. Bartram) H.A. Crum.	x	
16	Dicranaceae	<i>Holomitrium arboreum</i> Mitt.	x	
17	Dicranaceae	<i>Rhabdoweisia fugax</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	x	
18	Entodontaceae	<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.		x
19	Entodontaceae	<i>Erythrodontium squarrosum</i> (Hampe) Paris.		x

20	Fissidentaceae	<i>Fissidens limbatus</i> Sull.	x	x
21	Fissidentaceae	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	x	
22	Fissidentaceae	<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	x	
23	Fissidentaceae	<i>Fissidens hornschurchii</i> Mont.		x
24	Fissidentaceae	<i>Fissidens lagenarius</i> Mitt.		x
25	Fissidentaceae	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	x	
26	Fissidentaceae	<i>Fissidens weirii</i> Mitt.		x
27	Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck.	x	x
28	Hypnaceae	<i>Ctenidium malacodes</i> Mitt.	x	
29	Hypnaceae	<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	x	
30	Hypopterygiaceae	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Brid. ex Müll. Hal.	x	
31	Leskeaceae	<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.		x
32	Leskeaceae	<i>Leskea angustata</i> Taylor.	x	
33	Leucobryaceae	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.		x
34	Leucomiaceae	<i>Leucomium strumosum</i> (Hornsch.) Mitt.	x	
35	Leucomiaceae	<i>Rhynchostegiopsis flexuosa</i> (Sull.) Müll. Hal.	x	
36	Macromitriaceae	<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	x	
37	Macromitriaceae	<i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.	x	
38	Meteoriaceae	<i>Orthodontium pellucens</i> (Hook.) Bruch & Schimp.	x	
39	Meteoriaceae	<i>Orthostichella versicolor</i> (Müll. Hal.) Hampe.		x
40	Meteoriaceae	<i>Papillaria crocea</i> (Hampe) A. Jaeger.		x
41	Meteoriaceae	<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångstr.	x	x
42	Pilotrichaceae	<i>Callicostella ciliata</i> (Schimp.) A. Jaeger.		x
43	Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze.	x	
44	Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon humile</i> (Mitt.) Kuntze.	x	
45	Pilotrichaceae	<i>Lepidopilidium divaricatum</i> (Dozy & Molk.) Broth.	x	
46	Pilotrichaceae	<i>Lepidopilum longifolium</i> Hampe.	x	
47	Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium glanduliferum</i> (Hampe) S.P. Churchill & E.L. Linares.	x	
48	Plagiotheciaceae	<i>Plagiothecium lucidum</i> (Hook. f. & Wilson) Paris.	x	
49	Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger.		x
50	Pottiaceae	<i>Tuerckheimia valeriana</i> (E.B. Bartram) R.H. Zander.	x	
51	Racopilaceae	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.		x
52	Rhizogoniaceae	<i>Rigodium toxarion</i> (Schwägr.) A. Jaeger.	x	
53	Sematophyllaceae	<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck & Schäf.-Verw.	x	
54	Sematophyllaceae	<i>Acroporium longirostre</i> (Brid.) W.R. Buck.	x	

55	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum cuspidiferum</i> Mitt.	x	x
56	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum erythropodium</i> Mitt.	x	
57	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum galipense</i> (Müll. Hal.) Mitt.		x
58	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.		x
59	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum.	x	
60	Sematophyllaceae	<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.		x
61	Stereophyllaceae	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R. Buck & Ireland.		x
62	Thamnobryaceae	<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.	x	
Total.	23	62	43	23

Respecto a la frecuencia, en el BN *Acroporium estrellae* (Müll.Hal.) W.R.Buck & Schäf.-Verw. y *Porotrichum longirostre* (Hook.) Mitt. fueron las más frecuentes, con ocurrencia en 3 transectos. En segundo lugar, 8 especies: *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp., *Ctenidium malacodes* Mitt., *Fissidens bryoides* Hedw., *F. taxifolius* Hedw., *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt., *Rhynchostegiopsis flexuosa* (Sull.) Müll. Hall., *Sematophyllum erythropodium* Mitt. y *S. swartzii* (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum, registradas en 2 transectos; las especies restantes, con ocurrencia en un solo transecto. Para el BSC, las especies más frecuentes fueron: *S. galipense* (Müll. Hal.) Mitt. y *Octoblepharum albidum* Hedw., con ocurrencia en tres transectos, seguidas de dos especies, *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid. y *S. cuspidiferum* Mitt., con registro en dos transectos; las 19 especies restantes, solo en un transecto.

