UEA Agropecuaria
PrePrint UEA

Sección Biología "El Pangui"
Vol. BLGEP2324. ep18–240

| Recibido: 15/03/2024 |
| Aceptado: 25/06/2024 |
| Publicado: 25/11/2026 |

Estado del conocimiento de la briología en Ecuador.

State of knowledge of bryology in Ecuador.

Carla Yulissa Pesantez Campoverde[1], Marlon Rubén Vega Paccha[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep18-240 Crossref

Resumen

La Briología es una disciplina de la botánica que estudia los briófitos, se estima un total de 23 000 especies, las cuales cumplen la función relacionada al funcionamiento en diferentes ecosistemas. Así ante la falta de revisión del estado de conocimiento de la briología en Ecuador se realizó una revisión sistemática en base de datos locales, regionales y globales durante las tres últimas décadas usando el método denominado como la declaración de ítems preferidos de reporte para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) y un protocolo aplicado a la educación basado en procesos de planificación, realización y presentación de los resultados. Se registró 95 artículos científicos de los cuales 82 están indexados en scopus, 9 no se encuentran indexados y cuatro en la base latindex, también se reportaron 53 proyectos de titulación. De acuerdo a la rama de estudio se encontró 75 estudios realizados en briófitos, 15 que agrupa briófitos/líquenes y tres en costra biológica. Con respecto al habito los epífitos y terrícolas fueron los más estudiados con 32 y 28 estudios respectivamente, a diferencia de los briófitos acuáticos, saxícolas y epífilos con ninguna investigación. Es por ello que la finalidad del presente trabajo es identificar potenciales líneas de investigación en la briología.

Palabras clave

briófitos, briología, ecología, hábito, taxonomía.

Abstract

Bryology is a discipline of botany that studies bryophytes, with an estimated total of 23 000 species, which fulfil a function related to the functioning in different ecosystems. Thus, given the lack of a review of the state of knowledge of bryology in Ecuador, a systematic review was carried out on local, regional and global databases over the last three decades using the method known as the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) and a protocol applied to education based on processes of planning, conducting and presenting the results. A total of 95 scientific articles were registered, of which 82 are indexed in scopus, 9 are not indexed and 4 in the latindex database, also were reported 53 degree projects. According to the study topic, 75 studies were carried out on bryophytes, 15 on bryophytes/lichens and three on biological crusts. With respect to habit, epiphytes and terricolous were the most studied with 32 and 28 studies respectively, in contrast to aquatic bryophytes, saxicolous and epiphyllous with no research. Therefore, the aim of the present work is to identify potential lines of research in bryology.

Keywords

bryophytes, bryology, ecology, habit, taxonomy.

Direcciones [1]Universidad Estatal Amazónica. Zamora Chinchipe, Ecuador. Email: cy.pesantezc@uea.edu.ec, mr.vegap@uea.edu.ec,

Autor para la correspondencia Carla Yulissa Pesantez Campoverde. Universidad Estatal Amazónica. Zamora Chinchipe, Ecuador. Email: cy.pesantezc@uea.edu.ec

Cómo citar PESANTEZ CAMPOVERDE, Carla Yulissa , VEGA PACCHA, Marlon Rubén and , 2026. Estado del conocimiento de la briología en Ecuador. . PrePrint UEA. Vol. BLGEP2324. p. ep18–240. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep18-240

Editores Académicos Ginno Andrés Alvarado Avila

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

La briología es una disciplina de la botánica que se enfoca en el estudio de los briófitos como son hepáticas, musgos y antocerotes. A nivel mundial se ha estimado entre 20 000 a 23 000 especies de briófitos (Bahuguna et al., 2013; Patiño & Vanderpoorten, 2018; Novaković et al., 2021), de las cuales 12 500 especies pertenecen a los musgos (Crosby *et al*., 1999; Cox *et al*., 2010), 8 500 especies de hepáticas (Von Konrat *et al*., 2010; Söderström *et al*., 2016) y 250 especies de antocerotes (Villarreal *et al*., 2010). Los briófitos cumplen funciones importantes relacionadas con la diversidad, biomasa y funcionamiento; así mismo, participan en el ciclo del agua y nutrientes de los ecosistemas (Gradstein, 2008), además, brindan refugio y alimento a una variedad de insectos, microorganismos, pequeños reptiles, anfibios y ciertos grupos de aves (Nadkarni & Matelson, 1989; Smith *et al*., 2001; Benítez *et al*., 2023). Debido a su naturaleza poiquilohídrica, dependen de las condiciones externas de humedad y temperatura (Gradstein *et al*., 2001), lo que los hace muy sensibles a cambios ambientales y por ello son un grupo modelo para evaluar cambios en el ambiente relacionado con alteraciones antrópicas, la deforestación (Nöske *et al*., 2008), contaminación del aire (Benítez *et al*., 2021) y calentamiento global (Gignac, 2001).

Los factores antropogénicos, señalados anteriormente producen cambios en la diversidad y composición de las comunidades de briófitos (Nöske *et al*., 2008). Bajo esa premisa, diferentes estudios han evaluado el impacto de la pertur-

bación antropogénica en los briófitos, donde como patrón general, la mayoría de los estudios documentaron una disminución de la diversidad luego de la alteración del bosque y han descrito una mayor diversidad de briófitos en zonas conservadas en comparación con áreas perturbadas (Acebey *et al*., 2003; Krömer & Gradstein, 2003). Mientras que otros estudios no encontraron cambios relacionados con la perturbación de los ecosistemas (Holz & Gradstein, 2005; Werner & Gradstein, 2009). Por ello es importante señalar que otros factores relacionados con los rasgos del árbol hospedador como el diámetro a la altura del nivel del pecho (Medina *et al*., 2021), y la especie del árbol (Király *et al*., 2013).

En ecología, temas no abordados están relacionados con el uso de briófitos acuáticos o reófilos como indicadores de micro o meso plásticos presentes en el agua (Carrieri *et al*., 2022), así como también la capacidad de los briófitos para procesos de fitofiltración, que pueden servir para eliminar contaminantes del agua como el arsénico (Sandhi *et al*., 2018). El monitoreo activo de la calidad del agua usando briófitos, es una temática muy prometedora que hasta la fecha no se ha evaluado a nivel de país (Debén *et al*., 2017), ya que únicamente se han realizado estudios de monitoreo pasivo usando briófitos para la calidad del agua (Vásquez *et al*., 2019; Benítez *et al*., 2020) y monitoreo activo para medir la calidad del aire (Noriega *et al.,* 2008; Benítez *et al.,* 2021). Estudios relacionados con el uso de briófitos como indicadores de fragmentación (Pharo *et al*., 2007; Silva & Pôrto, 2009), y la contaminación del aire por deposición de contaminantes como los microplásticos (Roblin & Aherne, 2020; Capozzi *et al*., 2023) tomando como referencia el material particulado PM10 para medir la calidad del aire (Meyer *et al*., 2010) donde estos no se han evaluado hasta la fecha.

