



# TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL VI CONGRESO NACIONAL DE LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ

## *Líquenes en selva y epífitos*



**TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL  
VI CONGRESO NACIONAL DE  
LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ**  
Líquenes de selva y epífitos



**Lima, Perú  
2022**

Ángel Ramírez Ordaya (editor)  
**Asociación Proyectos Ecológicos Perú**  
**Proyecto Líquenes Perú**



ASOCIACIÓN PROYECTOS ECOLÓGICOS PERÚ  
R.U.C. 20602150730

**TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL VI CONGRESO NACIONAL DE LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ "Líquenes de selva y epífitos"**

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o método con fines comerciales, sin autorización escrita a la asociación.

Editado por:

© Asociación Proyectos Ecológicos Perú  
Dirección: jr. Los castaños 718, urb. Las Palmeras, dist. Los Olivos, Lima, Perú  
Teléfono: 51 992 248 851  
Correo electrónico: proyectos\_ecologicos@yahoo.com

Editor:

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Primera edición digital, diciembre 2022

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional

ISBN Nº 978-612-47537-5-6

Publicación electrónica disponible en [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros)

Foto arriba a la izquierda: Grecia Ferry y Aldo Alva. Foto arriba a la derecha *Crocodia* cf. *clathrata* (Rita Caballero). Foto abajo a la derecha Briófito (Jaqueline Carhuapoma). Foto de abajo a la izquierda *Werauhia gladioliflora* (Miguel Hinojosa).

Copyright© Asociación Proyectos Ecológicos Perú. Todos los derechos reservados

## PREFACIO

Los líquenes son organismos de amplia distribución, se encuentran desde el nivel del mar hasta las grandes montañas, desde la línea ecuatorial hasta los polos y desde desiertos hasta selvas; además, son considerados organismos extremófilos, pues pueden vivir en condiciones extremas en donde puede haber alta radiación, altas o bajas temperaturas y baja concentración de oxígeno. En el Perú se encuentran en ocho ecorregiones y en la costa, sierra y selva.

Dada la gran diversidad de estos organismos, surge la necesidad de darlos a conocer para la región de la selva en conjunto con los epífitos. Los epífitos sirven son bioindicadores ambientales, poseen propiedades alimenticias, medicinales antifúngicas y tintóreas; y sirven de hábitat para invertebrados terrestres. En ese sentido se realiza el VI Congreso Nacional de Lichenología de Perú: líquenes de selva y epífitos.

Los estudios y reflexiones que se han realizado en las actividades del VI Congreso Nacional de Lichenología del Perú (25 y 26 de noviembre del 2022) tiene por finalidad ampliar el horizonte de la investigación y de esta manera contribuir en la perspectiva y motivación de cada participante; se presentan los trabajos expuestos en el congreso como resúmenes, notas científicas o artículos; además de otros trabajos complementarios.

**Ángel Manuel Ramírez Ordaya (APEP)**

## CONTENIDO

PREFACIO.....	4
INSTITUCIÓN ORGANIZADORA .....	6
COMITÉ ORGANIZADOR.....	6
COMITÉ CIENTÍFICO.....	6
AUTORES, COAUTORES E INSTITUCIONES .....	7
LÍQUENES EPÍFITOS Y METODOLOGÍA PARA SU EVALUACIÓN.....	11
CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LÍQUENES EN LA SELVA DE PERÚ .....	17
LIQUENOBIOTA EPÍFITA EN LA CIUDAD DE SATIPO, JUNÍN, PERÚ.....	19
LIQUENOBIOTA DE LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO MISHANA, LORETO, PERÚ.....	30
DIVERSIDAD DE LÍQUENES CORTICÍCOLAS DE LA RESERVA NATURAL TATI YUPÍ, DEPARTAMENTO DEL ALTO PARANÁ, PARAGUAY .....	34
CALIDAD DE AIRE DETERMINADO POR LÍQUENES EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO Y RECREATIVO – SECTOR HUAMPAL DEL PARQUE NACIONAL YANACHAGA CHEMILLÉN, PASCO, PERÚ.....	41
LÍQUENES COMO BIONDICADORES DE LA CALIDAD DE AIRE EN TRES PARQUES DE LA CIUDAD DE ABANCAY- PERÚ, 2022 .....	43
LA FUNGA LIQUENIZADA DE LA RESERVA MUNICIPAL “ECO ÁREA DE AVELLANEDA” Y SU RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL RÍO DE LA PLATA, ARGENTINA .....	53
ENTRE RITMOS: CAMINANDO ENTRE LOS FRUTOS DE LA DILACIÓN (2023).....	55
TEÑIDO NATURAL CON EL LIQUEN <i>USNEA ERINACEA</i> VAINIO. ....	59
LIQUENOBIOTA CORTICÍCOLA DE LAS PRINCIPALES PLAZAS DE IQUITOS, PERÚ.....	60
LIQUENOBIOTA CORTICÍCOLA EN PLANTACIONES DE <i>Eucalyptus globulus</i> Labill DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-HUANCAYO, JUNÍN, PERÚ .....	72
REVISIÓN DEL ESTUDIO DE LÍQUENES EN LA ECORREGIÓN DEL BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANA (BAAPA), PARAGUAY .....	74
MUSGOS EPÍFITOS DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE LA PAMPA DE AYACUCHO (SHPA), PERÚ .....	76
DIVERSIDAD DE LA FLORA VASCULAR EPÍFITA EN EL PERÚ .....	82
DETERMINANDO PRESENCIA DE CARBOHIDRATOS EN LÍQUENES MEDIANTE LA APLICACIÓN LAB4U.....	93
LÍQUENES Y CROMATOLOGRAFÍA DE CAPA FINA (TLC) .....	102
EDUCACIÓN Y COMPARACIÓN DE LÍQUENES EN LAS LOMAS, PERÚ.....	107
LÍQUENES COMO INDICADORES DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA-RESERVA NACIONAL DE LACHAY, LIMA, PERÚ .....	122
PROYECTO BIOINDICADORES PERÚ.....	135

## **INSTITUCIÓN ORGANIZADORA**

ASOCIACIÓN PROYECTOS ECOLÓGICOS PERÚ (APEP)

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

ÁNGEL MANNUEL RAMÍREZ ORDAYA (APEP)  
ALICIA CUBA VILLENA (APEP)

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

ÁNGEL MANUEL RAMÍREZ ORDAYA (APEP)  
ALICIA CUBA VILLENA (APEP)  
JAQUELINE ZENAIDA CARHUAPOMA SOTO (APEP)

## **Revisor del inglés**

GRACE DE HARO  
M.A. EN RIESGOS AMBIENTALES  
PROFESORA DE LENGUA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE, BARILOCHE, ARGENTINA  
Correo electrónico: juliograce@gmail.com

**AUTORES, COAUTORES E INSTITUCIONES**

Aguirre Rayo, Mario Nelson.....	107
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Barrios Llacuachaqui, Julio Rubén.....	102
Licenciado en Química	
Programa de Doctorado en Físicoquímica Molecular, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Andrés Bello, Av. República 275, Santiago 8370146, Chile	
Burga Cabrera, Adriana del Pilar.....	60
Doctora	
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana	
Caballero Villalba, Rita Patricia .....	34
Licenciada en Ciencias - Mención Biología	
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción (FACEN.UNA), Paraguay	
Cardenas Cruz, Yordi.....	122
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Castro Cordova, Diana Thais.....	43
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Cuba Villena, Alicia.....	135
Doctora	
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Carhuapoma Soto, Jaqueline Zenaida.....	76
Licenciada en Biología	
1. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga (egresada)	
2. Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Cutipa Vargas, Mariela Alejandra .....	41
Ingeniera Ambiental	
Universidad Privada de Tacna (UPT) (egresada), Perú	
Gallardo Silva, Eric GianCarlo.....	55
Artista	

García, Renato Andres.....	53
Doctor	
Laboratorio de Biodiversidad y Genética Ambiental (BioGeA), Departamento de Ambiente y Turismo, Universidad Nacional de Avellana, Argentina	
García Castillo, María Teresa.....	59
Bachiller	
Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú	
Gil García, Claudia.....	60
Bachiller	
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Perú	
Gozar Córdova, Lilly.....	72
Licenciado en Biología	
Universidad Nacional del Centro del Perú	
Herrera Sepúlveda, Robinson.....	93
Profesor de Química	
1 Programa ICEC de la universidad de Tarapacá, Chile 2 Liceo ASGG de Pozo Almonte, Chile	
Hinojosa Talavera, Miguel Angel.....	82
Licenciado en Biología	
1 Herbarium Arequipense-HUSA 2 Asociacion Proyectos Ecológicos Perú	
Huamán Tupac, Maria Eugenia.....	135
Ingeniera Ambiental	
Universidad Nacional del Centro del Perú (egresada)	
Martínez, Lorena.....	74
Magíster	
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción (FACEN.UNA), Paraguay	
Meza Huamán, Daniel Eduardo .....	19
Licenciado en Biología	
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	

Ramírez Ordaya, Ángel Manuel.....	11,17,30,43,60,102,107, 122,135
Licenciado en Biología	
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Roman Justto, Karla Karina .....	55
Curadora	
Concordia University (estudiante Master Historia del Arte)	
Romucho Durand, Gaby Jhannet.....	17
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	

# TRABAJOS CIENTÍFICOS

# LÍQUENES EPÍFITOS Y METODOLOGÍA PARA SU EVALUACIÓN

(Primera parte)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico: [liquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:liquenes_peru@yahoo.com)

## Resumen

La selva del Perú alberga una gran diversidad de especies biológicas, entre ellos a los líquenes, los cuales forman la comunidad de epífitos, captan la humedad del ambiente, sirven como bioindicadores y hábitat para insectos. Dada la importancia se transmite la experiencia de evaluar a estos organismos, haciendo uso de la grilla L. El trabajo permitirá continuar con el estudio y tener una representatividad de ellos en el ecosistema.

**Palabras clave:** epífito, liquen, selva.

## Abstract

The jungle of Peru is home to a great diversity of biological species, including lichens, which form the community of epiphytes, capture moisture from the environment, serve as bioindicators and habitat for insects. Given the importance, the experience of evaluating these organisms is transmitted, making use of the L grid. The work will allow to continue with the study and have a representativeness of lichens in the ecosystem.

**Keywords:** ephyphyte, lichen, jungle.

## Introducción

Los líquenes epífitos se pueden encontrar en costa (Ramírez & Ramos 2021), sierra (Alejo 2021) y selva (Mamani 2012); estos pueden crecer y desarrollar sobre musgo y hoja, rama y tronco de las plantas superiores.

En el país se está estudiando a los líquenes epífitos por su propiedad como bioindicadores de la calidad del aire, en costa (Ramírez et al 2013, Calderón 2019), sierra (Cuba & Villacorta 2008, Vargas 2013, Huamán 2016, Ambrosio & Bringas 2017) y selva (Quispe et al 2013, Torres 2014, Guevara 2017).

El objetivo del trabajo es presentar una metodología para la evaluación de los líquenes epífitos, lo cual permitirá tener una representatividad de ellos en el ecosistema.

### **Materiales y métodos**

Los materiales usados son libreta de campo, lapicero, lupa de 60X, grilla L, brújula y regla.

La metodología esta basada en experiencia de campo en el Bosque el Olivar (Lima), Campo de Marte (Lima), Reserva Nacional de Lachay (Lima), Parque Nacional Yanachaga Chemillén (Pasco), Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (Loreto) y literatura especializada (Cuba & Villacorta 2008, Guevara 2017, Calderón 2018).

### **Resultados**

La información para realizar una adecuada evaluación de los líquenes epífitos comienza con recabar los datos y clasificación del forófito, luego elegir y saber usar la grilla L, calcular la frecuencia y cobertura, coleccionar líquenes y analizar de datos. Tales procedimientos se detallan a continuación.

#### Datos del forófito

Los datos del forófito que se toma en campo son: nombre común o científico, altura, tipo de corteza (lisa o rugosa), orientación cardinal y el grado de inclinación del tronco, perímetro del tronco a 120 cm del suelo y un pedazo de corteza para medir el pH de esta.

### Clasificación del forófito

Los forófitos pueden tener tres tamaños de perímetro, 1) menor a 40 cm, 2) igual o mayor de 40 cm y menor de 80 cm y 3) mayor a 80 cm. El perímetro de tipo 1 lo encontramos en la costa (tara, mito y capparís) y sierra (queñual), para el tipo 2 en costa (tara) y sierra (eucalipto y pino) y tipo 3 en sierra (eucalipto, pino) y selva.

### Elección y uso de la grilla L

La elección del tamaño de la grilla va a depender del tamaño del perímetro del tronco. En el caso 1 se usará una regla métrica de 50 cm, en el caso 2 se usará una grilla de 50 x 10 cm dividida en cinco partes iguales y en el caso 3 se usará una grilla de 50 x 20 cm. En el caso que se quiera dar mayor precisión, la grilla puede ser dividida en más partes.

La grilla se coloca a 120 cm del suelo y puede ser puesta en los cuatro puntos cardinales del tronco del árbol y o en la cara del tronco que recibe el viento (esto se aplica para estudio de los líquenes como bioindicadores del aire).

### Cálculo de la frecuencia y cobertura

La evaluación y uso de la grilla implica primero observar a los líquenes uno por uno con la ayuda de una lupa (Fig. 1), para luego usar la grilla y calcular la frecuencia y cobertura (Fig. 2).

La frecuencia es el número de repeticiones del líquen dentro de la grilla y la cobertura es el área que ocupa el líquen dentro de la grilla expresada en porcentaje. La cobertura puede ser estimada visualmente, pero mayor precisión se recomienda tomar foto y calcularlo mediante software especializados.

### Colecta de líquenes

La colecta de muestras se realizará en líquenes que presenten estructuras reproductivas como apotecio o peritecio, para esto se ayudará con una cuchilla; y se debe de tomar el tiempo respectivo que demore esta acción.



**Figura 1.** Uso de lupa para evaluación de los líquenes.



**Figura 2.** Uso de la grilla para calcular la frecuencia y cobertura de los líquenes.

### Análisis de datos

En el análisis de datos podrás calcular la diversidad alfa o beta, calcular la preferencia de los líquenes por orientación cardinal y calcular el Índice de Pureza Atmosférica (IPA). En el caso de ses calcular la diversidad podrás ayudarte con el programa PAST, en el caso de seso analizar la preferencia de orientación cardinal puedes consultar (Calderón 2018) y en el caso de seses calcular IPA podrás seguir a Cuba y Villacorta (2008), Ramírez et al (2013), Vargas (2013) y Ambrosio & Bringas (2017).

Es importante mencionar que el conocimiento de la diversidad alfa y beta es mediante el conteo de individuos, pero para el caso de los líquenes se usa la frecuencia, ya que, en muchos de los casos, no es fácil contar el número de individuos ya que se van sobreponiendo.

### **Literatura citada**

- Alejo M. 2021. Evaluación de la comunidad liquénica epífita en tres bosques dominados por árboles del género *Polylepis*, en el parque nacional Huascarán, Huaraz, Áncash, periodo 2019-2020. Tesis (Áncash, Perú). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Ambrosio M, Bringas B. 2017. Evaluación de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de Cajamarca en el año 2017. Tesis (Cajamarca, Perú): Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Calderón A. 2019. Liqueen *Roccella gracilis* Bory como bioindicador de la calidad del aire en el parque Campo Marte, Jesús María, Lima. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Cuba A, Villacorta R. 2008. Líquenes epífitos como indicadores de la contaminación atmosférica en la baja tropósfera del Centro Histórico del Cusco. Tesis (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

- Guevara W. 2017. Líquenes epífitos como bioindicadores de las alteraciones antropogénicas en el Parque Nacional Tingo María. Tesis (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Huamán M. 2016. Diversidad de líquenes cortícolas y calidad del aire en el distrito de Huancayo. Junín (Perú). Tesis para optar el grado de Ingeniería Forestal y Ambiental. Tesis (Junín, Perú): Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Mamani J. 2012. Lichenobiota epífita del bosque nublado –reserva de biósfera del Manu Kosñipata-Cusco. Tesis (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Quispe K, Ñique M, Chuquillín E. 2013. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú. Investigación y Amazonía 3(2):99-104.
- Ramírez A, Márquez G, Cano A, Valle E. 2013. Línea de base biológica para monitorear la calidad del aire en el Parque El Olivar (San Isidro Lima), XXII reunión Científica ICBAR.
- Torres L. 2014. Determinación de la calidad del aire mediante el uso de líquenes como bioindicadores de contaminación por dióxido de azufre desde un punto de emisión de Olpasa S.A. Tesis (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Vargas A. 2013. Calidad atmosférica del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona sur) mediante el uso de líquenes epífitos. Tesis (Piura, Perú) Universidad Nacional de Piura.

# CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LÍQUENES EN LA SELVA DE PERÚ

Gaby Jhannet Romucho Durand & Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Jhanneth Romucho: [jromucho.apep@gmail.com](mailto:jromucho.apep@gmail.com)

Correo electrónico de Ángel Ramírez: [liquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:liquenes_peru@yahoo.com)

## Resumen

La selva del Perú presenta un clima tropical, con temperaturas que van desde los 22°C hasta los 31°C, con lluvias superiores a 8000 mm/año, alberga una gran diversidad de especies biológicas, entre ellos a los líquenes, los cuales presentan a su vez una amplia diversidad, distribución e importancia. Actualmente, estos organismos vienen siendo afectados por factores de contaminación y reducción del hábitat, llevando en algunos casos a la pérdida definitiva de especies, por ello es importante generar información sobre la diversidad de líquenes mediante claves taxonómicas para contribuir a su conservación. En el presente trabajo se determinaron géneros de líquenes describiendo sus caracteres macroscópicos y microscópicos, realizando la prueba de coloración con K a algunas muestras y empleando claves taxonómicas y literatura especializada. La clave propuesta para líquenes de la selva del Perú es válida para especímenes provenientes de los departamentos de Amazonas, Huánuco, Cuzco, Madre de Dios, Pasco, Ucayali, Loreto y Junín, en donde se aplica para 33 géneros: *Anzia*, *Chroodiscus*, *Cladonia*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Collema*, *Cora*, *Chrysothrix*, *Chryptothecia* (*Herpothalon*), *Crocodia*, *Dibaes*, *Dichosporidium*, *Diorygma*, *Eschatogonia*, *Graphis*, *Heterodermia*, *Hypotrachyna*, *Leptogium*, *Lobariella*, *Mazosia*, *Megalospora*, *Ocellularia*, *Pannaria*, *Parmotrema*, *Phaeographis*, *Phyllobaeis*, *Phyllopsora*, *Porina*, *Sarcographa*, *Stereocaulon*, *Sticta*, *Teloschistes* y *Usnea*. Las familias con mayor representatividad para este estudio de la selva del Perú

son Graphidaceae y Parmeliaceae.

**Palabras clave:** Clave taxonómica, diversidad, género, líquen, selva.

### **Abstract**

The jungle of Peru has a tropical climate, with temperatures ranging from 22°C to 31°C, with rainfall greater than 8000 mm/year, it is home to a great diversity of biological species, including lichens, which present in turn a wide diversity, distribution and importance. Currently, these organisms are being affected by pollution and habitat loss and deterioration, leading in some cases to the loss of species. In order to contribute to their conservation, it is important to generate information on the diversity of lichens through taxonomic keys. In the present work, genera of lichens were determined by describing their macroscopic and microscopic characters, performing the coloration test with K on some samples and using taxonomic keys and specialized literature. The proposed key for lichens from the Peruvian jungle is valid for specimens from the departments of Amazonas, Huánuco, Cuzco, Madre de Dios, Pasco, Ucayali, Loreto and Junín, where 33 genera were described: *Anzia*, *Chroodiscus*, *Cladonia*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Collema*, *Cora*, *Chrysothrix*, *Chryptothecia*, *Crocodia*, *Dibaes*, *Dichosporidium*, *Diorygma*, *Eschatogonia*, *Graphis*, *Heterodermia*, *Hypotrachyna*, *Leptogium*, *Lobariella*, *Mazosia*, *Megalospora*, *Ocellularia*, *Pannaria*, *Parmotrema*, *Phaeographis*, *Phyllobaeis*, *Phyllopsora*, *Porina*, *Sarcographa*, *Stereocaulon*, *Sticta*, *Teloschistes*, and *Usnea*. The most representative families for this study of the Peruvian jungle are Graphidaceae and Parmeliaceae.

**Keywords:** Taxonomic key, diversity, genus, lichen, jungle.

# LIQUENOBIOTA EPÍFITA EN LA CIUDAD DE SATIPO, JUNÍN, PERÚ

Daniel Eduardo Meza Huamán<sup>1,2</sup>

1 Universidad Peruana Cayetano Heredia (egresado)

2 Asociación Proyecto Ecológicos Perú

Correo electrónico de Daniel Meza: [dmeza.apep@gmail.com](mailto:dmeza.apep@gmail.com)

## Resumen

La liquenobiota en la selva de Perú ha sido descrita principalmente con las familias Coenogoniaceae, Graphidaceae, Parmeliaceae (*Usnea* sp) y Porinaceae. En la región de Junín sólo se conocía la liquenobiota selvática en zonas altas (3550 m.s.n.m.) (Chupan 2018). Es por ello que ante el vacío de información se hizo el estudio de la liquenobiota en la ciudad de Satipo (628 m.s.n.m.) en tres lugares de muestreo con mayor presencia de áreas verdes (Mirador, Cementerio y Plaza Central). Un total de 13 morfoespecies son reportadas, distribuidas en siete familias: Arthoniaceae, Chrysothricaceae, Graphidaceae, Parmeliaceae, Physciaceae y Roccellaceae. El Mirador y el Cementerio son lugares de mayor número de especies; sin embargo, de los dos fue el mirador el que presentó más diversidad de biotipos: crustáceo, foliáceo y fruticuloso.

**Palabras clave:** líquenes, liquenobiota, biotipo, Satipo.

## Abstract

The lichenbiota in the forest of Peru has been described mainly by the families such as Parmeliaceae (*Usnea* sp.), Porinaceae, Graphidaceae and Coenogoniaceae. Regarding the Junín region, the jungle lichen biota was only found at high altitudes (3550 m.s.n.m.) (Chupan 2018). That is why, given the information gap, the study of the lichenbiota in the city of Satipo was carried out (628 m.s.n.m.) in three sampling collection with a greater presence of green areas (Mirador, Cemetery and Central Square). A total of 13 were found

morphospecies, distributed in 7 families: Chrysothricaceae, Arthoniaceae, Roccellaceae, Parmeliaceae, Physciaceae and Graphidaceae. Being the viewpoint and the cemetery places with the greatest number of species. However, of the two, The Mirador and Cemetery sites had that presented the greatest diversity of biotypes: crustose, foliose and fruticose.

**Keywords:** lichens, lichenbiota, biotype, Satipo.

## Introducción

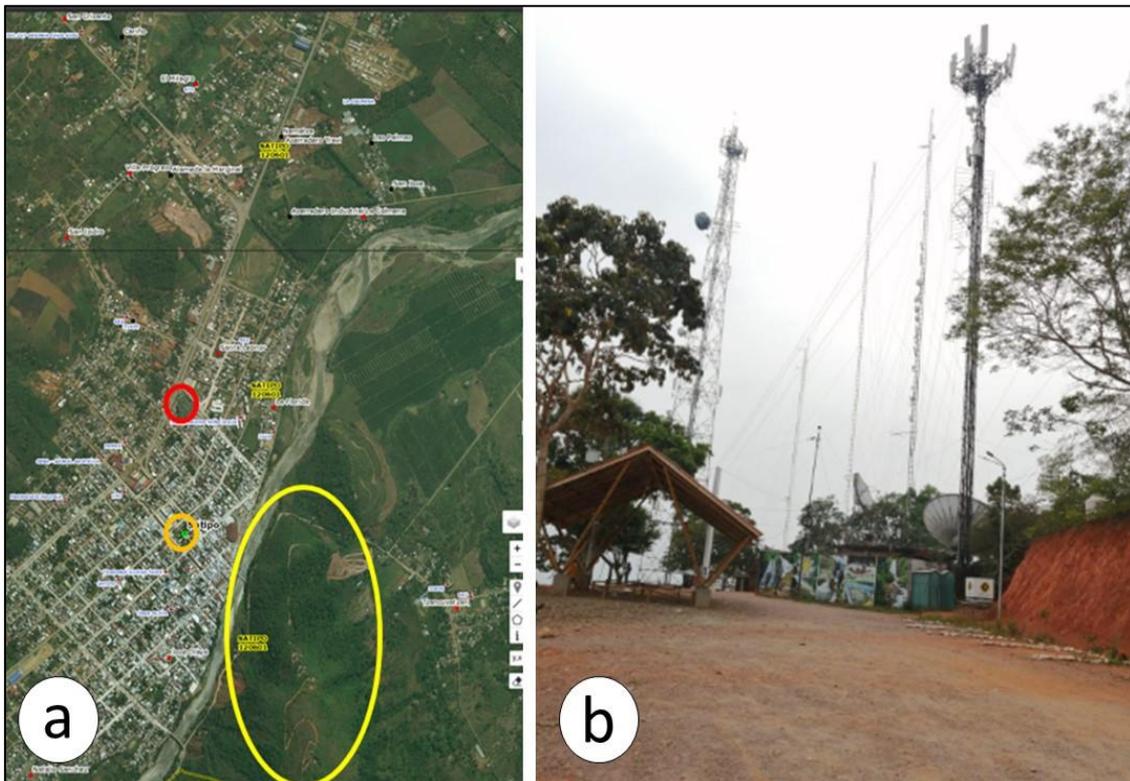
La liquenobiota en la selva del Perú presenta principalmente las familias Coenoegoniceae, Graphidaceae y Porinaceae (Ramírez 2018) (Miranda & Ramos 2021). El género *Usnea* se encuentra en las tres regiones del Perú (costa, sierra y selva); pero se evidencia una clara diferencia en el talo siendo estos más largos en la selva por la fuerte disponibilidad de agua por la humedad (Ramírez 2018) (Miranda & Ramos, 2021).

Los líquenes en la selva también han sido estudiados en zonas de impacto, punto en común con el trabajo en mención, Guevara et al. (2018) identificaron 30 morfoespecies, distribuidos en 19 géneros los cuales a su vez están agrupados en 17 familias y con los principales géneros *Coenogonium* (3 spp.), *Graphis* (3 spp.), *Heterodermia* (5 spp.); en la selva de la ciudad de Tingo María (área urbana) Quispe et al. (2013) registraron a *Physcia* cf. *lopezii*, cf. *Pertusaria* sp., *Hyperphyscia* cf. *pyvithrocardia* y *Chrysothrix candelaris*; en la selva de Pucallpa, Alameda & Ramírez (2021) mencionaron a 11 morfoespecies y registraron a las familias Arthoniaceae, Chrysothricaceae, Cladoniaceae, Graphidaceae, Parmeliaceae, Porinaceae, Roccellaceae y Stereocaulaceae; en una zona con intervención antrópica, Delgado (2015) hizo un estudio de la calidad de aire en el campus de la Universidad Nacional de la Selva en la ciudad de Tingo María, identificando 18 morfoespecies de líquenes; y en la zona selvática de la región Junín (Chupan. 2018) se determinó 11 morfoespecies, sin embargo, la altitud de la zona de estudio es de 3550 m.s.n.m., por lo cual el estudio de diversidad liquénica bajo esa altitud en la selva de Junín sigue siendo un vacío de información.

