



Patrones de diversidad de epífitos en la Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador: Un punto caliente de diversidad de líquenes

Patterns of epiphyte diversity in the Arenillas Ecological Reserve, Ecuador: A hotspot of lichen diversity

Ángel Benítez^{1*}; Darío Cruz¹; Teddy Ochoa-Pérez²; Erika Yangua-Solano^{1, 2}; Fausto López¹

1 Biodiversidad de Ecosistemas Tropicales-BIETROP, Herbario HUTPL, Departamento de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, Loja 1101608, Ecuador.

2 Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Dirección de Áreas Protegidas y Otras Formas de Conservación, Loja 170525, Ecuador.

* Autor correspondiente: arbenitez@utpl.edu.ec (Á. Benítez).

ORCID de los autores:

Á. Benítez: <https://orcid.org/0000-0003-4579-1291>

D. Cruz: <https://orcid.org/0000-0003-1956-2882>

T. Ochoa-Pérez: <https://orcid.org/0009-0002-3601-5223>

E. Yangua-Solano: <https://orcid.org/0000-0001-7193-2292>

F. López: <https://orcid.org/0000-0002-9946-0992>

RESUMEN

Los bosques secos están caracterizados por poseer una alta diversidad y una extraordinaria cantidad de especies endémicas de diferentes grupos taxonómicos donde se incluyen los líquenes, sin embargo, la fragmentación, ganadería, agricultura y extracción intensiva de madera son sus principales amenazas. El objetivo de la investigación fue describir los patrones de diversidad de líquenes epífitos, así como también determinar especies indicadoras de los principales remanentes de bosque seco de la Reserva Ecológica Arenillas. Se registró la presencia y cobertura de líquenes epífitos usando cuadrantes de 20 × 30 cm en 514 árboles. Se realizó un análisis de especies indicadoras (ISA) para determinar las especies de líquenes que potencialmente son indicadoras de los bosques secos. Se registro un total de 122 especies, distribuidas en 22 familias y 57 géneros. El tipo de crecimiento con mayor presencia en bosques secos fue el crustáceo con un total de 105 especies, seguido del crecimiento folioso con 15 especies, mientras el fruticuloso y gelatinoso presentaron una especie. Se detectaron un total de 30 especies de líquenes epífitos como indicadoras de los bosques secos y las especies con valor mayor de indicación y que pueden sugerirse para caracterizar bosque seco fueron *Coniocarpon cinnabarinum*, *Graphis subcontorta*, *Leucodecton occultum*, *Pyrenula subcongruens* y *Synnesia leprobola*. La Reserva Ecológica Arenillas se puede considerar como un punto caliente de diversidad de líquenes en bosques secos tropicales ya que se registró un total de 122 especies, superior al reportado en países como Colombia y Cuba. Por lo tanto, las especies de líquenes con hábito crustáceo y foliosos con lóbulos estrechos son indicadoras de los bosques secos tropicales.

Palabras clave: Diversidad; líquenes; bosque seco; líquenes crustáceos; especies indicadoras.

ABSTRACT

Dry forests are characterized by high diversity and an extraordinary number of endemic species from different taxonomic groups, including lichens. However, their main threats are fragmentation, livestock farming, agriculture, and intensive logging. The aim of the research was to describe the diversity patterns of epiphytic lichens, as well as to determine indicator species of the main dry forest remnants of the Arenillas Ecological Reserve. The presence and coverage of epiphytic lichens were recorded using quadrants of 20 × 30 cm on 514 trees. An Indicator Species Analysis (ISA) was conducted to determine which lichen species potentially indicate dry forests. A total of 122 species were recorded, belonging to 22 families and 57 genera. Crustose growth type was the most abundant in dry forests, with 105 species, followed by foliose growth with 15 species, while fruticose and gelatinous types each had one species. Thirty epiphytic lichen species were identified as indicators of dry forests, with the species *Coniocarpon cinnabarinum*, *Graphis subcontorta*, *Leucodecton occultum*, *Pyrenula subcongruens*, and *Synnesia leprobola* showing the highest indication values and suggested for characterizing dry forests. The Arenillas Ecological Reserve can be considered a hotspot of lichen diversity in tropical dry forests, with a total of 122 species recorded, surpassing reports from countries like Colombia and Cuba. Therefore, crustose and foliose lichen species with narrow lobes are indicators of tropical dry forests.

Keywords: Diversity; lichens; dry forest; crustose lichens; indicator species.