El sustrato más utilizado por los musgos fue la corteza de árboles, con 56 muestras en el BN y 18 en el BSC, le siguen las especies rupícolas, con 15 muestras en el BSC y 7 en el BN; musgos terrícolas, 5 muestras para el BN y 1 para el BSC y el sustrato con el menor número de muestras recolectadas fue madera en descomposición, con 2 muestras en el BN y 1 en el BSC.

Los promedios de temperatura y humedad relativa para el BN en los meses de julio y agosto de 2017 fueron los siguientes: temperatura en el mes de julio 17.3 ± 0.5 °C y en agosto, 15.4 ± 0.5 °C; la humedad relativa tuvo el promedio más alto en el mes de agosto, con 90.3% y el menor promedio en julio, con 84.6%. En el BSC la temperatura promedio más alta fue en el mes de julio, con 20.8 ± 0.3 °C y la menor en el mes de agosto, con 20.5 ± 0.4 °C, la humedad relativa más alta se registró para el mes de agosto, con promedio de 84.3% y el menor valor fue en el mes de julio, con 80.9%.

La similitud de especies de las comunidades de musgos presentes en el BN y BSC, corresponde al 0.0645 (6.45%), con 4 especies en común, las cuales son: *Chryso-hypnum diminutivum* (Hampe) W.R. Buck, *Fissidens limbatus* Sull., *Pilotrichella flexilis* (Hedw.) Ångstr. y *S. cuspidiferum* Mitt.

DISCUSIÓN

Las 62 especies de musgo reportadas para PNM corresponde al 23% de las 269 especies reportadas para El Salvador por Búcaro et al. (2016). De las 62 especies, 43 (65%) corresponden al BN y 23 (35%) al BSC; con 4 especies comunes entre ambas comunidades: *C.hryso-hypnum*

diminutivum (Hampe) W.R. Buck, *Fissidens limbatus* Sull., *Pilotrichella flexilis* (Hedw.) Ångstr. y *S. cuspidiferum* Mitt. Estos resultados son superiores a las 31 especies de musgos reportadas en Cuscatlania, Menzel (1991) para el PNM, sin embargo, solo 3 especies coinciden con esta investigación: *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid., *C. diminutivum* (Hampe) W.R. Buck y *Racomitrium tomentosum* (Hedw.) Brid.

La composición y riqueza de especies de las comunidades estudiadas presentaron heterogeneidad, ya que el BN tuvo mayor riqueza de especies, lo cual concuerda con González et al. (2003) y Serrano (1992), quienes establecen que los bosques con valores altos de precipitación y niebla, presentan mayor diversidad y cobertura de briofitos por la disponibilidad de agua, que es esencial para el desarrollo de esas especies.

La familia más diversa fue Sematophyllaceae, con 7 especies, de las cuales, 5 corresponden al género *Sematophyllum*, esto concuerda con Mateo (2011), que determinó la diversidad de musgos en un bosque nublado de la Reserva Científica Ébano Verde, La Vega, República Dominicana, en la que reportó para dicha familia 14 especies, con amplia distribución en el área de estudio; lo cual es concordante con esta investigación, ya que dicha familia se reportó en ambas comunidades y en la mayoría de sustratos; asimismo, Campos et al. (2008), establecen que la familia Sematophyllaceae se distribuye desde bosques cálidos tropicales hasta los bosques alto-andinos y Gradstein et al. (2001), reportan la distribución del género *Sematophyllum* desde bosques húmedos a semisecos de tierras bajas a bosques montanos superiores, de cerca del nivel del mar hasta los 4,000 msnm. Con relación al sustrato, ambos autores establecen mayor preferencia por suelo, corteza de árboles y arbustos, rocas y madera en descomposición, similares a los de esta investigación.