El presente estudio tiene como objetivo determinar los líquenes en la ciudad de Satipo, Región Junín lo cual contribuirá con el conocimiento de la liquenobiota epífita/corticícola en zonas urbanas.

### Área de estudio

El área de estudio corresponde a la Región de Junín, provincia de Satipo, distrito de Satipo y ciudad de Satipo, en la cual se eligieron tres lugares de muestreo: Plaza Central, Cementerio y Mirador (Figs. 1, 2, 3 y 4), por presentar mayor áreas verdes.



**Figura 1.** A) Mapa de la ciudad de Satipo con los tres lugares de muestreo, Mirador (círculo amarillo), Cementerio (círculo rojo) y Plaza Central (círculo anaranjado) Fuente: <http://sigmed.minedu.gob.pe/mapaeducativo/>. B) Mirador (lugar más alto).



**Figura 2.** Cementerio de Satipo.



**Figura 3.** Plaza Central de Satipo.

### **Materiales y métodos**

El equipo usado fue un celular para la documentación fotográfica de las morfoespecies.

La fase de campo fue mediante recorridos en los tres lugares de muestreo, en los cuales se hizo un registro fotográfico de los líquenes; no se colectaron muestras.

La fase de gabinete uso literatura especializada (Quispe et al. 2013, Delgado 2015, Chupan 2018, Guevara et al. 2018, Alameda & Ramírez 2021,

Miranda & Ramos 2021) en otras regiones selváticas para determinar algunas morfoespecies. Además de la asesoría y consulta a especialista.

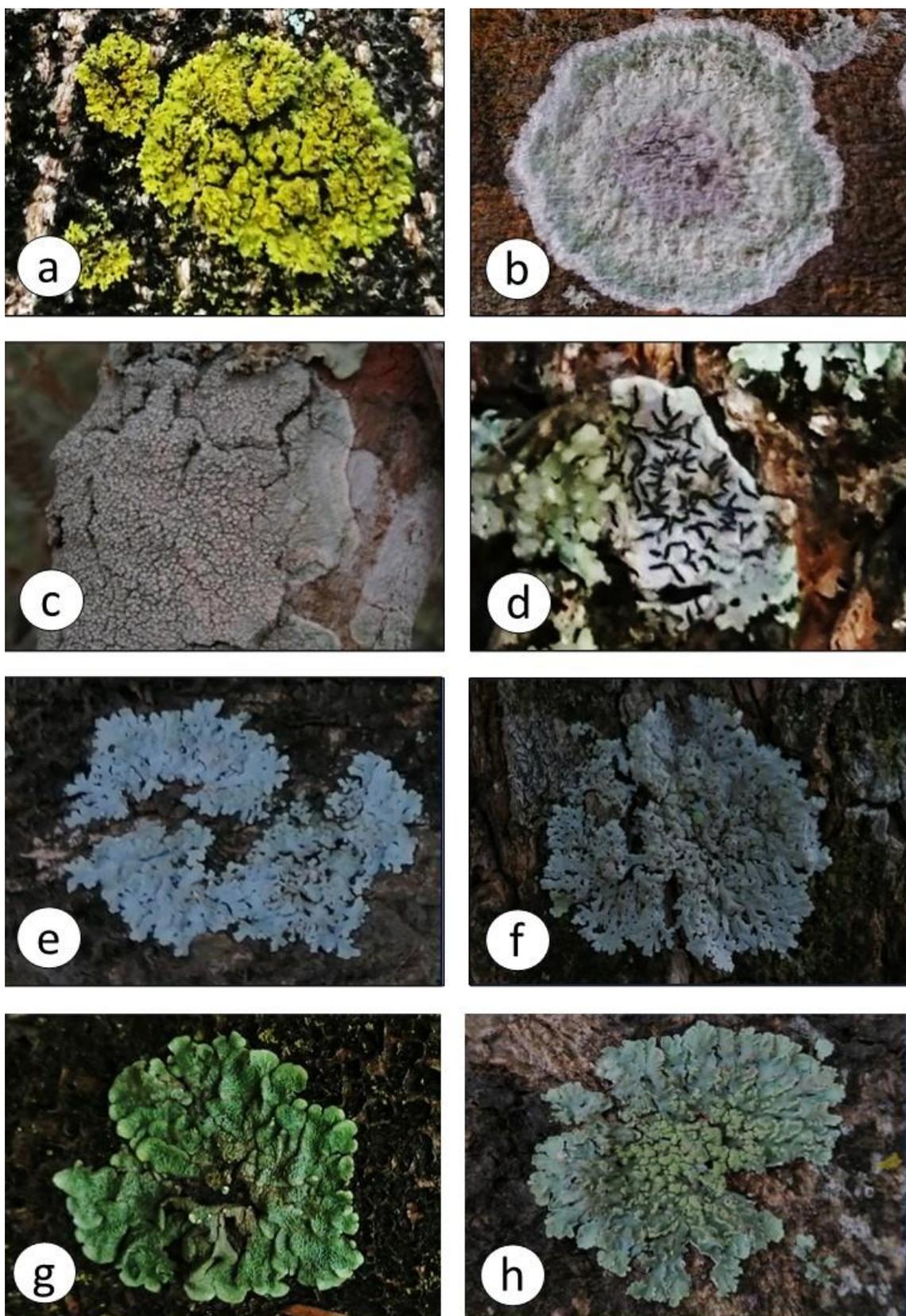
## Resultados

La liquenobiota presenta 13 morfoespecies y dos especies, distribuidas en seis familias y cuatro órdenes. La familia más abundante fue Parmeliaceae seis especies, el orden más abundante fue Lecanorales con nueve especies y todos de la división ascomycota. En cuanto a los biotipos, tres fueron crustáceos (23%), nueve foliáceos (69%) y un fructiculoso (8%). La altitud osciló entre 650 y 925 m.s.n.m. (Tabla 1).

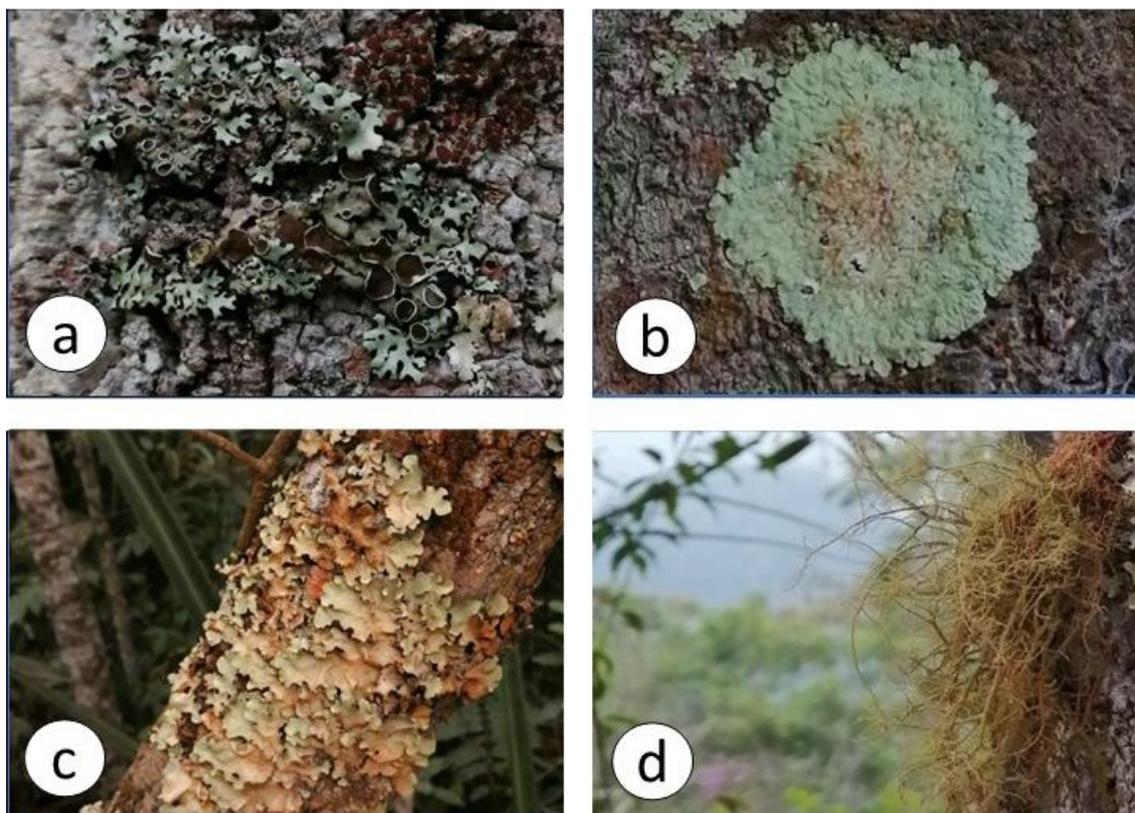
**Tabla 1.** Clasificación taxonómica, biotipo y altitud de la liquenobiota

Nº	Orden	Familia	Especie	Biotipo	Altitud (m.s.n.m.)
1	Arthoniales	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	Crustáceo	714
2		Roccellaceae	<i>Dirina</i> sp.	Crustáceo	925
3	Lecanorales	Candelariaceae	<i>Candelaria</i> sp.	Foliáceo	650
4		Parmeliaceae	<i>Parmotrema solediosa</i>	Foliáceo	650
5			<i>Parmotrema</i> sp. 1	Foliáceo	730-858
6			<i>Parmotrema</i> sp. 2	Foliáceo	650
7			<i>Usnea</i> sp	Fructiculoso	837-925
8			<i>Flavoparmelia</i> sp. cf.	Foliáceo	714
9			<i>Hypotrachyna</i> sp.	Foliáceo	858
10			Physciaceae	<i>Heterodermia</i> sp. 1	Foliáceo
11		<i>Heterodermia</i> sp. 2		Foliáceo	650
12		<i>Heterodermia</i> sp. 3		Foliáceo	650
13	Ostropales	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp.	Crustáceo	650

Todos los líquenes fueron epífitos y la mayoría son mostrados en las figuras 4 y 5.



**Figura 4.** a) *Candelaria* sp., b) *Cryptothecia striata* G. Thor, c) *Dirina* sp., d) *Graphis* sp., e) *Heterodermia* sp. 1, f) *Heterodermia* sp. 2, g) *Parmotrema* sp. y h) *Parmotrema solediosa* A. Massal.



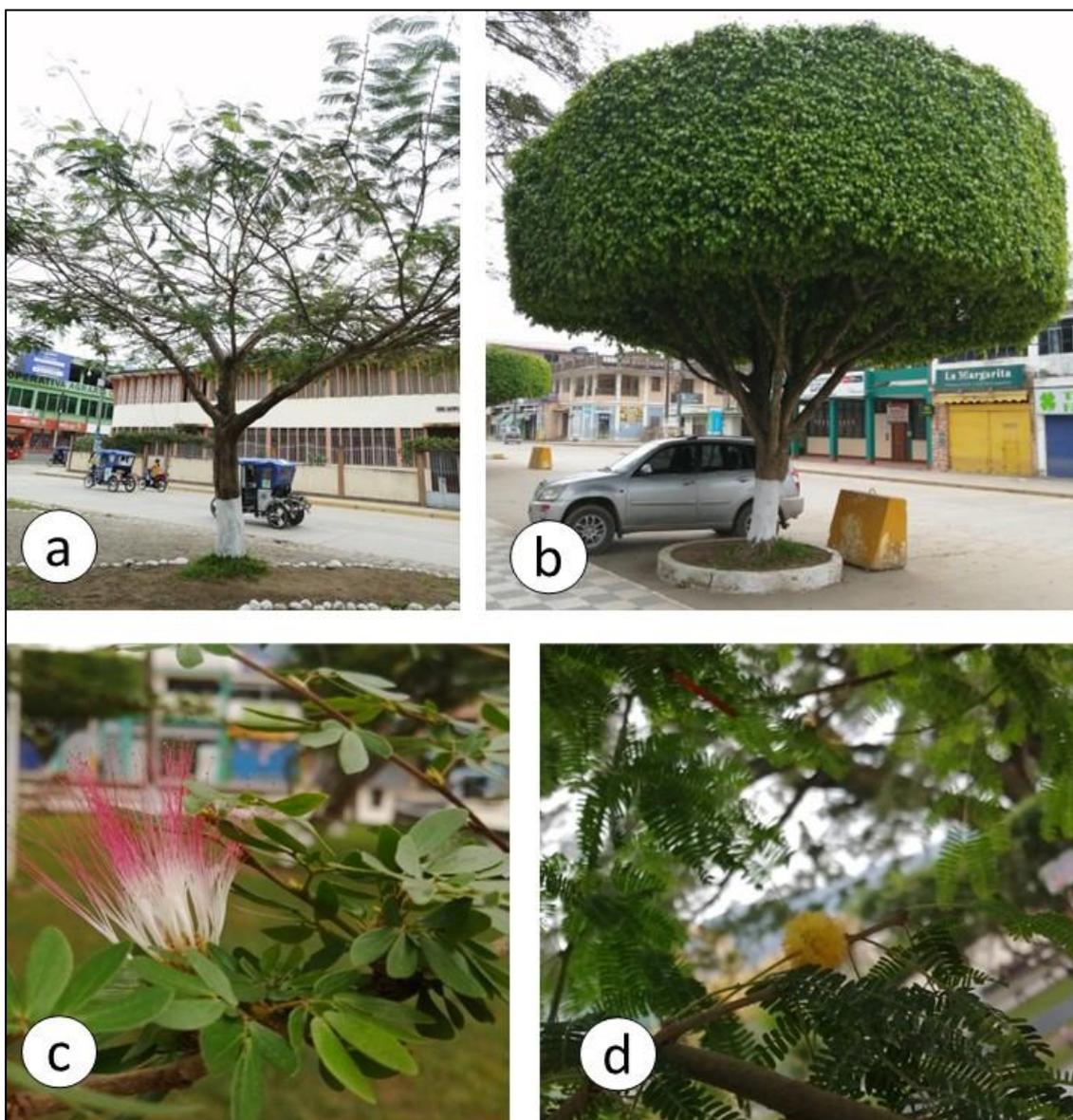
**Figura 5.** a) *Hypotrachyna* sp., b) *Flavoparmelia* sp. cf., c) *Parmotrema* sp. y d) *Usnea* sp. (a la derecha).

En relación con las zonas de estudio, la Plaza central presentó cuatro especies de líquenes, el Cementerio y el Mirador cada una con seis especies (Tabla 2) describiéndose algunos forófitos (Figs. 6 y 7).

**Tabla 2.** Lugares de muestreo y forófitos

N°	Especie	Forófito	Altitud (msnm)
Plaza central	<i>Candelaria</i> sp.	<i>Calliandra angustifolia</i> (Fabaceae) Mimosideae	650
	<i>Parmotrema solediosa</i>	Fabaceae <i>Ficus</i> sp <i>Calliandra angustifolia</i>	
	<i>Heterodermia</i> sp. 1	<i>Ficus</i> sp	
	<i>Parmotrema</i> sp.	<i>Calliandra angustifolia</i>	
Cementerio	<i>Heterodermia</i> sp. 2	Laurales	650
	<i>Heterodermia</i> sp. 3	Laurales	
	<i>Parmotrema solediosa</i>	Laurales, <i>Cocos nucifera</i> y <i>Annona guanabana</i>	

N°	Especie	Forófito	Altitud (msnm)
	<i>Graphis</i> sp.	Laurales	
	<i>Candelaria</i> sp.	<i>Cocos nucifera</i> y <i>Annona guanabana</i>	
Mirador	<i>Cryptothecia striata</i>	Anthophyta	714
	<i>Flavoparmelia</i> sp. cf.	Anthophyta	714
	<i>Parmotrema</i> sp.	Anthophyta	730-858
	<i>Usnea</i> sp.	Anthophyta	837-925
	<i>Hypotrachyna</i> sp.	Anthophyta	858
	<i>Dirina</i> sp.	Anthophyta	925



**Figura 6.** a) Fabaceae, b) *Ficus* sp., c) *Calliandra angustifolia* y d) Fabaceae-Mimosoidea.



**Figura 7.** a) Laurales-Almendra, b) *Ficus* sp., c) *Coco nucifera* "Coco" y d) *Anona guanabana*-guanábana.

## Discusión

Las familias que se determinaron (Graphidaceae y Parmeliaceae) coinciden con las mismas familias que se comentan en el trabajo "Introducción a la liquenografía del Perú" por Ramírez (2018) y "Líquenes de la zona alta del valle de Ica, distrito san José de los Molinos, Perú" (Miranda & Ramos 2021).

En la liquenobiota de la selva de Junín, la familia Parmeliaceae (entre ellos la especie *Usnea* sp.) y Physciaceae coincide con las especies a niveles de altitud superior (Chupan 2018).

Una ciudad parecida al sitio de estudio es el que hizo en la ciudad de Tingo María a 647 m.s.n.m., coincidiendo en familias como Physciaceae (Quispe et al. 2013).

## **Conclusiones**

La ciudad de Satipo, respecto a la plaza, el Cementerio y el Mirador presentaron un total de 13 morfoespecies de líquenes epífitos.

El Cementerio y el Mirador presentan mayor cantidad de morfoespecies (2 especies), sin embargo, el Mirador presentó más biotipos (crustáceo, foliáceo y fruticuloso)

La biodiversidad aumentó a medida que se aleja de las zonas urbanas (Mirador).

## **Agradecimientos**

Al profesor e investigador Ángel Ramírez por la determinación de algunas muestras por fotografías.

## **Literatura citada**

Alameda J, Ramírez A. 2021. Línea de base liquénica en la ciudad de Pucallpa, Ucayali, Perú. Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Liquenología del Perú y I Congreso Nacional de Lomas. [www.liquenesperu.con/libros](http://www.liquenesperu.con/libros).

Chupan M. 2018. Caracterización de líquenes cortícolas en la quebrada de plancha, Isla –Comas. Tesis (Junín, Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú.

Delgado L. 2015. Calidad del aire en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante líquenes como bioindicadores. Práctica pre-profesional (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Guevara W, Beteta V, Ramírez O. 2018. Líquenes epífitos como bioindicadores de las alteraciones antropogénicas en el Parque Nacional Tingo María,

Huánuco, Perú. Trabajos científicos del I Congreso Nacional de Lichenología del Perú. [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros).

Miranda D, Ramos D. 2021. Líquenes de la zona alta del valle de Ica, distritos San José de los Molinos, Perú. Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Lichenología del Perú y I Congreso Nacional de Lomas. [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros).

Quispe K, Ñique M, Chuquillin E. 2013. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú. Investigación y Amazonía 3 (2): 99-104.

Ramírez A. 2018. Introducción a la liquenogeografía del Perú. Trabajos científicos del I Congreso Nacional de Lichenología del Perú (Arequipa) 1: 38-39. [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros).

# LIQUENOBIOTA DE LA RESERVA NACIONAL ALLPAHUAYO MISHANA, LORETO, PERÚ

## (Estudio preliminar)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyecto Ecológicos Perú

Correo electrónico: [liquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:liquenes_peru@yahoo.com)

### Resumen

La selva presenta una biodiversidad diferente de la costa y sierra del Perú, y nace la curiosidad científica de saber que especies de líquenes habitan en esa región. En ese sentido se decidió realizar un primer registro de la liquenobiota de la Reserva Nacional Alpahuayo Mishana. La liquenobiota esta conformada por 22 especies, agrupados en 16 géneros y 12 familias, siendo Graphidaceae la predominante con siete especies.

**Palabras clave:** epífitos, Iquitos, líquenes, selva.

### Abstract

The jungle presents a different biodiversity from the coast and mountains of Peru, and thus is born the scientific curiosity to know what species of lichens inhabit that region. In this sense, it was decided to carry out a first record of the lichenobiota of the Alpahuayo Mishana National Reserve. The lichenobiota is made up of 22 species, grouped into 16 genera and 12 families, Graphidaceae being the predominant one with seven species.

**Keywords:** epiphytes, Iquitos, lichens, jungle.

### Introducción

La liquenobiota en la selva es muy interesante de estudiar ya que puede crecer sobre musgos, hierbas, arbustos, árboles y lianas, a su vez sobre tronco,

ramas y hojas. En la selva se estima que hay 600 especies de líquenes (Proyecto Líquenes Perú).

Las investigaciones de estos organismos en los Estudios de Impacto Ambiental en el país esta limitado a los epífitos, por lo cual es necesario que los líquenes sean considerados en su totalidad como un grupo independiente.

El objetivo de la investigación es realizar un inventario preliminar de la liquenobiota de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, la cual pueda ser usada como patrón para estudio de bioindicadores o para estudio de epífitos.

### Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, la cual se ubica a 30 kilómetros al suroeste de Iquitos, en el departamento de Loreto (Fig. 1).



**Figura 1.** Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

### Materiales y métodos

La investigación contó con la Resolución Jefatural de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana N°018-2019-SERNANP-JEF.

En campo se utilizaron libreta de campo, lapicero, lupa de 60X, grilla, cámara fotográfica y wincha.

## Resultados

La liquenobiota está conformada por 12 familias, 16 géneros y 22 especies. La familia predominante fue Graphidaceae con siete especies (Tabla 1).

**Tabla 1.** Lista de especies

N°	Familia	Especie
1	Biatoriaceae	<i>Biatora</i> sp.
2	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp.
3	Coccocarpiaceae	<i>Coccocarpia</i> sp.
4	Coenogoniaceae	<i>Coenogonium</i> sp. 1
5	Coenogoniaceae	<i>Coenogonium</i> sp. 2
6	Crocyniaceae	<i>Crocylenea</i> sp.
7	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp. 1
8	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp. 2
9	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp. 3
10	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp. 4
11	Graphidaceae	<i>Diplolabia</i> sp.
12	Graphidaceae	<i>Ocellularia</i> sp.
13	Graphidaceae	<i>Sarcographa</i> sp.
14	Opeographeae	<i>Opegrapha</i> sp. 1
15	Opeographeae	<i>Opegrapha</i> sp. 2
16	Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> sp.
17	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i> sp.
18	Porinaceae	<i>Porina</i> sp. 1
19	Porinaceae	<i>Porina</i> sp. 2
20	Ramalinaceae	<i>Phyllopsora</i> sp.
21	Roccellaceae	<i>Dichosporidium</i> sp.
22	Roccellaceae	<i>Mazosia</i> sp.

## Discusión

En Loreto existen 45 géneros (Proyecto Líquenes Perú), este trabajo aporta con 16 géneros (40%), habiendo ocho géneros como registros nuevos.

Timdal (2008a, 2008b) reportó 15 especies entre *Eschatogonia* y *Phyllopsora* para la Reserva Nacional Alpahuayo Mishana, este trabajo registró una especie del género *Phyllopsora*.

## Conclusión

Al presente la Reserva Allpahuayo Mishana cuenta con 22 especies, siendo la familia predominante Graphidaceae.

## Agradecimientos

El trabajo de campo fue realizado en compañía de Grecia Ferry y Aldo Alva, por lo cual un agradecimiento para ellos.

## Literatura citada

Proyecto Líquenes Perú. Listado de especies de líquenes 2012-2021.  
[www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru](http://www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru).

Timdal E. 2008a. Studies on *Eschatogonia* (Ramalinaceae) in Peru. British Lichen Society. The Lichenologist 40(1): 31–38.

Timdal E. 2008b. Studies on *Phyllopsora* (Ramalinaceae) in Peru. British Lichen Society. The Lichenologist 40(4): 337–362.

# DIVERSIDAD DE LÍQUENES CORTICÍCOLAS DE LA RESERVA NATURAL TATI YUPÍ, DEPARTAMENTO DEL ALTO PARANÁ, PARAGUAY

Rita Patricia Caballero Villalba

Correo electrónico: [caballero22p@gmail.com](mailto:caballero22p@gmail.com)

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de  
Asunción (FACEN.UNA), Paraguay

## Resumen

El estudio se enfocó en el análisis de la diversidad de líquenes corticícolas del bosque semicaducifolio de la Reserva Natural Tati Yupí. En tres sitios se delimitaron parcelas de 25 x 25 m y en cada una se seleccionaron cinco forófitos. Se analizó la diversidad alfa y diversidad taxonómica de los tres sitios. La riqueza estuvo representada por 56 especies siendo la familia Arthoniaceae con mayor representación con 13 especies (23%). El biotipo dominante fue el crustoso (78%). Las curvas de acumulación para los sitios (Chao2 67%) sugieren que existen más especies que las observadas. La diversidad taxonómica evidencia una tendencia biológica, pero sin significancia estadística. Los estudios de diversidad líquénica en la reserva Tati Yupí requieren de su continuidad con el fin de aumentar el inventario de especies.

**Palabras clave:** microlíquenes, diversidad alfa, diversidad taxonómica, biotipo.

## Abstract

This study is focused on the analysis of the diversity of corticolous lichens in the semi-deciduous forest of the Tati Yupí Nature Reserve. Plots of 25 x 25 m were marked off in three sites and five phorophytes were selected from each site. Alpha diversity and taxonomic diversity of the three sites were analyzed. The richness was represented by 56 species with the Arthoniaceae family having the highest representation with 13 species (23%). The dominant biotype was the crustose (78%). The accumulation curves for the sites (Chao2 67%)

suggest that there are more species than those observed. The taxonomic diversity shows a biological tendency, but without statistical significance. Lichen diversity studies in the Tati Yupi reserve require continuity in order to increase the inventory of species.