Recibido: 06-08-2024.

Aceptado: 29-11-2024.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos de Ecuador se localizan a lo largo de la costa centro del Pacífico (Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y Guayas) y en la costa sur y las estribaciones occidentales de los Andes (El Oro y Loja), las mismas que forman parte del bosque seco ecuatorial que se ha catalogado como un ecosistema único a nivel global (Linares-Palomino et al., 2010). Estos bosques están caracterizados por poseer una alta diversidad y una extraordinaria cantidad de especies endémicas de diferentes grupos taxonómicos (Best & Kessler, 1995; Linares-Palomino et al., 2010, 2011; Luna-Florin et al., 2022). Los bosques secos son un hábitat y refugio de una alta diversidad de flora y fauna, sin embargo, la fragmentación, ganadería caprina, el incremento de índice poblacional, incendios forestales, extracción intensiva de leña y madera para construcción de viviendas son sus principales amenazas (Tapia-Armijos et al., 2015; Cueva et al., 2019), donde los bosques estacionalmente secos son uno de los más impactados por pérdida de hábitat debido a la deforestación (Miles et al., 2006).

En este contexto, uno de los principales remanentes de bosque seco ecuatorial en el sur de Ecuador es la Reserva Ecológica Arenillas, que conserva manglares y bosques secos tropicales en la región suroccidental del país (Luna-Florin et al., 2022 a). Sin embargo, los remanentes boscosos se ven afectados por la fragmentación de sus ecosistemas, agricultura y la ganadería dentro de los límites de la reserva y diversos impactos relacionados con el cambio climático (Moreira et al., 2016). Además, siguiendo este mismo patrón Escribano-Ávila, (2016) señala que treinta estudios en los bosques secos de Ecuador se han enfocado en plantas leñosas, aves, mamíferos, insectos y

reptiles, y en un mayor porcentaje de investigaciones se han enfocado al componente flora (Cerón & Reyes, 2006; Moreira et al., 2016; Luna-Florin et al., 2022 a b).

Los bosques secos tropicales generalmente tienen una diversidad epífita menor que los bosques tropicales húmedos (Werner & Gradstein, 2009; Vergara-Torres et al., 2010; de la Rosa-Manzano et al., 2014), por ello en el Ecuador las epífitas de los bosques secos han recibido menos atención (Werner & Gradstein, 2009), debido a que la mayoría de investigación no ha sido publicada (Aguirre et al., 2006) y en el caso de los líquenes epífitos únicamente se ha realizado un estudio en la Reserva Ecológica Arenillas (Benítez et al., 2019)

A nivel global los líquenes se han usado como indicadores de cambios ambientales basados en especies indicadoras en diferentes tipos de bosques templados y tropicales (Benítez et al., 2015; Juriado et al., 2016; Lucheta et al., 2019; Weerakoon et al., 2020; Nirhamo et al., 2024). Sin embargo, son limitados los estudios de la diversidad de líquenes epífitos en bosques secos, por ejemplo, los estudios se han realizado en Colombia (Lücking et al., 2019; García-Martínez & Mercado-Gómez, 2020), en Cuba en un matorral costero (Rosabal & Aragón, 2010), México (Miranda-González & McCune, 2020), Tailandia (Wolseley & Aguirre-Hudson, 1997) y Ecuador (Benítez et al., 2019; 2024a). A excepción de Colombia en las demás localidades los estudios han sido puntuales y no se tiene un conocimiento de la diversidad de líquenes en este tipo de bosques. Por lo tanto, en esta investigación se describió los patrones de diversidad de líquenes epífitos y se determinó especies indicadoras de estos ecosistemas

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Ecológica Arenillas (REAR), ubicada a una altitud de 0 a 300 m, en la provincia de El Oro en el suroeste de Ecuador (Figura 1), cubriendo un área de aproximadamente 17 hectáreas dominado por bosques secos estacionales y matorrales.

El clima tiene una marcada estación lluviosa (enero-abril) con una precipitación promedio de 515 mm y una estación seca de 152 mm (estación meteorológica de Huaquillas durante 45 años, 1969-2014), con una temperatura que oscila entre 21 y 25°C. Generalmente la vegetación está dominada por especies arbóreas como *Bursera graveolens*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cynophalla mollis*, *Eriotheca ruizii* y *Tabebuia chrysantha*, combinada con arbustos de *Malpighia emarginata* y algunas especies del género *Croton*.