Como resultado de dichas investigaciones en Ecuador continental se han reportado 1.650 especies de briófitos (Churchill *et al*., 2000; Benítez & Gradstein, 2011), y para las Islas Galápagos 113 especies (Gradstein & Ziemmeck, 2016). Los musgos son un grupo muy importante con alrededor de 950 especies (Churchill *et al*., 2000), seguido de las 700 especies de hepáticas y finalmente 20 especies de antocerotes (Gradstein, 2021). Las familias con más diversidad de musgos a nivel de Ecuador son Pottiaceae y Bryaceae (Churchill, 2012), para hepáticas son Lejeuneaceae, Plagiochilaceae y Frullaniaceae y para antocerotes las familias más numerosas son Notothyladaceae y Dendrocerotaceae (Gradstein, 2021). En Ecuador las investigaciones realizadas en los bosques montanos tropicales de la Reserva Biológica San Francisco de la Región sur de Ecuador han generado aportes importantes sobre la diversidad y ecología de briófitos (Kautz & Gradstein, 2001; Parolly & Kürschner, 2004, Parolly *et al*., 2004; Nöske & Sipman, 2004; Andersson & Gradstein, 2005; Schäfer-Verwimp, 2006). Así como también, estudios recientes en temas de diversidad (Benítez & Gradstein, 2011; Gradstein & Benitez, 2014; Gradstein & Benítez, 2016; Gradstein & León-Yánez, 2018; Gradstein & Benítez, 2018) alteraciones antrópicas (Benítez *et al*., 2019b; Yangua-Solano *et al.,* 2023), calidad del agua (Vásquez *et al*., 2019) y calidad del aire (Benítez *et al*., 2020) en bosques y zonas urbanas del sur de Ecuador.

Algunos trabajos también han documentado el potencial de costra biológica, que es una comunidad formada por musgos, hepáticas, líquenes, cianobacterias, hongos y algas que habitan en el suelo, y guardan una estrecha relación entre sí para mantener la capa superficial del suelo en ecosistemas extremos (Antoninka *et al.,* 2020). Así mismo, estudios fitoquímicos y la actividad biológica ha señalado un gran potencial (Singh *et al*., 2011; Sen *et al*., 2023), al igual que estudios relacionados con la filogeografía de briófitos (Vanderpoorten *et al*., 2008; Heinrichs *et al*., 2009). Por lo cual, el objetivo de esta investigación fue realizar una revisión sistemática en bases de datos regionales y globales de la briología a nivel de Ecuador durante las tres últimas décadas. El objetivo es identificar potenciales líneas de investigación en la briología, para poder analizar las tendencias de los estudios del país. Ya que la mayoría de los estudios se centran en inventarios específicos, descripciones de nuevas especies y trabajos ecológicos relacionados con la alteración de los bosques, cambios microclimáticos, calidad del aire y calidad del agua, y se limitan a ecosistemas específicos del Ecuador.

2. Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática de las últimas tres décadas de la briología en Ecuador continental y las islas Galápagos en base a una adaptación entre el método PRISMA que garantiza la calidad de un artículo de revisión (Moher *et al*., 2009) y un protocolo aplicado a la educación basado en procesos de planificación, realización y presentación de los resultados (Torres *et al*., 2018).

2.1 Diseño y recolección de datos

La revisión sistemática de artículos científicos se realizó iniciando con la base de datos Latindex con alcance local, Scielo y Redalyc con alcance regional y Scopus e ISI Web of Knowledge con alcance global. Posteriormente, para Latindex, Scielo y Redalyc se utilizó Redalyc se utilizó las palabras claves Musgos Ecuador, Antocerontes Ecuador. Para las bases de datos Scopus e ISI Web of Knowledge, se usó “Briófitos Ecuador”, “Briófitos en el sur de los Andes”, “Briófitos en un Bosque Neotropical”, “bryophytes+Galapagos”. Adicionalmente, se realizó la búsqueda de trabajos de titulación de pregrado y posgrado en repositorios de las Universidades Públicas y Privadas como la Universidad Nacional de Loja (UNL), Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), y Universidad Técnica del Norte (UTN).

Como los métodos de revisión lo señalan, se procedió con la lectura del título, del resumen y una lectura rápida de los distintos artículos de briófitos para hacer una revisión de los apartados de metodología y de los resultados. Donde finalmente, los artículos con las temáticas de ecología, taxonomía, y la de biología molecular y fitoquímica cumplieron con los criterios de búsqueda, revisándose así cada apartado de los artículos científicos.

2.2 Análisis de datos

Datos generales que se registraron estuvieron relacionados con los autores, título, año, temática, tipo de crecimiento, estudios por grupos, tipo de hábitat y las provincias con la

mayor parte de investigaciones; para ello aplicamos estadística descriptiva mediante diagramas de líneas y de barras para visualizar que tema fue más investigado, enfocándonos en los años en donde se han realizado el mayor número de estudios, estudios por grupo, tipo de hábitat, provincias donde se han realizado la mayor parte de investigaciones y las temáticas de taxonomía, ecología, molecular y fitoquímica.

3. Resultados y Discusión

En total se registraron 95 artículos científicos Anexo 1 y 53 tesis Anexo 2 desde el año 1990 hasta 2023. A partir del año 1990 no presentó una tendencia para el caso de artículos al igual que tesis (Figura 1), sin embargo, el número de artículos se incrementó a partir del año 2000 y en los años 2020 (Burghardt *et al.,* 2020; Gradstein, 2020; Valarezo *et al.,* 2018, 2020; Díaz *et al.,* 2021; Medina *et al.,* 2021) presentando el mayor número de estudios. Contrariamente, el número de proyectos de titulación se incrementó a partir del año 2015, con los años 2017 y 2018 con 9 trabajos de titulación, respectivamente en la **Figura 1.** El aumento en número de proyectos de titulación se debe al aporte de investigadores locales que han logrado hacer tesis de pregrado en briología y a la vez también publicar artículos científicos, uno de ellos es Vásquez et al. (2019).

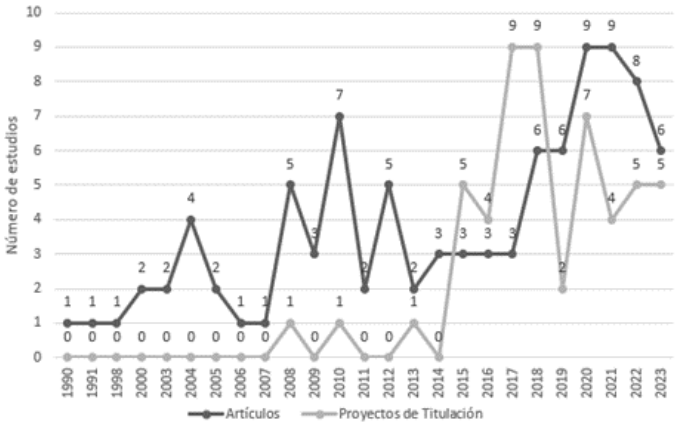

Figura 1 | Número de estudios entre los años 1990-2023. Elaboración propia.

