



Briófitas corticícolas del Parque Nacional Camino de Cruces, Panamá

Corticulous bryophytes of the Camino de Cruces National Park Panama

Melissa R. Toribio

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Panamá.
melissa.rodriguez@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0000-4135-0240>

Nayda Flores

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Botánica, Panamá. nayda.flores@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5258-3004>

Carlos P. Guerra Torres

Universidad de Panamá, Proyecto Alianza Panameña de la Torre de Observación de Carbono (PANACOTA), Panamá. guerrcarlos@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5489-9216>

Fecha de recepción: 20 de febrero de 2025

Fecha de aceptación: 14 de mayo de 2026

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v8n2.a10895>

RESUMEN

Se estudió la riqueza, composición y distribución vertical de briófitas corticícolas en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC), con el objetivo de determinar la diversidad alfa de briófitas en un bosque de tierras bajas de Panamá. El muestreo se realizó dentro de una parcela de 1ha, en diez árboles mayores a 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho). Se realizaron colectas de briófitas en los cuatro puntos cardinales y en dos niveles de altura en cada árbol. El muestreo generó 330 registros, identificando 22 especies en 12 familias. De estas especies, 18 corresponden a musgos y cuatro a hepáticas. Las familias más diversas fueron Thuidiaceae con cuatro especies, seguida por Lejeuneaceae y Calymperaceae con tres especies cada una. Las cuatro formas de vida predominantes fueron, tapiz con 41%, seguido de césped corto, cola y tapiz liso, cada una con 14%. El 59 % de las especies son generalistas y 41 % son epífitas de sombra. El 27 % de las especies presentan una distribución neotropical. Este trabajo contribuye a llenar los vacíos de información sobre la diversidad de los bosques de tierras bajas, debido a la escasez de datos sobre briófitas en este tipo de bosques.



PALABRAS CLAVE

Bosques de tierras bajas, corticícolas, formas de vida, hepáticas, musgos.

ABSTRACT

We studied the richness, composition and vertical distribution of corticolous bryophytes in the Camino de Cruces National Park (PNCC), in order to determine the alpha diversity of bryophytes in a Panamanian lowland forest. Sampling was carried out within a 1-ha plot, on ten trees with a BHD greater than 10 cm. We collected bryophytes in all four cardinal points and at two height levels of each tree. 330 registries resulted from sampling, identifying 22 species within 12 families. 18 species corresponded to mosses and 4 to liverworts. The most diverse families include Thuidiaceae, with 4 species; followed by Lejeuneaceae and Calymperaceae, with three species each. The four predominant life-forms were: mat (41%), short turf, tail and smooth mat, each with 14%. 59% of species are generalists, while 41% are shade epiphytes. 27% of species have a neotropical distribution. This work contributes in filling the gaps in information on lowland forests' diversity, due to the limited amount of data regarding bryophytes in this type of forest.

KEYWORDS

Lowland forests, corticolous, life forms, liverworts, mosses.

INTRODUCCIÓN

Las briófitas representan a un grupo de plantas terrestres que surgió en el Cámbrico-Ordovicio tardío, hace aproximadamente 480 millones de años (Bechteler *et al.*, 2023; Harris *et al.*, 2022). Se distinguen por su sistema de conducción de agua y alimentos, en general poco desarrollado, por la ausencia de raíces, hojas y tallos verdaderos y en especial, por su ciclo de vida que es único entre todas las plantas, ya que el esporófito es reducido y depende en gran medida del gametófito para su desarrollo y nutrición, siendo este último, la generación dominante (Gradstein *et al.*, 2001).

Son plantas de hábitats húmedos, están presentes en gran variedad de sustratos que incluyen suelo, corteza de árboles, hojas, rocas, madera en descomposición, estiércol y cadáveres de animales (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). A nivel mundial, las briófitas incluyen aproximadamente 15 000 especies y comprenden 3 divisiones, Bryophyta (musgos), Marchantiophyta (hepáticas) y Anthocerothophyta (antocerotes) (Gradstein *et al.*, 2001). En Panamá, se registran 752 especies de musgos, 491 especies de hepáticas y 17 especies de antocerotes (Salazar Allen *et al.*, 2022).

Por su dependencia a la humedad, las briófitas son plantas que presentan mayor crecimiento y abundancia en los bosques nubosos de tierras altas, razón por la cual la mayoría de los estudios se han realizado en este tipo de bosques (Chung, 1995; Acebey *et*



al., 2003; Costa & Lima, 2005; Rodríguez-Quiel *et al.*, 2010, 2019; Guerra *et al.*, 2020; Rodríguez-Quiel *et al.*, 2022). Uno de los estudios preliminares de la flora de musgos de Panamá (Salazar Allen & Crosby, 1985), establece que la mayor cantidad de especies se encuentra entre los 800 m y 2 600 m de altitud, en las provincias de Darién y Chiriquí.

Los estudios en bosques de tierras bajas siguen siendo escasos, a pesar de que el 70 % del país presenta alturas por debajo de los 700 metros (ANAM-BID, 2010). En isla Barro Colorado se reportaron 81 especies de musgos, siendo las familias más diversas Hookeriaceae, Fissidentaceae y Calymperaceae (Salazar Allen *et al.*, 1991).

En otro estudio realizado por Gradstein & Salazar Allen (1992), en el gradiente altitudinal de Cerro Pirre en Darién, se encontró mayor cantidad de hepáticas, unas 86 especies de las cuales 19 especies eran de tierras bajas (0 m - 100 m). Salazar Allen & Chung (1997), reportaron en el Parque Nacional Coiba un total de 56 especies distribuidas en 49 especies de musgos, 7 especies de hepáticas y un solo género de antocerotes (*Notothylas*).