Diseño y recolección de datos

Se seleccionaron aleatoriamente cuatro parcelas de 20 x 20 m (400 m²) en las cuatro localidades (Figura 1), donde se registró la presencia y cobertura de líquenes epífitos usando cuadrantes de 10 x 60 cm y 20 x 30 cm para arbustos y árboles, respectivamente. Para la identificación de especies se usaron claves generales (Brodo et al., 2001; Nash et al., 2002, 2004, 2007).

Análisis de datos

Se realizó un análisis de especies indicadoras (ISA) (Dufrêne & Legendre, 1997), usando la función IndVal del paquete "labdsv". Todos los análisis se calcularon utilizando el software estadístico R 3.2.2. (Core R Team, 2015).

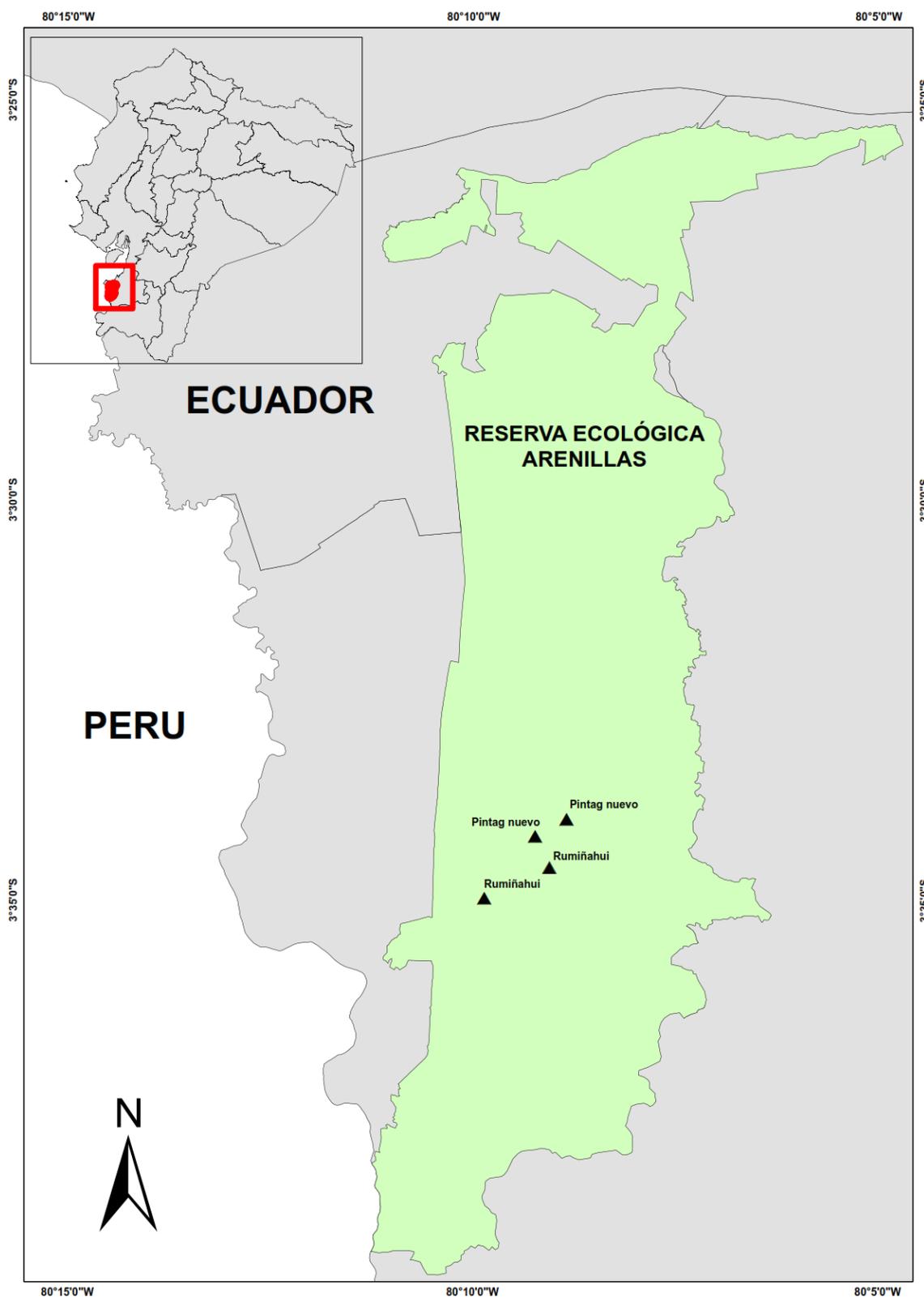


Figura 1. Área de estudio mostrando las localidades de bosques secos de la Reserva Ecológica Arenillas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 122 especies, distribuidas en 22 familias (Figura 1), y 57 géneros en 514 árboles. Lo que demuestra la gran diversidad de los bosques secos de la Reserva Ecológica Arenillas, en comparación con los estudios de