La familia Dicranaceae también presentó alta riqueza de especies, con 7, siendo el

género *Campylopus* el más representativo, con 3 especies reportadas para el BN, esto concuerda con Mateo (2011), que determinó mayor número de especies (10) para la familia Dicranaceae y con Churchill y Linares (1995), quienes establecen que dicha familia se distribuye desde bosques tropicales húmedos hasta bosques alto-andinos, paramos, sabanas y bosques semi-secos, bosques secundarios y áreas perturbadas; en sustratos como suelo, humus, madera en descomposición, rocas, corteza de árboles y arbustos, sin embargo, *Campylopus* no tuvo presencia en el BSC en este estudio, posiblemente no se recolectó durante los muestreos.

Por otra parte, la familia monotípica Fissidentaceae con el género *Fissidens* y 7 especies registradas para este estudio (4 en cada comunidad), concuerda con Fernandes et al. (2016) quienes establecieron que Fissidentaceae presentó la mayor riqueza de especies y amplia distribución, en un análisis florístico en Caatinga, Brasil. En el mismo sentido, Gradstein et al. (2001), establecen que esas especies se distribuyen en sitios sombreados y húmedos, en el suelo, rocas asociadas con arroyos, y troncos inferiores de árboles y algunas especies acuáticas; en tierras bajas húmedas o húmedas a bosques montanos superiores, en áreas abiertas lo suficientemente húmedas, hasta el zacatonal, páramo y desde cerca del nivel del mar hasta los 4,450 msnm.

De la familia Pilotrichaceae se reporta al género *Cyclodictyon*, con 2 especies en el BN, este resultado concuerda con los de Gradstein et al. (2001), que reportan la distribución de ese género en bosques húmedos tropicales hasta bosques alto-andinos, de los 850 a 2,900 msnm, en corteza de troncos y ramas de árboles, suelo, roca y materia orgánica en descomposición. Asimismo, Campos et al. (2008), reportan que la distribución va de 0 a 3,900 msnm, en suelo y ocasionalmente en rocas, considerando a ese género, con amplia distribución altitudinal.

Tanto la riqueza de especies como la distribución de las familias Sematophyllaceae, Dicranaceae, Fissidentaceae y Pilotricaceae podría deberse a los promedios de temperatura y humedad relativa predominantes, lo cual concuerda con Ramírez (2009), quien menciona que la distribución y la riqueza de especies de musgos se incrementa en un gradiente altitudinal a medida que se asciende.

La familia Anomodontaceae se encuentra entre las 10 familias con un solo género, *Herpetineuron* reportado en el BN a 2,056 msnm, resultado similar al de Gradstein et al. (2001), que lo reportan creciendo en suelo, rocas y troncos de árboles en bosques montanos abiertos a elevaciones de 800 a 2,900 msnm; en ese mismo sentido, la familia Bartramiaceae, con el género *Bartramia*, con registro solo en el BSC a 798 msnm, concuerda con los mismos autores, quienes establecen que ese género es común en boques tropicales hasta alto-andinos y distribución altitudinal entre 200 a 3,500 msnm, sin embargo, en el Parque Nacional Montecristo ambas especies tuvieron distribución limitada.

La familia Racopilaceae, con el género *Racopilum*, se reportó en el BSC a 1,250 msnm, Churchill y Linares (1995), reportaron la distribución de este género en bosques húmedos a muy húmedos, de zonas bajas a altas entre los 340 a 3,400 msnm, en troncos y ramas de árboles y arbustos, trozos de madera, suelo y rocas, lo cual concuerda con estos resultados.