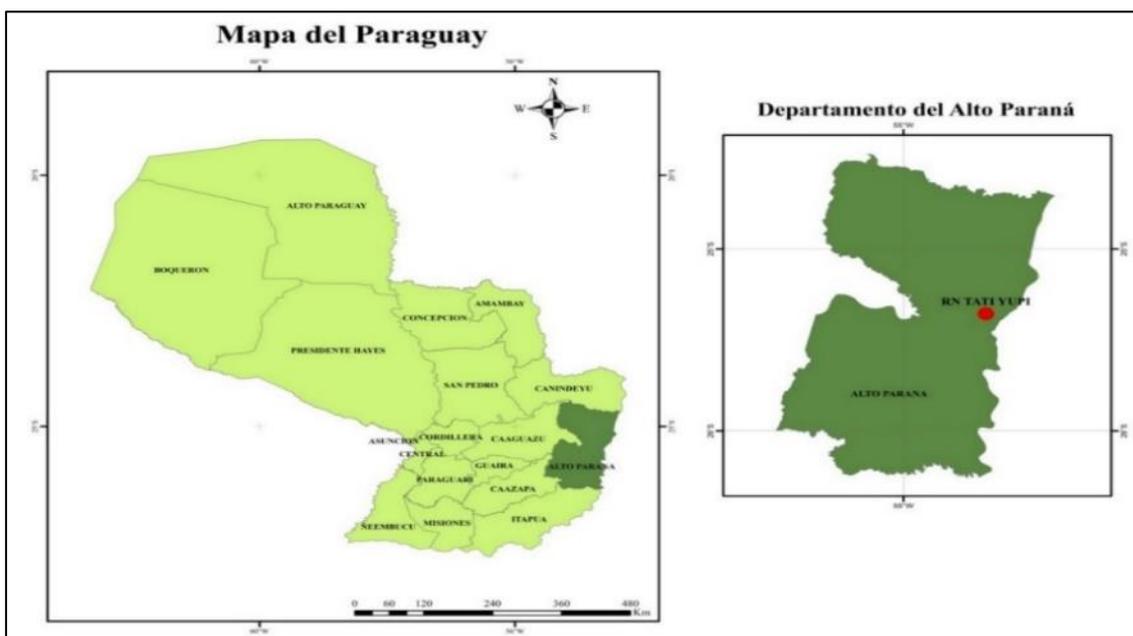
**Keywords:** microlichens, alpha diversity, taxonomic diversity, biotype.

## Introducción

La riqueza para el Paraguay se estima en alrededor de 2800 especies de líquenes (Lücking et al. 2009). Los estudios de diversidad y composición de líquenes en Paraguay son escasos comparadas con trabajos regionales. El objetivo del estudio fue analizar la diversidad alfa y taxonómica de líquenes corticícolas del bosque semicaducifolio de la Reserva Natural Tati Yupi, departamento de Alto Paraná, Paraguay.

## Área de estudio

Las colectas se realizaron en la Reserva Nacional de Tatí Yupi (Fig. 1). Se seleccionaron tres sitios, se instalaron tres parcelas de 25 x 25 m, se seleccionaron cinco forófitos de especies dominantes teniendo en cuenta el DAP  $\geq 15$  cm (Rosabal et al. 2012).



**Figura 1.** Mapa del Paraguay. Ubicación de la Reserva Natural Tati Yupi.

## **Materiales y métodos**

El muestro consideró 15 forófitos, obteniendo un total de 158 ejemplares de líquenes colectados en total.

### Diversidad alfa

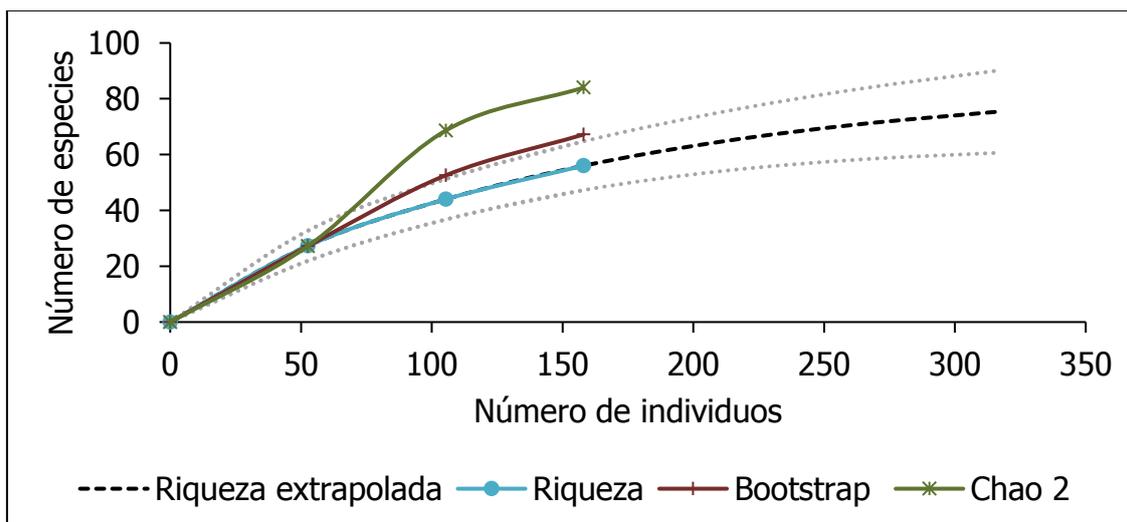
Una lista de las especies líquénicas identificadas se elaboró para obtener la riqueza puntual de los sitios, con ello se realizaron curvas de acumulación por sitio para determinar el esfuerzo de muestreo (McCune et al. 2002) con el software EstimateS, versión 9.1.0 (Colwell 2013). La estimación de la riqueza fue realizada utilizando los estimadores no paramétricos basados en incidencia Chao2 y Bootstrap para muestras pequeñas (Moreno, 2001) con el software EstimateS, versión 9.1.0 (Moreno et al., 2011; Colwell 2013).

### Diversidad taxonómica

La diversidad taxonómica calculó la distinción taxonómica promedio y la variación en la distinción taxonómica (Clarke & Warwick 1998, 2001) para determinar la variedad de categorías taxonómicas en los sitios con el software R 3.5.3 utilizando la librería vegan 2.5 con la función taxa2dist (R Core Team 2013).

## **Resultados**

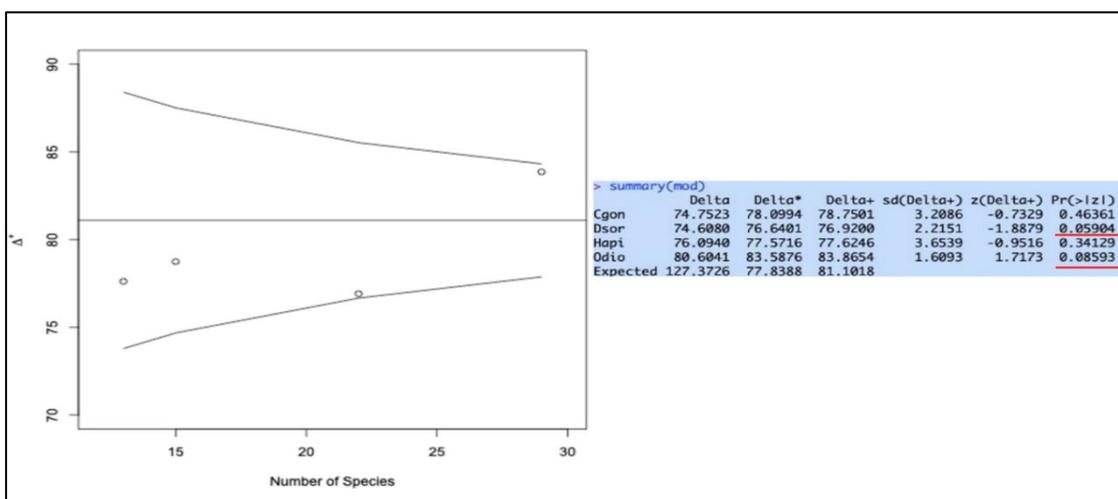
La riqueza se encuentra representada por 56 especies diferentes en los tres sitios muestreados, las cuales están distribuidas en 17 géneros, 13 familias y 1 incertae sedis. La curva de acumulación de los sitios estudiados muestra que la riqueza observada representa el 67% para Chao 2 y 83% para Bootstrap, por lo tanto, se considera que las muestras colectadas no representan adecuadamente las especies de líquenes de los sitios, en especial para el estimador Chao 2. Las curvas no se estabilizan formando asíntotas (Fig. 2).



**Figura 2.** Curva de crecimiento de especies de los tres sitios.

### Diversidad taxonómica

El análisis de diversidad taxonómica excluye los ejemplares que no han sido determinados a nivel de género. Considerando los forófitos se verifica que no alcanzan significancia estadística, pero caen dentro de los límites, en especial para los forófitos *Diatenopteryx sorbifolia* y *Ocotea diospyrifolia*, las cuales tuvieron un alto número de especies de líquenes colectados en estos árboles. Además, se observó que el biotipo folioso solo se ha colectados en la *Ocotea diospyrifolia* y el biotipo filamentoso solo en la *Diatenopteryx sorbifolia*. El índice de distinción taxonómica (delta+) demostró que los forófitos se ubicaron por encima y por debajo de la media de la distribución de probabilidad del 0,05 (Fig. 3).



**Figura 3.** Índice de distinción taxonómica ( $\Delta+$ ) en los forófitos.

## Discusión de resultados

El biotipo crustoso dentro de este estudio fue el mejor representado, en general en los bosques las especies crustosas son las más abundantes, pues colonizan todos los estratos de un forófito, estas especies contribuyen a la mayor diversidad en los trópicos (Wolf 1993, Castillo-Campos et al. 2019). Las familias dominantes de este estudio fueron Arthoniaceae y Graphidaceae, las cuales poseen mayor diversidad de especies en bosques (Lücking et al. 2016), además de ser familias comunes en los bosques tropicales. Igualmente, otra familia dominante fue Ramalinaceae, grupo formado enteramente por las *Phyllopsora*, género que por morfología son difíciles de identificar (Kistenich et al. 2019).

En cuanto a la diversidad taxonómica se observa una tendencia biológica pero no una significancia estadística, esto evidencia cierta especificidad de las especies líquénicas con los forófitos. En especial, las variables ambientales como luz, DAP y pH influyen en la colonización de especies líquénicas (Zárate-Arias et al. 2019) y el gradiente altitudinal (Soto-Medina et al. 2019).

## Conclusiones

El relevamiento de estos ejemplares aún no refleja toda la diversidad de las especies de líquenes existente en la reserva, por lo que el trabajo de identificación y colecta aún debe continuar para aumentar el inventario de estas especies.

El muestreo de líquenes se debe de ampliar en otros sitios, especialmente teniendo en cuenta los diferentes microambientes que se presentan en un bosque, en el caso de los microlíquenes es importante la incidencia lumínica, con esto se aumentará el registro de especies, aumentará la diversidad alfa de líquenes y resolverá la no significancia estadística de la diversidad taxonómica y se explicará la tendencia biológica sujeta a estos resultados.

## Agradecimientos

Al Dr. André Aptroot por la apertura y ayuda con las dudas que se dieron con las especies.

## Literatura citada

- Castillo-Campos G, Pérez-Pérez R, Córdova-Chávez, García-Franco J, Cáceres M. 2019. Vertical distribution of epiphytic lichens on *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. in a remnant of cloud forest in the state of Veracruz, México. *Nordic Journal of Botany*, 37(12). <https://doi.org/10.1111/njb.02459>
- Clarke K, & Warwick R. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35(4):523–531. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.3540523.x>
- Clarke K, & Warwick R. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: Variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216:265–278. <https://doi.org/10.3354/meps216265>
- Colwell R. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 9. Persistent. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Kistenich S, Bendiksby M, Vairappan C, Weerakoon G, Wijesundara S, Wolseley P, Timdal E. 2019. A regional study of the genus *Phyllopsora* (Ramalinaceae) in Asia and Melanesia. *MycoKeys*, 53(May): 23–72. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.53.33425>
- Lücking R, Hodkinson B, Leavitt S. 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota—Approaching one thousand genera. *Bryologist*, 119(4): 361–416. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>
- Lücking R, Rivas Plata E, Chaves J, Umaña L, Sipman H. 2009. How many tropical lichens are there... really?. *Bibliotheca Lichenologica*, 100: 399–418.

- McCune B, Grace J, Urban D. 2002. Analysis of ecological communities (Vol. 28). Gleneden Beach, OR: MjM software design.
- Moreno C, Barragán F, Pineda E, Pavón N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1249–1261
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Rosabal D, Burgaz A, Reyes O. 2012. Diversidad y distribución vertical de líquenes corticícolas en la pluvisilva montana de la Gran Piedra, Cuba. *Botanica Complutensis*, 36: 19–30. <https://doi.org/10.5209/rev-BOCM.2012.v36.39439>
- Soto-Medina E, Lücking R, Silverstone-Sopkin P, Torres A. 2019. Changes in functional and taxonomic diversity and composition of corticolous lichens in an altitudinal gradient in Colombia. *Cryptogamie, Mycologie*, 40(6): 97-115. <https://doi.org/10.4324/9781315872407-13>
- Wolf J. 1993. Diversity Patterns and Biomass of Epiphytic Bryophytes and Lichens Along an Altitudinal Gradient in the Northern Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80(4):928-960. <https://doi.org/10.2307/2399938>
- Zárate-Arias N, Moreno-Palacios M, Torres-Benítez A. 2019. Diversidad, especificidad de forófito y preferencias microambientales de líquenes cortícolas de un bosque subandino en la región Centro de Colombia. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 43(169): 737–745.

# CALIDAD DE AIRE DETERMINADO POR LÍQUENES EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO Y RECREATIVO – SECTOR HUAMPAL DEL PARQUE NACIONAL YANACHAGA CHEMILLÉN, PASCO, PERÚ

Mariela Alejandra Cutipa Vargas

Universidad Privada de Tacna (egresada)

Correo electrónico: [marielacutipavargas@hotmail.com](mailto:marielacutipavargas@hotmail.com)

## RESUMEN

En la zona de uso turístico y recreativo–sector Huampal del Parque Nacional Yanachaga Chemillén, ubicado en la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, se evaluó la calidad de aire usando líquenes como bioindicadores, la metodología usada fue la “European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress”. La zona de muestreo fue dividida en cuatro sectores de 0,25 km x 0,25 km, en cada una de ellas seleccionaron tres árboles, siendo en total de 12. Los líquenes determinados fueron *Coenogonium implexum* (Nyl), *Parmotrema perlatum* ((Huds.) M.Choisy), *Hypotrachyna sinuosa* (Sm.) Hale), *Cryptothecia striata* (G. Thor), *Leptogium corticola* ((Taylor) Tuckerman) y *L. cyanescens* ((Rabenh.) Körb). La especie que predominó fue *Coenogonium implexum* y la de menor presencia fue *Parmotrema perlatum*. En cuanto a los biotipos la mayor presencia estuvo dada por las especies foliosas, seguidas de las filamentosas y finalmente crustosas. De acuerdo con la orientación cardinal en los árboles, se observó mayor frecuencia al oeste (W). Las clases de diversidad líquénica fueron cinco, donde la moderada agrupó la mayor cantidad de sectores. Esta diversidad fue proporcional a la calidad de aire, en este sentido la calidad de aire en la zona de muestreo en el sector 1 fue regular, en el sector 2 fue buena, en el sector 3 fue muy buena y en el sector 4 fue regular.

**Palabras clave:** bioindicador, líquenes, Yanachaga Chemillén, calidad de aire.

## Abstract

The study was carried out in the area of tourist and recreational use of the Huampal sector in the Yanachaga Chemillén National Park, located in the department of Pasco, province of Oxapampa. The air quality was evaluated using lichens as bioindicators. The methodology used was the "European guide for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress". The sampling area was divided into four sectors of 0.25 km x 0.25 km, a total of 12 trees were sampled and three trees were selected per sector. Six species of lichens were identified: *Coenogonium implexum* (Nyl), *Parmotrema perlatum* ((Huds.) M.Choisy), *Hypotrachyna sinuosa* ((Sm.) Hale), *Cryptothecia striata* G. Thor, *Leptogium corticola* ((Taylor) Tuckerman) and *L. cyanescens* (Rabenh.) Körb). The *Coenogonium implexum* species was predominant in the sampling area and the one with the lowest presence was *Parmotrema perlatum*. There was a greater presence of foliose species followed by the filamentous and finally crustose species. According to the orientation of the trees, the highest frequency is found in the west orientation (W). Five classes of diversity were determined, where the moderate class grouped the largest number of sectors. This diversity is proportional to the quality of air, in this sense the air quality in the sampling area in sector 1 was fair, in sector 2 good, in sector 3 very good and in sector 4 is fair.

**Keywords:** bioindicator, lichens, Yanachaga Chemillén, air quality.

# LÍQUENES COMO BIONDICADORES DE LA CALIDAD DE AIRE EN TRES PARQUES DE LA CIUDAD DE ABANCAY-PERÚ, 2022

Diana Castro Cordova & Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico: [dtcc4736@gmail.com](mailto:dtcc4736@gmail.com)

## Resumen

La ciudad de Abancay se encuentra en la sierra sur de Perú, presenta un clima templado y se ubica a los 2377 m.s.n.m., en la cual existe gran presencia de vehículos que de alguna manera producen contaminación, pero no existe una evaluación y tampoco estudios bióticos para conocer la calidad del aire. El empleo de líquenes para determinar la calidad de aire ya es reconocido en varios estudios por sus características como bioindicadores; en ese sentido se recorrieron tres parques de la ciudad buscando una misma especie de forófito para estudiar sus líquenes. La especie seleccionada fue *Podocarpus glomeratus* (Intimpa), en la cual se sobrepuso una rejilla de 50 cm x 5 cm mirando al suroeste. Se calculó la cobertura y abundancia mediante fotografías, y la información obtenida se correlacionó con la distancia a la avenida principal. Las especies de líquenes registradas fueron *Candelaria fibrosa* (Candelariaceae) y *Phycia* sp. (Phyciaceae); el Parque Imperio y Plaza Tamburco son los que contaron con menor presencia de *Candelaria fibrosa* y el Parque Villa Ampay presentó mayor cobertura líquénica, lo cual pudo deberse a la mayor lejanía con la avenida principal. El estudio permitirá continuar y proponer un programa de monitoreo abiótico de esta ciudad.

**Palabras clave:** Biondicador, contaminación atmosférica, líquenes.

## Abstract

The city of Abancay located in the southern highlands of Peru at 2377 meters above sea level has a temperate climate. There is a large presence of vehicles that presumably produce pollution, but there are no biotic studies that evaluate or show air quality. The use of lichens as bioindicators to determine air quality is already recognized in several studies. In this sense, the city parks were visited looking for the same species of phorophyte to study its lichens. The selected species was *Podocarpus glomeratus* (Intimpa), on which a 50 cm x 5 cm grid was superimposed, in southwest direction. Coverage and abundance were calculated through photographs, and the information obtained was correlated with the distance to the main avenue. The lichen species recorded were *Candelaria fibrosa* (Candelariaceae) and a specimen of the order Lecanorales; Parque Imperio and Plaza Tamburco are the two sites with the least presence of *Candelaria fibrosa* and Villa Ampay Park presented greater lichen coverage, which could be due to its greater distance from the main avenue. The study will allow us to propose and to continue an abiotic monitoring program for this city.

**Keywords:** Bioindicator, air pollution, lichen.

## Introducción

El incremento de la emisión de compuestos tóxicos al aire en las últimas décadas es un problema en aumento en los países en vía de desarrollo, como resultado del crecimiento urbano e industrial (Rubiano 1987). La calidad del aire es un factor importante para determinar las condiciones adecuadas para los asentamientos en los centros urbanos. El aumento del parque automotriz dentro de la urbe implica mayor demanda de recursos, lo que da como resultado una mayor generación de desechos y un incremento en la contaminación del medio (García 2006).

Los líquenes son considerados buenos bioindicadores y ofrecen resultados cualitativos inmediatos de los niveles de contaminación en grandes áreas y, por lo tanto, actúan como señales de alarma (Mongues 2018).

Las metodologías para evaluar la calidad del aire con líquenes son las siguientes: la determinación del índice de pureza atmosférica (IPA), la cuantificación de los metales pesados en su talo, la cuantificación de las sustancias líquénicas, la cuantificación de la cantidad de clorofila, la observación daños en los cloroplastos o mitocondrias y finalmente analizando la población de los líquenes.

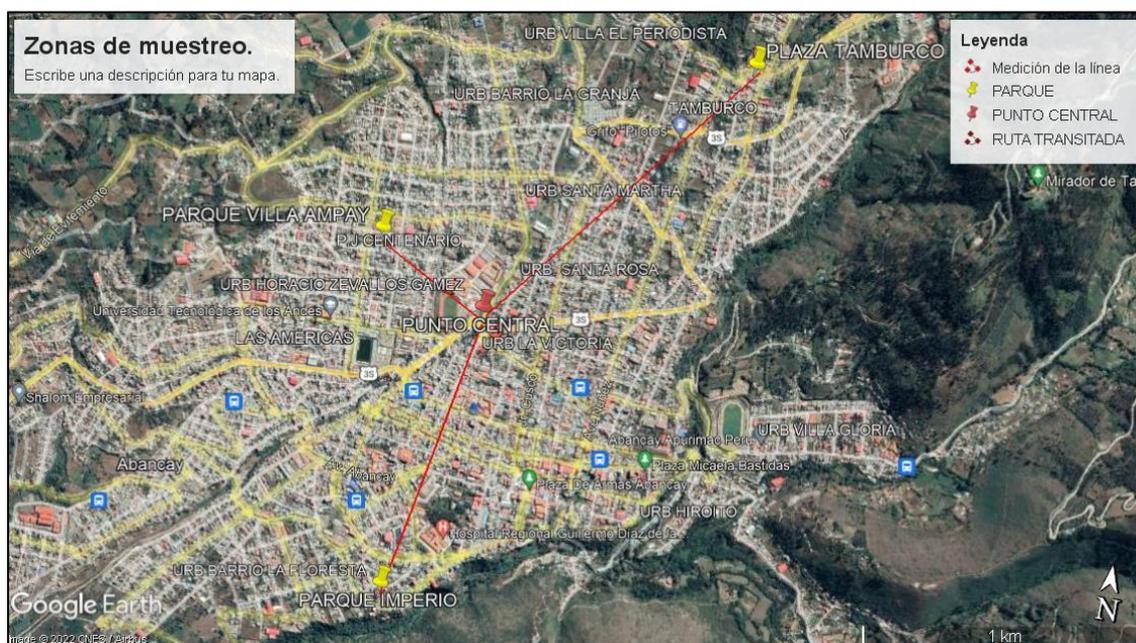
Los estudios de líquenes realizados en el Perú considerados como antecedentes son: 1) Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Huánuco (Quispe et al. 2013) quienes analizan los líquenes como bioindicadores demostraron los niveles de contaminación atmosférica en la zona urbana y tienen estrecha relación con las tasa de flujos vehiculares; 2) Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash (Valdivia & Ramírez 2018) que calcularon el índice de Pureza Atmosférica (IPA) y cuantificaron los metales pesados, demostraron que los valores más bajo de riqueza de especies e IPA estaban en zonas con altas concentraciones de metales (zona del pasivo minero).

El objetivo del presente de estudio es conocer la calidad del aire en la ciudad de Abancay mediante la correlación de los valores de abundancia y cobertura de los líquenes con la distancia a la avenida principal en la ciudad de Abancay durante el año 2022.

### **Área de estudio**

El área de estudio es la ciudad de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. La ciudad se encuentra en la sierra sur del país, presenta un clima templado y se ubica a los 2377 m.s.n.m. En la ciudad se seleccionaron tres zonas de muestreo: Parque Imperio a 2327 m.s.n.m., Parque

Villa Ampay a 2328 m.s.n.m. y Plaza Tamburco a 2578 m.s.n.m. Se consideraron los parques por las diferentes altitudes y distancias con la vía más transcurrida de la ciudad, y se mapearon con el uso de Google Earth Pro (Fig. 1).



**Figura 1.** Ubicación de los parques de Abancay.

## Materiales y métodos

Los materiales usados fueron: clinómetro, lapicero, libreta, regla con cuadrantes (rejilla) y wincha; los equipos usados fueron cámara fotográfica, receptor GPS y computadora (con los softwares Excel y PAST).

Selección forófitos y zonas de muestreo: se eligieron 8 árboles o forófitos de la especie *Podocarpus glomeratus* con nombre común Intimpa, ya que se encuentran dispersos en la ciudad de Abancay y reúne las condiciones de un forófito como la altura, corteza, diámetro e inclinación, además que no están pintados ni dañados. En el Parque Imperio se escogieron dos forófitos y tanto en Villa Ampay y en Plaza Tamburco tres forófitos.

La vía más transcurrida fue elegida como punto central y viene de la Panamericana Sur (Calle Jr. Manuel Seoane con 2438 m.s.n.m.) para después realizar la medición de distancias a los parques y plaza con una de las

herramientas de Google Earth Pro y así poder correlacionar la distancia con la abundancia y cobertura de los líquenes.

Rejilla, cobertura y frecuencia: dentro de los árboles identificados se seleccionó un monopódico y que cumpla las condiciones para que sea de forófito; se realizó la medición de la circunferencia/diámetro a 120 cm del suelo y se estableció un punto para la ubicación de la rejilla para cartografiar los líquenes, el tamaño de la rejilla seleccionado fue de 5 cm x 50 cm y fue dividida en 10 cuadrantes, ya que se adapta mejor a la cara Sur Oeste del forófito, para esto se usó una regla de 60 cm que viene marcando cada 10 cm hasta los 50 cm; posteriormente se realizó la toma fotográfica para la obtención de los datos de cobertura y frecuencia para ser evaluados en gabinete, además se anotó el color de los líquenes (Fig. 2).



**Figura 2.** a) identificación de forófito, b) medida de forófito y c) uso de rejilla y toma fotográfica.

Los líquenes fueron determinados con clave especializada (Ramírez 2021). El análisis de correlación fue realizado con el programa PAST y en algunos casos se magnificó proporcionalmente la cobertura para poder visualizar en los gráficos.

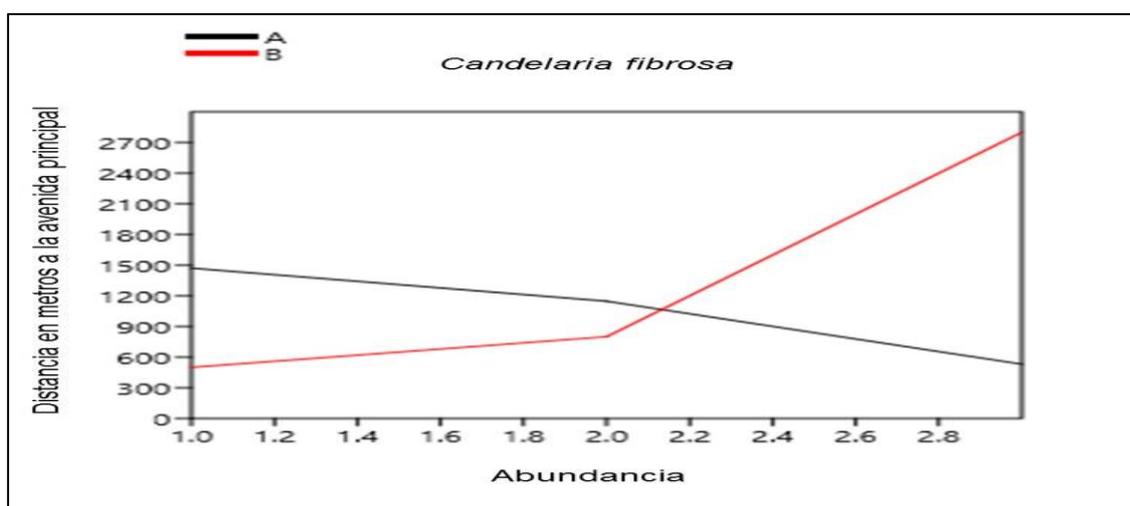
## Resultados

Los líquenes registrados corresponden a dos especies, *Candelaria fibrosa*. (*Candelariaceae*) y *Physcia* sp. (*Physciaceae*), ambos de biotipo foliáceo y el primero de de colore amarillo y el segundo de color gris. La cobertura osciló entre 0.1 y 0.4, la abundancia entre 5 y 28 individuos y la distancia entre los parques y la avenida principal entre 531.25 y 1470.98 metros (Tabla 1).

