UEA Biología El Pangui
PrePrint UEA

Sección Biología "El Pangui"
Vol. BLGEP2324. ep09–225

| Recibido: 15/03/2024 |
| Aceptado: 25/06/2024 |
| Publicado: 24/11/2026 |

Diversidad de líquenes epífitos en las fuentes de captación de la parroquia Pachicutza cantón el Pangui -Zamora Chinchipe, Ecuador.

Diversity of epiphytic lichens in the water catchment areas of Pachicutza parish, El Pangui canton, Zamora Chinchipe, Ecuador.

Doris Janinne Jimbicti Saant [1], Fernanda Guadalupe Campoverde Herrera [1] Marlon Rubén Vega Paccha[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep09-225

Resumen

En este estudio se determinó la diversidad de líquenes epífitos en las fuentes de captación de la parroquia Pachicutza cantón El Pangui-Zamora Chinchipe, Ecuador. Para lo que se establecieron dos parcelas de 20x20 m cada una, separadas a 30 m, se tomaron en cuenta los árboles de un diámetro a la altura del pecho mayores a 15 cm y troncos caídos. Se registraron un total de 30 géneros agrupados en 8 órdenes y 20 familias, la mayoría pertenecieron a la familia Parmeliaceae con 6 géneros los cuales fueron Hypotrachyna, Punctelia, Parmotrema Usnea Flavoparmelia y Lecanora, seguida de Collemataceae, Lobariaceae y Arthoniaceae con 2 géneros cada una. Referente a la forma de crecimiento la mayoría de los géneros identificados pertenecieron a formas crustáceas con 14 géneros, seguidos de los foliosos con 10 géneros. Nuestros hallazgos resaltan la importancia de conservar los bosques húmedos tropicales como reservorios de diversidad liquénica. Estos ecosistemas albergan una gran variedad de géneros de líquenes con diferentes formas de crecimiento y requerimientos ecológicos. Queda demostrado que más estudios relacionados sobre estos interesantes organismos pueden ayudar a comprender mejor la dinámica de estas comunidades y su respuesta a los crecientes impactos humanos en la provincia y región.

Palabras clave

líquenes, especies, diversidad, crustáceos, cortícolas.

Abstract

This study determined the diversity of epiphytic lichens in the catchment sources of the parish Pachicutza canton El Pangui- Zamora Chinchipe, Ecuador. For this purpose, two plots of 20 x 20 m each were established, separated at distance of 30 m. Trees with a diameter at breast height greater than 15 cm and fallen trunks were taken into account. A total of 30 genera grouped in 8 orders and 20 families were recorded, the majority belonged to the Parmeliaceae family with 6 genera which were Hypotrachyna, Punctelia, Parmotrema, Usnea, Flavoparmelia, and Lecanora, followed by Collemataceae, Lobariaceae and Arthoniaceae with 2 genera each. Referring to the growth form, most of the identified genera belonged to crustaceous forms with 14 genera, followed by foliose 10 genera. Our findings highlight the importance of conserving tropical rainforests as reservoirs of lichen diversity. These ecosystems harbor a great variety of lichen genera with different growth forms and ecological requirements. It is demonstrated that further related studies on these interesting organisms can help to better understand the dynamics of these communities and their response to increasing human impacts in the province and region.

Keywords

lichens, species, diversity, crustaceans, corticolous.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Zamora Chinchipe, Ecuador. Email: dj.jimbictis@uea.edu.ec, fg.campoverdeh@uea.edu.ec, mr.vegap@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Doris Janinne Jimbicti Saant . Universidad Estatal Amazónica. Zamora Chinchipe, Ecuador. Email: dj.jimbictis@uea.edu.ec

Cómo citar

JIMBICTI SAANT , Doris Janinne , CAMPOVERDE HERRERA , Fernanda Guadalupe and VEGA PACCHA, Marlon Rubén 2026. Diversidad de líquenes epífitos en las fuentes de captación de la parroquia Pachicutza cantón el Pangui -Zamora Chinchipe, Ecuador. . PrePrint UEA. Vol. BLGEP2324. p. ep09–225. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep09-225

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

Se estima que existen aproximadamente 20 000 especies de líquenes en todo el mundo con una amplia distribución geográfica (Feuerer & Hawksworth, 2007; Lumbsch *et al*., 2011 Lücking *et al*., 2017). La riqueza de especies de líquenes no se conoce con certeza, por lo que se estima que existen alrededor de 600 especies por hectárea en diferentes tipos de vegetación (Lücking, 2008; Lücking *et al*., 2011). Del número total de especies de líquenes conocidas, el 98% pertenecen a Ascomycota y el 2% a Basidiomycota y hongos mitospóricos (Oksanen, 2006; Huereca *et al*., 2018). El líquen en sí es el resultado de la perfecta combinación simbiótica de un hongo con algas, cianobacterias o levaduras(Bajonero *et al*., 2018; Spribille *et al*., 2022). Según su forma de crecimiento los líquenes se clasifican en crustáceos, foliosos, fruticulosos, filamentosos, gelatinosos, compuestos y escuamulosos (Oña *et al*., 2017). Los líquenes epífitos o conocidos como cortícolas dependen en gran medida del sustrato en el que se asientan, es decir, están estrechamente vinculados a la corteza de los árboles (Chaparro&Aguirre, 2002; Martínez *et al*., 2011). La diversidad, distribución y crecimiento de los líquenes epífitos se deben a factores como la competencia, humedad, disponibilidad de luz y altura (Pérez & Watteijne, 2009).