Lücking et al. (2019) que reportaron 61 líquenes en remanentes de bosque tropical estacionalmente seco (BTS) en Colombia, García-Martínez & Mercado-Gómez (2020) que reportaron 92 especies de líquenes en bosque seco tropical en los

Montes de María, Sucre en Colombia; y finalmente, Rosabal & Aragón (2010) que reportaron un total de 36 especies en matorrales secos.

Las familias con mayor número de especies fueron Graphidaceae 34 especies, Roccellaceae, Physciaceae y Arthoniaceae con 19, 16 y 12 especies respectivamente (Figura 2). Siguiendo el mismo patrón en los bosques secos de Colombia se han determinado que la familia Graphidaceae (12 especies) y Arthoniaceae (10 especies) son las más diversas (Lücking et al., 2019).

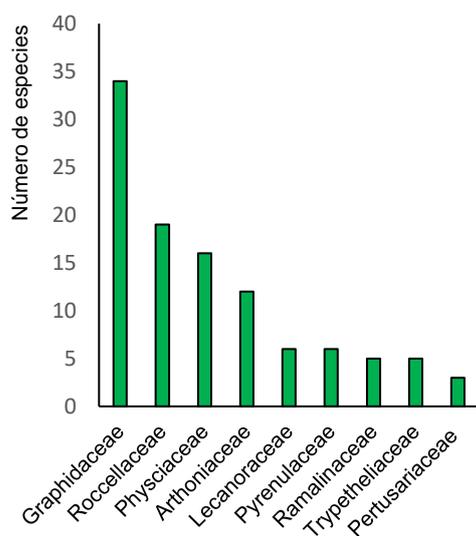


Figura 2. Representación de las familias indicadoras de bosques secos.

Los géneros más representativos fueron *Graphis* y *Phaeographis* con 9 especies, seguido de *Dirinaria* con 8 especies y *Arthonia* 6 especies (Figura 3). Todos los demás géneros presentaron valores menores a 5 especies. Los géneros de tipo crustáceo como *Graphis*, *Phaeographis* y *Arthonia* han sido reportados como los más abundantes en los bosques secos (Rosabal & Aragón, 2010; Lücking et al., 2019; García-Martínez & Mercado-Gómez, 2020)

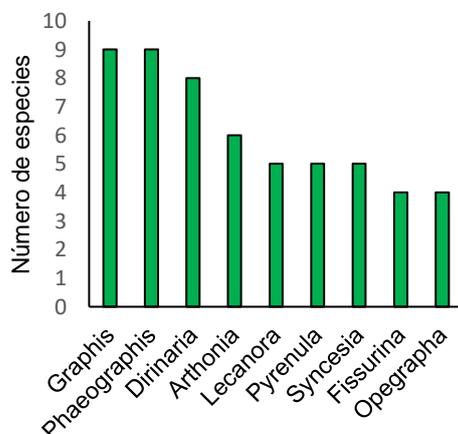


Figura 3. Géneros más representativos de bosques secos.

El tipo de crecimiento con mayor presencia en bosques secos fue el crustáceo con un total de 105 especies, seguido del crecimiento folioso con 15 especies, mientras el fruticulado y gelatinoso presentaron una especie (Figura 4). Este patrón es consistente con Rosabal & Aragón (2010) que reportaron una dominancia del tipo de crecimiento crustáceo con 29 especies y Lücking et al. (2019) reporta 53 especies de líquenes crustáceos, lo que confirma una dominancia de líquenes crustáceos en los bosques secos. En cuanto a los líquenes foliosos, gelatinosos y fruticulosos los diferentes estudios han documentado un número menor de especies para los bosques secos tropicales.