En términos de frecuencia, en el BN las especies más frecuentes fueron *A. estrellae* (Müll. Hal.) y *P. longirostre* (Hook.) Mitt., reportadas en 3 de 8 transectos, esto concuerda con Mateo (2011), que reportó a *A. estrellae* (Müll. Hal.) en 3 de 7 transectos en un bosque nebuloso, por su parte, Do Carmo et al. (2016), registraron a *P. longirostre* (Hook.) Mitt. en 2 de 6 transectos, en un bosque lluvioso denso de montaña en el Parque Estadual da Serra do Mar, Brasil; para ambas especies se considera que su frecuencia

es media, tanto para las del BN como las reportadas por estos autores.

Las especies *Ctenidium malacodes* Mitt. y *Sematophyllum swartzii* (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum tuvieron baja frecuencia, con registro en 2 de 8 transectos; esto concuerda con Herrera y Martínez (2014), que registraron a *S. swartzii* (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum en 5 de 12 transectos, por lo que se considera que tiene frecuencia media. Por otra parte, Lozano y Esquivel (2016), registraron a *C. malacodes* Mitt. en 4 de 4 transectos, por lo que su frecuencia absoluta es muy alta.

Por otra parte, en el BSC las especies más frecuentes fueron *Octoblepharum albidum* Hedw. y *Sematophyllum galipense* (Müll. Hal.) Mitt. en 3 de 8 transectos, similar a lo reportado por Lopes et al. (2016), que registraron a *S. galipense* (Müll. Hal.) Mitt. en 2 de 8 transectos, mostrando baja frecuencia en ambos casos. En cambio, Cataño (2018), registro a *O. albidum* Hedw. en 4 de 4 transectos, por lo que su frecuencia es muy alta. Otras especies que tuvieron baja frecuencia en el BSC fueron *Sematophyllum cuspidiferum* Mitt. y *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid., en 2 de 8 transectos, datos similares a los Herrera y Martínez (2014), que reportaron a *S. cuspidiferum* Mitt. en 5 de 12 transectos. Por otra parte, Soloaga (2014), registró a *R. tomentosum* (Hedw.) Brid. en tres de cuatro transectos, por lo que su frecuencia es alta, contrario a este estudio, que fue baja.

Con base al sustrato, los musgos cortícolas o de hábito epifito fueron los más representativos, con 58 muestras en el BN y 18 en BSC, esta preferencia puede deberse a lo propuesto por Barkman (1958), Lesica y Antibus (1991), quienes establecen que las propiedades de la corteza: dureza, rugosidad, estabilidad y composición química, pueden ejercer una influencia positiva sobre el epifitismo.

En segundo lugar se ubican los musgos rupícolas, con 15 especies para el BSC y 7 para el BN, esta diferencia posiblemente se deba a

la distribución y ubicación de los transectos de muestreo, ya que se establecieron donde se observó mayor presencia de briofitos, en el BSC de 8 transectos, 6 se establecieron cerca de riachuelos o quebradas, mientras que en el BN 4 de 8 transectos se establecieron cerca de riachuelos o quebradas; esto concuerda con Pinzón y Linares (2006), que establecen que la alta riqueza específica de musgos en las rocas podría deberse a la elevada cantidad de fisuras y agujeros en los que se acumula polvo, materia orgánica y agua de manera temporal, lo que favorece el desarrollo de un buen número de especies, principalmente acrocárpicas.

Los musgos tuvieron menor preferencia por el suelo, con 5 especies para el BN y una para el BSC, lo cual concuerda con lo propuesto por Frahm (2003), la baja presencia de musgos en el suelo puede deberse a la cantidad de hojarasca y su rápida descomposición, lo que limita la diversidad de especies de musgo.