Por otro lado, estudios con mayor tendencia fue exclusivamente en briófitos, seguido de briófitos/líquenes y finalmente en estudios de costra biológica en la **Figura 2**. En este contexto los tres estudios de costra biológica se han enfocado en Loja y Azuay (Castillo-Monroy & Benítez, 2015; Castillo-Monroy *et al*., 2016; Ruiz *et al*., 2023). A nivel de países de Sudamérica siguen el mismo patrón ya que los estudios son puntuales en Brasil, Chile y Argentina (Romero *et al.,* 2020; Samolov *et al.,* 2020; De Lima *et al.,* 2021). En cuanto a los trabajos de titulación se puede observar que tienen una mayor inclinación en estudios enfocados tanto a briófitos como líquenes respectivamente, haciendo menos énfasis en estudios de costra biológica en la **Figura 2.** Por ello, como producto de los proyectos de titulación en briófitos y líquenes se han logrado publicar varios artículos, uno de ellos es, Díaz *et al*. (2021) que usa las criptógamas epifitas como indicadores de la calidad del aire en la ciudad de Ambato.

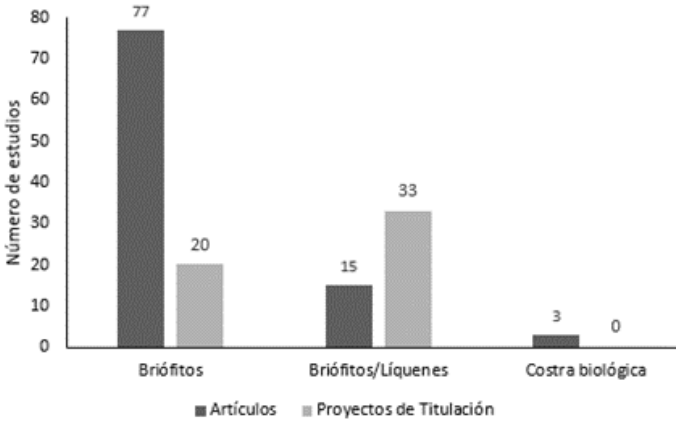

Figura 2 | Número de estudios por grupos entre artículos y proyectos de titulación. Elaboración propia.

Los briófitos epífitos fueron los más investigados, seguido del terrícola, acuático, saxícola (Gradstein & Burghardt, 2008; Vanderpoorten *et al.,* 2010) y con el menor número de estudios el hábitat epífilo (Pócs, & Schäfer-Verwimp, 2012; Gradstein *et al.,* 2018) con un estudio, por lo que se puede evidenciar la falta de investigaciones en cuento a briófitos en briófitos acuáticos, saxícolas y epífilos en la **Figura 3.** De manera general los briófitos epífitos son los más estudiados en Ecuador (Andersson & Gradstein, 2005; Fleischbein *et al.,* 2005; Werner & Gradstein, 2009; Gradstein & Sporn, 2010; Karger *et al.,* 2012; Berdugo *et al.,* 2022) y en los últimos años se han incrementado los estudios en briófitos terrícolas (Sklenár *et al.,* 2010; Jiménez *et al.,* 2012; Maciel-Silva *et al.,* 2016; Gradstein *et al.,* 2019). De manera similar, para trabajos de titulación el hábito epífito y terrícola fue el que presentaron el mayor número de estudios.

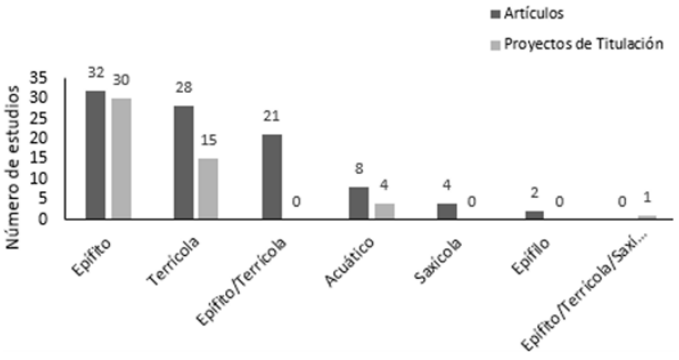

Figura 3 | Tipo de hábito en Briófitos entre artículos y tesis. Elaboración propia.

La mayor parte de artículos se han realizado en Loja (Heinrichs *et al.,* 2015; Carrillo *et al.,* 2022), seguido de Pichincha (Noriega *et al.,* 2008; Ellis *et al.,* 2020, 2021, 2022) y Zamora Chinchipe (Schäfer-Verwimp *et al.,* 2013; Costa *et al.,* 2018), contrariamente Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Orellana y las Islas Galápagos (Yamada & Gradstein, 1991; Miquel & Bungartz, 2017) presentaron entre dos y un estudio en la **Figura 4.** Para los trabajos de titulación, las provincias de Loja, Pichincha y Cotopaxi presentaron el mayor número de estudios.

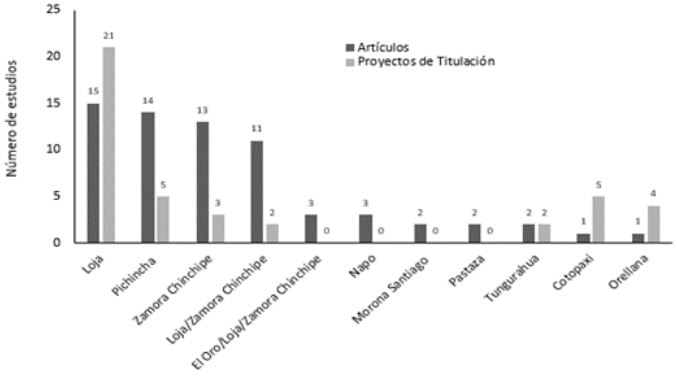

Figura 4 | Número de estudios de briófitos por provincias entre artículos y tesis de Ecuador. Elaboración propia.

En el campo de la briología, los temas más abordados en Ecuador se han enfocado en temas taxonómicos, seguido de los temas ecológicos, estudios moleculares y finalmente estudios fitoquímicos en la **Figura 5**. Por otro lado, en cuanto a trabajos de titulación el tema más estudiado fue ecología con 51 estudios y fitoquímica con 2 estudios en la **Figura 5.**

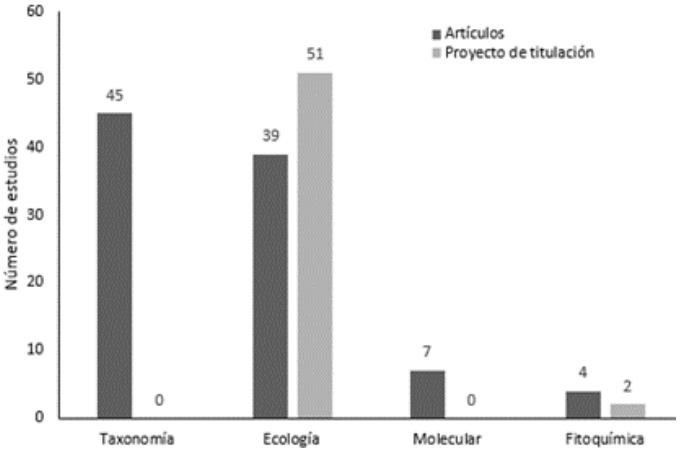

Figura 5 | Número de estudios por temática. Elaboración propia.