Desde la perspectiva ecológica, los líquenes son importantes, ya que son un componente esencial en ecosistemas templa-

dos y tropicales, dominando entre el 8 y 10% de ecosistemas terrestres (Seaward, 2008). Del mismo modo, que constituyen eslabones fundamentales en una sucesión vegetal (Ellis *et al*., 2021). Estos tienen la capacidad de establecerse como pioneros durante la colonización de diferentes hábitats adversos de forma variada y eficaz (Osorio *et al*., 2017; Lõhmus *et a*l., 2023). Los líquenes pueden emplearse como bioindicadores de la contaminación del aire (Santoni & Lijteroff, 2006; Simijaca *et al*., 2014; Magan *et al*., 2022), dado que son organismos poiquilohídricos, los cuales carecen de mecanismos que les permitan controlar y mantener el grado de humedad en sus células, por lo tanto, estos se hidratan y se desecan de acuerdo a la presencia de agua en el medio (Grimm *et al*., 2021). Si el medio se encuentra contaminado, los líquenes absorben los nutrientes junto con los contaminantes y los acumulan en su interior (Cubas *et al*., 2010). Una de las propiedades importantes de los líquenes es su capacidad para bioacumular elementos como nitrógeno, azufre y fósforo, incluyendo los contaminantes orgánicos y metálicos (Boonpeng *et al*., 2017). Además, los líquenes son utilizados por el ser humano con fines medicinales, particularmente para la producción de antibióticos, colorantes entre otras aplicaciones (Ramos, 2005).

Estudios realizados en Brasil presentan el número más alto en especies con 4000, seguido de México con 3600 (Herrera *et al*., 2014; Da Silva Cáceres *et al*. 2017) y Colombia con 1562 (Aguirre & Rangel, 2008), adicional a esto los nuevos estudios realizados en el bosque seco tropical de Colombia, donde *Pyrenula cryptothelia*, *Synarthonia robertiana* (Soto *et al*., 2021), *Astrothelium caucavallense, Pyrenula gigaspora* y *Ocelullaria vallensis* se consideran como nuevas especies para el país (Soto *et al*., 2023). También se han realizado trabajos de colección en países como Ecuador, donde *Pyrenula hirsuta* fue reportado por primera vez en Sudamérica (Vega *et al*., 2021), Bolivia con hallazgos de nuevas especies como *Malmidea attenboroughii Fuscidea multispora* (Guzow *et al*., 2019). Estudios en Venezuela y unos pocos en Perú tienen mayor presencia las formas de vida foliosos y fruticulosos . En las últimas décadas se han realizado nuevas adiciones de líquenes para Ecuador (Etayo, 2001; Nöske & Sipman, 2004; Nöske *et al*., 2007). En mayor grado para las Islas Galápagos (Bungartz *et al*., 2010) con 875 especies aproximadamente (Bungartz *et al*., 2013). La lista de verificación del herbario del liquen que se encuentra publicada en línea, documenta un total de 2599 especies, 130 familias y 513 géneros (Yánez *et al*., 2023). Respecto a los estudios realizados en la sierra, las familias más representativas fueron Parmeliaceae, Cladoniaceae y los géneros más representativos fueron *Cladonia, Hypotrachyna* y *Stereocaulon* (Naranjo, 2019). En los ecosistemas del páramo andino de Papallacta de acuerdo a Oña *et al*. (2017) se documentaron las familias Hygrophoraceae, Collemataceae, Perltigeraceae y Agyriaceae.

Los líquenes se enfrentan a diversas amenazas como la contaminación atmosférica, la pérdida y fragmentación de sus hábitats naturales, los incendios forestales, intensidad en el uso del suelo y el cambio climático (Ellis, 2013; Pinho *et al*., 2008; Potenza *et al*., 2022). La deforestación es el factor que más contribuye a la destrucción de grandes áreas que contienen una variedad de hábitats para briofitos y líquenes (Aguirre & Rangel, 2007).

En Ecuador las actividades madereras, la agricultura y ganadería han facilitado la destrucción de bosques primarios, favoreciendo así la pérdida de líquenes epífitos de manera particular que se encuentran en el sur del Ecuador (Bussmann, 2005; Fernández *et al*., 2023). De acuerdo con Lücking *et al*. (2017) a nivel global se consideran tres familias más numerosas Parmeliaceae con 2765 especies, Grapidaceae con 2161 y Verrucariaceae con 943, pertenecientes a familias de micro líquenes cortícolas tropicales. Seguido de Trypetheliaceae 420, Porinaceae y Pyrenulaceae con 360 (Aptroot *et al*., 2016; Lücking *et al*., 2017)

En la región Amazónica se han realizado estudios en los bosques húmedos de tierras bajas (Vega *et al*., 2021). En la provincia de Zamora Chinchipe se registraron 323 especies de 123 géneros y 45 familias coleccionadas (Nöske *et al*., 2007). Si bien existe un estudio realizado en Nangaritza donde se reportó 132 especies las cuales se incluyen como nuevos registros para la Provincia (Fernández *et al*., 2022). Sin embargo, en la zona de investigación no se ha hecho énfasis en realizar estudios acerca de líquenes por lo que la información es muy limitada, debido a la falta de investigadores que se especialicen en líquenes epífitos, por lo tanto, el objetivo principal de este estudio es determinar la diversidad de líquenes epífitos en las fuentes de captación de agua de la parroquia Pachicutza del cantón El Pangui.

2. Metodología

Área de Estudio

El estudio se realizó en la **Figura 1** de la parroquia Pachicutza del Cantón El Pangui, ubicada al noreste de la provincia de Zamora Chinchipe. La parroquia cuenta con una extensión de 122.04 km2 a una altitud que oscila entre 748 y 2150 msnm, tiene temperaturas anuales de 21ºC a 24ºC. Posee ecosistemas del subtrópico húmedo, con una vegetación arbórea originaria y muy espesa . El sitio de muestro se realizó en la fuente de captación de la parroquia con las coordenadas 30°40'02.1"S, 78°37'22.7"W.



Figura 1 | Área de estudio, Parroquia Pachicutza

Metodología

La metodología utilizada para el inventario de líquenes con-

sistió en el establecimiento aleatorio de dos parcelas de 20x20 m, separadas por una distancia de 30 m entre ellas (Calatayud & Sanz, 2000; Aguirre, 2013; Benítez *et al*., 2014; Salavarría, 2017). Se seleccionaron a los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 15 cm (Rodríguez *et al*., 2020), así como troncos caídos. La identificación de líquenes se limitó al sotobosque (Mostacedo & Fredericksen, 2000), donde se realizó una observación directa, registro fotográfico y se utilizaron guías y catálogos para el reconocimiento de los especímenes (Moreno *et al*., 2007; Wirth *et al*., 2010; Benítez *et al*., 2019; Moncada & Lücking, 2021).