**Tabla 1.** Datos de forófitos identificados por parque.

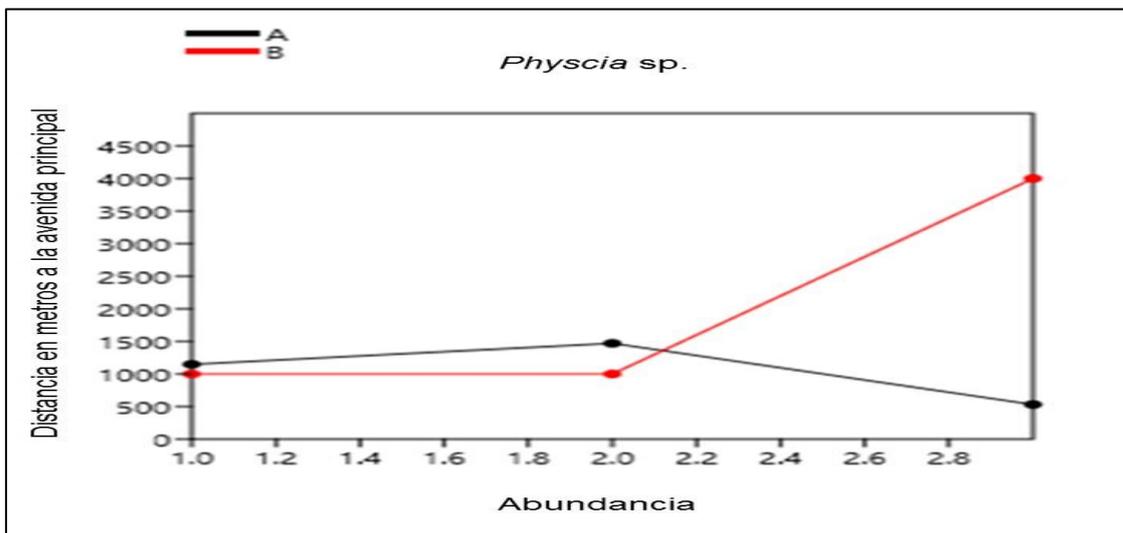
Lugar	Especie	Cobertura	Abundancia	Distancia a la av. Principal (m)
Plaza Tamburco	<i>Candelaria fibrosa</i>	0.1	5	1470.98
Plaza Tamburco	<i>Physcia</i> sp.	0.1	5	1470.98
Villa Ampay	<i>Candelaria fibrosa</i>	0.4	28	531.25
Villa Ampay	<i>Physcia</i> sp.	0.3	14	531.25
Parque Imperio	<i>Candelaria fibrosa</i>	0.1	8	1147.79
Parque Imperio	<i>Physcia</i> sp.	0.3	23	1147.79

La correlación entre la abundancia de *Candelaria fibrosa* y la distancia a la avenida principal fue de -0.97479, por lo que cuando existe mayor distancia de la avenida principal al parque la abundancia de *Candelaria fibrosa* es menor (Fig. 3).



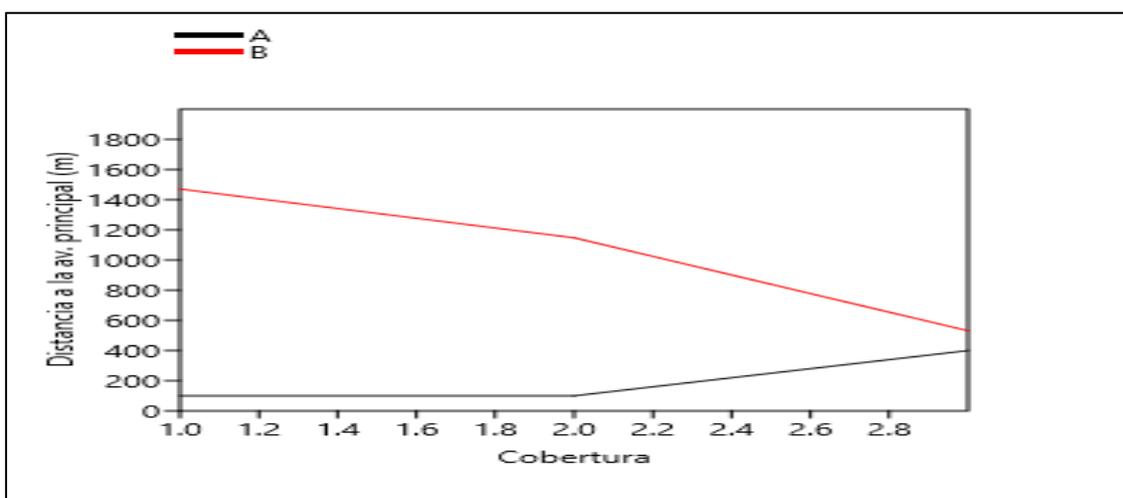
**Figura 3.** Correlación entre la abundancia de cobertura de *Candelaria fibrosa* y la distancia a la av. principal. A es la tendencia de la cobertura y B la tendencia de la distancia.

La correlación entre la abundancia de *Physcia* sp. y la distancia a la avenida principal fue de 0.33846, por lo que hay una correlación inversa débil; cuando existe mayor distancia de la avenida principal al parque la abundancia de *Physcia* sp. es menor (Fig. 4).



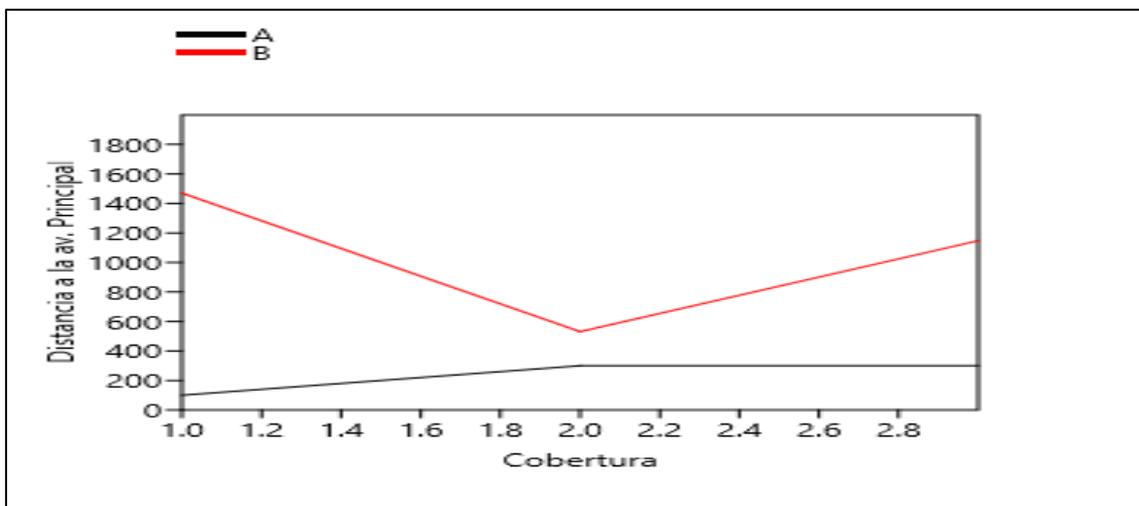
**Figura 4.** Correlación entre la abundancia de cobertura de *Physcia* sp. y la distancia a la av. principal. A es la tendencia de la cobertura y B la tendencia de la distancia.

La correlación entre la cobertura de *Candelaria fibrosa* y la distancia a la avenida principal fue de -0.94098, por lo que hay una correlación inversa fuerte, cuando existe mayor distancia de la avenida principal al parque la cobertura es menor para *Candelaria fibrosa* es mayor (Fig. 5).



**Figura 5.** Correlación entre cobertura de *Candelaria fibrosa* y distancia a la avenida principal. A es la tendencia de la cobertura y B la tendencia de la distancia.

La correlación entre la cobertura de *Physcia* sp. y la distancia a la avenida principal fue de  $-0.76361$ , por lo que hay una correlación inversa, cuando existe mayor distancia de la avenida principal al parque la cobertura es menor para *Physcia* sp. (Fig. 6).



**Figura 6.** Correlación entre cobertura de *Physcia* sp. y distancia a la avenida principal. A es la tendencia de la cobertura y B la tendencia de la distancia.

### Discusión y conclusiones

Ramírez (2021) citó al género *Candelaria* para los departamentos de Áncash, Cajamarca, Cusco, La Libertad, Lima, Junín y Tumbes, por lo cual este trabajo reporta al género para el departamento de Apurímac ampliando la distribución de este género para el Perú.

A nivel internacional el género *Candelaria* se encuentra en los países de Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Paraguay y Venezuela, por lo cual este género podría ser usado como biodicador latinoamericano de la calidad del aire

Los trabajos de líquenes en el país como biodicadores y su metodología son los de Cuba y Villacorta 2008 (Cusco-IPA), Huamán 2016 (Huancayo-punto de intersección), Vargas 2012 (Piura-IPA), Valdivia & Ramírez 2018 (Áncash-IPA y metales pesados), Calderón 2019 (Lima- metales pesados) y Bruno 2021 (Cajamarca-IPA), por lo cual este trabajo aporta con una metodología de

correlación para líquenes como bioindicadores de la calidad de aire el departamento de Apurímac.

Purvis (2000) mencionó que hay una correlación directa entre la distancia a la industria y los contaminantes en los líquenes, este trabajo encontró una correlación indirecta entre la abundancia y cobertura de *Candelaria fibrosa* y la avenida principal, por lo tanto, *Candelaria fibrosa* sería un líquen tolerante a la contaminación.

La metodología de correlación entre abundancia y distancia a la fuente de contaminación es la primera usada en el Perú; *Candelaria fibrosa* sería un líquen tolerante a la contaminación vehicular.

### **Agradecimiento**

El agradecimiento para el asesor por guiarme en este proceso para realizar el trabajo presente e involucrarme en la investigación, a las personas que brindaron su tiempo para poder realizar el muestreo.

### **Literatura citada**

- Acevedo S, Charry Y. 2018. Líquenes como bioindicadores de calidad del aire (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Cuba A, Villacorta R. 2008. Líquenes epífitos como indicadores de la contaminación atmosférica en la baja tropósfera del Centro Histórico del Cusco. Tesis (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- García G. 2006. Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verde. Parque urbano Monte Calvario, Tandil, Argentina. Geografía Norte Grande. 45-57.
- Monges. 2018. file:///E:/TESIS - LÍQUENES/sh/Líquenes, bioindicadores de. Obtenido de Líquenes, bioindicadores de contaminación por excelencia.

- Quispe K, Ñique M, Chuquillin E. 2013. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú. *Investigación y Amazonía* 3(2):99-104.
- Ramírez A. 2021. *Candelaria pacifica* (Candelariaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú. *Liquenobiota* 1(3):29-38.
- Rubiano L. 1987. Delimitación de áreas de isocontaminación en Cali y Medellín utilizando líquenes como bioindicadores. *Perez Arbelaezia* 1(4-5):7-41.
- Valdivia A, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Ancash Perú. Obtenido de <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/223/217>.

# **LA FUNGA LIQUENIZADA DE LA RESERVA MUNICIPAL "ECO ÁREA DE AVELLANEDA" Y SU RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL RÍO DE LA PLATA, ARGENTINA**

Renato Andres García

Laboratorio de Biodiversidad y Genética Ambiental (BioGeA), Departamento de Ambiente y Turismo, Universidad Nacional de Avellana, Argentina

Correo electrónico: [ragarcia@undav.edu.ar](mailto:ragarcia@undav.edu.ar)

## **Resumen**

Sobre la ribera sur del Río de La Plata existe un ecosistema boscoso que ha sufrido los embates de la urbanización, al cual se lo conoce como selva o bosque en galería. Dentro de este ecosistema se encuentra una reserva natural de reciente formación: la Reserva Municipal "Eco Área de Avellaneda", la cual se encuentra rodeada por una de las áreas más pobladas del país. En esta reserva se relevaron las especies de líquenes epífitos. Se encontraron un total de 43 especies, de 3 morfologías siendo la forma foliosa la más abundante. Se realizaron comparaciones por medio de índices de diversidad  $\beta$ , con las otras reservas cercanas y con un ecosistema similar de las cuales se conoce su funga liquenizada. Encontrando que La Eco Área presenta la menor riqueza de las tres, encontrando mayoritariamente especies heliófilas. En cuanto a los análisis de diversidad se observa que la eco Área resulta más similar a la reserva Natural de Punta Lara, aunque el análisis en el turnover muestra que el menor cambio de especies se da entre Punta Lara e Isla Martín García, lo cual puede ser explicado por el tiempo de protección que presentan estas reservas comparadas con el de la Eco Área. La protección de este tipo de reserva urbanas es indispensable para ayudar a la conservación de líquenes de la provincia de Buenos Aires ya que este ambiente está seriamente afectado y el

estado de conservación de las especies de líquenes en Argentina aún es desconocido.

**Palabras clave:** líquenes; Buenos Aires; selva en galería;  $\beta$  diversity.

### **Abstract**

On the southern bank of the Río de La Plata there is a forest ecosystem that has suffered the ravages of urbanization know as jungle or gallery forest. Within this ecosystem there is a recently formed natural reserve: the Municipal Reserve "Eco Area of Avellaneda", surrounded by one of the most populated areas in the country. Epiphytic lichen species were surveyed at this site and a total of 43 species were found. Comparisons were made by means of  $\beta$  diversity indices, with the other nearby reserves. The Eco Area presents the least richness of the three, with mostly heliophilous species. Regarding the diversity analysis, it is observed that the eco-area is similar to the Punta Lara Nature Reserve, although the turnover analysis shows that the least change of species occurs between Punta Lara and Martín García Island, which may be explained by the period of protection these reserves have had in comparison to the Eco Area. The protection of this type of urban reserves is essential to help the conservation of lichens in the province of Buenos Aires since this environment is seriously affected and the state of conservation of these species in Argentina is still unknown.

**Keywords:** lichens; Buenos Aires; gallery forest;  $\beta$  diversity.

## ENTRE RITMOS: CAMINANDO ENTRE LOS FRUTOS DE LA DILACIÓN (2023)

Karla Karina Román Jussto<sup>1</sup> & Eric GianCarlo Gallardo Silva<sup>2</sup>

1 Concordia University (estudiante Master Historia del Arte)

2 Artista independiente

Correo electrónico de Karina Roman: [karina.romanj@gmail.com](mailto:karina.romanj@gmail.com)

Correo electrónico de Eric Gallardo: [egallardosilva@gmail.com](mailto:egallardosilva@gmail.com)

### Resumen

Generando un diálogo interdisciplinario entre metodologías artísticas y científicas, este libro busca replantear las relaciones entre seres humanxs y no-humanxs. La propuesta parte de la instalación *Fruits of Delay* (Frutos de la Dilación) realizada por Gallardo y exhibida en la galería Le Carré d'Art de la Alianza Francesa en 2019, donde se instaló rocas con líquenes y caracoles desde Supe, recreando así parte de ese ecosistema. El libro se convierte en una extensión de ese espacio y continúa la conversación sobre temas acerca de ecología y arte que desestabilizan el antropocentrismo arraigado en muchas sociedades.

**Palabras clave:** líquenes, adaptación, arte contemporáneo, instalación, colaboración, interdisciplinario, multidisciplinario.

### Abstract

Generating an interdisciplinary dialogue between artistic and scientific methodologies, this book seeks to rethink the relationships between human and non-human beings. The proposal is based on the exhibit *Fruits of Delay* by Gallardo at the Le Carré d'Art gallery of the Alliance Française in 2019, where rocks with lichens and snails were brought from Supe to recreate part of that ecosystem. The book becomes an extension of that space and continues the

conversation regarding issues of ecology and art that destabilize the anthropocentrism rooted in many societies.

**Keywords:** lichens, adaptation, contemporary art, installation, collaboration, interdisciplinary, multidisciplinary.

## **Introducción**

Entre ritmos indaga en las temporalidades variables de cada ser viviente, convirtiendo al concepto de dilación en algo ambiguo ya que cada ser tiene su propio ciclo vital. Así mismo, el libro se enfoca en un área específica, el Distrito de Supe, Provincia de Lima, partiendo de lo local y lo micro (los líquenes y caracoles como sutiles presencias) para luego reflexionar sobre la influencia, y cualidades de lxs no-humanxs a una mayor escala, haciendo visible aquello difícil de percibir, dándole voz a quienes rara vez escuchamos, nuestrxs maestrxs no-humanxs.

Al reconocer a los líquenes y caracoles como colaboradores y personajes centrales de este proyecto, lxs autores dan un ejemplo de una práctica de observación cercana y de afirmación de los agenciamientos no-humanxs, claves en nuestra propuesta.

## **Área de estudio**

El presente proyecto se enfocó en el distrito de Supe, en la provincia de Lima, departamento de Lima.

## **Materiales y métodos**

Visita de campo, registro fotográfico, apunte visual, escritura colaborativa, y entrevista.

## **Resultados**

El libro incluye: 1) un ensayo que analiza la instalación Fruits of Delay acompañado por documentación fotográfica de la misma, 2) fotografías artísticas de líquenes y caracoles en Supe, 3) una entrevista con el biólogo y especialista en liquenología Ángel Ramírez, perteneciente a la Asociación

Proyectos Ecológicos Perú, 4) un glosario creativo como propuesta a términos que invitan a lxs lectorxs a repensar y reestructurar sus relaciones con seres no-humanxs y 5) QRs con material especial que apela a los sentidos. El libro ya cuenta con su carátula (Fig. 1) y además contiene imágenes de líquenes (Fig. 2).



**Figura 1.** Cobertura y primera página del libro.



**Figura 2.** Roca con líquenes en las lomas de Supe © Eric Gallardo.

Para ser notificad<sup>x</sup> sobre la disponibilidad de copias del libro y las locaciones donde conseguirlo registrarse en nuestra lista de correo en el siguiente enlace:

[LIBRO ENTRE RITMOS](#)

**Agradecimientos:**

La elaboración y contenido del libro conto con el apoyo de varias entre ellas José Ariza, Gabriela Brescia, Wei Liao y Ángel Ramírez.

# TEÑIDO NATURAL CON EL LIQUEN *USNEA ERINACEA* VAINIO.

María Teresa García Castillo

E.P. Ingeniería Textil y Confecciones – Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Correo electrónico: [maria.garcia37@unmsm.edu.pe](mailto:maria.garcia37@unmsm.edu.pe)

## Resumen

Los líquenes son organismos simbiotes y tienen diferentes propiedades, una de ellas es la tinción de fibras. Con la finalidad de corroborar el uso del tinte natural se colectaron muestras de liquen en Chachapoyas (Perú) a 2334 m.s.n.m., fueron determinadas con literatura por un especialista en el tema y la especie fue "*Usnea erinacea* Vainio". Se realizaron tres tipos de teñido natural y para cada uno se utilizó tres tipos de fijadores distintos diluidos con agua blanda. Los resultados fueron tres madejas de lana teñidas de distintas tonalidades y se realizó el control de calidad de cada teñido para poder descubrir si el liquen tiene propiedades tintóreas potenciales.

**Palabras clave:** liquen, lana, teñido.

## Abstract

Lichens are symbiotic organisms and have different uses, one of which is as natural dyes. To corroborate the use of natural dyes lichen samples of *Usnea erinaceae* Vainio were collected in Chachapoyas (Peru) at 2334 m.a.s.l. and supported with literature by a specialist in the subject. Three different types of natural dyeing were done. For each type of dyeing, three types of dye fixatives were used, each one diluted in soft water. The results were three skeins of wool dyed in different shades. Finally, the quality control of each dye was carried out to determine the potential dyeing properties of the lichen.

**Keywords:** lichen, wool, dyed.

# LIQUENOBIOTA CORTICÍCOLA DE LAS PRINCIPALES PLAZAS DE IQUITOS, PERÚ

Claudia Gil García<sup>1</sup>, Adriana Pilar Burga<sup>1</sup> & Ángel Ramírez<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Claudia Gil: [gilgarciaclaudia73@gmail.com](mailto:gilgarciaclaudia73@gmail.com)

Correo electrónico de Adriana Burga: [adrianadelpilar.burga@gmail.com](mailto:adrianadelpilar.burga@gmail.com)

Correo electrónico de Ángel Ramírez: [liquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:liquenes_peru@yahoo.com)

## Resumen

En la ciudad de Iquitos es frecuente observar como parte del paisaje el pintado (color blanco) de los tallos de muchos árboles, con un criterio erróneo de mejorar la vista paisajística. El presente estudio se desarrolló en tres plazas principales de la ciudad para conocer sus líquenes; se evaluaron un total 15 forófitos (árboles) seleccionados al azar; 5 forófitos en cada una de las plazas. La evaluación consistió en registrar la frecuencia de cada especie mediante uso de una grilla de 50 cm x 20 cm, dividida en 10 partes y sobrepuesta en el tronco del árbol a 1.20 m del suelo; las especies fueron determinadas mediante el uso de catálogos, claves y equipo de laboratorio. Los líquenes registrados fueron: *Cryptothecia striata* G. Thor (Arthoniaceae), *Parmotrema* cf. *sulphuratum* (Nees & Flotow) Hale (Parmeliaceae) y *Porina* sp. (Porinaceae), el líquen con mayor frecuencia fue *Parmotrema* sp. encontrándose en 10 árboles, seguido por *Cryptothecia striata* encontrándose en tres árboles y finalmente *Porina* sp. en solo dos árboles; la frecuencia promedio de *Parmotrema* sp. fue de 7.9, de *Cryptothecia* sp. fue de 5.3 y de *Porina* sp. fue de 4. En los árboles de las plazas de Iquitos hay vida por lo cual es importante cuidarlos, además que pueden servir como bioindicadores de la calidad del aire.

**Palabras clave:** *Cryptothecia*, *Parmotrema*, *Porina*, Iquitos.

## Abstract

In the city of Iquitos, it is common to observe the trunks of trees painted white, with the erroneous criterion of improving the landscape. The present study was carried out in three main squares of the city to survey their lichens. A total of 15 randomly selected phorophytes (trees) were evaluated; 5 phorophytes in each of the squares. The evaluation consisted of recording the frequency of each species using a 50 cm x 20 cm grid, divided into 10 parts and superimposed on the tree trunk 1.20 m from the ground; the species were determined through the use of catalogues, keys and laboratory equipment. The lichens registered were: *Cryptothecia striata* G. Thor (Arthoniaceae), *Parmotrema* cf. *sulphuratum* (Nees & Flotow) Hale (Parmeliaceae) and *Porina* sp. (Porinaceae), the lichen with the highest frequency was *Parmotrema* sp. found in 10 trees, followed by *Cryptothecia striata* found in three trees and finally *Porina* sp. found in only two trees; the average frequency of *Parmotrema* cf. *sulphuratum* was 7.9, *Cryptothecia striata* was 5.3 and *Porina* sp. was 4. There is life in the trees in the plazas of Iquitos, which is why it is important to take care of them, in addition to the fact that they can serve as bioindicators of air quality.

**Keywords:** *Cryptothecia*, *Parmotrema*, *Porina*, Iquitos.

## Introducción

La ciudad de Iquitos, ubicada en la región de la Selva del Peru y en el amazonas, cuenta con muchos arboles que son pintados sin darse cuenta que albergan una gran cantidad de organismos "líquenes" que pueden servir como bioindicadores de la calidad del aire.

Los líquenes cumplen funciones indispensables en los ecosistemas, tales como hábitat para organismos, alimento, aporte de materia orgánica y reciclaje de nutrientes en ecosistemas extremos en donde las plantas herbáceas o leñosas no son tan productivas (Medina et al. 2011). Estos son importantes ecológicamente, debido a sus características, estos colonizan cualquier tipo de

ambiente y se adaptan a cualquier tipo de sustrato, por lo que los líquenes pueden crecer y desarrollarse sobre una gran variedad de sustratos (rocas, suelo, corteza y hojas).

Estos seres se pueden clasificar según el sustrato donde crecen (Estrabou et al. 2021), Terrícolas (si crecen y desarrollan sobre el suelo), saxícola (si crecen y desarrollan sobre rocas), epífitos (si crecen y desarrollan sobre plantas); pueden recibir otro nombre de acuerdo con la parte de la planta donde se desarrollan, folícolas (si crecen sobre hojas) y lignícolas o cortícolas (si crecen sobre la corteza). De acuerdo con la morfología del talo se clasifican en tres biotopos principales: Crustáceos (si crecen fuertemente unidos al sustrato con su superficie inferior y no pueden ser removidos sin destruirlos), foliosos (si crecen parcialmente unidos al sustrato, están formados por lóbulos planos con simetría dorsiventral) y fruticosos (se asemejan a pequeños arbolitos con ramas cilíndricas o planas) (Estrabou et al. 2021).

Atendiendo a esto y según los diferentes autores, los biotipos fundamentales, con sus características y variaciones más constantes dentro de cada grupo, que se pueden reconocer son los siguientes: crustáceas, foliáceas, fruticulosas, compuestas, gelatinosos, y filamentosos) (Ramírez 2016).