Dauphin *et al.* (2022), en Isla Barro Colorado, reportaron 85 especies de hepáticas, la mayoría de la familia Lejeuneaceae. Salazar Allen *et al.* (2022), registraron 26 especies de hepáticas y siete especies de musgos en los manglares de la provincia de Bocas del Toro.

Este estudio se realizó con la finalidad de determinar la diversidad y composición de briófitas corticícolas en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC). Este estudio es de importancia porque permitirá llenar los vacíos de información sobre la diversidad en los bosques de tierras bajas, además ampliará el conocimiento sobre la diversidad de briófitas de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Parque Nacional Camino de Cruces (PNCC), ubicado en el corregimiento de Ancón, distrito de Panamá, provincia de Panamá (Figura 1). El área protegida posee una superficie de 4 780 ha, de acuerdo con la resolución N° DM-0392-2016 el área de estudio se encuentra en el polígono CD01-04 (Ministerio de Ambiente, 2016).

El PNCC presenta un Bosque Húmedo Tropical (bh-T), según las zonas de vida de Holdridge, presenta temperaturas de 24 °C a 26 °C y precipitación de 1 850 mm – 3 400 mm (ANAM-BID, 2010; IGNTG, 2016). Según el sistema de la UNESCO para Panamá, la clasificación del tipo de vegetación para el área de estudio corresponde a bosquesemicaducifolio tropical de tierras bajas bastante intervenido (ANAM-BID, 2010; IGNTG, 2016).

Muestreo, recolección e identificación taxonómica

El muestreo consistió en colectas de briófitas corticícolas dentro de una parcela de 500 m x 20 m en la época lluviosa. Modificando el protocolo de Gradstein *et al.* (2003), se seleccionaron 10 árboles de diferentes familias y especies, mayores a 10 cm de DAP



(diámetro a la altura del pecho). Cada árbol fue georreferenciado, utilizando un GPS y se marcó con cinta reflectiva. En cada árbol se efectuaron colectas en los cuatro puntos cardinales en dos niveles de altura (0 cm-100 cm y 101 cm-200 cm). Para determinar la cobertura de briófitas se colocó una cuadrícula 20 cm x 30 cm en cada nivel. La distribución de las especies en los dos niveles de altura del hospedador, se clasificaron según los grupos ecológicos, de acuerdo con su tolerancia a la intensidad lumínica en generalistas, epífitas de sol y epífitas de sombra (Cornelissen & Steege, 1989; Dos Santos *et al.*, 2011; Fagundes *et al.*, 2016; Gradstein *et al.*, 2001).

Figura 1

Ubicación geográfica del Parque Nacional Camino de cruces, fuente ArcGIS 2024



Se determinaron las formas de vida de las briófitas corticícolas de acuerdo con Bates (1998) y Delgadillo *et al.* (2022). Para la identificación de las briófitas se utilizó un microscopio binocular Olympus CX21 y un estereomicroscopio Olympus SZ. Las especies fueron identificadas utilizando literatura especializada para musgos y hepáticas (Allen, 1994, 2010,



2018; Gradstein, 2001, 2021; Gradstein & Da Costa, 2003; Sharp *et al.*, 1994; Reiner-Drehwald, 1995).

La clasificación taxonómica sigue a Churchill *et al.* (2020) para Bryophyta (musgos) y Grandall-Stotler *et al.* (2009) para Marchantiophyta (hepáticas). La distribución mundial de especies de musgos se basa en el sitio web del Tropicos (<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>), Andean Bryophytes (<http://legacy.tropicos.org/projectwebportal.aspx?pagename=Home&projectid=21>) y para las hepáticas (Gradstein, 2021). El material identificado fue comparado e incorporado a la Sección de Briófitas y Líquenes del Herbario de la Universidad de Panamá (PMA).

RESULTADOS

A partir de 330 muestras recolectadas en diez árboles dentro de la parcela se registraron 22 especies, distribuidas en 16 géneros y 12 familias. De estas especies, 18 (81,8%) corresponden a musgos y 4 (18,2 %) a hepáticas. Los musgos estuvieron representados con 12 géneros y 10 familias, las hepáticas con 4 géneros y 2 familias.

Las seis familias más diversas, comprenden el 73,9 % (17 especies) de la riqueza total y el 26,1 % (5 especies) de las familias restantes están representadas por una especie. Thuidiaceae fue la más diversa con cuatro especies, seguida por Lejeuneaceae y Calymperaceae con tres especies cada una y Fissidentaceae, Neckeraceae y Pilotrichaceae con dos especies cada una (Figura 2).

La distribución geográfica muestra 6 especies (27 %) son del neotrópico, seguido de la región Pantropical y África-América Tropical con 5 especies (23%) cada una, continua América tropical con 4 especies (18 %) y una especie para Mesoamérica y Asia-América Tropical (tabla 1). Se registraron 7 formas de vida, la predominante fue tapiz con 9 especies (41%), seguido de césped corto, cola y tapiz liso, cada uno con 3 especies (14%), abanico con 2 especies (9%) y una especie (4%) para las formas dendroide y pendiente. Los musgos acrocárpicos mostraron dos formas de vida, abanicos y césped corto, en cambio los pleurocárpicos cuatro formas de vida: cola, dendroide, pendiente y tapiz (Figura 3). Las formas de vida predominantes para musgos pleurocárpicos fueron el tapiz y para musgos acrocárpicos fue césped corto. Las hepáticas fueron representadas por una sola forma de vida, el tapiz liso (tabla 2). En cuanto a los grupos ecológicos, el 59 % de las especies son generalistas y 41% son epífitas de sombra. El grupo de las epífitas de sol no estuvo representado por ninguna especie.