En temas taxonómicos, la mayor parte de trabajos se han enfocado en la descripción de nuevas especies, dando un total de 29 nuevas especies para la ciencia de briófitos en las últimas tres décadas, de las cuales 22 especies corresponden a hepáticas foliosas, cinco corresponde a hepáticas talosas y dos son musgos. Así hasta la fecha, se han documentado 1650 especies de briófitos, con 950 especies de musgos, 700 hepáticas 20 antocerotes (Churchill *et al*., 2000; Benítez & Gradstein, 2011; Gradstein, 2021). De manera similar, en Colombia se han registrado 1660 especies de briófitos, distribuidos en 932 musgos, 715 hepáticas y 13 antocerotes (Bernal *et al.,* 2016). En Ecuador, el grupo más estudiado fueron las hepáticas ya que desde 1990 hasta 2023 solo se han reportado dos musgos (Churchill, 1990; Jiménez *et al.,* 2012). Por otra parte, los temas se enfocan en listados puntuales de especies (Arts & Sollman, 1998; Kuc, 2000; Nöske *et al*., 2003; Parolly *et al*., 2004b; Benítez & Gradstein, 2011; Schäfer-Verwimp *et al*., 2013; Burghardt, 2020; Gradstein, 2020; Gradstein & Pérez, 2021; Burghardt, 2022b). Así como también estudios donde se hacen nuevos registros de musgos y hepáticas para el país (Ellis *et al*., 2014, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023). Los estudios taxonómicos en Ecuador se enfocaron en reportar nuevas especies, nuevos registros y listados puntuales de algunas regiones de Ecuador. Además, es países como Colombia y Brasil se han realizado un mayor número de estudios en temas taxonómicos (Gradstein *et al.,* 2019; Benavides *et al.,* 2020; Lima et al., 2020; 121. Canestraro *et al.,* 2020)

En el campo de la ecología, la mayor parte se han enfocado en usar la diversidad de briófitos y de briófitos/líquenes como indicadores de alteraciones antrópicas en bosques montanos y bosques amazónicos (Andersson & Gradstein, 2005; Nöske *et al*., 2008; Werner & Gradstein, 2009; Medina *et al*., 2021; Fernández-Prado *et al*., 2023), indicadores de la contaminación de agua (Vásquez *et al*., 2019; Benítez *et al*., 2020) y aire por metales pesados (Díaz *et al*., 2021; Benítez *et al*., 2021). Además, estudios analizan la relación de caracoles creciendo en capas de briófitos (Miquel & Bungartz, 2017), así como también analizar la diversidad de briófitos asociados a nidos de aves (Benítez *et al*., 2023). En concordancia, en otros países de zonas tropicales y templadas se han enfocado en briófitos epífitos y de suelo como indicadores de cambios ambientales (Frahm & Ohlemüller, 2001; Ah-Peng *et al.,* 2007; Tusiime *et al.,* 2007; Bignal *et al.,* 2008; dos Santos y da Costa, 2010; Stehn *et al.,* 2010; Silva & Pôrto, 2012; Sun *et al.,* 2013, Spitale, 2016). A pesar de ello los estudios ecológicos en briófitos saxícolas (Germano *et al.,* 2006; Hespanhol *et al.,* 2022) y epífilos (Zartman, 20023; Malombe *et al.,* 2016; Sierra *et al.,* 2018) son limitados, como también es el caso de Ecuador. A pesar de ello, en países como Brasil se ha profundizado el estudio de temas relacionados con la fragmentación de bosques utilizando briófitos como bioindicadores (Alvarenga *et al.,* 2007; Silva *et al.,* 2009)

En el campo molecular los estudios se han realizado en algunas especies, llegando hacer adiciones a la flora de briófitos de Ecuador, por ello analizan un estudio molecular de *Plagiochila buchtiniana* (Feldberg *et al*., 2006), para conocer la relación que tiene con *Aneura pinguis* de Europa y Ecuador partiendo de los patrones de diversidad de los hongos *Tulasnella* (Preußing *et al*., 2010a), y la relación evolutiva de la familia Aneuracea, con énfasis en la descripción de dos nuevas especies del género *Lobatiriccardia* (Preußing *et al*., 2010b), como *Cololejeunea stotleriana* siendo reportada como nueva para la ciencia (Gradstein *et al*., 2011) y a *Reinerantha foliicola* como el nuevo género y especie de hepática foliosa epífita (Gradstein *et al*., 2018). Sin embargo, la mayor parte de estudios se han enfocado exclusivamente el usar técnicas moleculares para la descripción de nuevas especies para la ciencia, y no se han enfocado en temas de filogeografía de briófitos como se han realizado en otros países (Vanderpoorten *et al.,* 2008; Heinrichs *et al.,* 2009; Yin *et al.,* 2023; Lee *et al.,* 2023).

En el campo fitoquímico, estudios se han enfocado en reportar metabolitos secundarios en las hepáticas *Symphyogyna brasiliensis* y *Noteroclada confluens* (Ludwiczuk *et al*., 2008). Por otra parte, Costa *et al.* (2018) realiza una descripción de metabolitos secundarios de la hepática foliosa *Syzygiella rubricaulis* en el reino neotropical. Se describieron metabolitos volátiles de las especies de hepáticas foliosas (Valarezo et al., 2020) y musgos (Valarezo et al., 2018) de la Región Sur de Ecuador. A pesar de ello, los estudios solo se han enfocado en la descripción de los compuestos químicos de musgos y hepáticas, en lo que se refiere la actividad biológica de los

briófitos y sus aplicaciones en la industria farmacéutica no se han realizado estudios, como ya se ha documentado en otros países (Makajanma *et al.,* 2020; Rodrigues *et al.,* 2020; Babu *et al.,* 2023)

4. Conclusiones

Se registraron 95 artículos científicos, de los cuales 82 están indexados en Scopus, 9 no están indexados y cuatro fueron registrados en la base de datos locales Latindex. Por otra parte, 53 trabajos de titulación se han realizado desde el año 1990 hasta 2023, donde no se evidenció una relación directa entre los artículos publicados y el número de trabajos realizados. Además, la Universidad Técnica Particular de Loja, de la región Sur de Ecuador es la que ha realizado el mayor número de proyectos de titulación con 38 proyectos de titulación, las demás universidades han realizado menos de 5 estudios en temas de briología.

Por otro lado, 75 estudios fueron realizados exclusivamente en briófitos, seguido de 15 en briófitos/líquenes y tres estudios en costra biológica. Así mismo, 32 estudios se enfocaron en briófitos epífitos y 28 en terrícolas, identificando que los briófitos acuáticos, saxícolas y epífilos son los menos estudiados. La provincia de Loja, Pichincha y Zamora Chinchipe registraron un mayor número de artículos, y las provincias como Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Orellana y las Islas Galápagos registraron entre uno y dos estudios.

Los temas taxonómicos registraron un mayor número de estudios, seguido de estudios en temas ecológicos, y solo siete y cuatro estudios moleculares y fitoquímicos, respectivamente, lo que nos indica claramente la tendencia de estudios taxonómicos y ecológicos.

Las bases de datos fueron seleccionadas, debido a su uso generalizado para realizar artículos de revisión, donde las bases de datos globales más utilizadas son Scopus e ISI Web of Knowledge, a parte de ellos se ha utilizado bases de datos locales y regionales y también repositorios de proyectos de titulación con la finalidad de complementar el grado de conocimiento de la briología en Ecuador.