Análisis de datos

Las especies que no pudieron identificarse mediante fotografías, se las recolectó con ayuda de una navaja y se los colocó en una bolsa plástica con su etiquetación. Se utilizó guías de líquenes para la identificación de los géneros (Moncada & Lücking, 2021). Para evitar que las muestras perdieran forma, se realizó un prensado, al final se llevaron al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica Sede El Pangui, donde se hizo su respectiva identificación con un estereoscopio.

3. Resultados y discusión

Se registró un total de 30 géneros agrupados en 8 ordenes y 20 familias**,** como se puede observar en las **Figuras 2, 3 y 4** y en la **Tabla 1**. La familia Parmeliaceae presentó el mayor número de géneros, seguido de Collemataceae, Lobariaceae, Arthoniaceae, como se puede visualizar en la **Figura 5.** Esta alta diversidad concuerda con algunas investigaciones previas realizadas en bosques húmedos tropicales, donde estos organismos suelen ser abundantes (Barthlott *et al*., 2001; Gradstein, 2008; Mandl *et al*., 2010; Nadkarni *et al*., 2013). De tal modo que Parmeliaceae dominante en nuestros resultados, resulta ser la familia más numerosa en el mundo, debido a su amplia distribución, dominando zonas como el trópico y templadas lluviosas (Crespo *et al*., 2010; Thell *et al*., 2012). Graphidaceae fue una de las familias más dominantes, ya que generalmente se las puede encontrar en los bosques tropicales y subtropicales (Staiger, 2005; Bungartz *et al*., 2010).

En cuanto a la diversidad de géneros identificados, la presencia de *Cladonia* se atribuye a su alta diversidad a nivel de Provincia (Nöske *et al*., 2007), mientras que *Usnea* ha sido reportado como el más abundante, ya que su presencia es notable en bosques montanos (Wirtz *et al*., 2006; Ohmura, 2012). De igual manera, *Leptogium* es visible en los resultados lo que concuerda con Etayo (2017), donde menciona que es mas diverso a diferencia de *Collema* de acuerdo a los estudios dentro de los bosques ecuatorianos. Sin embargo, De Silanes *et al*. (2012) y Martínez (2019) mencionan que el género *Leptogium* resulta ser más predominante en amplias regiones templadas y tropicales. Además, otro género notable, es *Graphis,* por las expediciones realizadas dentro de la provincia en la cuenca alta del río Nangaritza, arrojando un total de 57 géneros, siendo *Graphis* el más dominante (Fernández *et al*., 2022).



Figura 2 | A. *Coenogonium,* **B.** *Chrysothrix,* **C.** *Cora,* **D.** *Diplochistes,* **E**. *Caloplaca,* **F.** *Herpothallon,* **G**. *Bactrospora,* **H**. *Lecanora,* **I.** *Cococarpia*



Figura 3 | A. *Leptogium,* **B.** *Usnea*, **C**. *Heterodermia*, **D.** *Candelarella*, **E.** *Pixine*, **F.** *Pyrenula*, **G.** *Peltigera*, **H.** *Lobariella*, **I.** *Cryptothecia*, **J**. *Dictionema,* **K.** *Pseudophicellaria*, **L.** *Cladonia*

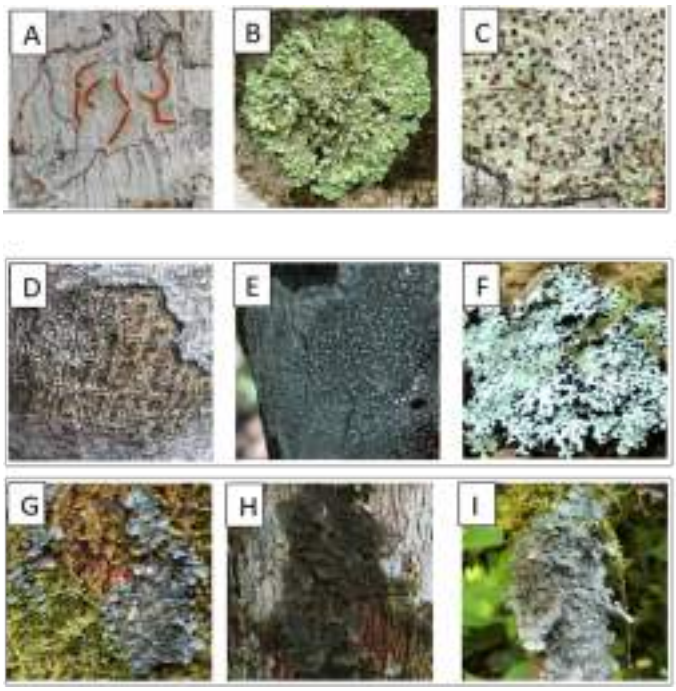

Figura 4 | A. *Graphis*, **B.** *Flavoparmelia,* **C**. *Megalospora*, **D.** *Pseudopyrenula*, **E.** *Pertusaria*, **F.** *Hypotrachyna*, **G.** *Punctelia*, **H.** *Collema*, **I.** *Parmotrema*