Parámetros ambientales

La temperatura y la humedad relativa en el BN con promedios de 16.3 ± 0.4 °C y 90.3% respectivamente, en el periodo de muestreo, y riqueza de 43 especies, comparado con el BSC, con promedios de temperatura y humedad relativa de 20.6 ± 0.3 °C y 80.9% respectivamente y riqueza de 23 especies, concuerda con Soloaga (2014), que registró para un clima tropical de selva alta, a 1,650 msnm, la mayor riqueza de especies a temperatura de 25.7 °C y humedad relativa del 87%; asimismo, estableció que valores de humedad relativa por debajo del 80%, los individuos se secan y disminuye la riqueza de especies; por su parte, Gimingham y Birse (1957), establecen en términos generales que ciertas condiciones ambientales al interior de cada punto o hábitat, puede favorecer o no a ciertas especies de musgo.

Índice de similitud de Jaccard

De acuerdo el valor estimado con el índice de similitud de Jaccard, hay baja similitud

entre ambas comunidades de musgo, con 0.0645 (6.4%) de similitud, por lo que el grado de disimilitud o complementariedad es muy alto, 0.935 (93.6%), siendo ambas comunidades disimiles en la composición de especies. Esto concuerda con Zepeda et al. (2014), que analizaron la composición de especies de musgos epifitos empleando el índice de similitud de Jaccard, obteniendo baja similitud promedio, de 0.30 y mayor complementariedad promedio, de 0.70. Asimismo, Bolaños (2012) aplicando el mismo índice, obtuvo el 0.4 de similitud de especies de musgo en el Río Cocuy y la Quebrada Juntas, Ecuador.

CONCLUSIONES

El bosque nebuloso presentó la mayor riqueza de especies de musgos, 43 (65%) y la familia Sematophyllaceae fue más representativa por frecuencia de especies, en cambio, el bosque subcaducifolio tuvo menor riqueza de especies, 23 (35%) y la familia más representativa fue Fissidentaceae; ambas familias tuvieron mayor diversidad de especies y amplia distribución.

En el bosque nebuloso las dos especies más frecuentes fueron, *Acroporium estrellae* Müll. Hal.) W.R.Buck & Schäff.-Verw. y *Porotrichum longirostre* (Hook.) Mitt., mientras que en el bosque subcaducifolio fueron *Octoblepharum albidum* Hedw. y *Sematophyllum galipense* (Müll. Hal.) Mitt., en ambos casos la frecuencia absoluta fue media.

Las comunidades de musgos del BN y el BSC en el Parque Nacional Montecristo presentaron baja similitud en la composición de especies (6.45%) según el Índice de Jaccard.

La preferencia de sustratos tuvo una diferencia muy marcada, los musgos en corteza de árbol tuvieron mayor presencia tanto en el BN como en el BSC, las rocas y el suelo presentaron menor preferencia en ambos sitios.

Con respecto a las variables ambientales, el promedio de temperatura fue menor en el BN, lo cual favorece mayores valores de humedad relativa, posiblemente estas variables estén condicionando la riqueza y distribución de especies de musgos.

RECOMENDACIONES

Elaborar un catálogo de especies de musgos del Parque Nacional Montecristo, para compartir el conocimiento con la población y contribuir a la protección de estas especies.

Investigar la distribución altitudinal de briofitos en otros sitios del Parque para determinar la relación entre la altitud y la diversidad de especies, además de identificar la especificidad de forofitos y otros sustratos.

Establecer líneas de investigación de los briofitos de El Salvador sobre la diversidad, la abundancia, los usos etnobotánicos y ecología de musgos en los diferentes ecosistemas de El Salvador, debido al poco conocimiento de estas plantas.

Establecer medidas de protección para los musgos e incluirlos en los listados de especies amenazadas y en peligro de extinción.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Biología y al Centro de Investigación y Desarrollo en Salud - CENSALUD UES por permitirme el uso sus instalaciones y equipo como microscopio, estereoscopio y cámaras, indispensables para la identificación taxonómica de los musgos.

Al Herbario ITIC de la Universidad de El Salvador, en especial a M. Sc. Nohemy E. Ventura Centeno por su ayuda y permitirme el ingreso al herbario para comparar las muestras.