Figura 2

Riqueza de briófitas corticícolas del Parque Nacional Camino de Cruces



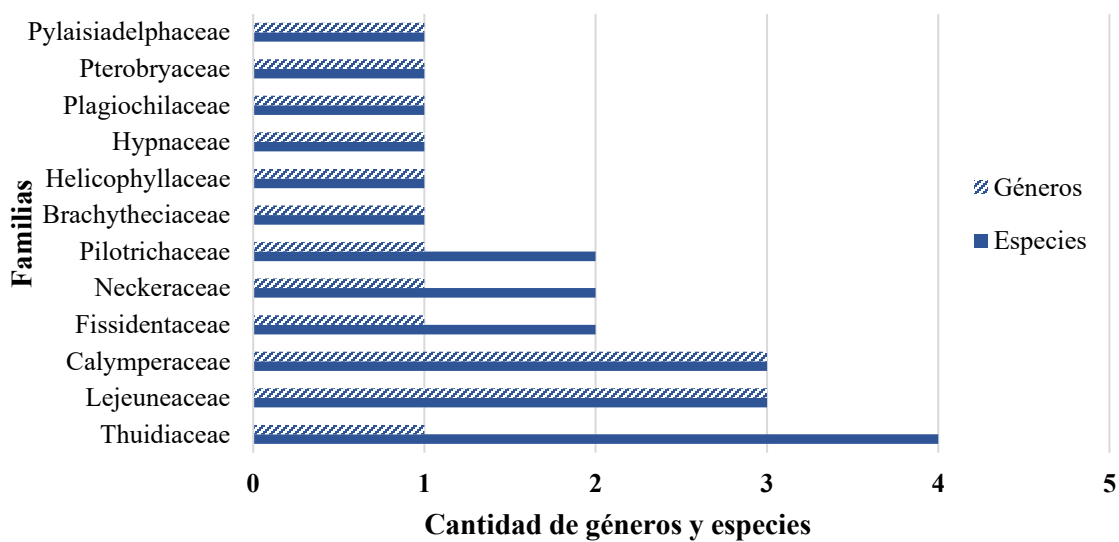
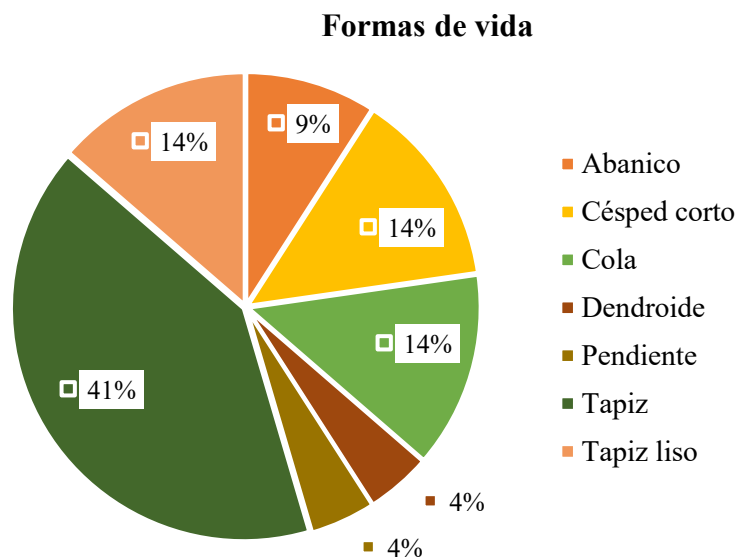


Figura 3
Formas de vida de briófitas corticícolas en el PNCC.

Tabla 1
Especies de briófitas corticícolas. El primer número dentro del paréntesis indica el número de géneros; el segundo número el de las especies en sus respectivas familias. Neo= neotropical, Pan= Pantropical, Áfri y Amé= África y América tropical, Asi y Amé= Asia y América tropical, Mes= Mesoamérica. Grupos ecológicos, Gen= generalistas y Eps= Epífitas de sombra.



División Bryophyta			
Familias	Especies	Distribución Mundial	Grupos ecológicos
Brachytheciaceae (1/1)	<i>Zelometeorium recurvifolium</i> (Hornsch.) Manuel	Neo	Gen
Calymperaceae (3/3)	<i>Calymperes afzelii</i> Sw.	Pan	Gen
	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	Pan	Gen
	<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr. var. <i>incompletus</i>	Áfri-Amé	Gen
Fissidentaceae (1/2)	<i>Fissidens pallidinervis</i> Mitt.	Áfri-Amé	Gen
	<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	Pan	Gen
Helicophyllaceae (1/1)	<i>Helicophyllum torquatum</i> (Hook.) Brid.	Neo	Gen
Hypnaceae (1/1)	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck	Neo	Gen
Neckeraceae (1/2)	<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	Áfri-Amé	Gen
	<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	Asi-Amé	Gen
Pilotrichaceae (1/2)	<i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Ångstr.	Amé	Eps
	<i>Callicostella callicostelloides</i> (Herzog & Thér.) B. H. Allen	Mes	Eps
Pterobryaceae (1/1)	<i>Pirella pohlii</i> (Schwägr.) Cardot	Amé	Eps
Pylaisiadelphaceae (1/1)	<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	Áfri-Amé	Gen
Thuidiaceae (1/4)	<i>Pelekium involvens</i> (Hedw.) Touw	Áfri-Amé	Eps
	<i>Pelekium scabrosulum</i> (Mitt.) Touw	Neo	Eps
	<i>Pelekium schistocalyx</i> (Müll. Hal.) Touw	Neo	Eps
	<i>Pelekium</i> sp.	Neo	Eps
División Marchantiophyta			
Lejeuneaceae (3/3)	<i>Caudalejeunea lehmanniana</i> (Gottsche) A. Evans	Pan	Gen
	<i>Lejeunea</i> sp.	Pan	Gen
	<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle	Amé	Eps
Plagiochilaceae (1/1)	<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	Amé	Gen

Tabla 2

Briófitas corticícolas según la posición del esporofito y formas de vida. Esporófito, Acr = acrocárpico, Ple = pleurocárpico; Formas de vida, Aba = abanico, Ces = césped, Col = cola, Den = dendroide, Pend = Pendiente, Tap = Tapiz y Tapl = tapiz liso; Voucher, MR=Melissa Rodríguez, na= no aplica.