Tabla 1 | Resultados de líquenes epífitos

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	FORMA DE CRECIMIENTO
Pertusariales	Pertusariaceae	Pertusaria	Crustáceo
Lecanorales	Parmeliaceae	Hypotrachyna	Foliaso
		Punctelia	Foliaso
		Parmotrema	Folioso
		Usnea	Fruticuloso
		Flavoparmelia	Folioso
		Lecanora	Crustáceo
	Cladoniaceae	Cladonia	Fruticuloso
Candelariales	Candelariaceae	Candelaria	Folioso
Peltigerales	Collemataceae	Leptogium	Gelatinoso
		Collema	Gelatinoso
	Coccocarpiaceae	Coccocarpia	Crustáceo
	Lobariaceae	Lobariella	Folioso
		Pseudocyphellaria	Folioso
	Peltigeraceae	Peltigeria	Folioso
	Pyrenulaceae	Pyrenula	Crustáceo
	Trypetheliaceae	Pseudopyrenula	Crustáceo
Teloschistales	Teloschistaceae	Caloplaca	Crustáceo
	Megalosporaceae	Megalospora	Crustáceo
	Physciaceae	Heterodermia	Folioso
	Caliciaceae	Pyxine	Crustáceo
Arthionales	Chrysotrichaceae	Chrysothrix	Crustáceo
	Arthoniaceae	Cryptothecia	Crustáceo
		Herpothallon	Crustáceo
	Roccellaceae	Bactrospora	Crustáceo
Ostropales	Coenogoniaceae	Coenogonium	Filamentoso
	Graphidaceae	Dipochistes	Crustáceo
		Graphis	Crustáceo
Agaricales	Hygrophoraceae	Cora	Folioso
		Dictyonema	Filamentoso

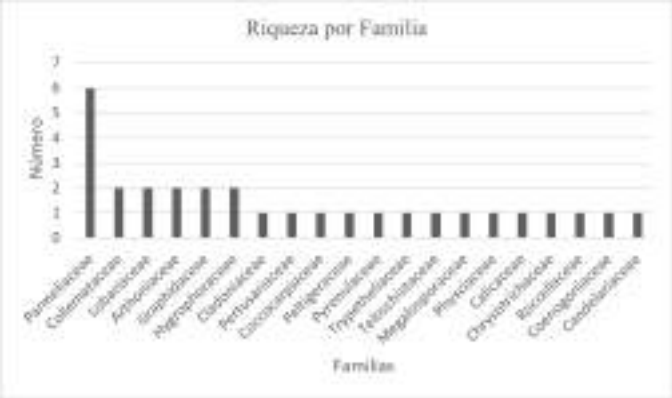

Figura 5 | Número de géneros por familia

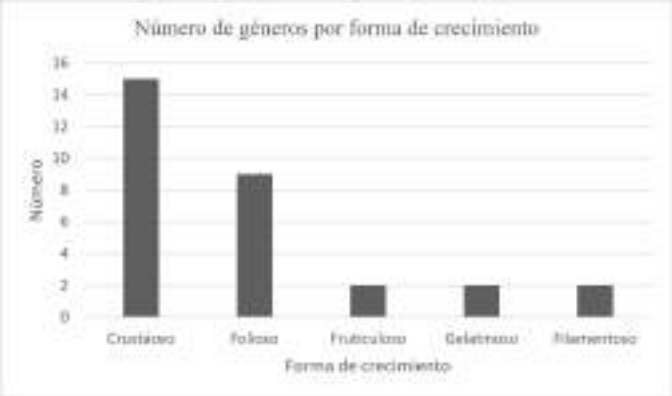

Figura 6 | Formas de crecimiento

De acuerdo a su forma de crecimiento, la mayoría de géneros se identifcaron como crustáceos, esto se puede observar en la **Figura 6.** La predominancia de líquenes crustáceos en el sitio de estudio coincide con los patrones observados en sotobosques tropicales (Kelly *et al*., 2004), entre los más frecuentes estan los géneros *Herpothallon* y *Cryptothecia* (Bungartz *et al*., 2013). Asimismo, Lakatos *et al*. (2006) y Plata & Lücking (2013) afirman en los estudios realizados en bosques amazónicos, los líquenes crustáceos representan la mayor parte de la diversidad. En cuanto a los líquenes foliosos, estan presentes a nivel del dosel (Van Leerdam *et al*., 1990), como los géneros *Heterodermia*, *Parmotrema, Cora, Lobaria* los cuales se observaron como los más abundantes dentro del sitio de estudio. Mientras que Lakatos *et al*. (2006) mencionan que tanto foliosos y fruticulosos se encnuetran con mayor frecuencia en bosques montanos y premontanos. Por otra parte los géneros de forma crustácea tienen una alta presencia en árboles jóvenes, los fruticulosos se pudo encontrar en árboles de edad intermedia y algunos géneros foliosos en árboles muy viejos (Rodríguez & Pérez, 2003).

Cabe destacar que algunos géneros identificados en el esudio, son utilizados como bioindicadores, de los cuales se consideran como los más tolerantes a la contaminación atmosferica, el género *Lecanora,* mientras que *Lobaria y Usnea* son sensibles (Estrada & Nájera, 2011)**.** Otro estudio realizado en regiones templadas y zonas del trópico, manifiesta que el género *Lecanora, Parmotrema y Punctelia* son tolerantes a contaminantes*,* mientras que los géneros *Lobaria y Usnea* resultan ser sensibles a los mismos (Hawksworth *et al*., 2005). Se menciona que generalmnte los liquenes fruticu-

losos y filamentosos son los mas sensibles y los crustáceos tienen una alta resistencia a la contaminación (Salmón & Salmón, 2001).

4. Conclusiones

De acuerdo con el estudio realizado durante la fase de campo y escritorio, se evidenció una alta diversidad de líquenes. Por lo que se da a entender que los bosques del sitio de estudio albergan una gran variedad de microhábitats, donde los líquenes proliferan en diferentes formas de crecimiento y requerimientos ecológicos, que nos permiten comprender mejor la dinámica de sus comunidades y su respuesta a los impactos antropogénicos.

La presencia de líquenes bioindicadores da una pauta para posibles investigaciones enfocadas a la calidad ambiental, permitiendo así conocer mediante monitoreos para la obtención de información valiosa sobre el estado de conservación de los bosques tropicales y los efectos del cambio climático en estos ecosistemas.

Nuestros hallazgos resaltan la importancia de conservar los bosques húmedos tropicales como reservorios de diversidad liquénica. Además, es fundamental promover las investigaciones taxonómicas y ecológicas sobre los líquenes en esta región, ya que podrían descubrirse nuevas especies y, sobre todo, ampliar nuestro conocimiento sobre la biodiversidad liquénica en los bosques tropicales del sur de Ecuador.