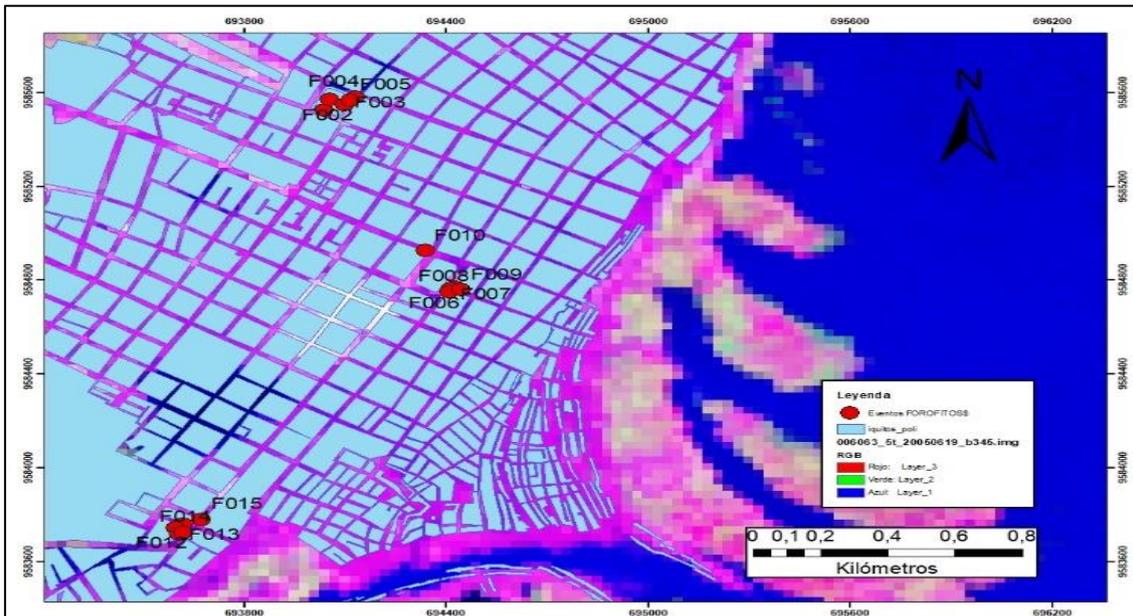
Los factores que determinan su distribución son la química del sustrato y la disponibilidad del agua; dentro de los sustratos orgánicos más comunes donde crecen están las cortezas vegetales, rocas, suelo y hojas (Puy & Alquiza 2018).

La mayoría de los casos de desaparición de líquenes se debe a contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre, fluoruros, ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros contaminantes gaseosos que emanan los automóviles por combustión (Hawksworth et al. 2005). Desde las últimas décadas, el dióxido de azufre es el principal contaminante que afecta la distribución de líquenes epífitos en áreas urbanas e industriales (Giordani 2007).

El trabajo se realiza con la finalidad de evaluar los líquenes corticícolas en zonas arbóreas del distrito de Iquitos, conocer los biotipos y la frecuencia. Los cuales pudieran servir como bioindicadores de la calidad del aire.

### Área de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Iquitos (Fig. 1) en las plazas Sargento Fernando Lores Tenazoa (Fig. 2), Francisco Bolognesi Cervantes (Fig. 3) y 28 de Julio (Fig. 4).



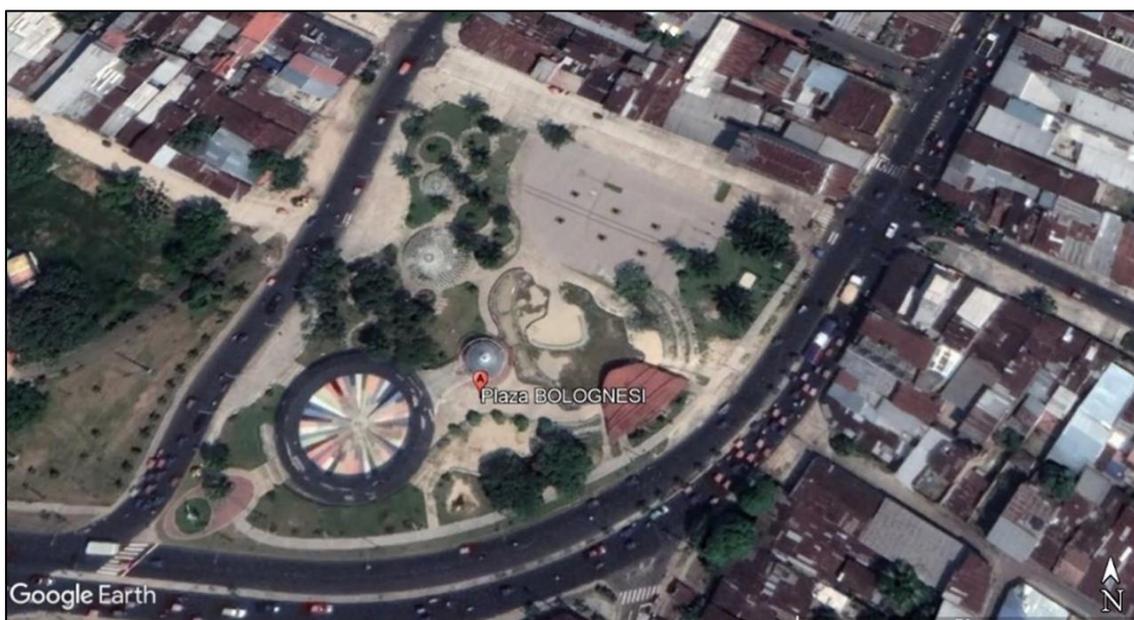
**Figura 1.** Ubicación de los forofitos de manera aleatoria en plazas de la ciudad de Iquitos.



**Figura 2.** Plaza Sargento Fernando Lores Tenazoa – Iquitos.



**Figura 3.** Plaza 28 de Julio.



**Figura 4.** La plaza Francisco Bolognesi Cervantes

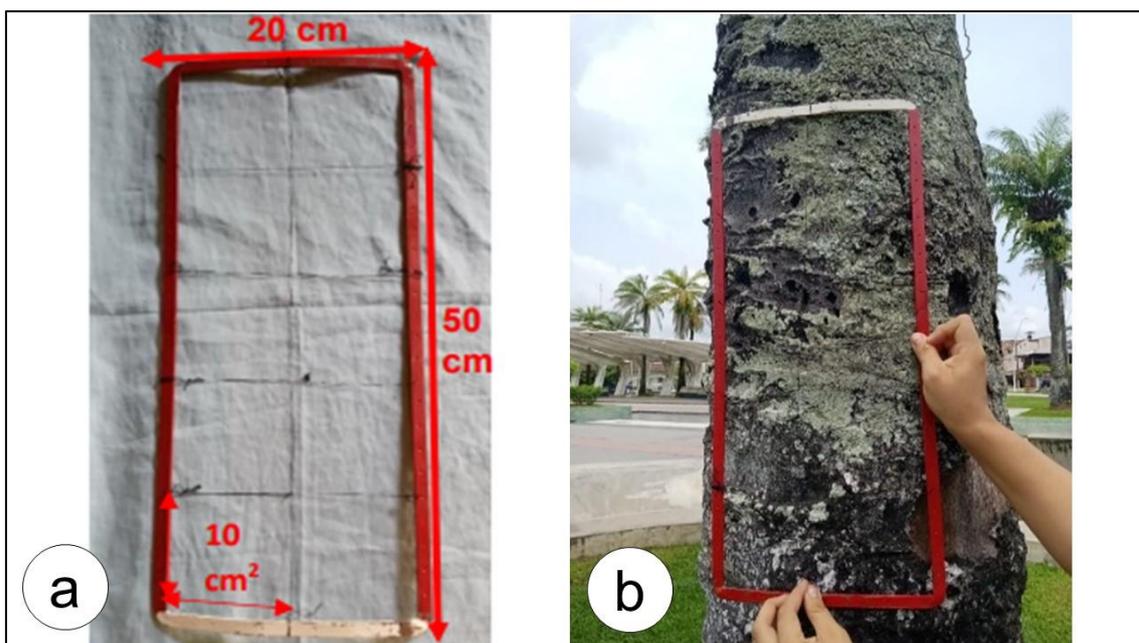
### **Materiales y métodos**

Los muestreos se realizaron durante 4 semanas (2 días a la semana) en todo el mes de febrero del año 2022, de preferencia de 7 a.m. a 10 a.m. Los forófitos seleccionados fueron 15 y se ubicaron de manera aleatoria en las plazas del área de estudio. La circunferencia de los forófitos fue medida con la ayuda de una cinta métrica a 120 cm del suelo y se consideraron los que tuvieron un diámetro mayor a 74 cm.

Un total de 15 forófitos fueron identificados, para la especie *Elaeis guineensis* Jacq (palma aceitera) fueron ocho individuos muestreados, de la especie *Ficus benjamina* L. (benjamin) tres individuos muestreados, de la especie *Terminalia catappa* L. (castaña) con dos individuos y por último las especies de *Parinari amazonica* Mart. (Parinari) y *Syzygium cumini* (L.) Skeels (aceituna) con un individuo muestreado cada una.

En el registro de información relacionada a la frecuencia liquénica se hizo con una grilla de 50 cm x 20 cm, dividida en 10 cuadrículas cada una con 10 cm<sup>2</sup> (Fig. 5). La grilla se colocó a una altura de 120 cm m desde la base del forofito, en cada una de las cuatro caras del tronco apuntando a los cuatro puntos cardinales, para esto último se uso con una brújula.

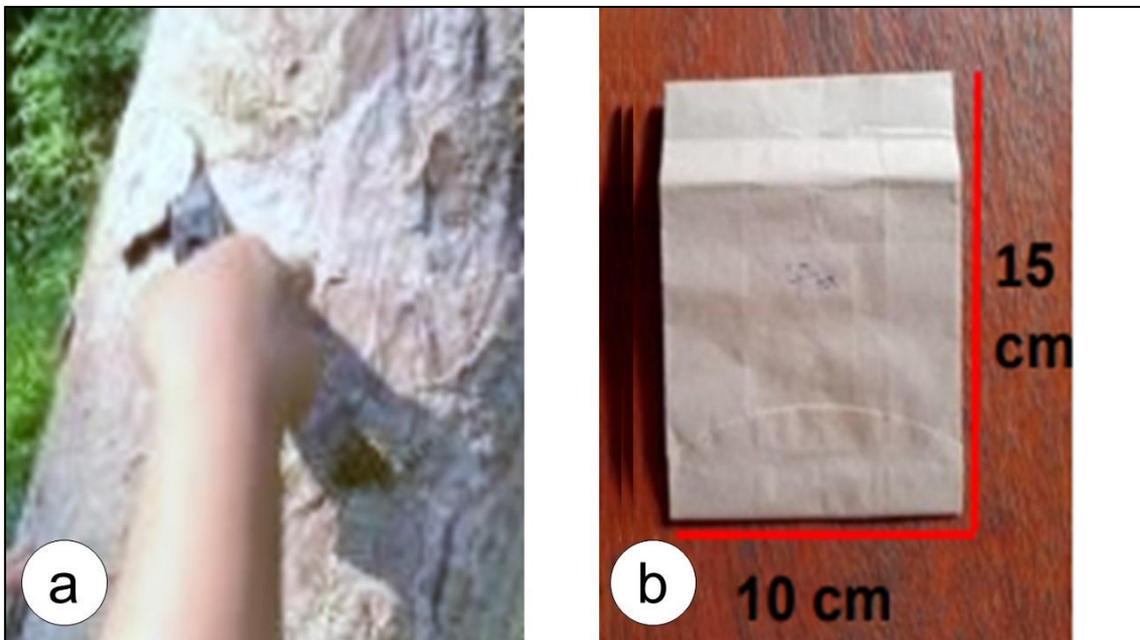
Los biotipos de los líquenes presentes en los árboles muestreados fueron identificados y se calculó la frecuencia (contando el número de subcuadros en los que aparece el liquen). Los valores de frecuencia oscilaron desde 0 a 10 (0 si el biotipo de la lista no se encuentra representada en el área de inventario y 10 si se encuentra representada en todos los subcuadros). El conteo se realizó durante un mes y con una periodicidad de una vez a la semana.



**Figura 5.** a) medidas de la grilla y b) grilla liquénica en el forofito.

Evaluación de la liquenobiota

La colecta de las muestras líquénicas se hizo considerando características similares a simple vista, como biotipo y color, seguidamente se procedió a registrar los datos utilizando la ficha de campo; con la ayuda de una navaja o cuchillo se desprendió de la corteza con ejemplares de líquenes tratando de obtener una muestra completa con bordes enteros (Fig. 6a). Las muestras obtenidas serán colocadas en sobres de papel kraft (Fig. 6b) anotando el número de colecta, nombre del colector, biotipo y color, luego fueron trasladadas al laboratorio de botánica para su posterior determinación.



**Figura 6.** a) uso de navaja para la colecta de ejemplares de líquenes y b) sobre para traslado de muestra.

Fase de laboratorio

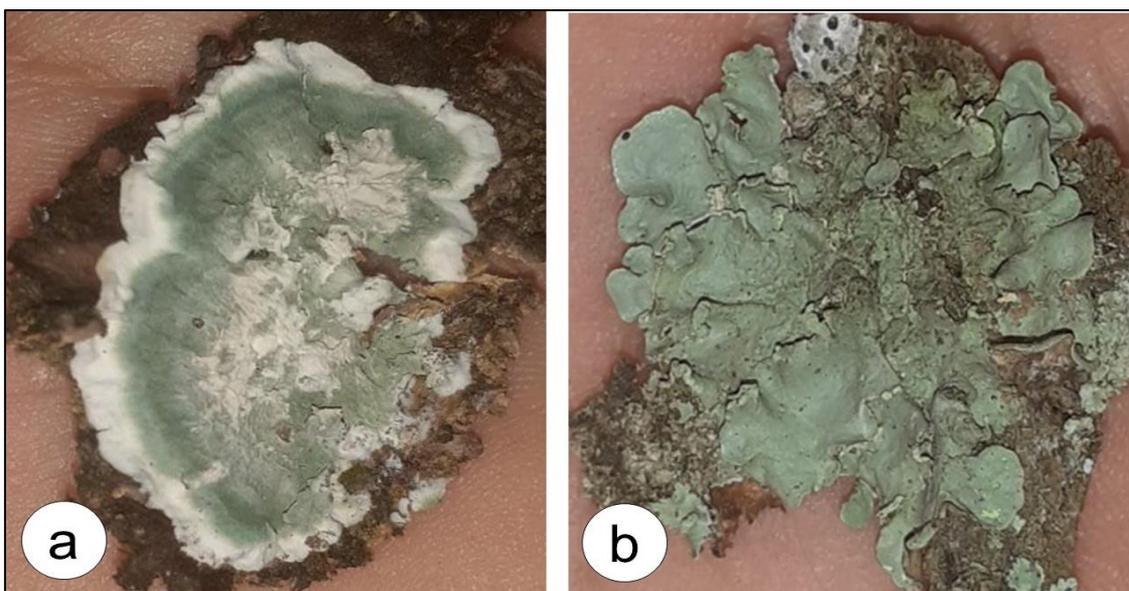
Las muestras colectadas en las tres plazas fueron observadas y examinadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; luego se realizó comparaciones con guías y se consultó bibliografías especializadas relacionadas en taxonomía de líquenes (Fig. 7).



**Figura 7.** Muestras examinadas para su posterior determinación.

## Resultados

Los líquenes registrados fueron *Cryptothecia striata* G. Thor (Arthoniaceae) (Fig. 8a), *Parmotrema* cf. *sulphuratum* (Nees & Flotow) Hale (Parmeliaceae) (Fig. 8b) y *Porina* sp. (Porinaceae). En cuanto al biotipo, el único líquen foliáceo fue *Parmotrema*, los otros dos fueron crustáceos.



**Figura 8.** a) *Cryptothecia striata* y b) *Parmotrema* cf. *sulphuratum*.

La frecuencia promedio de la cara Norte de todos los forófitos fue 7.4, la en la cara Oeste fue 6.8, en la cara sur fue 5.6 y en la cara Este fue 5,9. La cara Norte presentó el mayor promedio de frecuencia y la cara Sur presentó la menor frecuencia.

En el forófito *Elaeis guineensis* la frecuencia promedio de la cara Norte fue de 8.5, la frecuencia promedio de la cara Oeste fue de 8, la frecuencia promedio de la cara Este fue de 6,75 y frecuencia promedio de la cara Sur fue de 7,12. La cara Norte presentó el mayor promedio de frecuencia y la cara Este presentó el menor promedio.

En el forófito *Ficus benjamina* la frecuencia promedio de la cara Norte fue de 5, la frecuencia promedio de la cara Oeste fue de 4, la frecuencia promedio de la cara Este fue de 2,6 y la frecuencia promedio de la cara Sur fue de 2, 6. La cara Norte presentó el mayor promedio de frecuencia y las caras Este y Sur presentaron el menor promedio.

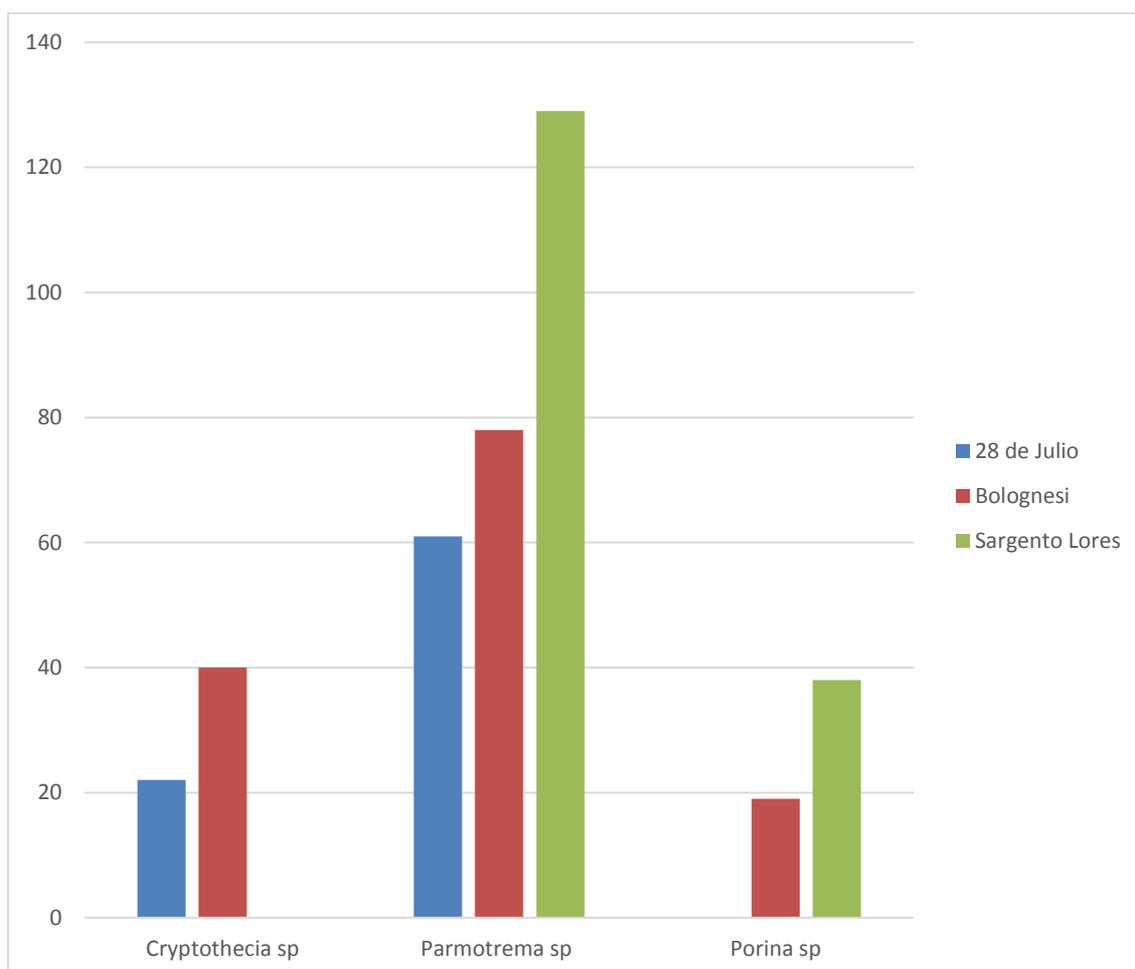
En el forófito *Parinari amazonica* la frecuencia promedio de la cara Norte fue de 7, la frecuencia promedio de la cara Oeste fue de 5, la frecuencia promedio de la cara Este fue de 6 y la cara promedio de la cara Sur fue de 5. La cara Norte presentó el mayor promedio de frecuencia y las caras Oeste y Sur presentaron menor promedio.

En el forófito *Syzygum cumini* la frecuencia promedio de la cara Norte fue de 6, la frecuencia promedio de la cara Oeste fue de 6, la frecuencia promedio de la cara Este fue de 6 y la frecuencia promedio de la cara Sur fue de 5. La cara Norte, Oeste y Este presentaron el mismo valor promedio de frecuencia y de la cara Sur presentó el menor promedio.

En el forófito *Terminalia catappa* la frecuencia promedio de la cara Norte fue de 7.5, la frecuencia promedio de la cara Oeste fue de 7.5, la frecuencia promedio de la cara Este fue de 7.5 y la cara promedio de la cara Sur fue de 5. La cara Norte, Oeste y Sur presentó el mayor promedio de frecuencia y la cara Sur presentaron menor el promedio de frecuencia.

En la plaza Sargento Lores la frecuencia promedio fue de 7.8, en la plaza Bolognesi la frecuencia promedio fue de 6.4 y en la plaza 28 la frecuencia promedio de Julio fue de 3,6.

El líquen *Parmotrema* sp. tuvo mayor frecuencia encontrándose en las tres plazas con frecuencia acumulada de 268, en la plaza 28 de Julio con frecuencia acumulada de 61, en la plaza Sargento lores con frecuencia acumulada de 129 y en la plaza Bolognesi con frecuencia acumulada de 78. *Cryptothecia striata* se encontró en dos plazas con frecuencia acumulada de 62, en la plaza 28 de Julio con frecuencia acumulada de 22 y en la plaza Bolognesi con una frecuencia acumulada de 40. *Porina* sp. tuvo frecuencia acumulada de 57, encontrándose en dos plazas, en la plaza Sargento Lores con una frecuencia acumulada de 38 y en la plaza Bolognesi con una frecuencia acumulada de 19 (Fig. 9).



**Figura 9.** Frecuencia acumulada de los líquenes por plazas.

## Discusión y conclusiones

Los líquenes de la región Loreto son pocos conocidos, sin embargo, hasta ahora se han registrados 33 especies (Ramírez com. pers), de los cuales *Cryptothecia striata* y *Porina* sp. son los primeros reportes para este departamento, y de confirmar la presencia de *Parmotrema sulphuratum* mantendría su vigencia, ya que Soukup lo mencionó en el año 1965.

En los trabajos realizados en el Perú, Huamán (2016) en la ciudad, distrito y provincia de Huancayo, Región Junín, establece la relación entre la diversidad de líquenes corticícolas y la calidad de aire en la zona urbana de la ciudad, mencionando siete géneros corticícolas: *Candelaria*, *Caloplaca*, *Flavopunctelia*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Teloschistes* y *Xanthoria*. Ramírez y Cano (2005) en el distrito de Pueblo Libre (Áncash) registraron 11 géneros corticícolas: *Candelaria*, *Cetrariastrum*, *Everniopsis*, *Flavopunctelia*, *Heterodermia*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Pseudevernia*, *Ramalina*, *Teloschistes* y *Usnea*. Ambrosio et al. (2021) en la ciudad de Cajamarca determinaron tres géneros de líquenes corticícolas *Candelaria*, *Flavoparmelia* y *Physcia*. De los trabajos mencionados no hay coincidencia entre esos géneros con los líquenes de Iquitos, ya que cada género o especie tiene su propio hábitat donde se desarrolla y cada una de las ciudades tiene diferente clima y altitud.

*Parmotrema* cf. *sulphuratum* presentó la mayor frecuencia en las principales plazas de la ciudad de Iquitos. encontrándose en 10 árboles; esta mayor presencia pudo haberse debido a que es un líquen foliáceo y por ende crece más rápido a diferencia de los crustáceos (*Cryptothecia striata* y *Porina* sp.).

## Agradecimiento

A las autoridades por el permiso respectivo.

**Literatura citada**

- Ambrosio M, Bringas B, Gutierrez F. 2021. Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2017. *Liquenobiota* 1(5): 47-60.
- Estrabou C, Quiroga C, Rodríguez J. 2021. Lichen community diversity on a remnant forest in south of Chaco region (Cordoba, Argentina). *Bosque Valdivia* [Internet]. abril de 2014 [citado 22 de abril de 2021];35(1):9-10.
- Giordani P. 2007. Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy. *Env. Poll.* 146, 291–576.
- Hawksworth D., Iturriaga T. y Crespo A. 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Rev. Iberoam. Mic.* 22, 71–82.
- Huamán M. 2016. Diversidad de líquenes cortícolas y calidad de aire en el distrito de Huancayo. Tesis (Huancayo, Perú): Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Puy M, Alquiza VYZ. 2018. Los líquenes. Universidad de Guanajuato. 2018; p. 1.
- Ramírez A. & A. Cano. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Áncash, Perú). *Revista peruana de biología.* Biol. 12(3): 383- 396.
- Ramírez N. 2016. Uso de biotipos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de bosque altoandino (reserva biológica "Encenillo", Colombia) 2016. Unidad de Ecología y Sistemática, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. 6-8.

# LIQUENOBIOTA CORTICÍCOLA EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus globulus* Labill DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-HUANCAYO, JUNÍN, PERÚ

Lilly Gozar Córdova<sup>1</sup> & Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional del Centro del Perú

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Lilly Gozar: [lgozar@uncp.edu.pe](mailto:lgozar@uncp.edu.pe)

## Resumen

El distrito de San Jerónimo de Tunán tiene laderas pobladas con *Eucalyptus globulus* Labill, junto con las especies *Colletia spinosissima* J. F. Gmel. y *Schinus molle* L.; estas asociaciones indican microhábitats diferentes. El objetivo del estudio fue determinar la presencia de líquenes por influencia de la exposición del sol y las asociaciones que presenta la plantación. La primera área está ubicada al NE de la plantación, encontrándose la especie *Lepraria* sp. en el fuste del árbol desde el ras del suelo hasta los primeros 70 cm; en la segunda área (SE) se registró a *Buellia* sp. en el tocón de árboles cortados, esta área tiene asociación con *Colletia spinosissima* (las que presentaron *Teloschistes* sp. y *Physcia* sp. en toda la planta hasta una altura mayor a 2m) y *Schinus molle* (registrándose a *Physcia* sp. en todas las ramas hasta una altura de 1,50 m.); en la tercera área (SO) se encontró *Physcia* sp. y *Chrysothrix* sp. desde la base del árbol hasta los primeros 50 cm y en la cuarta área se encontraron asociaciones con *Chrysothrix* sp., *Telochistes* sp., *Physcia* sp. y *Usnea* sp, desde el ras del suelo hasta una altura de 70 cm. Los líquenes corticícolas en plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill son de biotipo crustáceo (*Buellia*, *Chrysothrix* y *Lepraria*), foliacéo (*Physcia* y *Teloschistes*) y fruticuloso (*Usnea*).