Al Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MHES) y al Herbario LAGU de la

Asociación Jardín Botánico La Laguna, por el apoyo en la revisión de muestras de sus colecciones.

Al Dr. Ángel Motito Marín (BIOECO Cuba) y al Dr. Juan Larraín (Pontificia Católica de Valparaíso, Chile) por sus consejos y ayuda en la identificación de algunas especies, además transmitirme sus conocimientos y material para la identificación de musgos.

A la dirección del Parque Nacional Montecristo, en especial la Lcda. Nohemy Guerra por el apoyo en la investigación y a todos los guardarrecursos, principalmente a Don Aníbal Meza por acompañarme en los recorridos y por su interés en la investigación.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (1998). *Primer informe de riqueza y estado de la biodiversidad de Panamá*. República de Panamá.
- Ardiles Huerta, V., Cuvertino Santoni, J., & Osorio Zúñiga, F. (2008). *Guía de campo: briófitas de los bosques templados australes de Chile*. Corporación Chilena de la Madera.
- Barkman, J. J. (1958). *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorcum & Comp. <https://doi.org/10.1017/S0024282971000227>
- Bolaños Rivera, G. Y. (2012). *Briófitas reófilas de la parte alta de la quebrada Juntas y el río Cocuy del departamento del Cauca, Colombia* [Tesis de maestría, Universidad del Valle]. <https://hdl.handle.net/10893/9953>
- Búcaro, R. D., Bruggeman-Nannenga, M. A., & Stech, M. (2016). Bryoflora Salvadorensis. 2. Fissidens (Fissidentaceae, Bryophyta), new additions. *Lindbergia*, 39, 24–28. <https://doi.org/10.25227/linbg.01075>

- Búcaro, R. D., Touw, A., & Stech, M. (2012). Bryoflora Salvadorensis I: Introduction and contributions to the moss flora of El Salvador. *Tropical Bryology*, 34, 1–11. <https://doi.org/10.11646/bde.34.1.1>
- Buck, W. R. (1998). *Pleurocarpous mosses of the West Indies*. The New York Botanical Garden. <https://doi.org/10.2307/3244482>
- Campos, S., Uribe, J., & Aguirre, C. (2008). *Santa María: líquenes, hepáticas y musgos*. Instituto de Ciencias Naturales.
- Castillo, A. P., & Benítez, A. (2015). Patrones de abundancia y riqueza de componentes de la costra biológica del suelo en un matorral seco del sur de Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7(1), 88–97. <https://doi.org/10.18272/aci.v7i1.228>
- Cataño, E., Uribe, J., & Campos, L. (2014). Diversidad de hepáticas y musgos en turberas del Nevado del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 36, 217–229. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/61973>
- Cataño Díaz, E. A. (2018). *Diversidad de musgos y hepáticas en troncos en descomposición en el departamento de Amazonas, Colombia* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69203>
- Churchill, S. P., & Linares, E. L. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis* (Parte I). Instituto de Ciencias Naturales.
- Churchill, S. P., & Linares, E. L. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis* (Parte II). Instituto de Ciencias Naturales.
- Curtis, H., & Barnes, S. N. (2004). *Biología* (6.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Menzel, M. (1991). Bryophyta: Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida. *Cuscatlania*, 1(5). Jardín Botánico La Laguna.
- Cuspoca Parra, J. D., Posada García, J. A., & Posada, R. C. (1999). *Guía ilustrada de los briófitos del parque Arví (Piedras Blancas)*. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Delgadillo, M. C., & Cárdenas, M. A. (1990). *Manual de briofitas* (Vol. 2, pp. 27–34).
- Do Carmo, D. M., De Lima, J. S., Amélio, L. D., & Fernandes, D. (2016). Briófitas do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo de Santa Virgínia, Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 43(2), 265–287. https://www.researchgate.net/publication/305111171_Briofitas_do_Parque_Estadual_da_Serra_do_Mar_Nucleo_de_Santa_Virginia_Estado_de_Sao_Paulo_Brasil
- Drehwald, U. (1998). Cambios en la vegetación briofítica en Bolivia, Ecuador y Perú (pp. 278–309).
- Duarte Bello, P. P. (1997). *Musgos de Cuba*. *Fontqueria*, 47.
- Fernandes de Souza, E. R., Gomes-Rufino, M. K., Fernandes Lopes, A. R., Ramos de Almeida, G., & Rangel Germano, S. (2016). Florística de musgo de uma área de Caatinga. *Diversidade do Semiárido*.
- Frahm, J. P. (2003). *Manual of tropical bryology*.
- García Martínez, S., Basilio Banqueth, H. J., Herazo Vitola, F. Y., Mercado-Gómez, D., & Morales Puentes, M. E. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 19(1), 41–52.
- Gil Nova, J. E., & Cuta Alarcón, L. E. (2017). Riqueza y distribución de musgos en un bosque subandino en Bolívar-Santander, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1397–1406.
- Gil Nova, J. E., & Morales Puentes, M. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 719–727.
- Gimingham, C. H., & Birse, E. M. (1957). Ecological studies on growth-form in bryophytes. *Journal of Ecology*, 45, 533–545. <https://doi.org/10.2307/2256900>