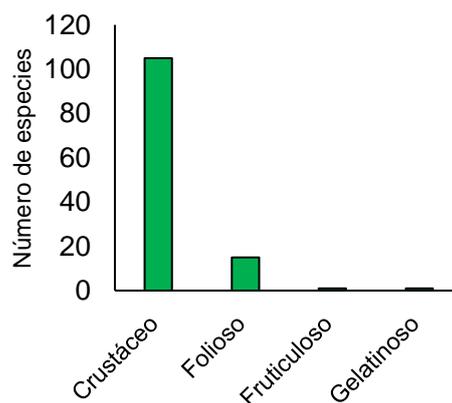


Figura 4. Formas de crecimiento de líquenes en bosques secos.

Se detectaron un total de 30 especies de líquenes epífitos como indicadoras de los bosques secos (Tabla 1). Así mismo las especies con valor mayor de indicación (>10) y que pueden sugerirse para caracterizar bosque seco fueron *Chrysothrix xanthina*, *Coniocarpon cinnabarinum*, *Dirinaria picta*, *Graphis subcontorta*, *Lecanora helva*, *Leucodecton occultum*, *Opegrapha difficilior*, *Pyrenula ochraceoflava*, *Pyrenula erumpens*, *Pyrenula subcongruens*, *Pyxine cocoës*, *Synnesia leprobola* y *Trypethelium eluteriae* (Figura 5).

La mayor parte de especies indicadoras de los bosques secos corresponden a líquenes crustáceos, donde solo dos especies de tipo folioso se ha determinado como indicadora de los bosques secos (*Dirinaria picta* y *Pyxine cocoës*). En este contexto, estudios previos han documentado que las especies de líquenes con hábito crustáceo y foliosos con lóbulos estrechos son indicadoras de bosques con mayor entrada de luz, debido a que la presencia de metabolitos secundarios que les dan protección (Koch et al., 2013; Benítez et al., 2018).

Corroborando nuestros resultados, Benítez et al. (2024a, b) señalan que los líquenes crustáceos son los mejores indicadores en bosques secos y salitrales de Ecuador, pero también los estudios en bosques secos de Colombia han confirmado que los líquenes con esta forma de crecimiento pueden ser seleccionados como indicadores de los bosques secos (Lücking et al., 2019)

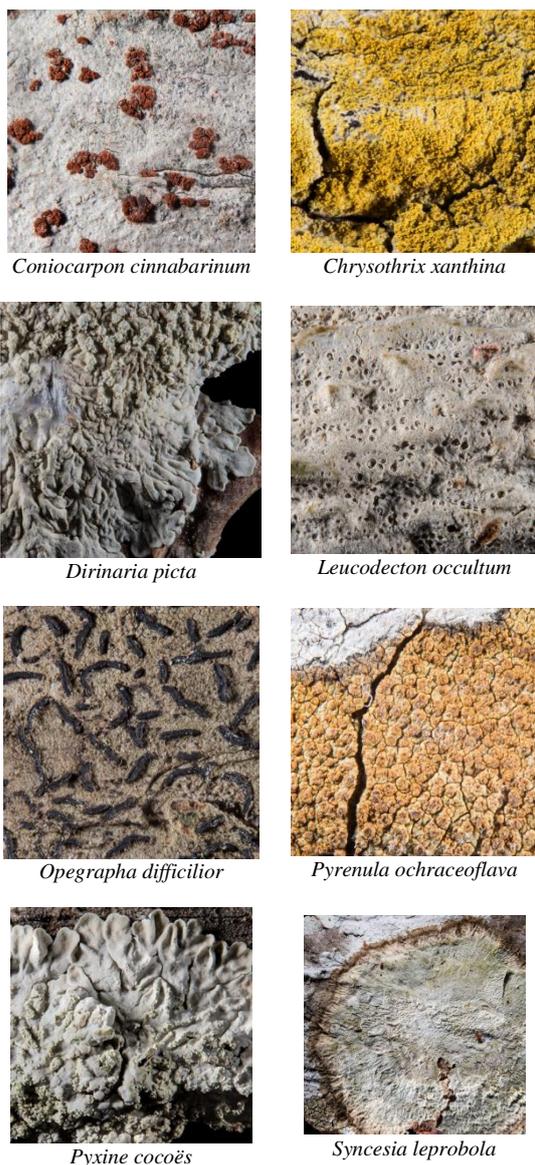


Figura 5. Especies con mayor valor de indicación de líquenes en bosques secos.