**Palabras clave:** corteza, Huancayo, líquenes.

**Abstract**

The district of San Jerónimo de Tunán has slopes populated with *Eucalyptus globulus* Labill, together with the species *Colletia spinossissima* J. F. Gmel. and *Schinus molle* L.; these associations indicate different microhabitats. The objective of the study was to determine the presence of lichens due to the influence of sun exposure and the associations that the plantation presents. The first area is located to the NE of the plantation, where the species *Lepraria* sp. on the trunk of the tree from ground level to the first 70 cm; in the second area (SE) *Buellia* sp. in the stump of cut trees, this area is associated with *Colletia spinossissima* (those that presented *Teloschistes* sp. and *Phycia* sp. in the whole plant up to a height greater than 2 m) and *Schinus molle* (registering *Phycia* sp. in all branches up to a height of 1.50 m.); in the third area (SO) *Phycia* sp. and *Chrysothrix* sp. from the base of the tree to the first 50 cm and in the fourth area (NW) associations with *Chrysothrix* sp., *Telochistes* sp., *Phycia* sp. and *Usnea* sp, from ground level to a height of 70 cm. The corticolous lichens in *Eucalyptus globulus* Labill plantations are crustaceos (*Buellia*, *Chrysothrix* and *Lepraria*), leafy (*Phycia* and *Teloschistes*) and fruticulous (*Usnea*) biotypes.

**Keywords:** cortex, Huancayo, lichens.

# REVISIÓN DEL ESTUDIO DE LÍQUENES EN LA ECORREGIÓN DEL BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANA (BAAPA), PARAGUAY

Lorena Martínez

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción  
(FACEN.UNA), Paraguay

Correo electrónico: [lorenam@facen.una.py](mailto:lorenam@facen.una.py)

## Resumen

El bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) o Selva Paranaense es un ecosistema en su mayoría de bosques semicaducifolios, campos naturales y humedales importantes, constituye una de las ecorregiones de la Región Oriental del País más amenazadas y de relevancia a nivel mundial, en donde existen muchos trabajos de diversidad ecológica, pero con escasos datos sobre líquenes. El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la diversidad de líquenes del BAAPA a través de revisiones bibliográficas de artículos científicos nacionales e internacionales. Las informaciones obtenidas de líquenes en los sitios de estudios corresponden a los años 1937 a 2019, dando como resultados preliminares 108 especies con predominancia de los géneros *Parmotrema* y *Coenogonium*, distribuidos en 10 departamentos que conforman el BAAPA, Paraguarí (45%), Amambay (43%), San Pedro (0.6%), Guairá (7.7 %), Concepción (2.8 %) y Alto Paraná (0.9%). En los artículos consultados no se encontraron registros para los departamentos de Canindeyú, Itapúa, Caaguazú y Caazapá. La incorporación de datos de colecciones de líquenes en herbarios del país aumentará información relevante, debido a que el trabajo refleja escasas citas de la región y se reconoce la importancia de seguir con sus estudios para establecer mayores precedentes en futuras investigaciones.

**Palabras clave:** Bosque Atlántico, Alto Paraná, ecorregión, líquenes.

**Abstract**

The Alto Parana Atlantic Forest (*BAAPA*) or Selva Paranaense an ecosystem of mostly semi-deciduous forests, natural fields, and important wetlands, is one of the most threatened ecoregions of the Eastern Region of the country and of global relevance, where there are many works on ecological diversity, but limited data on lichens. The present study aims to contribute to the knowledge of lichen diversity in the BAAPA through bibliographic reviews of national and international scientific articles. The information obtained on lichens in the study sites corresponds to the years 1937 to 2019, giving as preliminary results 108 species with predominance of the genera *Parmotrema* and *Coenogonium*, distributed in 10 departments that make up the BAAPA, Paraguari (45%), Amambay (43%), San Pedro (0.6%), Guairá (7.7%), Concepción (2.8%) and Alto Paraná (0.9%). In the articles consulted, no records were found for the departments of Canindeyú, Itapúa, Caaguazú and Caazapá. The incorporation of data from lichen collections in herbaria of the country will increase relevant information, because the work contains few references from the region and the importance of continuing with studies to establish greater precedents for future research is recognized.

**Keywords:** Atlantic Forest, Alto Parana, ecoregion, lichen.

# MUSGOS EPÍFITOS DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE LA PAMPA DE AYACUCHO (SHPA), PERÚ

Jaqueline Zenaida Carhuapoma Soto

1 Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (egresada)

2 Asociación Proyectos ecológicos Perú

Correo electrónico: [j.carhuapoma.apep@gmail.com](mailto:j.carhuapoma.apep@gmail.com)

## Resumen

Los musgos son pequeñas plantas que carecen de un sistema vascular, tienen un rol ecológico muy importante como evitar la infiltración del agua de la lluvia y evitar la erosión del suelo. Se realizó el estudio de musgos epífitos en el Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho (SHPA), distrito Quinoa, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho, desde marzo 2017 hasta abril 2018. Siendo como objetivo principal identificar los musgos epífitos del SHPA, para tal fin se trabajó en la formación vegetal monte ribereño. Se usó el método de muestreo de búsqueda y colecta intensiva, considerando la técnica de colecta para briofitas. Se registró 18 especies pertenecientes a 13 géneros, 9 familias y 4 órdenes. La familia Orthotrichaceae fue la más representativa con 6 especies, seguido de Brachytheciaceae, Hypnaceae, Neckeraceae y Pottiaceae con 2 especies cada una; el género *Orthotrichum* presentó 4 especies. Para algunas localidades de la Cordillera del Vilcanota (Cusco) se reportó la presencia de 27 especies de musgos epífitos, dichos resultados no comparten mucha similitud con la zona de estudio, considerando la definición de Braun-Blanquet donde menciona que la altitud y latitud influyen en la distribución de especies vegetales.

**Palabras clave:** musgos epífitos, formación vegetal, monte ribereño, distribución de especies vegetales.

## Abstract

Mosses small plants that lack a vascular system, have a very important ecological role such as preventing the infiltration of rainwater and preventing soil erosion. The study of epiphytic mosses was carried out in the Historic Sanctuary of the Pampa de Ayacucho (SHPA), Quinoa district, Huamanga province, Ayacucho department, from March 2017 to April 2018. The main objective was to identify the epiphytic mosses of the SHPA, to this end, work was done on the riverside forest plant formation. The intensive search and collection sampling method was used, considering the collection technique for bryophytes. 18 species belonging to 13 genera, 9 families and 4 orders were recorded. The Orthotrichaceae family was the most representative with 6 species, followed by Brachytheciaceae, Hypnaceae, Neckeraceae and Pottiaceae with 2 species each, the genera *Orthotrichum* was 4 species. Presence of 27 species of epiphytic mosses was reported for some localities of the Vilcanota Mountain Range (Cusco), these results do not share much similarity with the study area, considering the definition of Braun-Blanquet where he mentions that altitude and latitude influence the distribution of plant species.

**Keywords:** epiphytic mosses, plant formation, riparian forest, distribution of plant species.

## Introducción

Los musgos se encuentran dentro del grupo de las briofitas; el cual se describe como plantas verdes en miniatura (Pérez et al. 2022), llegan a vivir sobre rocas, suelo, troncos o ramas de los árboles, de preferencia en lugares muy húmedos. Sin embargo, toleran ambientes extremos en las que otras plantas no pueden sobrevivir, por ello tienen una amplia distribución (Gradstein et al. 2001).

En el Perú existen pocos estudios de musgos, sin embargo, Menzel logró recolectar datos sobre las expediciones que realizaron P. H. Hegewald y E. Hegewald en 1975, los que fueron utilizados para publicar "Preliminary

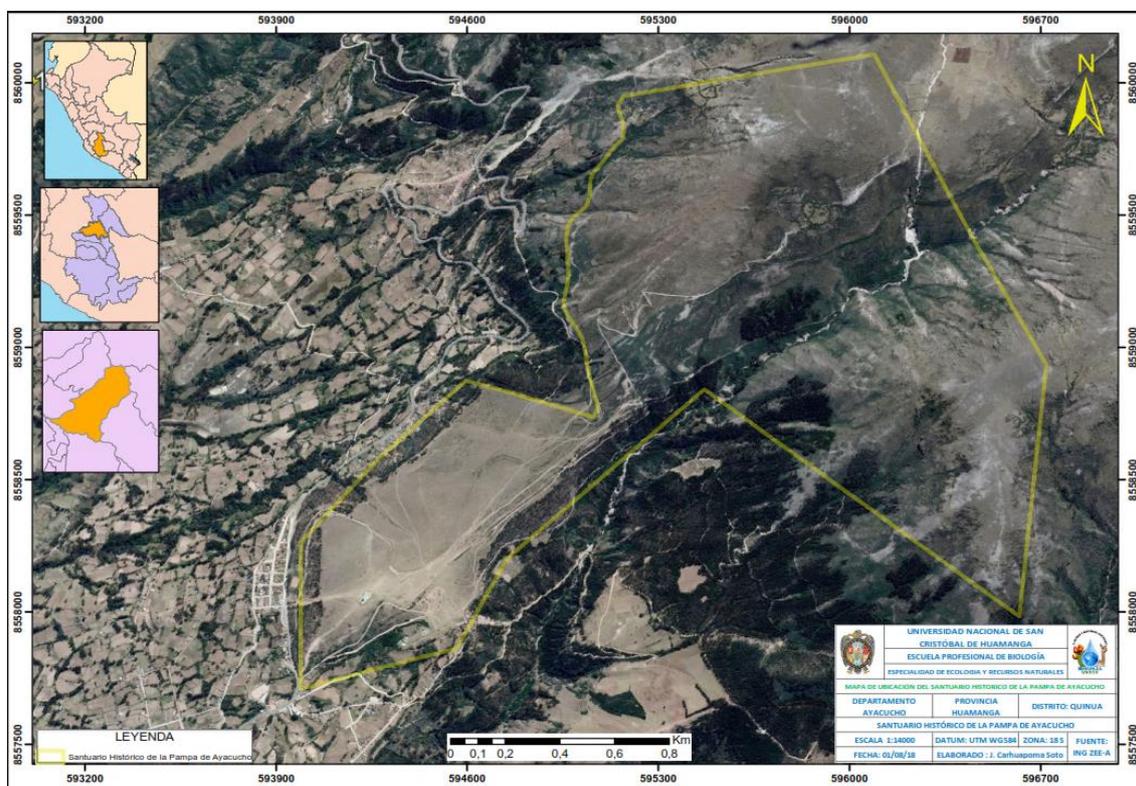
Checklist of the mosses of Peru” donde se muestra la existencia de 889 especies de musgos para Perú en el año 1 928.

El Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho (SHPA) es un espacio destinado a la conservación intangible del escenario de la Batalla de Ayacucho, siendo de importancia turística; además, alberga una inmensa diversidad de flora y fauna (SERNANP 2022).

Dada la importancia del lugar se estudió la diversidad de los musgos epífitos del Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho, generando un aporte científico para esta área natural protegida. El trabajo presentado es parte de una tesis de pregrado realizada por el autor.

### Área de estudio

El presente estudio se realizó en el Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho, área natural protegida por el SERNANP (SERNANP 2022), ubicado en las coordenadas Este 595075.89 m y Norte 8558632.28 m, cuya extensión es de 300 ha, con una altitud de 3 350 a 4 100 m.s.n.m.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio.

## **Materiales y métodos:**

Los materiales que se usaron fueron wincha, cuchilla o cutter, sobre de periódico, marcador permanente, GPS, cámara, soguilla, lapiceros y cuadernos de campo.

La metodología usada consistió en identificar la cobertura vegetal monte ribereño, y el diseño de muestreo se utilizó búsqueda intensiva (Cerrate 1969), en época lluviosa (Roque 2010).

## **Resultados**

Los musgos epífitos del Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho están conformados por 9 familias, 13 géneros y 18 especies distribuidos en la formación vegetal Monte ribereño. La familia más numerosa fue Orthotrichaceae y el género con más especies fue *Ortotrichum*. Las especies *Hypnum amabile*, *Neckera andina* y *Thuidium peruvianum* fueron las que tuvieron más cobertura y mayor distribución.

## **Discusión de resultados**

Las 18 especies de musgos epífitos registradas para el Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho es una demostración de la diversidad que presenta. Este número de especies están dentro de 13 géneros y 9 familias.

Actualmente, no existen estudios en musgos epífitos para la provincia de Huamanga, región Ayacucho, dado que el registro de las 18 especies descritas en este trabajo son las primeras investigaciones para esta zona. Saji (2014) mencionó para algunas localidades de la Cordillera del Vilcanota (Cusco) la presencia de 27 especies de musgos epífitos, compartiendo 3 especies en común. Sin embargo, cuya diferencia se basa a lo mencionado por Braun-Blanquet, donde la altitud y latitud influyen en la distribución los vegetales (Braun-Blanquet 1979), por tanto, la distribución de muchas especies está sujetas a criterios ambientales determinadas por ambos factores mencionados.

## Conclusión

Los musgos epífitos del Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho están representados por 18 especies, 13 géneros y 9 familias.

## Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de la Blga. Jasmín Opisso Mejía, jefa del Departamento de Briología y Pteridología del Herbario San Marcos, del Dr. Jesús de la Cruz Arango y del Blgo. Reynán Cóndor Alarcón. A la Blga. María Hermilia Romero Díaz, jefa del Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho. A mis amigos y guardaparques voluntarios del 2017 del área natural protegida. A quienes quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio, gracias a su paciencia, tiempo y dedicación durante el desarrollo de esta investigación.

## Literatura citada

Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. En Rosario, Madrid: H Blume.

Cerrate E. 1969. Maneras de preparar plantas para un herbario. En Lima: Museo de Historia Natural «San Marcos». p. 10.

Estébanez B, Draper I, Díaz de Atauri I, Medina R. 2022. Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas [Internet]. Real Sociedad Española de Historia Natural. [citado 27 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://www.rsehn.es/index.php?d=publicaciones&num=21&w=127>

Gradstein S, Churchill S, Salazar-Allen N, Reiner-Drehwald M. 2001. Guide to the bryophytes of tropical America. New York: New York Botanical Garden Press. 1-577 p.

SERNANP. 2022. Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho [Internet]. [citado 27 de diciembre de 2022]. Disponible en:

<https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1793229-santuario-historico-de-la-pampa-de-ayacucho>

Saji M. 2014. Diversidad de musgos epífitos (Bryophyta) en bosque de polylepis (rosaceae) en las localidades de Canchacancha, Contorkayku, K'elloq'ocha y Manthanay, cordillera del Vilcanota - Cusco. Tesis (Cusco, Perú). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Roque O. 2010. Introducción a la Meteorología y climatología general. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.

# DIVERSIDAD DE LA FLORA VASCULAR EPÍFITA EN EL PERÚ

Miguel Angel Hinojosa Talavera

1 Herbarium Arequipense HUSA

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú APEP

Correo electrónico de Miguel Hinojosa: [miguelhtangel@gmail.com](mailto:miguelhtangel@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5958-7550>

## Resumen

Se presenta la diversidad por familia botánica de la flora epífita vascular del Perú. Se realizó búsqueda de bibliografía especializada y actualizada al 2022, se analizaron bases de datos, se revisaron muestras digitalizadas y/o herborizadas de flora epífita. Se encontraron 2913 especies de epífitas vasculares (no incluye helechos), distribuidas en 231 géneros, 17 familias y 15 órdenes. Las familias mejor representadas corresponden a las Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae, destacándose por mayor número de especies y géneros la familia Orchidaceae (2052/148) seguido de Bromeliaceae (357/20).

**Palabras clave:** epífitos, flora, Perú.

## Abstract

The diversity by botanical family of the vascular epiphytic flora of Peru is presented. A search of specialized literature updated to 2022 was carried out, databases were analyzed, and digitized and/or herborized samples of epiphytic flora were reviewed. 2913 species of vascular epiphytes were found (does not include ferns), distributed in 231 genera, 17 families and 15 orders. The best represented families correspond to Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae and Araceae, with the Orchidaceae family (2052/148) standing out with a greater number of species and genera, followed by Bromeliaceae (357/20).

**Keywords:** epiphyte, flora, Peru.

## Introducción

La flora epífita constituye organismos fotosintéticos que crecen sobre plantas, adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos. El hospedero o "forófito" sobre el que crece una epífita es utilizado sólo como soporte, una epífita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero. En los climas terrestres muchas cianobacterias, algas verdes, líquenes y plantas inferiores son epífitas (musgos). En los trópicos, las plantas inferiores constituyen una gran biomasa epífita, los musgos abundan en los bosques de niebla (Lüttge, 1997); estos organismos poseen mecanismos variados para obtener agua y nutrientes, desde adaptaciones anatómicas y morfológicas, hasta interacciones con microorganismos, artrópodos y algunos vertebrados. (Gentry et al. 1987; Lüttge 1989; Granados et al. 2007).

Benzing (1989) refiere que aparecieron en el Plioceno-Pleistoceno y de allí su relación con los forófitos se ha diversificado y esta relación va desde el perifiton conformado por organismos inferiores hasta las más diversas y llamativas orquídeas. En relación a la diversidad de las epífitas vasculares, Benzing (1990) calculó que las gimnospermas y angiospermas están representadas por 71 familias, 784 géneros y 20864 especies.

El objetivo del presente trabajo es organizar y sintetizar la información sobre la diversidad de las familias botánicas que conforman las plantas vasculares epífitas (sin incluir helechos) incluyendo revisión de herbarios, bases de datos, bibliografía especializada y trabajo de campo.

## Área de estudio

Los epífitos catalogados en campo comprenden plantas de bosques húmedos, bosques pluviales, bosque seco, puna húmeda, puna seca y desierto costero. En la Fig. 1 se observa la comunidad de epífitas vasculares (*Tillandsia*), algunos helechos, líquenes y otros sobre un forófito de la familia Fabaceae en el bosque húmedo de Chanchamayo (Junín).



**Figure 1.** Vista panorámica de flora epífita en Chanchamayo.

## **Materiales y métodos**

La diversidad se expresó por riqueza específica de familias botánicas sobre plantas vasculares (sin incluir helechos). Las familias se presentan en orden alfabético con el número de géneros y especies que las conforman; la clasificación se actualizó de acuerdo con el sistema de clasificación APG III (2009) y APG IV (2016) y las bases de datos GBIF [Biodiversity Information Facility], Encyclopaedia of bromeliads (Gouda et al. cont. updated), POWO [Plants of the World Online], W3 Trópicos. Se consultaron artículos y tesis para verificar los listados de plantas epífitas como Acuña (2001), Vega (2007), Calla (2013), Huallpa (2014), Dimas (2016), Hernández (2018) y Ostolaza (2019).

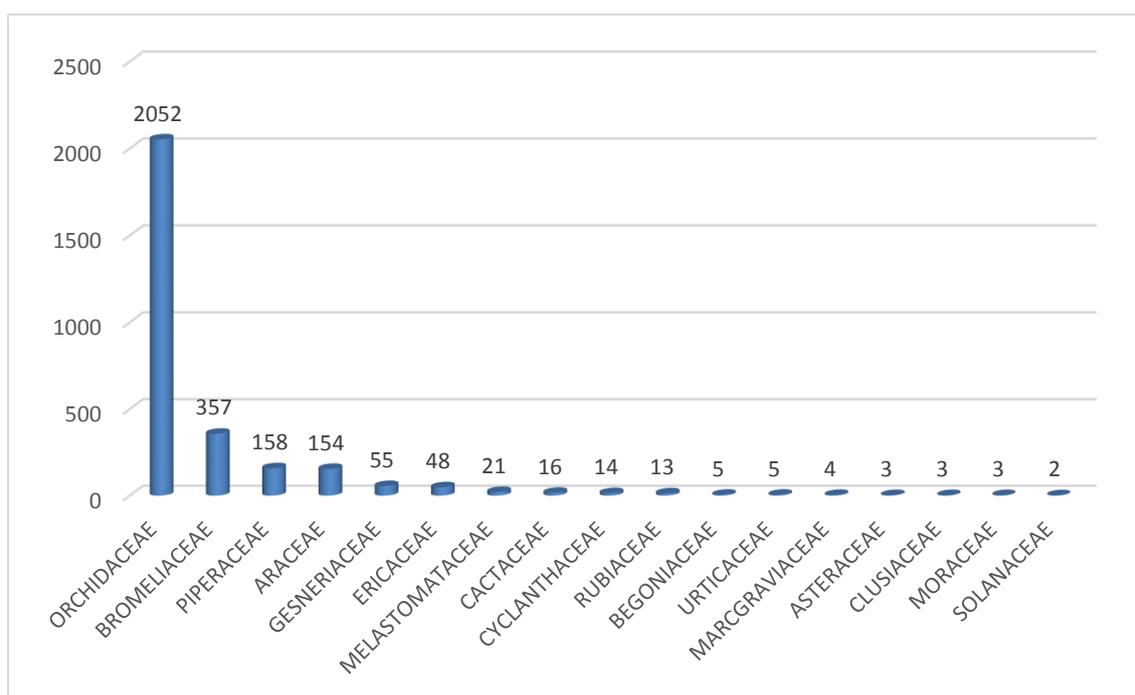
## **Resultados**

La flora epífita vascular (sin incluir helechos) está conformada por 2 913 especies, distribuidas en 231 géneros, 17 familias y 15 órdenes según el sistema de clasificación APG IV 2016 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución taxonómica de flora epífita del Perú

Orden	Familia	Número de géneros	Número de especies
Alismatales	Araceae	08	154
Asparagales	Orchidaceae	148	2052
Asterales	Asteraceae	01	03
Caryophyllales	Cactaceae	07	16
Cucurbitales	Begoniaceae	01	05
Ericales	Ericaceae	15	48
	Marcgraviacea	01	04
Gentianales	Rubiaceae	06	13
Lamiales	Gesneriaceae	10	55
Malphigiales	Clusiaceae	01	03
Myrtales	Melastomataceae	04	21
Pandanales	Cyclanthaceae	05	14
Piperales	Piperaceae	01	158
Poales	Bromeliaceae	20	357
Rosales	Moraceae	01	03
	Urticaceae	01	05
Solanales	Solanaceae	01	02
15	17	231	2913

La familia más abundante con 2052 especies son las Orchidaceae, seguida de Bromeliaceae (familia endémica de América) con 357 especies. (Fig. 2).

**Figure 2.** Riqueza de especies por familia botánica de flora epífita del Perú.

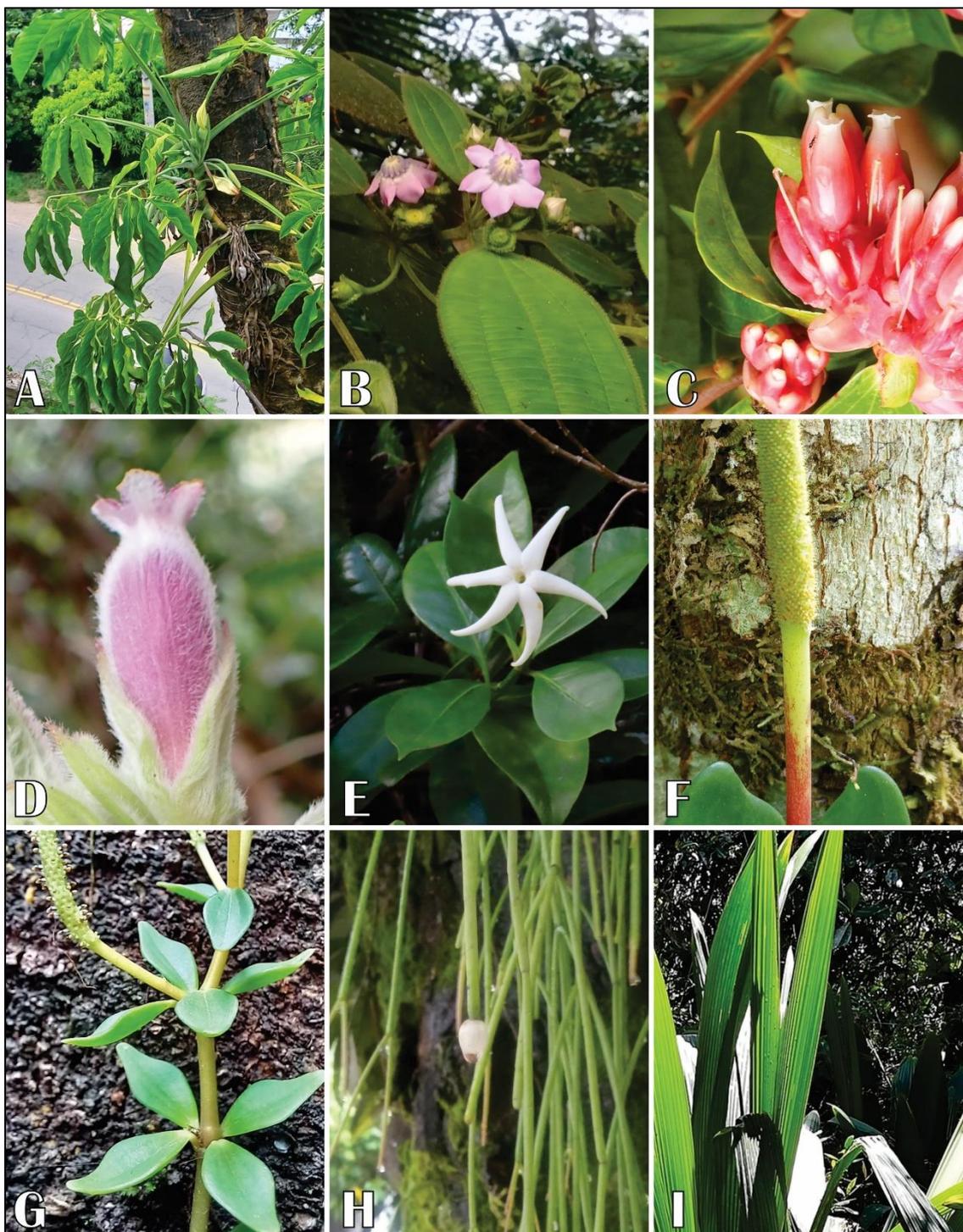
La flora epífita más representativa, con gran diversidad de géneros, está compuesta por la familia Orchidaceae, siendo *Epidendrum* el más diverso con 375 spp. y el resto de las familias representadas desde 20 hasta 1 género (como el caso de *Peperomia* que es el más diverso luego de Orchidaceae y Bromeliaceae); algunos representantes se observan en las Figs. 3, 4 y 5.



**Figura 3.** Diversidad de Orchidaceae epífitas. A. *Bulbophyllum* sp., B. *Catasetum* sp., C. *Encyclia* sp., D. *Epidendrum* sp., E. *Gongora* sp., F. *Phragmipedium* sp., G. *Pleurothallis* sp., H. *Sobralia* sp. y I. *Sudamerlycaste* sp.