Contribuciones de los autores:

Doris Janinne Jimbicti Saant : Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Fernanda Guadalupe Campoverde Herrera : 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

Aguirre-c, J., & Rangel-ch, J. O. (2008). Riqueza Y Aspectos Ecológicos Y Fitogeográficos Sobre La Flora De Líquenes. Colombia Diversidad Biotica VI, February 2008, 549–559. https://www.researchgate.net/publication/339513539%0ARIQUEZA

Aguirre, J., & Rangel, J. (2007). Amenazas a la conservación de las especies de musgos y liquenes en Colombia - Una aproximación inicial -. Caldasia, 29(2), 235–262. www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm

Aguirre, Z. (2013). Guia de metodos para medir la Biodiversidad. In Universidad Nacional de Loja. https://apps.utel.edu.mx/recursos/files/r161r/w24418w/U2/medicion-biodiversidad.pdf

Aptroot, A., Cáceres, M. E. S., Johnston, M. K., & Lücking, R. (2016). How diverse is the lichenized fungal family Trypetheliaceae (Ascomycota: Dothideomycetes)? A quantitative prediction of global species richneß. Lichenologist, 48(6), 983–1011. https://doi.org/10.1017/S0024282916000463

Bajonero, M. F., Álvarez, C., & López, V. (2018). Aislamiento de Microorganismos Asociados a la Simbiosis Liquénica en Especies del Estado de Guanajuato. Jóvenes En La Ciencia, Vol. 3(1), 345–349. https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2313/1801

Barrales, H., Reyes, C. ., Díaz, M., Sánchez, L., Cortés, J., Gómez, A., & López, L. (2017). Importance of Lichens As Environmental Bioindicators and promising source of anti-cancer compounds. Agroproductividad, Vol. 10, N(November), 85-90 pp.

Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., & Engwald, S. (2001). Diversity and abundance of vascular epiphytes: A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. Plant Ecology, 152, 145–156. https://doi.org/10.1023/A:1011483901452

Bautista, J. A. (2017). Uso, Conocimiento Local Y Cosmovisión De Líquenes En La Región De Tehuacán-Cuicatlán.

Benítez, Á., Chuquimarca, L., Rodríguez, G., Aragón, G., Prieto, M., & Guzmán, E. (2019). Guía de líquenes epífitos de la Reserva Ecológica Arenillas. October. https://www.researchgate.net/publication/336731509_Guia_de_liquenes_epifitos_de_la_Reserva_Ecologica_Arenillas

Benítez, A., Prieto, M., & Aragon, G. (2014). Large trees and dense canopies: Key factors for maintaining high epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical montane forests. Forestry, 88(5), 521–527. https://doi.org/10.1093/forestry/cpv022

Boonpeng, C., Polyiam, W., Sriviboon, C., Sangiamdee, D., Watthana, S., Nimis, P. L., & Boonpragob, K. (2017). Airborne trace elements near a petrochemical industrial complex in Thailand assessed by the lichen Parmotrema tinctorum (Despr. ex Nyl.) Hale. Environmental Science and Pollution Research, 24(13), 12393–12404. https://doi.org/10.1007/s11356-017-8893-9

Bungartz, F., Dután, V. L., & Elix, J. A. (2013). The lichen genera Cryptothecia, Herpothallon and Helminthocarpon (Arthoniales) in the Galapagos Islands, Ecuador. Lichenologist, 45(6), 739–762. https://doi.org/10.1017/S0024282913000522

Bungartz, F., Lücking, R., & Aptroot, A. (2010). The family Graphidaceae (Ostropales, Lecanoromycetes) in the Galapagos Islands. Nova Hedwigia, 90(1–2), 1–44. https://doi.org/10.1127/0029-5035/2010/0090-0001

Bungartz, F., Ziemmeck, F., Yánez, A., Nugra, F., & Aptroot, A. (2013). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist. CDF Datazone. https://www.darwinfoundation.org/en/datazone/checklist

Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Revista Peruana de Biologia, 12(2), 203–216. https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2394

Cáceres, M. E. da S., Mota Júnior, N., Santos, L. A. dos, Pereira, T. de A., & Aptroot, A. (2017). New records to Brazil and Southern Hemisphere of corticolous and saxicolous lichens from the semiarid region in Ceará Stat. Iheringia, Série Botânica, 72(2), 239–245. https://doi.org/10.21826/2446-8231201772210

Calatayud, V., & Sanz, M. J. (2000). Manual Red Ce De Nivel II (pp. 1–7). https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/parte_7_liquenes_tcm30-155205.pdf

Canseco, A., Anze, R., & Franken, M. (2006).Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aireen la ciudad de La Paz, Bolivia.Acta Nova, 3, 286–307. http://www.ucbcba.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v3n2/v3.n2.Canseco.pdf

Carballal, R., Casares-Porcel, M., Gutiérrez, L., & Rowe, J. (2006). Capítulo 7 Introducción a los Líquenes. https://www.researchgate.net/publication/259638914_C_A_P_I_T_U_L_O_7_INTRODUCCION_A_LOS_LIQUENES

Cardona, S., & Puy, M. (2016). Catalogo de Liquenes Saxicolas del Distrito Minero de Guanajuato, Localidad Cerro de la Bufa. Jóvenes En La Ciencia: Verano de La Investigación Científica Vol. 2, No.1 (2016), 2(1), 541–545. http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/2610

Coutiño, B., & Montañez, A. L. (2000). Los líquenes. Ciencias, 59, 64–65. http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11730

Crespo, A., Kauff, F., Divakar, P. K., del Prado, R., Pérez-Ortega, S., de Paz, G. A., Ferencova, Z., Blanco, O., Roca-Valiente, B., Núñez-Zapata, J., Cubas, P., Argüello, A., Elix, J. A., Esslinger, T. L., Hawksworth, D. L., Millanes, A., Molina, M. C., Wedin, M., Ahti, T., ... Thorsten Lumbsch, H. (2010). Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. Taxon, 59(6), 1735–1753. https://doi.org/10.1002/tax.596008

Cubas, P., Núñez, J., Crespo, A., & Divakar, P. K. (2010). Líquenes: que son y su uso como bioindicadores. Proyecto de Innovacion, 1(23), 1–9. https://www.aulados.net/GEMM/Documentos/San_Quintin_Innova/Liquenes_que_son_uso.pdf