Los líquenes crustáceos con apotecio en forma de lirela (*Graphis*) son más comunes en bosques secundarios con dosel abierto, debido a que presentan lirelas cerradas y de color negro que les

brindan tolerancia a intensidades de luz elevadas y ambientes secos (Kappen, 1988; Lücking, 1999; Koch et al., 2013; Benítez et al., 2018). Por otra parte, los líquenes foliosos con lóbulos estrechos como *Dirinaria picta* y *Pyxine cocoëns* son más heliófilas, ocupando lugares con altos niveles de irradiancia y estrés hídrico (Aragón et al., 2010; Rosabal & Aragón, 2010; Benítez et al., 2012; Koch et al., 2013; Li et al., 2015; Benítez et al., 2018).

Tabla 1. Especies de líquenes indicadoras en bosques secos.

Especie	Valor de indicación	P valor
<i>Bactrospora denticulata</i> (Vain.)	6	0,0001
Egea & Torrente		
<i>Caloplaca wrightii</i> (Willey) Fink.	4	0,0147
<i>Chapsa diploschistoides</i> (Zahlbr.) Frisch	4,7	0,0231
<i>Chrysothrix</i> sp.	5,1	0,0001
<i>Chrysothrix xanthina</i> (Vain.) Kalb	16,9	0,0001
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	50,6	0,0001
<i>Dirinaria aegialita</i> (Afz.) B. Moore	3	0,0038
<i>Dirinaria picta</i> (Sw.) Clem. & Shear	16,5	0,049
<i>Enterographa compunctula</i> (Nyl.) Redinger	5	0,0221
<i>Graphis anfractuosa</i> (Eschw.) Eschw.	6,2	0,0563
<i>Graphis dendrogramma</i> Nyl.	9,9	0,024
<i>Graphis subcontorta</i> (Müll. Arg.) Lücking & Chavez	19,8	0,0003
<i>Lecanora helva</i> Stizenb.	16,5	0,049
<i>Leucodecton occultum</i> (Eschw.) A. Frisch.	22,9	0,0012
<i>Opegrapha difficilior</i> Nyl.	13,7	0,0064
<i>Phaeographis brasiliensis</i> (A. Massal.) Kalb & Matthes-Leicht.	7,9	0,0202
<i>Phyllopsora</i> sp.	20,9	0,0007
<i>Physcia solediosa</i> (Vain.) Lyng.	9,5	0,0433
<i>Polymeridium pyrenuloides</i> (Müll.Arg.) Aptroot	7,4	0,0043
<i>Pyrenula erumpens</i> R. C. Harris	16,5	0,0003
<i>Pyrenula immissa</i> (Stirt.) Zahlbr.	8,9	0,0029
<i>Pyrenula ochraceoflava</i> (Nyl.) R.C. Harris	10,6	0,0059
<i>Pyrenula subcongruens</i> Müll.Arg.	22,2	0,008
<i>Pyrenula subcongruens</i> Müll.Arg.	13,7	0,0002
<i>Pyxine cocoëns</i> (Sw.) Nyl.	13,1	0,0001
<i>Ramalina darwiniana</i> var. <i>darwiniana</i> Aptroot & Bungartz	3	0,0043
<i>Sarcographa tricola</i> (Ach.) Müll. Arg.	9,9	0,0331
<i>Stirtonia ramosa</i> Makhija & Patw.	10,8	0,0039
<i>Syncesia leprobola</i> Nyl. ex Tehler	32,5	0,0001
<i>Trypethelium eluteriae</i> Spreng.	12,3	0,0002

CONCLUSIONES

La Reserva Ecológica Arenillas se puede considerar como un punto caliente de diversidad de líquenes en bosques secos tropicales ya que se registró un total de 122 especies, superior al reportado en países como Colombia y Cuba, donde las familias más diversas fueron Graphidaceae, Roccellaceae, Physciaceae y Arthoniaceae con los géneros *Graphis*, *Phaeographis*, *Dirinaria* y *Arthonia*. El tipo de crecimiento con mayor presencia en bosques secos fue el crustáceo con un total de 105 especies, seguido del crecimiento folioso con 15 especies, mientras el fruticuloso y gelatinoso presentaron una especie. Las especies con valor mayor de indicación (>10) fueron de tipo crustáceo (*Chrysothrix xanthina*, *Coniocarpon cinnabarinum*,