**Figura 4.** Diversidad de Bromeliaceae epífitas. A. *Aechmea chantinii*, B. *Aechmea fuerstenbergii*, C. *Aechmea nudicaulis*, D. *Josemania truncata*, E. *Tillandsia caulescens*, F. *Tillandsia polystachya*, G. *Tillandsia recurvata*, H. *Tillandsia usneoides* y I. *Werauhia gladioliflora*.



**Figura 5.** Diversidad de epífitas (otras familias botánicas). A. *Anthurium* sp. (Araceae), B. *Blakea* sp. (Melastomataceae), C. *Cavendishia* sp. (Ericaceae), D. *Columnea* sp. (Gesneriaceae), E. *Hillia* sp. (Rubiaceae), F. *Peperomia obtusifolia* (Piperaceae), G. *Peperomia tetraphylla* (Piperaceae), H. *Rhipsalis baccifera* (Cactaceae) y I. *Sphaeradenia* sp. (Cyclanthaceae).

## Discusión

Las especies de flora vascular epífita se encuentran principalmente conformadas por Orchidaceae (2052 spp.) y Bromeliaceae (357 spp.) que se distribuyen en el dosel (Z4 y Z5 de Johansson) ya que poseen adaptaciones para el ambiente xerofítico como pseudobulbos, rosetas tipo tanque, succulencia, metabolismo C4 o CAM. Su mayor diversidad se encuentra en los bosques húmedos de montaña.

En la zona del tronco y ramas se encuentran especies esciófitas conformadas por *Peperomia*, Araceae y otras familias botánicas, es una zona de mayor humedad y presentan adaptaciones a la poca disponibilidad de luz (por ello se encuentran hojas de gran tamaño como *Philodendron* spp.); además se encuentran plantas hemiepífitas que utilizan mecánicamente el apoyo de los troncos de los forófitos para poder desarrollarse.

Otro tipo de epífitas distribuidas en ecosistemas desérticos y andinos, que posicionan forófitos como cactus o árboles de bosque seco, son las Bromeliaceae del género *Tillandsia*, siendo la más común *Tillandsia capillaris* y otras llamadas "*Tillandsia* grises", este tipo de plantas no son exclusivas de forófitos ya que pueden encontrarse sobre arena, rocas y otros tipos de sustrato gracias a la succulencia y escamas lepidotas que les permiten captar humedad y nutrientes del aire.

## Conclusiones

La flora epífita vascular (sin incluir helechos) está conformada por 2913 especies, distribuidas en 231 géneros, 17 familias y 15 órdenes, se distribuyen principalmente en los bosques húmedos de montaña, pero también se les encuentra sobre forófitos de ecosistemas en costa y sierra.

## Agradecimientos

Al Dr. Gerardo Salazar por el apoyo en Orchidaceae, al Dr. Eric Gouda bromeliaceae, al Dr. Edgardo Ortiz en Ericaceae, al MSc Guillermo Pino por el

apoyo en *Peperomia* y a todos los colegas que fueron parte de los estudios en campo.

### Literatura citada

- Acuña M. 2012. Flora epífita vascular representativa de bosque montano y de llanura amazónica del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (Oxapampa, Pasco). Tesis (Lima, Peru). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot J Linn Soc.* 161: 105-121. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot J Linn Soc.* 181(1): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Benzing D. 1989. The evolution of epiphytism. In: Lüttge, U. (ed.). *Vascular plants as Epiphytes. Evolution and ecophysiology. Ecological Studies*, vol. 76. Springer Berlin Heidelberg New York, pp. 15-41.
- Benzing D. 1990. *Vascular epiphytes. General biology and related biota.* Cambridge University Press. Cambridge, England.
- Cachique E. 2009. Diversidad de plantas epífitas vasculares en especies arbóreas del jardín botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú. Tesis (Huánuco, Perú). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Calla V. 2013. Diversidad de bromeliaceae y orchidaceae epífitas del bosque Cachil, La Libertad, Perú, 2009. *Sagasteguiana* 1(1): 81-100.
- Dimas R. 2016. Capacidad de almacenamiento hídrico en cinco especies de bromelias epífitas en el bosque de neblina "Los Chumucos" Ayabaca Piura. Tesis (Piura, Perú). Universidad Nacional de Piura.

- GBIF cont. updated. Global Biodiversity Information Facility. Accessed: [17-10-2022] <https://www.gbif.org/>
- Gentry H. & Dodson C. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Mo. Bot. Gdns.* 74:205-233. Leerdam, A. Van. Zagt. R. J.; Veneklaas, E. J. 1990. The distribution of epiphyte growth-form in the canopy of Colombian cloud-forest. Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium. *Vegetario* 86: 59-71
- Gouda J., Butcher D. & Gouda C. cont. updated. *Encyclopaedia of Bromeliads*, Version 4. Utrecht University Botanic Gardens. Accessed: [17-10-2022] <http://bromeliad.nl/encyclopedia/>
- Granados D., López G., Hernández M. & Sánchez A. 2003. Ecología de plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9 (2): 101-111.
- Hernández A. 2018. Rescate y reubicación de epífitas como mitigación del impacto ambiental generado del desbosque de una locación de perforación del campamento Sagari – lote 57 en el distrito de Megantoni, provincia de la Convención, región del Cusco. Tesis (Pasco, Perú). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Huallpa V. 2004. Diversidad de flora epífita en cuatro localidades del distrito de Machu Picchu Urubamba, Cusco. Tesis (Cusco, Perú). Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.
- Lüttge U. 1989. Vascular plants as epiphytes. *Evolution and ecophysiology. Ecological Studies*, vol. 76. Springer Berlin Heidelberg New York, pp. 200-223.
- Lüttge U. 1997. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Printed in Germany
- Ostolaza C. 2019. *Todos los cactus del Perú*. 2da Edición. Sociedad Peruana de Cactáceas y Suculentas. Lima. 572 p.

Plants of the World Online (POWO). 2002. cont. updated. Royal Botanical Gardens. KEW. Accessed: [16-10-2022] <https://powo.science.kew.org/>

TROPICOS cont. updated. Tropicos Missouri Botanical Garden. Version 3.3.2. Accessed: [17-10-2022] <https://tropicos.org/>

Vega M. 2007. Composición Florística y Estructura de las Comunidades de Plantas Epífitas en Tres Tipos de Bosques de la Cuenca Baja del Río Los Amigos: Provincia de Manu – Departamento de Madre de Dios. Tesis (Lima, Perú) Universidad Nacional Agraria La Molina.

## DETERMINANDO PRESENCIA DE CARBOHIDRATOS EN LÍQUENES MEDIANTE LA APLICACIÓN LAB4U

Robinson Herrera Sepúlveda <sup>1,2</sup>

1 Liceo ASGG de Pozo Almonte, Chile

2 Comunidad de Aprendizaje ICEC de la universidad de Tarapacá, Chile

Correo electrónico: [glaliquique@gmail.com](mailto:glaliquique@gmail.com)

### Resumen

El retorno a las actividades académicas presenciales ha planteado nuevos desafíos en el ámbito educativo, es así como se ha propuesto una estrategia de indagación escolar basada en los contenidos de cuarto año medio relacionados con los polímeros, vinculándolos con los ecosistemas de nuestra región para generar identidad local cultural. Habiendo previamente realizado estudios sobre los líquenes y el desierto de Atacama, en esta oportunidad se ha propuesto determinar la presencia de carbohidratos en líquenes empleando la aplicación para celular Lab4U, que permite realizar gráficos a partir de cambios de color en las reacciones químicas. Con esta metodología indagatoria no solo se ha generado un mayor interés por conocer los líquenes del desierto de Atacama, sino también su importancia biológica.

**Palabras clave:** líquenes, educación, identidad, desierto.

### Abstract

The return to face-to-face academic activities has posed new challenges in the educational field, this is how a school inquiry strategy has been proposed based on the contents of the fourth half year related to polymers, linking them with the ecosystems of our region to generate a local cultural identity. Having previously carried out studies on lichens and the Atacama Desert, this time it has been proposed to determine the presence of carbohydrates in lichens using the Lab4U mobile application, which allows to graph color changes in chemical

reactions. With this investigative methodology, not only has a greater interest been generated to learn about the lichens of the Atacama Desert, but also their biological importance.

**Keywords:** lichens, education, identity, desert

## **Introducción**

El Liceo alcalde Sergio González Gutiérrez de Pozo Almonte es el único establecimiento educacional de enseñanza secundaria en la provincia del Tamarugal; recibe estudiantes provenientes de numerosos establecimientos de la comuna, incluso algunos muy distantes desde la precordillera, sumando además familias provenientes de diversos países latinoamericanos, con lo que nuestra comunidad escolar resulta muy diversa.

No obstante, es preocupante el alto nivel de desconocimiento y valoración del desierto de Atacama, así como el bajo interés general por la ciencia, especialmente la Química, considerando que menos del 1 % de los alumnos que comienzan el ciclo medio de enseñanza, finalmente ingresen a carreras universitarias centralizadas en la Química (Donati & Andrade 2007); además, que continúa estando implantada con firmeza en nuestro sistema educativo la visión propedéutica de la finalidad de la enseñanza de las ciencias (Furió et al. 2001). Esta finalidad de la enseñanza de las ciencias es claramente contraria a la intención que se plantea con una alfabetización científica, desarrollada a lo largo de la vida de las personas y no restringida al sistema escolar, sino más bien aprovechando todas las instancias de divulgación científica, por ello, es destacado pensar que si de verdad se desea que la enseñanza de las ciencias esté destinada a educar en ciencia no se puede restringir sus finalidades al elitista punto de vista propedéutico (Acevedo 2004) con el mero objetivo del ingreso a la universidad; por ello, se ha propuesto generar acciones de investigación científica escolar con la incorporación del trabajo colaborativo e innovación pedagógica e indagatoria, orientada en el diseño universal del aprendizaje.

Considerando que el desarrollo de competencias habitualmente se relaciona con el mundo universitario y laboral, no obstante, se destaca la importancia del desarrollo de competencias a nivel escolar mediante la resolución de problemas como una competencia básica que debe ser desarrollada sistemáticamente en los planes de estudio de manera intencionada y didáctica (Couso & López 2005).

La resolución de problemas vista como una competencia científica debe contemplarse desde los planos de análisis y desarrollo (Labarrete & Quintanilla 2002), identificando y promoviendo determinadas competencias cognitivas lingüísticas como las de definir, explicar, argumentar y justificar por ello, el reto que se propone para una nueva cultura de educación científica es abordar la enseñanza de la química desde una perspectiva humana que permita que los estudiantes construyan conocimiento científico en las aulas (Camacho & Quintanilla 2008).

La enseñanza de las ciencias mediante un enfoque explícito no involucra solamente elementos de historia y filosofía de la ciencia, ni tampoco excluye actividades de indagación científica, por el contrario, la realización de actividades de indagación o incluso la participación en auténticas investigaciones dirigidas por el profesor son una parte integral de este enfoque. Además, los alumnos tienen que debatir sobre la ciencia como una forma de actividad humana influida por la cultura, la política y la sociedad, así como sobre las implicaciones sociales del conocimiento que produce (Acevedo 2009).

Resulta evidente la necesidad de fortalecer el desarrollo de competencias científicas en la enseñanza escolar, en especial la asignatura de Química, mediante actividades indagatorias y de investigación, que conlleven relacionar esta ciencia con problemáticas actuales, vivenciales e incorporando factores socioculturales, promoviendo además el enriquecimiento del lenguaje, de la capacidad de análisis crítico y reflexivo. Por otra parte, se ha propuesto cuatro formas de co – enseñanza; iniciando con la enseñanza de apoyo, donde un docente asume el rol de líder y el otro de tutor, luego la enseñanza paralela,

que consiste en dos o más docentes trabajando con grupos diferentes de estudiantes, posteriormente la enseñanza complementaria, donde ambos docentes aportan al proceso desde su propia experticia, y finalmente la enseñanza en equipo donde ambos docentes asumen conjuntamente todo el proceso desde el principio con la planificación hasta finalizada la evaluación.

La co-enseñanza se enmarca en una serie de agrupaciones conceptuales referidas a la colaboración entre profesionales (Cardona 2006, Vance 2001) y su origen proviene del inglés *co-teaching* que se explica como una acotación del término *cooperative teaching* (enseñanza cooperativa) (Beamish et al.2006, Murawski & Swanson 2001).

Considerando que estas estrategias pueden aplicarse en forma alternada en diferentes momentos del proceso, el tipo de acompañamiento de aula basado en la enseñanza en equipo es el que se sugiere privilegiar, para ello es necesario previamente establecer las adecuaciones curriculares caso a caso. La enseñanza de las ciencias requiere llevar los conocimientos presentados mediante modelos a contextos cotidianos relacionados con el entorno (Izquierdo 1999), en este caso centrados en las características del desierto de Atacama, además de la aplicación útil de estos saberes de manera concreta, puesto que en las aulas de ciencias y tecnologías se puede y se debe preparar a los alumnos para la participación y toma de decisiones que les esperan como futuros ciudadanos (Désautels & Larochelle 2003).

El retorno a la presencialidad de las clases implica dificultades, sin embargo se ha aprovechado la instancia del programa ICEC (indagación científica para la enseñanza de las ciencias) en la que han participado los docentes del departamento de ciencias de nuestro Liceo y el proyecto Lab4U gestionado por la empresa minera SQM, que ha brindado una plataforma de trabajo virtual mediante una aplicación que realiza gráficos mediante los cambios de color que suceden en las reacciones químicas, para determinar presencia de carbohidratos similares al test de Fehling, test de Tollens, test de

Benedict y test de Lugol. Se ha logrado con ello que nuestros estudiantes transformen reacciones cualitativas en cuantitativas.

El trabajo presente una herramienta de fácil y asequible uso por los estudiantes para la determinación de carbohidratos, permitiendo así un aprendizaje y metodología alternativa replicable en casa o por clase virtual, que permita hacer más competitivos a los estudiantes del Liceo, para el progreso de la comunidad y el avance de la ciencia en el desierto de Atacama.

### **Área de estudio**

En términos generales se puede definir nuestra área de investigación dentro del ámbito educativo, no obstante la idea abarca objetivos tan ambiciosos como la identidad cultural local y la valoración del desierto de Atacama por nuestra comunidad escolar, desde sus inicios en el año 2017, este programa de acción ha vinculado las asignaturas científicas con otras asignaturas de curriculum escolar así como la incorporación del trabajo colaborativo con los equipos de orientación escolar, biopsicosocial y el programa de integración escolar, también se ha considerado la articulación con las escuelas básicas de donde provienen nuestros estudiantes, llevando a cabo numerosas reuniones de articulación y trabajo colaborativo con los docentes de dichos establecimientos educacionales.

Adicionalmente, se ha incorporado desde el inicio de la emergencia sanitaria dos programas externos, el programa ICEC de indagación científica para la educación de la ciencia y el programa Lab4U que consiste en tres aplicaciones para las asignaturas de física, química y biología, las cuales permiten monitorear experimentos mediante las herramientas del celular para percibir cambios de color, intensidad de luz y sonido, transformando estos registros en gráficos.

### **Materiales y Métodos**

El procedimiento de indagación comienza con el estudio de los métodos para determinar la presencia de carbohidratos en diferentes muestras mediante

análisis cualitativo; luego los grupos de estudiantes realizan sus propuestas de indagación para desarrollar una secuencia experimental aplicando las reacciones químicas a muestras del líquen *Roccellina cerebriformis* (Mont.) Tehler 1983 (Roccellaceae), el cual fue elegido previamente en un trabajo de indagación anterior. en el cual destacó por su abundancia en los ecosistemas desérticos próximos a nuestro Liceo.

Mediante el uso de mortero se procedió al macerado de las muestras y la aplicación de los test de Fehling, Tollens, Benedict y Lugol, para obtener reacciones cualitativas de presencia ausencia de azúcares reductores como de polisacáridos; al momento de aplicar las reacciones se realizó además en forma paralela la medición del cambio de color mediante la aplicación Lab4U para obtener finalmente los gráficos que permitieran posteriormente realizar el análisis de resultados comparativos por cada grupo de estudiantes.

## Resultados

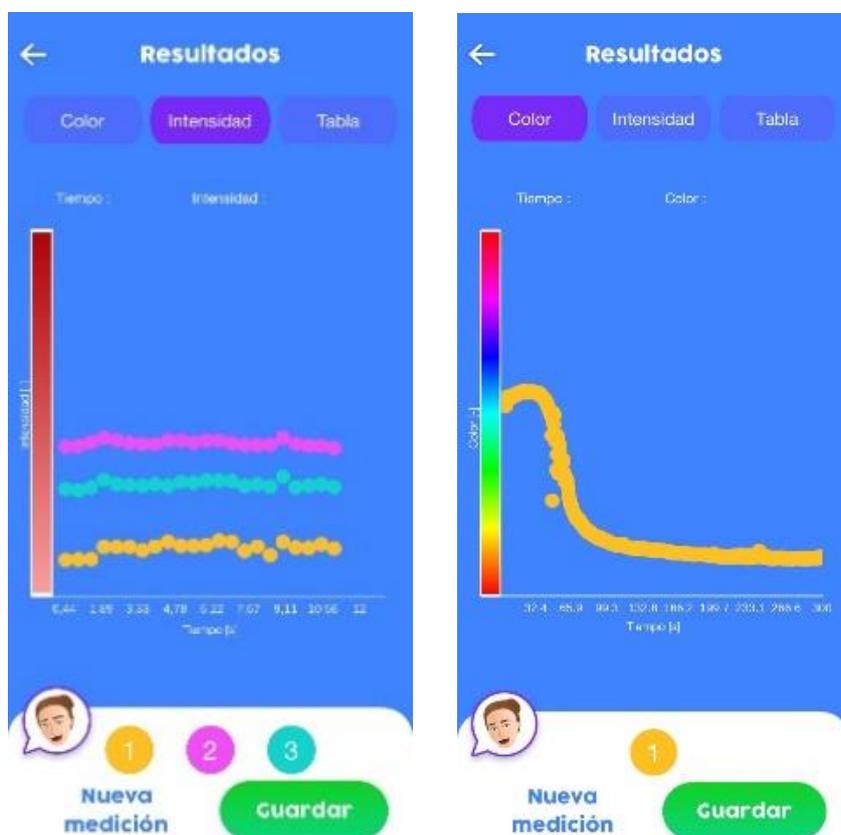
Cada grupo logró establecer metodologías propias de trabajo para procesar las muestras y obtener gráficos legibles e interpretables que les permiten deducir la presencia de carbohidratos en líquenes, específicamente en las muestras de *Roccellina cerebriformis* (Mont.) Tehler 1983 (Roccellaceae) (Fig.1), usando el programa (Fig. 2) y obteniendo resultados de intensidad y color (Fig. 3).



**Figura 1.** *Roccellina cerebriformis* (Mont.) Tehler 1983; Roccellaceae.



**Figura 2.** Uso de la aplicación Lab4U instalada en el celular.



**Figura 3.** Gráficos comparativos de Intensidad y variación de color.

## Discusión de resultados

Si bien los resultados son bastante auspiciosos y alentadores en relación con la estrategia de indagación escolar, el problema principal enfrentado es el tiempo, dado que al retornar a clases de forma presencial se ha establecido una mayor exigencia académica sobre los estudiantes, lo cual contrasta con la necesidad de tiempo para el desarrollo de este tipo de experiencias experimentales pedagógicas.

## Conclusiones

Es factible transformar resultados cualitativos de las reacciones químicas para determinar presencia de carbohidratos, a gráficos que permiten realizar análisis comparativos entre diversos resultados de muestras procesadas por los estudiantes.

## Agradecimientos

Al equipo ICEC por su colaboración en el diseño de actividades indagatorias y al equipo Lab4U por la asesoría en el uso de la aplicación.

## Literatura citada

- Acevedo Díaz J. 2004. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía, Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de la ciencia volumen 1 (1): 3-16
- Acevedo Díaz J. 2009. Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de la ciencia 6(3): 355-386
- Beamish W, Bryer F, Davies M. 2006. Teacher reflections on co-teaching a unit of work. International Journal of Whole Schooling, 2(2): 3-18.
- Camacho J, Quintanilla M. 2008. Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias

- cognitivo lingüísticas en la Química escolar, *Revista Ciencia y Educación*, 14 (2): 197-212.
- Cardona, M. 2006. *Diversidad y educación inclusiva: enfoques metodológicos y estrategias para una enseñanza colaborativa*. Madrid, España: Pearson Educación, 264 p.
- Couso D, López L. 2005. El problemes dels "problemes" Análisis i transformació de l'enunciat de problemes de "paper i llapis" In: Izquierdo, M. (Ed.) *Resoldre problemes per aprendre*, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona: 35-44.
- Désautels J, Larochelle M. 2003. «Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana», en *Revista electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1): 3-20.
- Donati E, Andrade J. 2007. ¿Qué queremos que sepan sobre Química los alumnos que ingresan a la universidad? *Revista Química Viva*, vol. 6 número especial suplemento educativo: 1-7.
- Furió C, Vilches A, Guisasola J, Romo V. 2001. Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3): 365-376.
- Izquierdo M, Sanmarti N, Esinet M. 1999. Fundamentación y Diseño De Las Prácticas Escolares De Ciencias Experimentales. *Enseñanza De Las Ciencias*, 1999, 17 (1): 45-59.
- Labarrete A, Quintanilla M. 2002. La solución de problemas científicos en el aula: Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo, *Pensamiento Educativo*, 30 (1): 121-137.
- Murawski W, Swanson H. 2001. A meta-analysis of co-teaching research. Where are the data? *Remedial and Special Education* 22(5): 258-267.
- Vance A. 2001. Teacher's beliefs about co-teaching. *Remedial and Special Education*, 22(4): 245-255.

# LÍQUENES Y CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA (TLC)

## (Primera parte)

Julio Rubén Barrios Llacuachaqui<sup>1</sup> y Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>2</sup>

1 Programa de Doctorado en Fisicoquímica Molecular, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Andrés Bello, Av. República 275, Santiago 8370146, Chile

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Julio Barrios: [jbarriosll@uni.pe](mailto:jbarriosll@uni.pe)

Correo electrónico de Ángel Ramírez: [líquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:líquenes_peru@yahoo.com)

### Resumen

El aumento de la biodiversidad ha sido por el avance de las tecnologías y uso de técnicas nuevas. El Perú es un país con una alta diversidad de especies de líquenes, muchas de ellas sin determinar o descubrir, por lo que es necesario el uso de metodologías y técnicas nuevas. Este trabajo da a conocer los materiales y la técnica que usa en Cromatografía de Capa Fina para poder usarla en la determinación de líquenes ya registrados o para dar a conocer especies nuevas.

**Palabras clave:** liquen, TLC.

### Abstract

The increase in biodiversity has been due to the advancement of technologies and the use of new techniques. Peru is a country with a high diversity of species of lichens, many of them still undetermined or undiscovered, so it is necessary to use new methodologies and techniques. This work makes known and describes the materials and the technique used in Thin Layer Chromatography to be able to use it in the determination of already registered lichens or to present new species.

**Keywords:** lichen, TLC.

## **Introducción**

La biodiversidad del mundo y de un país es importante porque permite conocer los recursos con los que cuenta un territorio; uno de los componentes es la liquenobiota y para su determinación involucra la descripción de caracteres macroscópicos, microscópicos, de reacciones químicas (K, C, PD y I), cromatografías de capa fina (Thin layer chromatography-TLC) y secuenciamiento del ADN.

El TLC es una técnica cromatográfica utilizada para separar los compuestos de una mezcla utilizando una fase estacionaria delgada (Cai 2014); se enfoca en determinar las sustancias líquénicas, estas fueron llamadas antes ácidos líquénicos; entre ellos está el ácido picrolíquénico, ácido úsnico y ácido vúlponicos.

Fisher en el año 1913 sintetizó en su laboratorio el primer compuesto líquénico, el ácido lecanórico. El químico Asahina y Shibata en el año 1954 publicaron un clásico de la liquenología *Chemistry of Lichen Substances*. Culberson & Elix en el año 1989 empezaron a ordenar las sustancias líquénicas por su ruta biosintética. Las tres rutas son ácidas shikímico, mevalónico y acetato-polimalato (Honda 2012).

Las sustancias líquénicas se pueden dividir en ácidos grasos, depsidos de orsinol, depsidonas de orsinol, depsona de orsinol, B-depsidos de orsinol, B-depsidonas de orcinol, B-ésteres de dibenzyl orcinol, dibenzofuranos y ácido usnico, cromones, xanthonas, antraquinonas, triterpenoides y ácido pulvínico y derivados (Brodo et al. 2001).

Los dépsidos son ésteres de policétidos aromáticos, se aíslan principalmente de líquenes y pueden formar dímeros y trímeros; en este grupo se encuentra el ácido lecanórico (Marcano & Hasegawa 2002). Estos tienen propiedades como antibióticos, antivirales, antioxidantes y antiinflamatorios. Las depsidonas son compuestos derivados de los despidos y en su estructura son

observados núcleos bencénicos que están unidos entre si por un puente tipo éster y a la vez por un átomo de oxígeno que forma un puente tipo éter. Las dépsidonas tiene la propiedad antibacterial. Los dibenzofuranos presenta dos núcleos bencénicos que están unidos entre si por un átomo de oxígeno que forma un puente tipo éter y un ciclo. Se utiliza como insecticida es decir son tóxicos. El ácido úsnico es un compuesto fenólico policíclico y es uno de los compuestos liquénicos más abundantes de los líquenes. El ácido úsnico presenta una actividad antimicrobial, antiinflamatoria y antiviral.

En la Antártica Hari et al. 2008 usaron el TLC en los líquenes *Stereocaulon alpinum*, *Ramalina terebrata* y *Caloplaca regalis* para conocer antioxidantes.

En el Perú hay varias especies líquenes y especies nuevas por descubrir, algunas son monogénicas y otros géneros con muchas especies, en estas últimas la determinación es más compleja por lo que implica la descripción de más caracteres y técnicas como el TLC.

El objetivo del presente trabajo es presentar la metodología preliminar de tal manera sea accesible para realizar TLC y permita determinar líquenes hasta el nivel de especie.

## **Materiales y métodos**

Los materiales usados para realizar el TLC son acetona, caja de vidrio (cubeta), tapa para la cubeta, estufa, geles de policrilamida (5 x 2 cm), solvente (Schumm & Elix 2015), tubos ependedor y pipeta. La metodología presentada está basada en la experiencia de los autores y en un curso de TLC

## **Resultados**

Los pasos para realizar el TLC se detallan a continuación.