- Girón, L., Morales, A., Rodríguez Girón, M., & Romero, M. (2014). *Murciélagos de la familia Phyllostomidae en el Parque Nacional Montecristo, El Salvador*.
- Glime, M. J. (2007). Economic and ethnic uses of bryophytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 27, 14–41.
- Glime, M. J. (2008). *Bryophyte ecology* (Vol. 5). Michigan Technological University.
- Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Salazar Allen, N. (2001). Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 86, 1–577.
- González Mancebo, J. M., Losada Lima, A., & Patiño Llorantes, J. (2003). Sobre la variación de la biodiversidad de briófitos en el Parque Nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias). *Vieraea*, 31, 421–445.
- Handal, A. (2011). *Montecristo: capital natural compartido: Guatemala, Honduras y El Salvador*. Impresiones Digitales Diversas.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). McGraw-Hill.
- Herrera Paniagua, P., & Martínez, M. (2014). Musgos de bosques húmedos de montaña en la Sierra Madre Oriental: Nuevos registros regionales. *Botanical Sciences*, 92(1), 81–88.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2001). *Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad*.
- Izco, J., Barreno, E., Brugués, M., Costa, M., Devesa, J. A., Fernández, F., Gallardo, T., Llimona, X., Prada, C., Talavera, S., & Valdés, B. (2004). *Botánica* (2.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2nd ed.). Benjamin Cummings.
- Lesica, P., & Antibus, R. K. (1991). Canopy soils and epiphyte richness. *Research and Exploration*, 7, 156–165.
- Lopes, M. O., Pietrobon, R. C., de Andrade, A. T. D., & Costa, D. P. (2014). Diversidade de briófitos da Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba, São Francisco de Itabapoana, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 12(1), 1–7.
- Lozano Guzmán, C., & Esquivel, H. E. (2016). Diversidad y claves de los musgos del páramo de Anaime, Cajamarca (Tolima, Colombia). *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 28, 35–45.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Mateo Jiménez, A. L. (2011). *Diversidad de musgos (Bryophyta) de la Reserva Científica Ébano Verde, La Vega, República Dominicana* [Tesis de licenciatura]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30972.46726>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). *Cobertura vegetal de la República de El Salvador*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2012). *Clasificación de ríos por cuencas hidrográficas de El Salvador*. <https://studylib.es/doc/5486478/clasificaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos-por-cuencas-hidrogr%C3%A1ficas-de-el-sal>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2005). *Estado del conocimiento de la biodiversidad de El Salvador*. <https://docslib.org/doc/5679308/estado-del-conocimiento-de-la-biodiversidad-en-el-salvador-documento-final>