Contribuciones de los autores

Carla Yulissa Pesantez Campoverde: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Marlon Rubén Vega Paccha: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

Acebey, A., Gradstein, S. R., & Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. Journal of tropical ecology, 19(1), 9-18.

Alvarenga, L. D. P., & Pôrto, K. C. (2007). Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic Forest. Biological conservation, 134(3), 415-427.

Andersson, M. S., & Gradstein, S. R. (2005). Impact of management intensity on non-vascular epiphyte diversity in cacao plantations in western Ecuador. Biodiversity & Conservation, 14, 1101-1120.

Antoninka, A., Faist, A., Rodriguez-Caballero, E., Young, K. E., Chaudhary, V. B., Condon, L. A., & Pyke, D. A. (2020). Biological soil crusts in ecological restoration: emerging research and perspectives. Restoration Ecology, 28, S3-S8.

Arts, T., & Sollman, P. (1998). A contribution to the moss flora of Ecuador. Tropical Bryology, 14, 43-52.

Babu, T., Mathew, M., Mathew, A., & Kurien, R. (2023). Antibacterial activity and GC MS analysis of Notothylas indica Kashyap. Materials Today: Proceedings.

Bahuguna, Y. M., Gairola, S. U. M. E. E. T., Semwal, D. P., Uniyal, P. L., & Bhatt, A. B. (2013). Bryophytes and ecosystem. Biodiversity of lower plants, 2013, 279-296.

Benavides, J. C., Campos, L. V., & Uribe, J. (2020). A new terrestrial species of Colura (Marchantiophyta: Lejeuneaceae) at tropical high elevations (Boyacá, Colombia). Cryptogamie, Bryologie, 41(12), 141-145.

Benítez, A., & Gradstein, S. R. (2011). Adiciones a la Flora de Briófitas del Ecuador. Cryptogamie, Bryologie, 32(1), 65-74.

Benítez, Á., Armijos, L., & Calva, J. (2021). Monitoring Air Quality with Transplanted Bryophytes in a Neotropical Andean City. Life, 11(8), 821.

Benítez, Á., Gradstein, S. R., Cevallos, P., Medina, J., & Aguirre, N. (2019b). Comunidades de briófitos terrestres relacionados con factores climáticos y topográficos en un páramo del sur de Ecuador. Caldasia, 41(2), 370-379.

Benítez, Á., Jaramillo, E., Yangua-Solano, E., & Greeney, H. F. (2023). Bryophytes Present in the Nests of Birds in Yanayacu Biological Station, Ecuador. Diversity, 15(11), 1123.

Benítez, Á., Torres, S., Morocho, R., Carrillo, W., Donoso, D. A., & Calva, J. (2020). Platyhypnidium aquaticum as bioindicator of metal and metalloid contamination of river water in a neotropical mountain city. Plants, 9(8), 974. Bryologie (3) (in press).

Berdugo, M. B., Gradstein, S. R., Guerot, L., León-Yánez, S., Bendix, J., & Bader, M. Y. (2022). Diversity patterns of epiphytic bryophytes across spatial scales: Species-rich crowns and beta-diverse trunks. Biotropica, 54(4), 893-905.

Bignal, K. L., Ashmore, M. R., & Headley, A. D. (2008). Effects of air pollution from road transport on growth and physiology of six transplanted bryophyte species. Environmental pollution, 156(2), 332-340.

Burghardt, M (2022a). Acrobolbus mashpianus (Acrobolba-

ceae, Marchantiophyta) sp. nov. from the Northern Andes of Ecuador—Notes on the Bryophytes of Ecuador VII. Phytotaxa, 577(1), 133-138.

Burghardt, M. (2020). A first insight into the bryophyte flora of the Mashpi Ecological Reserve, Pichincha, Ecuador-notes on the bryophytes of Ecuador V.

Burghardt, M. (2021). New liverwort (Marchantiophyta) records based on specimens housed in the National Herbarium of Ecuador (QCNE): notes on the Bryophytes of Ecuador VI. Lindbergia, 2021(1).

Burghardt, M. (2022b). A new liverwort and hornwort flora for the northern Andes. The Bryologist, 125(1), 215-217.

Canestraro, B. K., & Peralta, D. F. (2020). New and endemic species of Brachymenium (Bryaceae, Bryophyta) in the Atlantic Rainforest of Brazil. Phytotaxa, 446(4), 220-228.

Capozzi, F., Sorrentino, M. C., Cascone, E., Iuliano, M., De Tommaso, G., Granata, A., ... & Spagnuolo, V. (2023). Biomonitoring of airborne microplastic deposition in semi-natural and rural sites using the moss hypnum cupressiforme. Plants, 12(5), 977.

Carrieri, V., Varela, Z., Aboal, J. R., De Nicola, F., & Fernández, J. A. (2022). Suitability of aquatic mosses for biomonitoring micro/meso plastics in freshwater ecosystems. Environmental Sciences Europe, 34(1), 1-10.

Carrillo, W., Calva, J., & Benítez, Á. (2022). The Use of bryophytes, lichens and bromeliads for evaluating air and water pollution in an Andean city. Forests, 13(10), 1607.

Castillo-Monroy, A. P., & Benítez, Á. (2015). Patrones de abundancia y riqueza de componentes de la costra biológica del suelo en un matorral seco del sur de Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 7(1).

Castillo-Monroy, A. P., Benítez, Á., Reyes-Bueno, F., Donoso, D. A., & Cueva, A. (2016). Biocrust structure responds to soil variables along a tropical scrubland elevation gradient. Journal of Arid Environments, 124, 31-38.

Churchill, S. P. (2012). Diversidad de Musgos en los Andes Tropicales. En: Herzog, S. K., R. Martínez, P. M. Jorgensen, and H. Tiessen. Cambio climático y biodiversidad en los AndesTropicales. Instituto Interamericano para la Investigación del cambio global (IAI), Sao José dos Campos y Comite Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), Paris.

Churchill, S. P., Griffin, D., & Muñoz, J. (2000). A checklist of the mosses of the tropical Andean countries (Vol. 17). Editorial CSIC-CSIC Press. communities. II. Syntaxonomy of the submontane and montane epiphyte vegetation of S. Ecuador. Nova Hedwigia 79.

Costa, D. P., Amado-Filho, G. M., Pereira, R. C., Paradas, W. C., Miyataka, H., Okamoto, Y., & Asakawa, Y. (2018). Diversity of secondary metabolites in the liverwort Syzygiella rubricaulis (Nees) Stephani (Jamesoniellaceae, Marchantiophyta) from neotropical high mountains. Chemistry & Biodiversity, 15(9), e1800239.

Cox, C. J., Goffinet, B., Wickett, N. J., Boles, S. B., & Shaw, A. J. (2010). Moss diversity: a molecular phylogenetic analysis of genera. Phytotaxa, 9(1), 175-195.

Crosby, M.R., Magill, R.E., Allen, B. & He, S. (1999) Checklist of mosses. Missouri Botanical Gardens, St. Louis.

de Lima, N. M. M., Munoz-Rojas, M., Vazquez-Campos, X., & Branco, L. H. Z. (2021). Biocrust cyanobacterial composition, diversity, and environmental drivers in two contrasting climatic regions in Brazil. Geoderma, 386, 114914.