División Bryophyta	Esporófito	Formas de vida	Voucher
<i>Callicostella callicostelloides</i> (Herzog & Thér.) B. H. Allen	Ple	Tap	MR121
<i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Ångstr.	Ple	Tap	MR120
<i>Calymperes afzelii</i> Sw.	Acr	Ces	MR139
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck	Ple	Tap	MR362
<i>Fissidens pallidinervis</i> Mitt.	Acr	Aba	MR218
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	Acr	Aba	MR164
<i>Helicophyllum torquatum</i> (Hook.) Brid.	Ple	Tap	MR198
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	Ple	Col	MR256
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	Ple	Col	MR212
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	Acr	Ces	MR223
<i>Pelekium involvens</i> (Hedw.) Touw	Ple	Tap	MR309
<i>Pelekium scabrosulum</i> (Mitt.) Touw	Ple	Tap	MR261
<i>Pelekium schistocalyx</i> (Müll. Hal.) Touw	Ple	Tap	MR375
<i>Pelekium</i> sp.	Ple	Tap	MR260
<i>Pirella pohlii</i> (Schwägr.) Cardot	Ple	Den	MR286
<i>Syrhropodon incompletus</i> Schwägr. var. <i>incompletus</i>	Acr	Ces	MR392
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	Ple	Tap	MR129
<i>Zelometeorium recurvifolium</i> (Hornsch.) Manuel	Ple	Pend	MR371
División Marchantiophyta			
<i>Caudalejeunea lehmanniana</i> (Gottsche) A. Evans	na	Tapl	MR421
<i>Lejeunea</i> sp.	na	Tapl	MR266
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	na	Col	MR377
<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle	na	Tapl	MR373

Los nuevos registros de briófitas corticícolas para el PNCC se describen brevemente en orden alfabético. La información del sustrato fue extraída de la literatura especializada (Allen, 1994, 2010, 2018) y de la base de datos BRAHMS del Herbario de la Universidad de Panamá (PMA). De igual forma, la distribución en Panamá fue recopilada de la base de datos del Herbario y tienen el siguiente formato: provincia, sitio, apellido del colector, número del colector y el herbario donde reposan las muestras.

1. *Callicostella callicostelloides* (Herzog & Thér.) B.H. Allen

Caracterizada por hojas onduladas cuando están secas, márgenes irregularmente serrados; costa doble; células lisas, oblongo-hexagonales. Sustratos: Sobre rocas húmedas a lo largo de arroyos, troncos en descomposición, base de árboles y lianas. Distribución: Coclé, Cerro



Turega: Gudiño 2015-11 (PMA); Colón, Santa Rita: Crosby 10301 (MO); Veraguas, Salazar:12844 (PMA).

2. *Callicostella pallida* (Hornsch.) Ångstr.

Caracterizada por hojas flexuosas cuando secas, márgenes regularmente serrados; costa doble; células unipapilosas, isodiamétricas. Sustratos: En troncos podridos, troncos de árboles, ramas y rocas cerca o en arroyos. Distribución: Chiriquí, Fortuna: Salazar 4159 (PMA); Coclé, Río Antón: Salazar 936 (PMA); Darién, Cerro Pirre: Torre SN 43 (PMA); Panamá, Zona del Canal: Nee 9421(PMA, MO); Panamá Oeste, Cerro Campana: Correa 4740 (PMA).

3. *Calymperes afzelii* Sw.

Hojas involutas cuando están secas, lanceoladas desde una base con hombros; márgenes engrosados aserrados; teniola conspicua; cancelina terminando distalmente en ángulos agudos. Sustratos: En troncos de árboles, raíces expuestas, rocas y suelo. Distribución: Coclé, El Valle de Antón: Salazar 940 (PMA); Darién, Chepigana: Antonio 4222 (PMA, MO); Los Santos, Tonosí: McPherson 13508 A (PMA, MO); Panamá, Cerro Ancón: Allen 4904 (PMA, MO); Veraguas, Isla Jicarón: Salazar 53 (PMA).

4. *Caudalejeunea lehmanniana* (Gottsche) A. Evans

Plantas con merófito de 4 células de ancho; hojas incubas, trígonos cordados; ocelos ausentes. Lóbulos con 1-2 dientes; anfigastros emarginados. Perianto cordado con 2 quillas laterales y 1 ventral. Sustratos: Sobre hojas vivas, troncos de árboles, ramas. Distribución: Coclé, El Copé: Meijer 173 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 5906 (PMA); Panamá Oeste, Campana: Polanco 3848, (PMA); Veraguas, Isla Jicarón: Villarreal 33 (PMA).