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2010). *Guía flores y frutos: Parque Nacional Montecristo*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2012). *Ley del medio ambiente*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2015). *Boletín climático anual*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (s. f.). *Áreas naturales protegidas*. <https://www.elsalvadmipais.com/areas-protegidas-de-el-salvador>
- Morales Baquero, C. P., Ospino Cerpa, J. D., JiménezVásquez, J. A., BerbénHenríquez, A. M., & Negritto, M. A. (2017). Briofitos: Un mundo en miniatura. *Infoflora: Boletín de Botánica*. <https://library.co/document/y6erppdn-bri%C3%B3fitos-un-mundo-en-miniatura.html>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). M & T-Manuales y Tesis SEA.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*.
- Newmaster, S. G., Belland, R. J., Arsenault, A., Vitt, D. H., & Stephens, T. R. (2005). The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity.
- Pinzón, M., & Linares, E. L. (2006). Diversidad de líquenes y briófitos en la región subxerofítica de La Herrera, Mosquera (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 28(2), 243–257. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0366-52322006000200008&script=sci_arttext
- Proctor, M. (1982). Physiological ecology: Water relations, light and temperature responses. En A. Smith (Ed.), *Bryophyte ecology* (pp. 113–168). Chapman and Hall. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754807.007>
- RamírezPadilla, B. R. (2009). *Riqueza y distribución de musgos en el departamento del Cauca, Colombia*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682013000200002&script=sci_arttext
- Reyna Vásquez, M. L. (1979). *Vegetación arbórea del bosque nebuloso de Montecristo* [Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador].
- Rovere, E. A., & Calabrese, G. M. (2011). Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 571–580. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000400009>
- Salazar, A. N., De Gracia, E. J., & Chung, C. (2015). Aportes al catálogo de musgos de Guatemala. En E. B. Cano (Ed.), *Biodiversidad de Guatemala*.
- Serrano Núñez, Y. (1992). *Estudio poblacional de los musgos de diferentes sectores con alteración ecológica en el municipio de Bayamón, Puerto Rico* [Tesis doctoral]. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/f3be5ecb-efa3-4787-acd9-f6277eff8f8c/content>
- Shacklette, H. T. (1984). The use of aquatic bryophytes in prospecting. *Journal of Geochemical Exploration*, 21, 89–93. [https://doi.org/10.1016/0375-6742\(84\)90036-0](https://doi.org/10.1016/0375-6742(84)90036-0)
- Sharp, A. J., Crum, H. A., & Eckel, P. M. (1994). *The moss flora of Mexico* (Part I). New York Botanical Garden.
- Sharp, A. J., Crum, H. A., & Eckel, P. M. (1994). *The moss flora of Mexico* (Part II). New York Botanical Garden. <https://doi.org/10.21829/abm33.1995.1125>
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). (2015). *Boletín climatológico anual*.
- Soloaga Huamán, M. A. (2014). *Diversidad de*

musgos en cuatro tipos de uso de suelo en Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú [Tesis de ingeniería en recursos naturales renovables]. <https://library.co/document/yee77v4y-diversidad-musgos-caserio-agustin-distrito-hermilio-valdizan-huanuco.html>

Sutherland, N. C. H. (2004). La colección de musgos del Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. *Ceiba*, 45, 69–105. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b27e5945-3e1b-44a7-aa33-89de8753ee2a/content>

Vanderpoorten, A., Papp, B., & Gradstein, S. R. (2010). Sampling of bryophytes. En J. Eymann, J. DeGreef, C. Häuser, J. C. Monje, Y. Samyn, & D. VandenSpiegel (Eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring* (pp. 340–354). ABC Taxa.

Vásquez Vélez, A. I. (2014). Estructura y diversidad de la vegetación del Parque Nacional Natural de la Isla de Gorgona, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 62, 13–26. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000500002

Zepeda Gómez, C., Ávila Pérez, P., Díaz García, U. S., Alanís Martínez, Y., Zarazúa Ortega, G., & Amaya Chávez, A. (2014). Diversidad de musgos epífitos de la zona metropolitana del Valle de Toluca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 108–124. <https://doi.org/10.7550/rmb.35456>