Debén, S., Aboal, J. R., Carballeira, A., Cesa, M., & Fernández, J. A. (2017). Monitoring river water quality with transplanted bryophytes: A methodological review. Ecological Indicators, 81, 461-470.

Díaz, J., Montaño, L., Salinas, P., & Benítez, Á. (2021). Epiphytic cryptogams as bioindicators of air quality in a tropical Andean city. Sustainability, 13(20), 11218.

Ellis, L. T., Afonina, O. M., Alia, M. H. B., Burghardt, M., Cabezudo, B., Cano, M. J., ... & Vilnet, A. A. (2022). New national and regional bryophyte records, 70. Journal of Bryology.

Ellis, L. T., Afonina, O. M., Asthana, A. K., Gupta, R., Sahu, V., Nath, V., ... & Zander, R. H. (2014). New national and regional bryophyte records, 39. Journal of bryology, 36(2), 134-151.

Ellis, L. T., Afonina, O. M., Peng, C., Álvaro Alba, W. R., Aponte-Rojas, A. M., Arya, R., ... & Villamarín, C. (2023). New national and regional bryophyte records, 72. Journal of Bryology, 45(1), 79-84.

Ellis, L. T., Alataş, M., Becerra Infante, D. A., Cardenas Espinosa, K. A., Aziz, M. N., Bergamo Decarli, G., & Karaman Erkul, S. (2021). New national and regional bryophyte records, 66.

Ellis, L. T., Aleffi, M., Bączkiewicz, A., Buczkowska, K., Bambe, B., Boiko, M., ... & Wolski, G. J. (2019). New national and regional bryophyte records, 60. Journal of Bryology, 41, 285-299.

Ellis, L. T., Alikhadzhiev, M. K., Erzhapova, R. S., Blom, H. H., Bednarek-Ochyra, H., Burghardt, M., ... & Guo, S. L. (2020). New national and regional bryophyte records, 64. Journal of bryology, 42(4), 393-412.

Feldberg, K., Burghardt, M., & Vana, J. (2006). Additions to the bryophyte flora of Ecuador. Cryptogamie, bryologie, 27(3), 313-332.

Fernández-Prado, N., Aragón, G., Prieto, M., Benítez, Á., & Martínez, I. (2023). Differences in epiphytic trunk communities in secondary forests and plantations of southern Ecuador. Forestry, 96(1), 20-36.

Fleischbein, K., Wilcke, W., Goller, R., Boy, J., Valarezo, C., Zech, W., & Knoblich, K. (2005). Rainfall interception in a lower montane forest in Ecuador: effects of canopy properties. Hydrological Processes: An International Journal, 19(7), 1355-1371.

Germano, S. R., & Porto, K. C. (2006). Bryophyte communities in an Atlantic Forest remnant, state of Pernambuco, Brazil. Cryptogamie Bryologie, 27(1), 153.

Gignac, L. D. (2001). Bryophytes as indicators of climate change. The bryologist, 104(3), 410-420.

Gradstein, R., & Benitez, A. (2014a). A second locality for the critically endangered Colura irrorata (Lejeuneaceae) in the Ecuadorian Andes. Journal of Bryology, 36(2), 151-155.

Gradstein, R., & Burghardt, M. (2008). Chapter Seventeen: A New Species of Odontoschisma (Cephaloziaceae, Marchantiophyta) from South America. Fieldiana Botany, 2008(47), 193-198.

Gradstein, S. R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests-impact of deforestation and climate change. Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology. Biodiversity and Ecology Series, 2, 51-65.

Gradstein, S. R. (2020). Checklist of the Liverworts and Hornworts of Ecuador. Frahmia, 17, 1-40.

Gradstein, S. R. (2021). The liverworts and hornworts of Colombia and Ecuador. Springer.

Gradstein, S. R., & Benitez, A. (2016). Liverworts new to Ecuador with description of Plagiochila priceana sp. nov. and Syzygiella burghardtii sp. nov. Cryptogamie, Bryologie, 38(4), 335-348.

Gradstein, S. R., & Benítez, Á. (2018). On Metzgeria saccata Mitt. (Marchantiophyta: Metzgeriaceae) with description of a new species from South America. Nova Hedwigia, 106(1/2), 49-58.

Gradstein, S. R., & Ilkiu-Borges, A. L. (2019). Two new species of Lejeuneaceae tribe Lejeuneeae (Marchantiophyta) from Colombia. Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales, 68(1-2), 29-36.

Gradstein, S. R., & León-Yánez, S. (2018). Liverworts (Marchantiophyta) of Polylepis pauta forests from Ecuador with description of Leptoscyphus leoniae sp. nov. and Plagiochila pautaphila sp. nov. Nova Hedwigia, 106(1/2), 35-48.

Gradstein, S. R., & León-Yánez, S. (2020). Liverwort diversity in Polylepis pauta forests of Ecuador under different climatic conditions. Neotropical Biodiversity, 6(1), 138-146

Gradstein, S. R., & Pérez, Á. J. (2021). In the footsteps of Michel Allioni: Liverworts and hornworts from the surroundings of Gualaquiza (Ecuador). Candollea, 76(1), 41-54.

Gradstein, S. R., & Sporn, S. G. (2010). Land-use change and epiphytic bryophyte diversity in the Tropics. Nova Hedwigia, 138, 311-323.

Gradstein, S. R., & Ziemmeck, F. (2016). Checklist of Galapagos Horn-& Liverworts—Lista de especies de Antocerotes y Hepáticas Galápagos. Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist—Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin.

Gradstein, S. R., & Ziemmeck, F. (2016). Checklist of Galapagos Horn-& Liverworts—Lista de especies de Antocerotes y Hepáticas Galápagos. Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist—Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin.

Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Salazar-Allen, N. (2001). Guide to the bryophytes of tropical America. Memoirs-New York Botanical Garden.

Gradstein, S. R., Ilkiu-Borges, A. L., & Vanderpoorten, A. (2011). Habitat specialization triggers the evolution of unusual morphologies–the case of Cololejeunea stotleriana sp. nov. from Ecuador. The bryologist, 114(1), 9-22.

Gradstein, S. R., Reeb, C., Persson, C., Zapata, N., & Pérez, Á. J. (2019). Riccardia verticillata Gradst. & Reeb, a new dendroid species of Riccardia (Aneuraceae) from the Cordillera del Cóndor, Ecuador. Journal of Bryology, 41(4), 322-327.

Gradstein, S. R., Zhu, R. L., Shu, L., & Pérez, Á. J. (2018). Reinerantha foliicola, a new genus and species of Lejeuneaceae subtribe Cololejeuneinae (Marchantiophyta) from Ecuador. Journal of Systematics and Evolution, 56(1), 67-75.

Heinrichs, J., Feldberg, K., Bechteler, J., Scheben, A., Czumaj, A., Pócs, T., ... & Schäfer-Verwimp, A. (2015). Integrative taxonomy of Lepidolejeunea (Jungermanniopsida: Porellales): Ocelli allow the recognition of two neglected species. Taxon, 64(2), 216-228.