Graphis subcontorta, *Lecanora helva*, *Leucodecton occultum*, *Opegrapha difficilior*, *Pyrenula ochraceoflava*, *Pyrenula erumpens*, *Pyrenula subcongruens*, *Syncesia leprobola* y *Trypethelium eluteriae*) y solo dos líquenes foliosos (*Dirinaria picta* y *Pyxine cocoëns*). Por lo tanto, las especies de líquenes con habito crustáceo y foliosos con lóbulos estrechos son indicadoras de los bosques secos tropicales. Por lo tanto, la investigación señala que la diversidad de líquenes de los bosques secos tropicales de Ecuador es alta pero poco estudiada, y que estos organismos pueden servir como modelo para determinar efectos de la deforestación y otros cambios ambientales a nivel local, regional y global.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Particular de Loja por dar soporte para la realización de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica económica de los Andes Centrales*, 2006, 162-187.
- Aragón, G., Martínez, I., Izquierdo, P., Belinchón, R., & Escudero, A. (2010). Effects of forest management on epiphytic lichen diversity in Mediterranean forests. *Applied Vegetation Science*, 13(2), 183-194.
- Benítez, Á., Prieto, M., & Aragón, G. (2015). Large trees and dense canopies: key factors for maintaining high epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical montane forests. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 88(5), 521-527.
- Benítez, Á., Aragón, G., & Prieto, M. (2019). Lichen diversity on tree trunks in tropical dry forests is highly influenced by host tree traits. *Biodiversity and Conservation*, 28(11), 2909-2929.
- Benítez, A., Aragón, G., González, Y., & Prieto, M. (2018). Functional traits of epiphytic lichens in response to forest disturbance and as predictors of total richness and diversity. *Ecological Indicators*, 86, 18-26.
- Benítez, Á., Prieto, M., González, Y., & Aragón, G. (2012). Effects of tropical montane forest disturbance on epiphytic macro-lichens. *Science of the Total Environment*, 441, 169-175.
- Benítez, Á., Ortiz, J., Matamoros-Apolo, D., Bustamante, A., López, F., Yangua-Solano, E., & Gusmán-Montalván, E. (2024a). Forest Disturbance Determines Diversity of Epiphytic Lichens and Bryophytes on Trunk Bases in Tropical Dry Forests. *Forests*, 15(9), 1565.
- Benítez, Á., Cruz, D., López, F., Cumbicus, N., Naranjo, C., Riofrío, M., ... & Vega, M. (2024b). Epiphytic Lichens in Salt Flats as Biodiversity Refuges in Reserva Ecológica Arenillas. *Diversity*, 16(11), 655.
- Best, B., & Kessler, M. (1995). *Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru*. International Council for Bird Preservation.
- Brodo, I. M., Sharnoff, S. D., & Sharnoff, S. (2001). *Lichens of north America*. Yale University Press.
- Cerón, C., & Reyes, C. (2006). Características botánicas de la Reserva Militar y Ecológica Arenillas, El Oro-Ecuador. *Cinchonia*, 7(1), 115-130.
- Core, R. (2015). *Team R: a language and environment for statistical computing*, 2021.
- Cueva Ortiz, J., Espinosa, C. I., Quiroz Dahik, C., Aguirre Mendoza, Z., Cueva Ortiz, E., Gusmán, E., ... & Hildebrandt, P. (2019). Influence of anthropogenic factors on the diversity and structure of a dry forest in the Central Part of the Tumbesian Region (Ecuador-Perú). *Forests*, 10(1), 31.
- de la Rosa-Manzano, E., Andrade, J. L., Zotz, G., & Reyes-García, C. (2014). Epiphytic orchids in tropical dry forests of Yucatan, Mexico-Species occurrence, abundance and correlations with host tree characteristics and environmental conditions. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(2), 100-109.
- Dufrène, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67(3), 345-366.
- Escribano-Ávila, G. (2016). El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño gran desconocido. *Ecosistemas*, 25(2), 1-4.
- Florin, A. D. L., Asanza, A. W. S., Maza, J. E. M., & Figueroa, J. E. C. (2022 b). Índices de diversidad florística forestal en la Reserva Ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 96-103.
- García-Martínez, S., & Mercado-Gómez, J. D. (2020). Contribution to lichen microbiota of the Colombian tropical dry forest (Montes de María, Sucre). *Ciencia en Desarrollo*, 11(2), 43-52.