5. *Chryso-hypnum diminutivum* (Hampe) W.R. Buck

Caracterizada por hojas con márgenes serrulados; costa corta y bifurcada; células lineales, proradas en los extremos superiores e inferiores; células alares cuadradas de 3 a 6 filas. Sustratos: Sobre troncos o ramas de árboles, troncos podridos, rocas y suelo. Distribución: Chiriquí, Bajo Boquete: Salazar 901 (PMA); Coclé, Cerro Tigreiro: Salazar 19514 (PMA); Darién: Allen 8719 (MO, PMA); Panamá, Zona del Canal: Crosby 4323 (MO); Panamá Oeste, Cerro campana: Lara 1208 (PMA); Veraguas, Cerro Hoya: Flores 307 (PMA).

6. *Fissidens pallidinervis* Mitt.

Hojas elimbadas; costa que termina 3 a 5 células por debajo del ápice; células pluripapilosas, 2 a 4 papilas. Lámina vaginante, con limbo restringidos a la parte basal de las hojas superiores de la planta periquecial. Sustratos: Terrestre, sobre piedra y troncos.



Distribución: Darién, Parque Nacional Darién: Allen 8630 (MO); Panamá, Sendero de Interpretación: Salazar 6638 (PMA); Panamá, Isla de Taboga: Welch 19906 (NY).

7. *Fissidens zollingeri* Mont.

Caracterizada por márgenes enteros, limbado, confluyente en el ápice; costa corta excurrente; células lisas, lámina vaginante. Sustratos: Terrestre, sobre piedra y troncos. Distribución: Bocas del Toro, Río Changuinola: Salazar 1758 (PMA); Coclé: Antón, Gómez 7 (PMA); Colón, Galeta: Salazar 20799 (PMA); Panamá, Bayano: Salazar 992 (PMA); Panamá Oeste, Capira: Salazar 6799 (PMA).

8. *Helicophyllum torquatum* (Hook.) Brid.

Caracterizada por hojas dimórficas, hojas ventrales y dorsales, cada una con hojas mediales y laterales, incurvadas cuando están secas, márgenes con borde liso y hialino; costa simple terminando por debajo del ápice; células unipapilosas. Sustratos: Sobre troncos y corteza de palmas. Distribución: Chiriquí, Santa Marta: Salazar 1508 (PMA); Panamá, Parque Nacional Soberanía: Gudiño 390 (PMA); Veraguas, Soná: Flores 739 (PMA).

9. *Lejeunea* sp.

Plantas con merófito de 2 células de ancho; hojas con lobos ovados, márgenes enteros; trígonos pequeños; ocelos ausentes. Lóbulos hinchados, con un diente; anfigastros bifidos. Sustratos: Sobre hojas vivas, arbustos, troncos en descomposición, tronco y suelo.

10. *Neckeropsis disticha* (Hedw.) Kindb.

Caracterizada por hojas crespas cuando están secas, márgenes crenulados, doblez en un lado de la base; costa simple; células lisas; células alares poco diferenciadas. Sustratos: En troncos de árboles, raíces, ramas, rocas y sobre suelo húmedo. Distribución: Bocas del Toro, Río Changuinola: Salazar 176 (PMA); Coclé, Coclesito: Salazar 12353 (PMA); Colón, Galeta: Salazar 20827 (PMA); Darién, Pinogana: Salazar 2022 (PMA); Panamá, Isla Majé: Salazar 495 (PMA).

11. *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt

Caracterizada por hojas onduladas cuando están húmedas o secas, márgenes crenulados, aurícula en la base; costa simple; células lisas; células alares poco diferenciadas. Sustratos: En troncos de árboles, ramas, ramitas y enredaderas, troncos caídos y ocasionalmente en rocas. Distribución: Bocas del Toro: Allen 5818 (PMA, MO); Chiriquí, Fortuna: Salazar 534 (PMA); Darién, Marragantí: Williams 1050 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 5867 (PMA); Panamá Oeste, Río Caimito: Crosby 4549 (PMA, MO); Veraguas, Cerro Hoya: Cuadra 402 (PMA).

12. *Octoblepharum albidum* Hedw.

Plantas con hojas lingüiformes, márgenes enteros; costa ensanchada simple, en sección transversal compuesta de clorocistos y leucocistos, con 3 a 4 capas de leucocistos a ambos



lados de los clorocistos los cuales forman una fila irregular en zig-zag. Sustratos: En corteza (particularmente de palmeras), en la base de árboles y arbustos, troncos en descomposición, suelo y rocas. Distribución: Bocas del Toro, Changuinola: Salazar 1715 (PMA); Colón, Santa Rita: Dressler 3740 (PMA, MO); Darién, Cerro Pirre: Salazar 9321 (PMA); Herrera, Ocú: Moreno 18 (PMA); Los Santos, Tonosí: Rivera 74 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Arrocha 342 (PMA).

13. *Pelekium involvens* (Hedw.) Touw

Plantas con tallos 1- pinnados, paráfilos; hojas curvadas cuando están secas, márgenes crenulados; costa simple, células pluripapilosas; hojas periqueciales, enteras o pocos dientes, no ciliadas. Sustratos: En troncos de árboles, raíces expuestas y rocas. Distribución: Chiriquí: Salazar 1259 (PMA); Darién, Cerro Pirre: Salazar 2021 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Arrocha 289 (PMA); Isla Majé, Salazar 741 (PMA); Zona del Canal, Nee 7316, (PMA, MO).

14. *Pelekium scabrosulum* (Mitt.) Touw

Plantas con tallos bipinnados, paráfilos; hojas curvadas cuando están secas, márgenes crenulados; costa simple; células pluripapilosas; hojas periqueciales serruladas a escasamente ciliadas cortas. Sustratos: Sobre troncos, raíces expuestas, troncos en descomposición y rocas. Distribución: Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 5790 (PMA).