Heinrichs, J., Hentschel, J., Feldberg, K., Bombosch, A., & Schneider, H. (2009). Phylogenetic biogeography and taxonomy of disjunctly distributed bryophytes. Journal of systematics and evolution, 47(5), 497-508.

Heinrichs, J., Hentschel, J., Feldberg, K., Bombosch, A., & Schneider, H. (2009). Phylogenetic biogeography and taxonomy of disjunctly distributed bryophytes. Journal of systematics and evolution, 47(5), 497-508.

Hespanhol, H., Cezón, K., Muñoz, J., Mateo, R. G., & Gonçalves, J. (2022). How vulnerable are bryophytes to climate change? Developing new species and community vulnerability indices. Ecological Indicators, 136, 108643.

Holz, I., & Gradstein, R. S. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica–species richness, community composition and ecology. Plant ecology, 178, 89-109.

Jiménez, J. A., Cano, M. J., Gallego, M. T., & Guerra, J. (2012). Didymodon lainzii (Pottiaceae) a new species from the tropical seasonally dry forests of Ecuador and Peru. The Bryologist, 115(3), 406-411.

Karger, D. N., Kluge, J., Abrahamczyk, S., Salazar, L., Homeier, J., Lehnert, M., ... & Kessler, M. (2012). Bryophyte cover on trees as proxy for air humidity in the tropics. Ecological Indicators, 20, 277-281.

Kautz, T., & Gradstein, S. R. (2001). On the ecology and conservation of Spruceanthus theobromae (Lejeuneaceae, Hepaticae) from western Ecuador. The Bryologist, 104(4), 607-612.

Király, I., Nascimbene, J., Tinya, F., & Ódor, P. (2013). Factors influencing epiphytic bryophyte and lichen species richness at different spatial scales in managed temperate forests. Biodiversity and conservation, 22, 209-223.

Krömer, T., & Gradstein, S. R. (2003). Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. Selbyana, 190-195.

Kuc, M. (2000). Altitudinal additamenta to the uppermost ranges of mosses in Ecuador. Tropical bryology, 39-48.

Lee, J. K., Park, M. J., Park, S. J., & Park, J. S. (2023). The complete chloroplast genome of Porella gracillima Mitt.(Porellaceae) and phylogenetic relationships to other bryophytes. Mitochondrial DNA Part B, 8(12), 1450-1453.

León-Yánez, S., Gradstein, S., & Wegner, C. (2006). Catálogo de Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerothophyta) del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Lima, E., Ilkiu-Borges, A. L., & Gradstein, S. R. (2020). A new species of Frullania subg. Frullania (Marchantiophyta) from the Brazilian Amazon. Phytotaxa, 456(1), 119-124.

Ludwiczuk, A., Nagashima, F., Gradstein, R. S., & Asakawa, Y. (2008). Volatile components from selected Mexican, Ecuadorian, Greek, German and Japanese liverworts. Natural product communications, 3(2), 1934578X0800300205.

Maciel-Silva, A. S., Gaspar, E. P., da Conceição, F. P., Dias dos Santos, N., & Pinheiro da Costa, D. (2016). Reproductive biology of Syzygiella rubricaulis (Nees) Steph.(Adelanthaceae, Marchantiophyta), a liverwort disjunctly distributed in high-altitude Neotropical mountains. Plant Biology, 18(4), 601-608.

Makajanma, M. M., Taufik, I., & Faizal, A. (2020). Antioxidant and antibacterial activity of extract from two species of mosses: Leucobryum aduncum and Campylopus schmidii. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 21(6).

Medina, J., Quizhpe, W., Deleg, J., Gonzalez, K., Aguirre, Z., Aguirre, N., ... & Benitez, A. (2021). Are Juglans neotropica Plantations Useful as a Refuge of Bryophytes Diversity in Tropical Areas?. Life, 11(5), 434.

Meyer, C., Gilbert, D., Gaudry, A., Franchi, M., Nguyen-Viet, H., Fabure, J., & Bernard, N. (2010). Relationship of atmospheric pollution characterized by gas (NO 2) and particles (PM10) to microbial communities living in bryophytes at three differently polluted sites (rural, urban, and industrial). Microbial ecology, 59, 324-334.

Miquel, S. E., & Bungartz, F. (2017). Snails found among herbarium specimens of Galapagos lichens and bryophytes, with the description of Scolodonta rinae (Gastropoda: Scolodontidae), a new species of carnivorous micro-mollusk. Archiv für Molluskenkunde, 146(1), 173-186.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Annals of internal medicine, 151(4), 264-269.

Nadkarni, N. M., & Matelson, T. J. (1989). Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. The Condor, 91(4), 891-907.

Noriega, P., Medici, A., Murillo, A., Bedón, J., Haro, F., & Galecio, G. (2008). Estudio de la concentración de cadmio y plomo en el aire de la ciudad de Quito, empleando briofitas como biomonitores. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 8(2), 17-24.

Noske, N. M., & Sipman, H. J. (2004). Cryptogams of the Reserva Biológica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador) II. Lichens. Cryptogamie Mycologie, 91-100.

Noske, N. M., Gradstein, S. R., Kurschner, H., Parolly, G., & Torracchi, S. (2003). Cryptogams of the Reserva Biológica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador). I. Bryophytes. Cryptogamie-Bryologie, 24(1), 15-32.

Nöske, N. M., Hilt, N., Werner, F. A., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H. J., & Gradstein, S. R. (2008). Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. Basic and Applied Ecology, 9(1), 4-12.

Novaković, M., Ludwiczuk, A., Bukvicki, D., & Asakawa, Y. (2021). Phytochemicals from bryophytes: Structures and biological activity. Journal of the Serbian Chemical Society, 86(12), 1139-1175.

Parolly, G. & Kürschner. (2004). Ecosociological studies in Ecuadorian bryophyte communities. I. Syntaxonomy, life strategies, and ecomorphology of the oreal epiphytic vegetation of S. Ecuador. Nova Hedwigia 78: 1-43.

Parolly, G., Kurschner, H., Schafer-Verwimp, A., & Gradstein, S. R. (2004). Cryptogams of the Reserva Biologica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador) III. Bryophytes–Additions and new species. Cryptogamie Bryologie, 25(3), 271-289.

Patiño, J., & Vanderpoorten, A. (2018). Bryophyte biogeography. Critical Reviews in Plant Sciences, 37(2-3), 175-209.

Pharo, E. J., & Zartman, C. E. (2007). Bryophytes in a changing landscape: the hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. Biological conservation, 135(3), 315-325.

Pócs, T. A. M. A. S., & Schäfer-Verwimp, A. L. F. O. N. S. (2012). Cololejeunea kuciana (Lejeuneaceae, Marchantiophyta), another new species from southern Ecuador. Polish Botanical Journal, 57(1), 51-53.

Preußing, M., Nebel, M., Oberwinkler, F., & Weiß, M. (2010a). Diverging diversity patterns in the Tulasnella (Basidiomycota, Tulasnellales) mycobionts of Aneura pinguis (Marchantiophyta, Metzgeriales) from Europe and Ecuador. Mycorrhiza, 20, 147-159.