- Jüriado, I., Kämärä, M. L., & Oja, E. (2016). Environmental factors and ground disturbance affecting the composition of species and functional traits of ground layer lichens on grey dunes and dune heaths of Estonia. *Nordic Journal of Botany*, 34(2), 244-255.
- Kappen, L. (1988). Ecophysiological relationships in different climatic regions. *Handbook of lichenology*, 2, 37-100.
- Koch, N. M., de Azevedo Martins, S. M., Lucheta, F., & Müller, S. C. (2013). Functional diversity and traits assembly patterns of lichens as indicators of successional stages in a tropical rainforest. *Ecological indicators*, 34, 22-30.
- Li, S., Liu, W. Y., Li, D. W., Song, L., Shi, X. M., & Lu, H. Z. (2015). Species richness and vertical stratification of epiphytic lichens in subtropical primary and secondary forests in southwest China. *Fungal Ecology*, 17, 30-40.
- Linares-Palomino, R., Kvist, L. P., Aguirre-Mendoza, Z., & Gonzales-Inca, C. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation*, 19, 169-185.
- Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. T., & Pennington, R. T. (2011). Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation*, 3-21.
- Lucheta, F., Koch, N. M., Käffer, M. I., Riegel, R. P., de Azevedo Martins, S. M., & Schmitt, J. L. (2019). Lichens as indicators of environmental quality in southern Brazil: An integrative approach based on community composition and functional parameters. *Ecological Indicators*, 107, 105587.
- Lücking, R. (1999). Follicolous lichens and their lichenicolous fungi from Ecuador, with a comparison of lowland and montane rain forest. *Willdenowia*, 29(1/2), 299-335.
- Lücking, R., Moncada, B., Martínez-Habibe, M. C., Salgado-Negret, B. E., Celis, M., Rojas-Zamora, O., ... & Borscht, T. (2019). Lichen diversity in colombian caribbean dry forest remnants. *Caldasia*, 41(1), 194-214.
- Luna-Florin, A. D., Nole-Nole, D. A., Rodríguez-Caballero, E., Molina-Pardo, J. L., & Giménez-Luque, E. (2022 a). Ecological Characterization of the Flora in Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *Applied Sciences*, 12(17), 8656.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., ... & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of biogeography*, 33(3), 491-505.
- Miranda-González, R., & McCune, B. (2020). The weight of the crust: Biomass of crustose lichens in tropical dry forest represents more than half of foliar biomass. *Biotropica*, 52(6), 1298-1308.
- Moreira, N. M., Chacón, N. V., Flor, J. P., Tamayo, J. L., & de María Valverde, F. (2016). Composición Florística y Nuevos Registros para la Reserva Ecológica Arenillas, El Oro-Ecuador. *Investigatio*, (8), 111-132.
- Nash, I.I.H. Ryan, B. D., Gries, C., Bungartz, F. (2002) Lichen flora of the greater Sonoran Desert region, vol 1. Lichens Unlimited, Tempe.
- Nash, I.I.H., Gries, C., & Bungartz, F. (2007). Lichen flora of the greater Sonoran Desert region, vol 3. Lichens Unlimited, Tempe.
- Nash, I.I.H., Ryan, B.D., Diederich, P., Gries, C., Bungartz, F. (2004). Lichen flora of the Greater Sonoran Desert region, vol 2. Tempe, Lichen Unlimited.
- Nirhamo, A., Hämäläinen, A., Hämäläinen, K., & Kouki, J. (2024). The response of epiphytic lichens on living and dead *Pinus sylvestris* to prescribed fires of varying severity. *Forest Ecology and Management*, 551, 121558.
- Rosabal, D., & Aragón, G. (2010). Líquenes epífitos en el matorral costero de la Reserva Ecológica Siboney-Juticí (Cuba). *Botanica Complutensis*, 34, 21.
- Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & De La Cruz, M. (2015). Deforestation and forest fragmentation in South Ecuador since the 1970s-losing a hotspot of biodiversity. *PloS one*, 10(9), e0133701.
- Vergara-Torres, C. A., Pacheco-Álvarez, M. C., & Flores-Palacios, A. (2010). Host preference and host limitation of vascular epiphytes in a tropical dry forest of central Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 26(6), 563-570.
- Weerakoon, G., Wolseley, P., Will-Wolf, S., & Wijeyaratne, C. (2020). Corticolous lichen species as indicators of disturbed/undisturbed vegetation types in the central mountains of Sri Lanka. *The Lichenologist*, 52(3), 233-245.
- 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.
- Wolseley, P. A., & Aguirre-Hudson, B. (1997). Fire in tropical dry forests: corticolous lichens as indicators of recent ecological changes in Thailand. *Journal of biogeography*, 24(3), 345-362.