Das, P., & Joshi, S. (2023). Understanding Lichen Ecology using Detailed PCA in Temperate – Alpine Gradient of Uttarakhand, India. Advances in Zoology and Botany, 11(3), 171–180. https://doi.org/10.13189/azb.2023.110303

De Silanes, M. E. L., Paz-Bermúdez, G., Carballal, R., & Marques, J. (2012). The genus leptogium (collemataceae, ascomycotina) in mainland Portugal. Sydowia, 64(1), 67–102. https://www.zobodat.at/pdf/Sydowia_64_0067-0102.pdf

Ellis, C. J. (2013). A risk-based model of climate change threat: Hazard, exposure, and vulnerability in the ecology of lichen epiphytes. Botany, 91(1), 1–11. https://doi.org/10.1139/cjb-2012-0171

Ellis, C. J., Asplund, J., Benesperi, R., Branquinho, C., Di Nuzzo, L., Hurtado, P., Martínez, I., Matos, P., Nascimbene, J., Pinho, P., Prieto, M., Rocha, B., Rodríguez-Arribas, C., Thüs, H., & Giordani, P. (2021). Functional traits in lichen ecology: A review of challenge and opportunity. Microorganisms, 9(4), 1–27. https://doi.org/10.3390/microorganisms9040766

Estrada, V. H. M., & Nájera, J. M. (2011). El uso de Líquenes como Biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial. Biocenosis, 25, 51–67. https://doi.org/10.1016/S1130-1406(05)70013-9

Etayo, J. (2017). Hongos liquenícolas de Ecuador. In Fundación Miguel Lillo. Opera Lilloana. https://www.lillo.org.ar/revis/opera-lilloana/2017-opl-v50.pdf

Etayo, Javier. (2001). Hongos liquenícolas de Ecuador. I. Dos especies nuevas del orden hypocreales (ascomycota): pronectria parmotrematis y trichonectria leptogiicola. Anales Del Jardín Botánico de Madrid, 58(2), 219–222. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55658201

Fernández, N., Aragón, G., Prieto, M., Benítez, Á., & Martínez, I. (2023). Differences in epiphytic trunk communities in secondary forests and plantations of southern Ecuador. Forestry: An International Journal of Forest Research, 96(1), 20–36. https://doi.org/10.1093/forestry/cpac034

Fernández, N., Prieto, M., Martínez, I., & Aragón, G. (2022). Líquenes epífitos de los Tepuyes de la cuenca alta del río Nangaritza, cordillera del Cóndor (Ecuador). Caldasia, 44(1), 108–118. https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n1.86522

Feuerer, T., & Hawksworth, D. (2007). Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions. Biodiversity and Conservation, 16(1), 85–98. https://doi.org/10.1007/s10531-006-9142-6

Gradstein, S. R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests - Impact of deforestation and climate change. Tropical Mountain Forest: Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot, January 2010, 51–65. https://www.researchgate.net/publication/286229140

Grimm, M., Grube, M., Schiefelbein, U., Zühlke, D., Bernhardt, J., & Riedel, K. (2021). The Lichens' Microbiota, Still a Mystery? Frontiers in Microbiology, 12(March), 1–25. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.623839

Guzow, B., Flakus, A., Kosecka, M., Jabłońska, A., Rodriguez-Flakus, P., & Kukwa, M. (2019). New species and records of lichens from Bolivia. Phytotaxa, 397(4), 257–279. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.397.4.1

Hawksworth, D., Iturriaga, T., & Crespo, A. (2005). Lichens as rapid bioindicators of pollution and habit disturbance in the tropics. Revista Iberoamericana de Micologia, 22(2), 71–82. https://doi.org/10.1016/s1130-1406(05)70013-9

Herrera, D. L. Á., Lücking, R., Pérez-Pérez, R. E., Miranda-González, R., Sánchez, N., Barcenas-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B. D., & Nash, T. H. (2014). Biodiversity of lichens in Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85(SUPPL.), 82–99. https://doi.org/10.7550/rmb.37003

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(1), 89–109. https://doi.org/10.1007/s11258-004-2496-5

Huereca, A., Salcedo, S., Alvarado, M., & Moreno, S. (2018). Los líquenes:: definición, características, importancia y usos potenciales. Biología y Sociedad, 1(1 SE-Artículos), 17–27. https://doi.org/10.29105/bys1.1-58

Kelly, D. L., O'Donovan, G., Feehan, J., Murphy, S., Drangeid, S. O., & Marcano-Berti, L. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: Patterns in the distribution of the flora. Journal of Tropical Ecology, 20(6), 643–666. https://doi.org/10.1017/S0266467404001671

Lakatos, M., Rascher, U., & Büdel, B. (2006). Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest. New Phytologist, 172(4), 679–695. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01871.x

Lõhmus, A., Motiejūnaitė, J., & Lõhmus, P. (2023). Regionally Varying Habitat Relationships in Lichens: The Concept and Evidence with an Emphasis on North-Temperate Ecosystems. Journal of Fungi, 9(3). https://doi.org/10.3390/jof9030341

López, M. (2020). Los Líquenes. Aula de Naturaleza Graellsia, 7. https://www.researchgate.net/publication/353998976_Los_Liquenes

Lücking, R. (2008). Taxonomy: A discipline on the brink of extinction: Are DNA barcode scanners the future of biodiversity research? Archives Des Sciences, 61(2), 75–88. https://www.unige.ch/sphn/Publications/ArchivesSciences/AdS 2004-2015/AdS 2008 Vol 61 Fasc 2/4_Lucking 75-88_61_2.pdf

Lücking, R. (2011). Foliicolous Lichenized Fungi. In The Lichenologist (Vol. 43, Issue 3, pp. 281–283). https://doi.org/10.1017/s0024282911000181

Lücking, R., Hodkinson, B. P., & Leavitt, S. D. (2017). The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. The Bryologist, 119(4), 361. https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361