15. *Pelekium schistocalyx* (Müll. Hal.) Touw

Plantas con tallos bipinnados, paráfilos; hojas curvadas cuando están secas, márgenes crenulados; costa simple; células pluripapilosas; hojas periqueciales, fuertemente ciliadas. Sustratos: Sobre troncos, raíces expuestas, troncos en descomposición y rocas. Distribución: Darién, Cerro Pirre: Torre SN 40 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Arrocha 329 (PMA); Panamá Oeste, Arraiján: Torres SN A31 (PMA); Veraguas, Isla Coiba: Salazar 49 (PMA).

16. *Pirella pohlii* (Schwägr.) Cardot

Caracterizada por tallos secundarios erectos, estipitados; hojas erectas-extendidas, márgenes serrulados; costa simple; células lisas a proradas, lineales; células alares apenas desarrolladas, de unas pocas células subcuadradas. Sustratos: Sobre troncos de árboles, arbustos y troncos en descomposición. Distribución: Coclé, Coclesito: Salazar 12358 (PMA); Darién, Cerro Chucantí: Sierra 941 (PMA); Los Santos, Tonosí: McPherson 13508 (PMA, MO); Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 4533 (PMA); Panamá Oeste, Campana: Mežaka 71 (PMA); Veraguas, Cerro Hoya: Flores 292 (PMA).

17. *Plagiochila disticha* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.

Plantas con hojas súcubas, alternas, oblongas, base ventral dentada, 5 a 10 dientes lineares, base dorsal decurrente; células con trígonos conspicuos; anfigastros ausentes. Sustratos: Sobre corteza y roca. Distribución: Panamá Oeste, Cerro Campana: Salazar 6873 (PMA);



Panamá, Llano-Cartí: Dwyer 11911 (PMA); Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 4627 (PMA).

18. *Syrrhopodon incompletus* Schwägr. var. *incompletus*

Plantas con hojas curvadas cuando están secas; márgenes engrosados, con dientes en pares; costa percurrente, teniola ausente; cancelina persistente. Sustratos: Sobre troncos de árboles y palmeras. Distribución: Coclé, Cerro Pilon: Crosby 4441 (PMA, MO); Comarca Guna Yala: Allen 4962 (PMA, MO); Darién, Cerro Malí: Mori 4371 (PMA, MO); Panamá, Isla Barro Colorado: Salazar 6590 (PMA); Panamá Oeste, Altos de Campana: Lara 906 (PMA); Veraguas, Isla Coiba: Antonio 2277 (PMA).

19. *Taxithelium planum* (Brid.) Mitt.

Caracterizada por hojas complanadas, cóncavas, ecostadas, márgenes aserrados; células pluripapilosas, papilas seriadas; región alar diferenciada, células cuadradas. Sustratos: Sobre rocas, troncos, ramas y raíces de árboles, arbustos y troncos en descomposición. Distribución: Bocas del toro: Allen 5339 (PMA, MO); Chiriquí, Fortuna: Salazar 5419 (PMA); Colón, Santa Rita: Hammel 3634 (PMA, MO); Darién, Cerro Pirre: Salazar 9339 (PMA); Los Santos, Pedasí: Velásquez SN (PMA); Panamá, Ancón: Crosby 4314 (PMA, MO); Panamá Oeste, Altos de Campana: Chung 640 (PMA), Veraguas, Cerro Hoya: Cuadra 53 (PMA).

20. *Xylolejeunea crenata* (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle

Plantas sin hialodermis; merófito ventral con 2 células de ancho; márgenes crenulados; células isodiamétricas, triángulos pequeños; ocelos grandes, 2 a 4 en fila transversal en la mitad inferior del lobo de la hoja. Lóbulos con 1 a 2 dientes; anfigastros bifidos; Periantos con 5 quillas. Sustratos: Sobre madera podrida, troncos en el sotobosque sombreado. Distribución: Darién, Cerro Pirre: Salazar 9262 (PMA).

21. *Zelometeorium recurvifolium* (Hornsch.) Manuel

Plantas pendientes, hojas de los tallos amplexantes; hojas de las ramas extendidas a escuarras, ovada a orbicular, costa doble; células lineares; células alares poco diferenciadas, subcuadradas. Sustratos: Sobre troncos, hojas y ramas caídas. Distribución: Colón, Santa Rita: Crosby 10368 (PMA, MO); Panamá, Isla Barro Colorado: Arrocha 100 (PMA); Panamá Oeste, Altos de campana: Chung 606 (PMA); Veraguas, Cerro Hoya: Salazar 16288 (PMA).

DISCUSIÓN

En el sitio de estudio, los grupos de briófitas corticícolas con mayor riqueza fueron los musgos pleurocárpicos. Según Cornelissen & Steege (1989) los musgos son comunes en la base de los árboles, mientras que las hepáticas cubren gran parte del tronco superior y las ramas gruesas del dosel inferior.



Dentro de la parcela se registraron 22 especies, algunas de estas se comparten con otros sitios de tierras bajas como Isla Barro Colorado, con la que se comparten 15 especies; y con Isla Coiba se comparten 12 especies (Salazar Allen *et al.*, 1991; Salazar Allen & Chung, 1997). En este estudio la familia de musgo más diversa fue Thuidiaceae seguida de Calymperaceae y para hepáticas fue Lejeuneaceae, similar al estudio de Dauphin *et al.* (2022).