Preußing, M., Olsson, S., Schäfer-Verwimp, A., Wickett, N. J., Wicke, S., Quandt, D., & Nebel, M. (2010b). New insights in the evolution of the liverwort family Aneuraceae (Metzgeriales, Marchantiophyta), with emphasis on the genus Lobatiriccardia. Taxon, 59(5), 1424-1440.

Roblin, B., & Aherne, J. (2020). Moss as a biomonitor for the atmospheric deposition of anthropogenic microfibres. Science of the Total Environment, 715, 136973.

Rodrigues, C. K., Ethur, E. M., Scheibel, T., & de Moura, N. F. (2020). Evaluation of the antimicrobial activity of ethanol extracts from Orthostichella rigida (Mull. Hal.) BH Allen Magill (Bryophyta) on pathogenic microorganisms. Journal of Medicinal Plants Research, 14(3), 98-104.

Romero, A. N., Moratta, M. H., Vento, B., Rodriguez, R. A., & Carretero, E. M. (2020). Variations in the coverage of biological soil crusts along an aridity gradient in the central-west Argentina. Acta Oecologica, 109, 103671.

Ruiz, L., Carrión-Paladines, V., Vega, M., López, F., & Benítez, Á. (2023). Biological Crust Diversity Related to Elevation and Soil Properties at Local Scale in a Montane Scrub of Ecuador. Journal of Fungi, 9(3), 386.

Samolov, E., Baumann, K., Büdel, B., Jung, P., Leinweber, P., Mikhailyuk, T., ... & Glaser, K. (2020). Biodiversity of algae and cyanobacteria in biological soil crusts collected along a climatic gradient in Chile using an integrative approach. Microorganisms, 8(7), 1047.

Sandhi, A., Landberg, T., & Greger, M. (2018). Phytofiltration of arsenic by aquatic moss (Warnstorfia fluitans). Environmental Pollution, 237, 1098-1105.

Schäfer-Verwimp, A. (2006). A new species of Diplasiolejeunea (Lejeuneaceae, Jungermanniopsida) from Sumatra, and

a key for the genus in Asia. Herzogia, 19, 239-244.

Schäfer-Verwimp, A., Nebel, M., & Heinrichs, J. (2013). Diplasiolejeunea mayaykuensis (Lejeuneaceae, Marchantiophyta), a new liverwort species from southern Ecuador. Polish Botanical Journal, 58(1), 143-148.

Sen, K., Khan, M. I., Paul, R., Ghoshal, U., & Asakawa, Y. (2023). Recent Advances in the Phytochemistry of Bryophytes: Distribution, Structures and Biological Activity of Bibenzyl and Bisbibenzyl Compounds. Plants, 12(24), 4173.

Silva, M. P. P., & Pôrto, K. C. (2009). Effect of fragmentation on the community structure of epixylic bryophytes in Atlantic Forest remnants in the Northeast of Brazil. Biodiversity and conservation, 18, 317-337.

Silva, M. P. P., & Pôrto, K. C. (2009). Effect of fragmentation on the community structure of epixylic bryophytes in Atlantic Forest remnants in the Northeast of Brazil. Biodiversity and conservation, 18, 317-337.

Singh, M., Singh, S., Nath, V., Sahu, V., & Singh Rawat, A. K. (2011). Antibacterial activity of some bryophytes used traditionally for the treatment of burn infections. Pharmaceutical Biology, 49(5), 526-530.

Sklenár, P., Kovár, P., Palice, Z., Stancik, D., & Soldán, Z. (2010). Primary succession of high-altitude Andean vegetation on lahars of Volcán Cotopaxi, Ecuador. Phytocoenologia, 40(1), 15.

Smith, R. M., Young, M. R., & Marquiss, M. (2001). Bryophyte use by an insect herbivore: does the crane-fly Tipula montana select food to maximise growth?. Ecological Entomology, 26(1), 83-90.

Söderström, L., Hagborg, A., Von Konrat, M., Bartholomew-Began, S., Bell, D., Briscoe, L., ... & Zhu, R. L. (2016). World checklist of hornworts and liverworts. PhytoKeys, (59), 1.

Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., Aciar, S., & Rodríguez-Morales, G. (2018). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education. In 2018 IEEE Global engineering education conference (EDUCON) (pp. 1364-1373). IEEE.

Valarezo, E., Tandazo, O., Galán, K., Rosales, J., & Benítez, Á. (2020). Volatile metabolites in Liverworts of Ecuador. Metabolites, 10(3), 92.

Valarezo, E., Vidal, V., Calva, J., Jaramillo, S. P., Febres, J. D., & Benitez, A. (2018). Essential oil constituents of mosses species from Ecuador. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 21(1), 189-197.

Vanderpoorten, A., Devos, N., Goffinet, B., Hardy, O. J., & Shaw, A. J. (2008). The barriers to oceanic island radiation in bryophytes: insights from the phylogeography of the moss Grimmia montana. Journal of biogeography, 35(4), 654-663.

Vanderpoorten, A., Devos, N., Goffinet, B., Hardy, O. J., & Shaw, A. J. (2008). The barriers to oceanic island radiation in bryophytes: insights from the phylogeography of the moss Grimmia montana. Journal of biogeography, 35(4), 654-663.

Vanderpoorten, A., Schäfer-Verwimp, A., Heinrichs, J., Devos, N., & Long, D. G. (2010). The taxonomy of the leafy liverwort genus Leptoscyphus (Lophocoleaceae) revisited. Taxon, 59(1), 176-186.

Vásquez, C., Calva, J., Morocho, R., Donoso, D. A., & Benítez, Á. (2019). Bryophyte communities along a tropical urban river respond to heavy metal and arsenic pollution. Water, 11(4), 813.

Vásquez, C., Calva, J., Morocho, R., Donoso, D. A., & Benítez, Á. (2019). Bryophyte communities along a tropical urban river respond to heavy metal and arsenic pollution. Water, 11(4), 813.

Villarreal, J. C., Cargill, D. C., Hagborg, A., Soderstrom, L., & Renzaglia, K. S. (2010). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. Phytotaxa, 150-166.

Von Konrat, M., Soderstrom, L., Renner, M. A., Hagborg, A., Briscoe, L., & Engel, J. J. (2010). Early land plants today (ELPT): how many liverwort species are there?. Phytotaxa, 22-40.

Werner, F. A., & Gradstein, S. R. (2009). Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical Andes. Journal of vegetation science, 20(1), 59-68.

Yamada, K., & Gradstein, S. R. (1991). The genus Radula (Hepaticae) in the Galapagos Islands. Tropical bryology, 4, 63-68.

Yangua-Solano, E., Carrión-Paladines, V., & Benítez, Á. (2023). Effects of Fire on Pyrodiversity of Terricolous Non-Tracheophytes Photoautotrophs in a Páramo of Southern Ecuador. Diversity, 15(12), 1176.

Yin, B., Zhang, Y., Zhang, H., & Lou, A. (2023). Phylogeographic structure of Syntrichia caninervis Mitt, a xerophytic moss, highlights the expanded during glacial period. Journal of Plant Ecology, 16(2), rtac057.

Zartman, C. E. (2003). Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in central Amazonia. Ecology, 84(4), 948-954.