Lücking, R., Seavey, F., Common, R. S., Beeching, S. Q., Breuss, O., Buck, W. R., Crane, L., Hodges, M., Hodkinson, B. P., Lay, E., Lendemer, J. C., Mcmullin, R. T., Mercado-Díaz, J. A., Nelsen, M. P., Plata, R., Safranek, W., Sanders, W. B., Schaefer, H. P., & Seavey, J. (2011). The lichens of Fakahatchee Strand Preserve State Park, Florida: proceedings from the 18th tuckerman workshop. Bulletin of the Florida Museum of Natural History, 49(4), 127–186. http://www.lmnh.ul.edu/bulletin/vol49no4supplmats.htm

Lumbsch, H. T., Ahti, T., Altermann, S., de Paz, G. A., Aptroot, A., Arup, U., Peña, A. B., Bawingan, P. A., Benatti, M. N., Betancourt, L., Björk, C. R., Boonpragob, K., Brand, M., Bungartz, F., Cáceres, M. E. S., Candan, M., Chaves, J. L., Clerc, P., Common, R., ... Lücking, R. (2011). One hundred new species of lichenized fungi: A signature of undiscovered global diversity. Phytotaxa, 18, 1–127. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.18.1.1

Magan, K. P., Mau, R. F., & Contreras, L. A. (2022). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón (Perú). Yotantsipanko, 2(2), 33–46. https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.20

Mandl, N., Lehnert, M., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2010). A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. Biodiversity and Conservation, 19(8), 2359–2369. https://doi.org/10.1007/s10531-010-9839-4

Martínez, I., Belinchón, R., Otárola, M., Aragón, G., Prieto, M., & Escudero, A. (2011). Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la Región Mediterránea. Ecosistemas, 20(2–3), 54–67. https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/23

Martínez, L. R. (2019). Revisión de los liquenes tomentosos del género Leptogium (Collemataceae-Ascomycetes liquenizados) presentes en la colección del herbario forestal Emilio Mahecha-Sección Criptógamas. In Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952. (Vol. 2). http://hdl.handle.net/11349/25255

Mateus, N., Aguirre, J., & Lücking, R. (2012). Contribuciones a la biota liquénica foliícola del Chocó (Colombia). Caldasia, 34(1), 25–32. http://scielo.org.co/pdf/cal/v34n1/v34n1a2.pdf

Moncada, B., & Lücking, R. (2021). Introducción a la biología y taxonompia de los líquenes colombianos. Una guia para reconocer su biodiversidad e importancia. https://www.researchgate.net/publication/353719418_Introduccion_a_la_Biologia_y_Taxonomia_de_los_LIQUENES_

Colombianos_Una_Guia_para_Reconocer_su_Biodiversidad_e_Importancia

Morales, E., Lücking, R., & Anze, R. (2009). Una Introducción al Estudio de los Líquenes de Bolivia (M. Azero (ed.); 1st ed.). Universidad Católica Boliviana "San Pablo." https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34701649/Morales_et_al__2009__UCB-libre.pdf?1410457182=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLichens_general_text_Bolivia.pdf&Expires=1703897683&Signature=L5Jo12mBjqFH2rJqnrNmdzeBZEPy8BhA9p88dQR~mgzGAQags

Moreno, E., Sánchez, Á., & Hernández, J. (2007). Guía Ilustrada de Hongos Liquenizados de Venezuela. January 2007, 96.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal (D. Nash (ed.); 1st ed., Issue Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal). El País. file:///C:/Users/Madi Leidi/Downloads/PNACL893.pdf

Nadkarni, N. M., Merwin, M. C., & Nieder, J. (2013). Forest Canopies, Plant Diversity. Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition, 3, 516–527. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00158-1

Naranjo, D. (2019). Taxonomía y diversidad de líquenes en los sitios GLORIA del volcán Antisana , Ecuador [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17808/NaranjoD_Tesis_Diversidad_y_taxonomia_de_lÃηquenes_en_los_sitios_GLORIA_del_volcÃąn_Antisana.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nöske, N. M., Mandl, N., & Sipman, H. J. M. (2007). Checklist Reserva Biológica San Francisco (Prov. Zamora-Chinchipe, S. Ecuador). Society for Tropical Ecology, 4(May 2014), 101–117. https://www.researchgate.net/publication/232708873%0A

Nöske, N., & Sipman, H. (2004). Cryptogams of the Reserva Biológica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador) III. Cryptogamie, Bryologie, 25(3), 271–289. https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/cryptogamie-mycologie2004v25f1a9.pdf#viewer.action=download

Nunes, L., Burle, G., Gumboski, E. L., & Dechoum, M. (2019). Abiotic effects on the cover and richness of corticolous lichens on araucaria angustifolia trunks. Acta Botanica Brasilica, 33(1), 21–28. https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0095

Ohmura, Y. (2012). A synopsis of the lichen genus Usnea (Parmeliaceae, Ascomycota) in Taiwan. Memoirs of the National Museum of Nature and Science, Tokyo, 48(48), 91–137. https://www.researchgate.net/publication/267200829%0AA

Oksanen, I. (2006). Ecological and biotechnological aspects of lichens. Applied Microbiology and Biotechnology, 73(4), 723–734. https://doi.org/10.1007/s00253-006-0611-3

Oña, T., Bravo, A., Velarde, E., & Ortega, S. (2017). Líquenes de Papallacta. https://www.researchgate.net/publication/354969301_LIQUENES_DE_PAPALLACTA

Osorio, G., González, L., Iglesias, N., Estévez, N., & González, N. (2017). Los líquenes y la degradación/ conservación del patrimonio arquitectónico. Revista de Biología UVIGO. http://www.visoflora.com/photos

Pérez, Á., & Watteijne, B. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfologia del género Sticta (Stictaceae) en un gradiente altitudinal. Acta Biol. Colomb, 14, 159–172. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/23024

Pérez, R. E., Miramontes, N., Aguilar, J., & Quiroz, H. (2008). Macrolíquenes Cortícolas en Dos Especies de Coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Acta Universitaria, 18(2), 33–39. https://doi.org/10.15174/au.2008.147