En cuanto a los grupos ecológicos, las briófitas del PNCC de este estudio son epífitas de sombra y generalistas. Las especies generalistas son predominantes en este estudio, dado que pueden adaptarse a condiciones de estrés y muestran cambios en la estructura de la comunidad de briófitas (Souza *et al.*, 2021). En todas las etapas de sucesión ecológica se incluyen las especies generalistas, desde la etapa 1 de regeneración (0 año – 10 años) hasta la etapa 4 de bosques primarios (Takashima-Oliveira *et al.*, 2020). El segundo grupo ecológico fue el de las epífitas de sombra, que son características de bosques húmedos de áreas sombreadas (Gradstein *et al.*, 2001). La presencia de estos dos grupos ecológicos sugiere que el sotobosque en la parcela del PNCC está conservado. La falta de epífitas de sol en el sitio se debe a que son de microhábitats de dosel y a la apertura del bosque por fragmentación (Souza *et al.*, 2021).

Se registraron siete formas de vida para briófitas corticícolas en los dos niveles de altura en este estudio, que refleja la adaptación de las especies a su ambiente microclimático (Mägdefrau, 1982). La forma de vida predominante en la parcela fue el tapiz, siendo la forma de vida más común (Da Costa, 1999; Pardow *et al.*, 2012; Salazar Allen & Chung, 1997).

Las formas de vida pendientes, colas, dendroides y abanicos, son representativas de ambientes húmedos y de menos exposición a la irradiación característicos del sotobosque (Mägdefrau, 1982; Sporn *et al.*, 2010). Da Costa (1999) encontró que las formas de vida de las briófitas epífitas disminuyeron, debido a la perturbación en los bosques de tierras bajas de Brasil, lo que demuestra que son indicadores de la conservación del sitio. Las formas de vida son importantes para distinguir el bosque húmedo de tierras bajas del bosque nuboso de tierras bajas, siendo este último caracterizado por la forma pendiente en el dosel (Pardow *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

En el bosque de tierras bajas del Parque Nacional Camino de Cruces se registraron 22 nuevos registros de briófitas corticícolas. Las comunidades de briófitas corticícolas



presentaron diversidad de formas de vida, además de grupos ecológicos indicadores de la conservación del sitio. Conocer la diversidad y composición de briófitas corticícolas sirve de base para apoyar las acciones de conservación de los ecosistemas y grupos de plantas amenazadas, es por eso por lo que es recomendable incluir este grupo de plantas en los inventarios y planes de manejo de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto “Establecimiento de una torre de medición directa de flujo neto de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GEI) en un bosque tropical panameño”, ejecutado mediante el convenio 001-67-2020 entre la Universidad de Panamá y el Ministerio de Ambiente.

Al director Dr. Rubén D. Sousa D. y personal del ICAB-UP y la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado (VIP) por facilitar el manejo del proyecto. Al personal del Herbario PMA por apoyar el trabajo de identificación y custodia de los especímenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebey, A., Gradstein, S. R., & Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *J. Trop. Ecol.* 19(1), 9–18. <https://doi.org/10.1017/S026646740300302X>
- Allen, B. (1994). Moss Flora of Central America. Part 1. Sphagnaceae--Calymperaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 49.
- Allen, B. (2010). Moss Flora of Central America. Part 3. Anomodontaceae--Symphyodontaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 117.
- Allen, B. (2018). Moss flora of Central America. Part 4. Fabroniaceae–Polytrichaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 132.
- ANAM-BID (Autoridad Nacional del Ambiente – Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. Primera edición. Novo Art, S.A. Colombia 190 págs.
- Bates, J. W. (1998). Is “Life-Form” a Useful Concept in Bryophyte Ecology? *Oikos*, 82(2), 223–237. <https://doi.org/10.2307/3546962>
- Bechteler, J., G. Peñaloza-Bojacá, D. Bell, J. G. Burleigh, S. F. McDaniel, E. C. Davis, E. B. Sessa, et al. 2023. Comprehensive phylogenomic time tree of bryophytes reveals



deep relationships and uncovers gene incongruences in the last 500 million years of diversification. *Am. J. Bot.* 110(11): e16249. <https://doi.org/10.1002/ajb2.16249>

Chung, C. C. (1995). Estudio preliminar de los musgos corticícolas en árboles y arbustos menores de 10 cm de DAP en el Sendero Panamá, Parque Nacional Altos de Campana. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá.

Churchill, S. P., Aldana, C., Opisso, J., & Morales, T. (2020). Familias y géneros de los musgos de los Andes tropicales. *Missouri Bot. Gard.*

Condit, R., Aguilar, S., & Pérez, R. (2020). Trees of Panama: A complete checklist with every geographic range. *For. Ecosyst.* 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S40663-020-00246-Z/FIGURES/7>

Cornelissen, J. H. C., & Steege, H. T. (1989). Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *J. Trop. Ecol.* 5(2), 131–150. <https://doi.org/10.1017/S0266467400003400>

Costa, D., & Lima, F. (2005). Moss diversity in the tropical rainforests of Rio de Janeiro, southeastern. *Braz. J. Bot.* 28, 671–685.

Costa, D. P. (1999). Epiphytic bryophyte diversity in primary and secondary lowland rainforests in southeastern Brazil. *The Bryologist*, 102(2), 320–326. <https://doi.org/10.2307/3244372>

Dauphin, G., Gradstein, S. R., & Allen, N. S. (2022). Liverworts and Hornworts of Barro Colorado Island, Panama. *Cryptogam. Bryol.* 43(9), 153–165. <https://doi.org/10.5252/CRYPTOGAMIE-BRYOLOGIE2022V43A9>

Delgadillo, C., Escolástico, D., Hernández, E., Herrera, P., Peña, P., & Juárez, C. (2022). Manual de Briofitas. In T. Terrazas S (Ed.), Universidad Nacional Autónoma de México (Tercera Edición). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gradstein, R. (2006). The lowland cloud forest of French Guiana - a liverwort hotspot. *Cryptogam. Bryol.* 27(1), 141-152.

Gradstein, R., Churchill, S. P., & Salazar Allen, N. (2001). Guide to the bryophytes of tropical America. *Mem. N. Y. Bot. Gard.* 86.



- Gradstein, R., & Da Costa, D. (2003). The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Mem. N. Y. Bot. Gard. 87.
- Gradstein, R., Nadkarni, N., Krömer, T., Holz, I., & Nöske, N. (2003). A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forests. Selbyana. 24, 105-111.
- Gradstein, R., & Salazar Allen, N. (1992). Bryophyte diversity along an altitudinal gradient in Darién National Park, Panamá. Trop. Bryol. 5(1), 61-71. <https://doi.org/10.11646/BDE.5.1.10>
- Gradstein, S. R. (2021). The Liverworts and Hornworts of Colombia and Ecuador. Springer. Mem. N. Y. Bot. Gard. 121, 1-123.
- Grandall-Stotler, B., Stotler, R., & Long, D. (2009). Morphology and classification of the Marchantiophyta. In B. Goffinet & J. Shaw (Eds.), Bryophyte Biology (Second Edition). Cambridge University Press. pp. 1–54.
- Guerra, G., Arrocha, C., Rodríguez, G., Déleg, J., & Benítez, Á. (2020). Briófitos en los troncos de árboles como indicadores de la alteración en bosques montanos de Panamá. Rev. biol. trop. 68(2), 492–502. <https://doi.org/10.15517/RBT.V68I2.38965>
- Harris, B.J., Clark, J.W., Schrempf, D. *et al.* Divergent evolutionary trajectories of bryophytes and tracheophytes from a complex common ancestor of land plants. Nat. Ecol. Evol. 6, 1 634-1 643 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01885-x>
- Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG). (2016). Atlas Nacional de la República de Panamá.
- Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Trans. Conn. Acad. 44, 211-235.
- McCarthy, R., Castillo, J., & Castillo, N. (1999). Plan de Manejo Parque Nacional Camino de Cruces, Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Autoridad Nacional del Ambiente, Administración regional Panamá Metropolitana. Panamá.
- Ministerio de Ambiente. (2016). Gaceta Oficial. Resolución N° DM-0392-2016. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28077/GacetaNo_28077_20160719.pdf



- Pardow, A., Gehrig-Downie, C., Gradstein, R., & Lakatos, M. (2012). Functional diversity of epiphytes in two tropical lowland rainforests, French Guiana: Using bryophyte life-forms to detect areas of high biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 21(14), 3637-3655. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/S10531-012-0386-Z/METRICS>
- Rodríguez-Quiel, E., Arrocha, C., & Salazar-Allen, N. (2010). Utilization of *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt. as bioindicator for environmental zinc, copper and lead contamination in Boquete, Province of Chiriquí, Panamá. *Trop. Bryol.* 32(1), 1-14. <https://doi.org/10.11646/bde.32.1.3>
- Rodríguez-Quiel, E., Kluge, J., Mendieta-Leiva, G., Bader, M. Y., Eyvar Rodríguez-Quiel, C. E., & Uch, H. (2022). Elevational patterns in tropical bryophyte diversity differ among substrates: A case study on Baru volcano, Panama. *J. Veg. Sci.* 33, 1-11. <https://doi.org/10.1111/jvs.13136>
- Rodríguez-Quiel, E., Mendieta-Leiva, G., & Bader, M. Y. (2019). Elevational patterns of bryophyte and lichen biomass differ among substrates in the tropical montane forest of Baru Volcano, Panama. *J. Bryol.* 41(2), 95-106. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1584433>
- Salazar Allen, N., Arrocha, C., & Chung, C. (1991). The mosses of Barro Colorado Island, Panama. *The Bryologist*, 94(3), 289-293. <https://doi.org/10.2307/3243967>
- Salazar Allen, N., & Chung, C. (1997). Primera aproximación al catálogo de briófitas del Parque Nacional de Coiba (Panamá). Castroviejo S. & Velayos M. (Eds.), *Flora y fauna del Parque Nacional de Coiba (Panamá): inventario preliminar*. AECI Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Salazar Allen, N., & Crosby, M. (1985). Distribución y Diversidad de la Flora de Musgos de Panamá. D'Arcy, W. C. y M. Correa (Eds.) *The Botany and natural history of Panama*. Missouri Bot. Gard. 10, 49-52.
- Salazar Allen, N., Dauphin, G., Villarreal, J. C., Caswell L-Levy, C., Cox, E., Espinoza, B. A., Gudiño, J., Hernández-Rodríguez, E., Magaña-Marcial, K. Y., MezÁka, A., Ramírez-Román, J. D., Rodríguez, L., Carvajal, A. R., Romero-Moreno, C., Tomitani, A., & Zeballos-Grijalva, K. (2022). Bryophytes of mangroves of Bocas del Toro, Panama. *Bry. Div. Evo.* 45(1), 133–150. <https://doi.org/10.11646/BDE.45.1.9>
- Souza, J. P. S., Gomes, P. W. P., Dos Santos, R., & Tavares-Martins, A. C. C. (2021). Bryophyte flora in an Amazon Island: structure of communities in areas of different



levels of anthropization. *Rodriguésia*, 72, 1–13. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172107>

Sporn, S. G., Bos, M. M., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2010). Vertical distribution of epiphytic bryophytes in an Indonesian rainforest. *Biodivers. Conserv.* 19, 745-760. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9731-2>

Takashima-Oliveira, T. T. G., De Medeiros, P. S., & Tavares-Martins, A. C. C. (2020). Bryophyte communities across the ecological succession process in the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 92(1), e20180626. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020180626>

Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). Mosses. In *Introduction to Bryophytes*. Cambridge: Cambridge University Press (pp. 70-105). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626838.005>