Pinho, P., Augusto, S., Martins-Loução, M. A., Pereira, M. J., Soares, A., Máguas, C., & Branquinho, C. (2008). Causes of change in nitrophytic and oligotrophic lichen species in a Mediterranean climate: Impact of land cover and atmospheric pollutants. Environmental Pollution, 154(3), 380–389. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.11.028

Plata, E. R., & Lücking, R. (2013). High diversity of Graphidaceae (lichenized Ascomycota: Ostropales) in Amazonian Perú. Fungal Diversity, 58(1), 13–32. https://doi.org/10.1007/s13225-012-0172-y

Potenza, G., Gerardi, G., Fascetti, S., & Rosati, L. (2022). Habitat Fragmentation and Lichen Diversity in Peri-Urban Woodlands: A Case Study in the Municipality of Potenza (Southern Italy). Plants, 11(14). https://doi.org/10.3390/plants11141858

Ramos, J. M. (2005). Los líquenes. Ababol. Revista Del Instituto Cultural y de Estudios Del Rincón de Ademuz, 0(42 SE-Naturaleza en el Rincón de Ademuz), 15–18. https://raco.cat/index.php/Ababol/article/view/400114

Rodríguez, Eduardo, Mora, A., & Marroquín, J. (2020). Muestreo Ecológico de la vegetación (Issue July). Editorial Univaersitaria UANL. https://www.researchgate.net/publication/343137042_Muestreo_Ecologico_de_la_vegetacion

Rodríguez, Eva, & Pérez, S. (2003). Biología de los líquenes. In Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias (KRK, Vol. 5, pp. 65–66). https://www.uv.es/barreno/Liquenes_Muniellos.pdf

Salavarría, E. (2017). Diversidad de líquenes y briofitos epífitos en bosques Amazónicos de la provincia de Orellana, con diferentes tipos de manejo [Universidad Técnica Particular de Loja]. http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/21075

Salmón, N. F., & Salmón, O. F. (2001). Estudio preliminar del inventario liquénico a la ciudad de Santiago de Cuba. https://www.inotu.gob.cu/sites/default/files/revista/Natacha Font Salmon.pdf

Santoni, C., & Lijteroff, R. (2006). Evaluación de la Calidad del Aire mediante el uso de Bioindicadores en la Provincia de San Luis, Argentina. Rev. Int. Contam. Ambient, 22(1), 49–58. https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v22n1/0188-4999-rica-22-01-49.pdf

Seaward, M. R. D. (2008). Environmental role of lichens. In Linchen Biology (2nd ed., pp. 2000–2200). https://doi.org/10.1017/CBO9780511790478%0A

Simijaca, D., Morales, M., & Vargas, D. (2014). Use of Non Vascular Plant Organisms as Indicators of Urban Air Pollution (Tunja, Boyacá, Colombiano). Acta Biológica Colombiana, 19(2), 221. https://doi.org/10.15446/abc.v19n2.40681

Soto, E., Aptroot, A., & Lücking, R. (2023). New Species of Lichen for Colombia Tropical Dry Forest. Cryptogamie, Mycologie, 44(7), 103–107. https://doi.org/10.5252/cryptogamie-mycologie2023v44a7

Soto Medina, E. A., Castaño Naranjo, A., Granobles, J., & Aptroot, A. (2021). Una nueva especie y nuevos registros de líquenes en Colombia y Suramérica en el bosque seco tropical de la cuenca media del río Cauca. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 45(175), 415–420. https://doi.org/10.18257/raccefyn.1322

Spribille, T., Resl, P., Stanton, D. E., & Tagirdzhanova, G. (2022). Evolutionary biology of lichen symbioses. New Phytologist, 234(5), 1566–1582. https://doi.org/10.1111/nph.18048

Staiger, B. (2005). How to arrange the diversity of a tropical lichen family? Systematics and generic concepts in the lichen family Graphidaceae. Archives Des Sciences, 58(1), 53–61. https://www.unige.ch/sphn/Publications/ArchivesSciences/AdS 2004-2015/AdS 2005 Vol 58 Fasc 1/53-62_58_1.pdf

Thell, A., Crespo, A., Divakar, P. K., Kärnefelt, I., Leavitt, S. D., Lumbsch, H. T., & Seaward, M. R. D. (2012). A review of the lichen family Parmeliaceae - history, phylogeny and current taxonomy. Nordic Journal of Botany, 30(6), 641–664. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2012.00008.x

Van Leerdam, A., Zagt, R. J., & Veneklaas, E. J. (1990). The distribution of epiphyte growth-forms in the canopy of a Colombian cloud-forest. Vegetatio, 87(1), 59–71. https://doi.org/10.1007/BF00045656

Vega, M., Déleg, J., & Benítez, Á. (2021). Primer registro del liquen Pyrenula hirsuta para Sudamérica. Neotropical Biodiversity, 7(1), 75–77. https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1894862

Wirth, V., Düll, R., Llimona, X., Ros, R. M., & Werner, O. (2010). Guia-de-Campo-de-los-Liquenes-Musgos-y-Hepaticas (Ediciones). https://www.researchgate.net/publication/259779907_Guia_de_campo_de_los_Liquenes_Musgos_y_Hepaticas

Wirtz, N., Printzen, C., Sancho, L., & Lumbsch, H. T. (2006). Revisited. International Association for Plant Taxonomy (IAPT), 55(2), 367–376. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2307/25065584

Wolf, J. H. D. (2005). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. Forest Ecology and Management, 212(1–3), 376–393. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.027

Yánez, A., Benítez, Á., Molina, R. B., Naranjo, D., Etayo, J., Prieto, M., Cevallos, G., Caicedo, E., Scharnagl, K., McNerlin, B., Swanson, S., Aragón, G., Fernández-Prado, N., Martínez, I., Burgaz, A. R., González, Y., Déleg, J., Vega, M., Van Den Boom, P., ... Bungartz, F. (2023). Towards

a dynamic checklist of lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of Ecuador - using the Consortium of Lichen Herbaria to manage fungal biodiversity in a megadiverse country. Lichenologist, 55(5), 203–222. https://doi.org/10.1017/S0024282923000476