1. Extracción de un pedazo de una muestra de liquen,
2. Colocación del pedazo de liquen en un tubo ependedor,
3. Agregado de acetona al tubo con una pipeta hasta cubrir el liquen,

4. Marcaje de rayas en el gel de policrilamida (tipo regla) y poner letras por cada muestra,
5. Con la ayuda de un tubito poner un poco del contenido ependefor en el gel de policrilamida,
6. En la cubeta poner el solvente,
7. El gel de policrilamida ponerlo en la cubeta,
8. Luego tapar a la cubeta,
9. Dejar reposar,
10. Luego retirar el gel de policrilamida de la cubeta,
11. Secar el gel, el cual puede ayudarse con un ventilador,
12. Luego secar el gel en una estufa,
13. Aplicar ácido sulfúrico,
14. Hacer las mediciones y
15. Calcular el factor de retención (Rf),  $Rf = \text{distancia recorrida por la muestra} / \text{distancia recorrida por el solvente}$ .
16. Comparar el Rf obtenido con patrones de Rf de sustancias liquénicas y así saber la sustancia liquénica obtenida.

### **Literatura citada**

- Bhattarai H, Paudel B, Hong S, Lee H, Yim J. 2008. Thin layer chromatography analysis of antioxidant constituents of lichens from Antarctica. Natural Resorce Letter:2-5. DOI 10.1007/s11418-008-0257-9.
- Brodo I., Durand S. & S. Sharnoff. 2001. Lichens of North America. Yale University Press, New Haven and London. Pp 795.
- Cai L. 2014. Thin layer chromatography. Current Protocols Essential Laboratory Techniques. Supplement 8. DOI: 10.1002/9780470089941.et0603s08
- Honda, N. 2012. Sustancias felónicas de líquenes-aislamiento, identificación y modificaciones estructurales. En Pereira E., Mota F., Martins M., Lacerda M. & B. Monteiro. A Liquenología Brasileira no inicio do século XXI. Pp. 252. Camaragibe, Brasil.
- Marcano D, Hasegawa M. 2002. Fitoquímica Orgánica, Ed Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Schumm F, Elix J. 2015. Atlas of Images of Thin Layer Chromatograms of Lichen Substances.

# EDUCACIÓN Y COMPARACIÓN DE LÍQUENES EN LAS LOMAS, PERÚ

Mario Nelson Aguirre Rayo y Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Mario Aguirre: [maguirre.apep@gmail.com](mailto:maguirre.apep@gmail.com)

## Resumen

La liquenología es una ciencia muy importante para la educación y conocimiento de las personas; sin embargo, en la educación superior, no se le brinda la respectiva valoración, ya que no se manejan bien los conceptos de líquen y liquenobiota, así como también los limitan en los cursos de micología y botánica criptogámica. El objetivo del presente trabajo es contribuir al aprendizaje para la accesible aplicación de la liquenología al ecosistema de loma a través de simulaciones de muestreo con conjuntos de datos empíricos con el fin de evaluar la diversidad alfa y beta; además, utilizar datos de fuentes bibliográficas para comparar la cantidad de líquenes en las lomas más representativas de la costa peruana. Los resultados muestran que, para hallar el índice de Shannon y Wiener es importante que el investigador conozca cómo crecen los líquenes, según el estimador Chao 2 para el ecosistema de loma existen 64 especies, seguidamente con el análisis de similitud resultó que las lomas de Mangamarca - Amancaes y las de Atiquipa - Lachay son las más similares. La liquenología es una ciencia amigable de la cual podemos aprender mucho.

**Palabras clave:** ecosistema, especies, líquenes, lomas del Perú, similitud.

## Abstract

Lichenology is a very important science for education and general knowledge; however, in higher education, this is not property valued, as the concepts of lichen and lichenobiota are not well understood and these are also, limited in mycology and cryptogamic botany courses. The objective of this work is to

contribute to learning for the accessible application of lichenology to the lomas ecosystem through sampling simulations with empirical data sets in order to evaluate alpha and beta diversity and to use data from bibliographic sources to compare the number of lichens in the most representative loma of the Peruvian coast. The results show that, to find the Shannon and Wiener index, it is important for the researcher to know how lichens grow, according to the Chao 2 estimator for the loma ecosystem there are 64 species, then with the similarity analysis it was found that the Mangamarca lomas - Amancaes and those of Atiquipa - Lachay are the most similar. Lichenology is a friendly science from which we can learn a lot.

**Keywords:** ecosystem, species, lichens, loma of Peru, similarity.

## Introducción

La loma es un ecosistema frágil que se desarrolla en las costas de Perú y Chile (Ferreyra 1953), en la cual se realiza muchas investigaciones y unas de ellas son referentes a los líquenes (Ramírez 1969, Castillo et al. 2017, Mendez y Ramírez 2021); estos organismos son importantes porque ofrecen muchos beneficios a los pobladores, por lo cual es necesario enseñarles de ellos a los estudiantes y ciudadanos; sin embargo la ciencia de la liquenología no es tomada muy en cuenta; en los libros de educación primaria y secundaria no se encuentra la palabra liquenología y no definen bien el concepto de líquenes, además en la currícula universitaria no hay cursos de liquenología, sin embargo este tema es tratado en cursos de micología o botánica criptogámica, este último es referido a las plantas y los líquenes no pertenecen al reino vegetal.

La loma alberga una diversidad única en el mundo debido a sus especies endémicas (restringidas) y adaptadas a sus condiciones extremas (Moat et al. 2021); además, la condensación de la neblina costera de invierno proveniente del mar impacta con las primeras estribaciones andinas o colinas bajas favoreciendo el desarrollo de una cobertura dinámica estacionaria a lo largo de los años y meses, pues su desarrollo depende de las condiciones meteorológicas (Miyasiro et al. 2021); asimismo, albergan una gran diversidad

para la liquenobiota, flora y fauna, que en verano es evidenciado por un banco de esporas y semillas en latencia para su posterior activación en invierno generando muchos líquenes y plántulas formando así el ecosistema de loma (Ramírez com. pers.).

La presencia de la loma en nuestro país es muy importante, principalmente por los servicios ecosistémicos que nos brindan. Uno de ellos es el monitoreo de la calidad del aire brindando una alerta temprana si el aire está contaminado (producido por las industrias, los botaderos y el parque automotor); además, la loma nos provee un sustrato rico en materia orgánica para la provisión de alimentos como la papaya silvestre, la lúcuma y tomatillos manteniendo así los sistemas agroecológicos donde también albergan especies de insectos, aves, mamíferos voladores que polinizan la vegetación y los cultivos de las áreas aledañas (Ledesma 2021).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de un nivel local que refleja la coexistencia de especies en una comunidad homogénea y la diversidad beta es el grado de cambio o sustitución en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Huamán 2016)

El objetivo del presente trabajo es contribuir al aprendizaje para la accesible aplicación de la liquenología al ecosistema de loma a través de simulaciones de muestreo con conjuntos de datos empíricos con el fin de evaluar la diversidad alfa y beta; además, utilizar datos de fuentes bibliográficas para comparar la cantidad de líquenes en las lomas más representativas de la costa peruana.

La importancia del estudio es dar la fiabilidad a los inventarios de líquenes y posibilitar su comparación entre lomas representativas del Perú, además de estimar el total de especies de líquenes que están presentes en la zona a través de una extrapolación del número de especies observados en el inventario de cada una de las lomas. Además, podemos mencionar la importancia de la curva de especies en los estudios sobre la diversidad líquenes, pues es necesario estandarizar valores obtenidos en un muestreo, por lo tanto, los resultados de

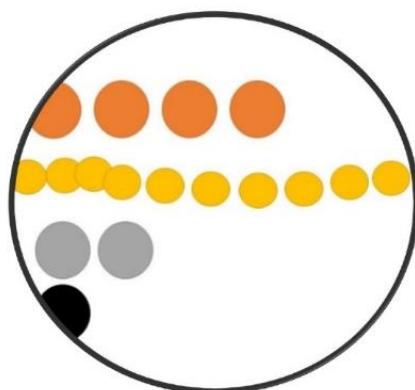
los inventarios mejorarán en la validez científica como en su estudio y sobretodo su conservación (Jiménez y Hortal 2000).

## Materiales y Métodos

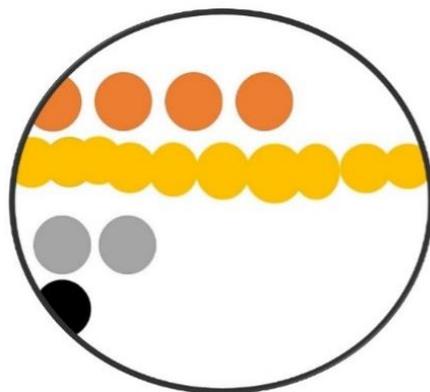
En el estudio se hizo la revisión de artículos (Ramírez 1969, Sisniegas et al 2008, Ramírez 2018, Castillo & Ramírez 2020, Meza & Ramírez 2021) y tesis para conocer las especies de los líquenes en las lomas del Perú (Delgado 2011, Arenas 2017, Ferry 2018), asimismo los programas Estímate para conocer el número de especies potenciales y Past para saber la similaridad entre las lomas, finalmente se hizo la simulación de datos para calcular el valor del índice de Shannon y Wiener.

En la diversidad alfa fue evaluada con el índice de Shannon y Wiener a los líquenes para conocer si es adecuado su aplicación, además se calculó el número de especies esperadas para las lomas; y para la diversidad beta se hizo un análisis de similaridad.

En el caso del índice de Shannon y Wiener, los datos fueron simulados con la finalidad de saber si son o no, adecuados los datos para los líquenes (Figs. 1 y 2), luego se utilizó el programa estadístico PAST para calcular el valor de este índice.

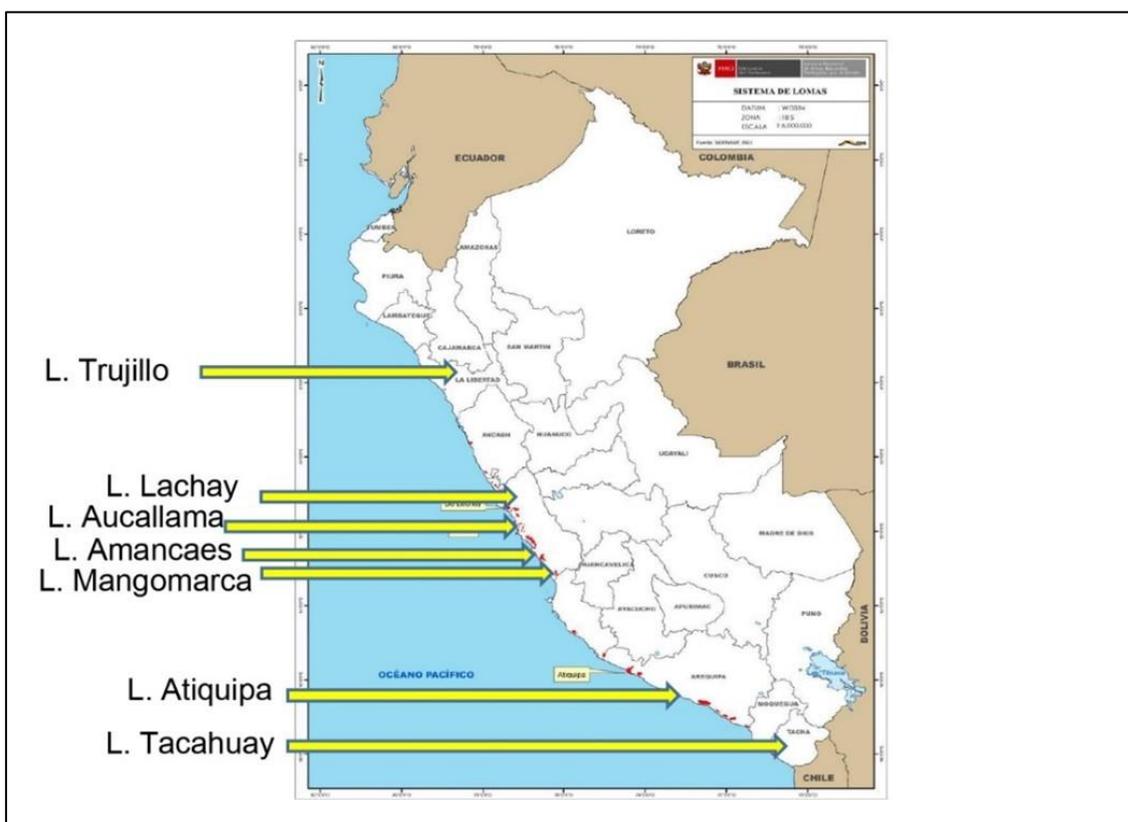


**Figura 1.** Simulación de datos para el año 2021: *Caloplaca* sp. (círculo anaranjado); *Chrysothrix granulosa*. (círculo amarillo); *Buellia* sp. 1 (círculo plomo) y *Buellia* sp. 2 (círculo negro).



**Figura 2.** Simulación de datos para el año 2022: *Caloplaca* sp. (círculo anaranjado); *Chrysothrix granulosa* (círculo amarillo); *Buellia* sp. 1 (círculo plomo) y *Buellia* sp. 2 (círculo negro).

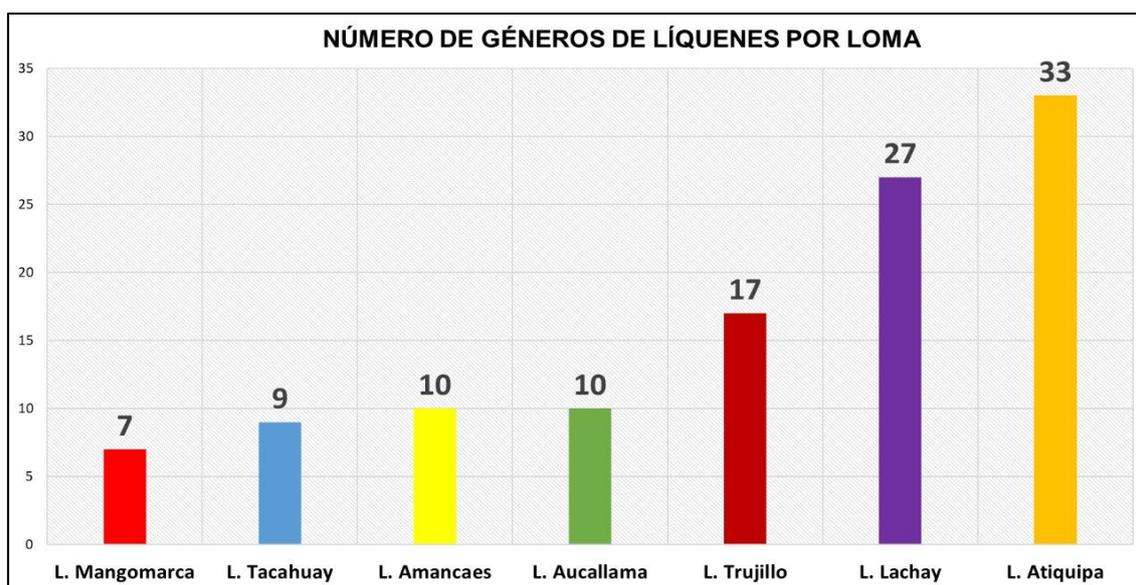
En el Perú hay 67 lomas de las cuales se seleccionaron 7 (Abanto et al, 2014), posteriormente se determinó los datos de las lomas de Mangomarca (Ramírez 2018), Amancaes (Meza & Ramírez 2021), Atiquipa (Delgado 2011), Trujillo (Ramírez 1969), Lachay (Ferry 2018, Antonio et al. 2020, Mendez & Ramírez 2021), Tacahuay (Arenas 2017) y Aucallama (Castillo & Ramírez 2020), y fueron ubicados en el mapa del sistema de lomas (Gamboa 2019) (Fig. 3).



**Figura 3.** Ubicación departamental de lomas del Perú con datos de líquenes.

## Resultados

Una de las lomas que presentó la mayor riqueza fue Atiquipa con 33 géneros y la que presentó la menor riqueza fue Mangomarca con 7 géneros (Fig. 4).



**Figura 4.** Diversidad de líquenes por loma.

En las siete lomas evaluadas el género común fue *Chrysothrix* sp. de la familia Chrysothrichaceae.

Al simular los datos de campo para calcular el valor del índice de Shannon y Wiener se observaron que si el evaluador no conoce el crecimiento de los líquenes puede incurrir en un error, contar en el año 2022 un *Chrysothrix granulosa* (Fig. 1) donde realmente hubo 10 individuos (Fig. 2); y los valores de diversidad sean diferentes (Tabla 1 y 2); por lo tanto, para utilizar este índice es necesario que el evaluador conozca que al pasar el tiempo los líquenes se van juntando y sobreponiendo; además; el investigador debe de realizar un monitoreo desde el inicio verificando el cuadrante.

**Tabla 1.** Caso 1 del Índice de Shannon – Wiener

Especies	N° de individuos
<i>Caloplaca</i> sp.	4
<i>Buellia</i> sp. 1	2
<i>Buellia</i> sp. 2	1

*Chrysothrix granulosa*

10

$$H' = 1.5451522$$

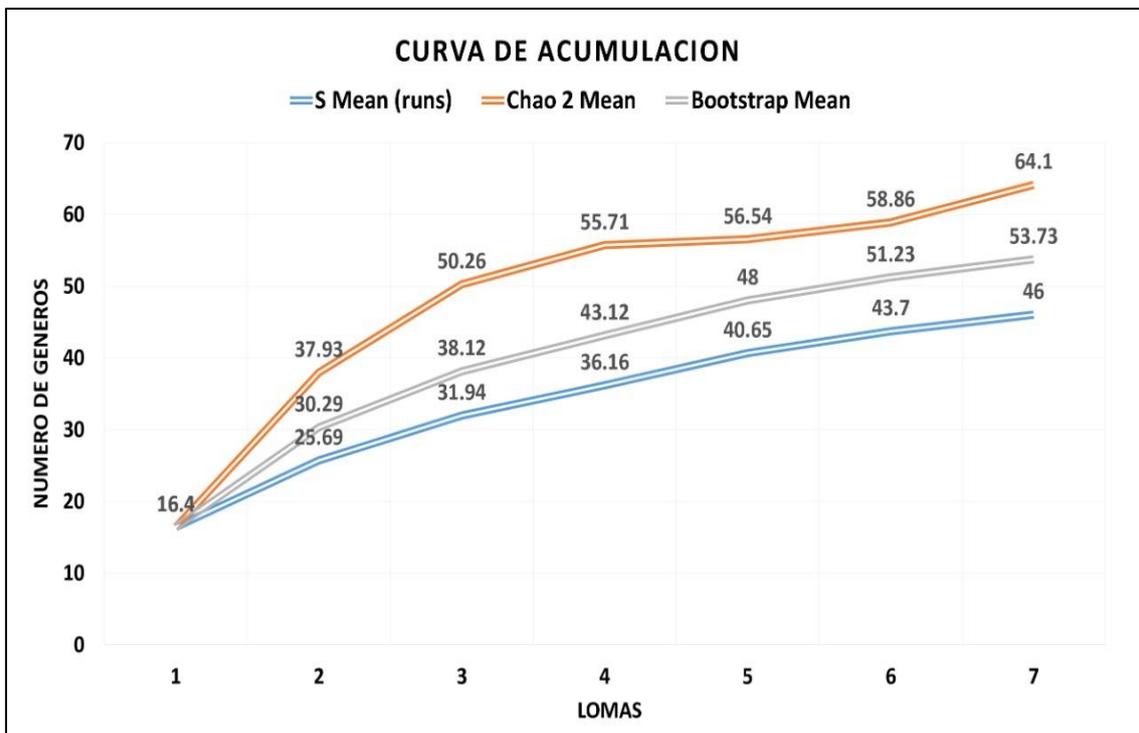
**Tabla 2.** Caso 2 del Índice de Shannon – Wiener

Especies	N° de individuos
<i>Caloplaca</i> sp.	4
<i>Buellia</i> sp. 1	2
<i>Buellia</i> sp. 2	1
<i>Chrysothrix granulosa</i>	1

$$H = 1.75$$

En campo no es fácil distinguir el número de individuos y no se puede contar las especies de líquenes crustáceos porque se sobreponen los individuos, en consecuencia, se desarrollarían datos errados.

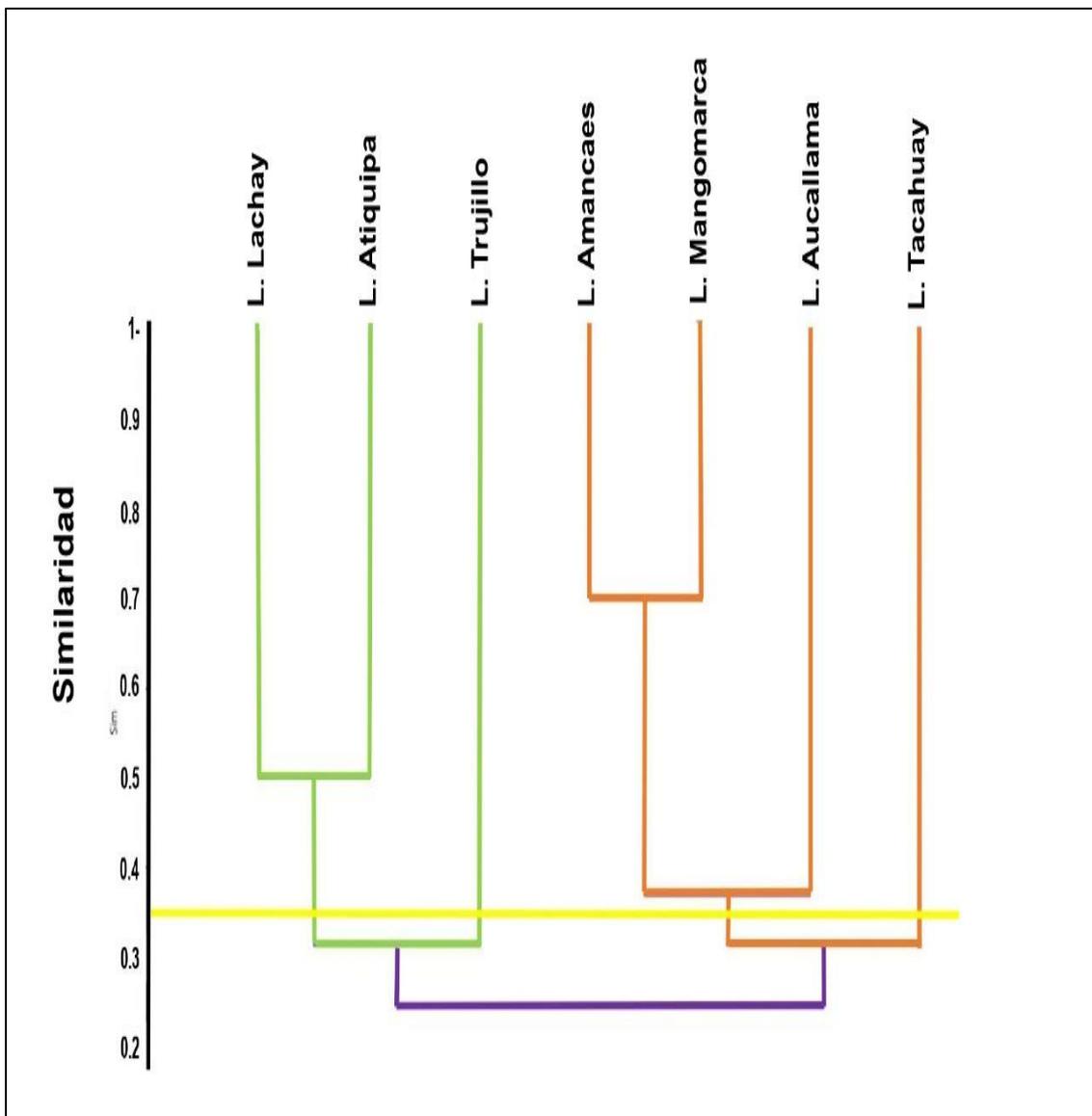
En las diferentes publicaciones citadas se contabilizaron 46 especies de líquenes, usando el programa EstimateS las especies esperadas fueron 64, por lo tanto, las especies observadas representaron el 71.9% de las especies esperadas (Fig. 5).



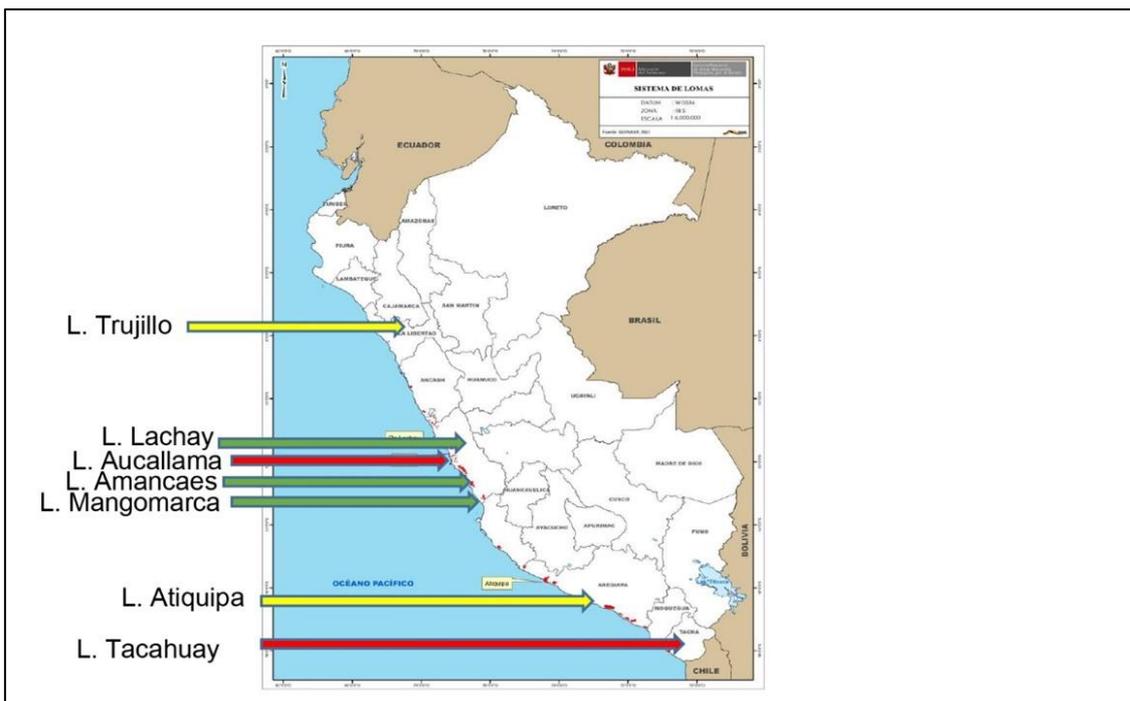
**Figura 5.** Curva de acumulación de géneros de líquenes de lomas basado en datos bibliográficos.

Diversidad beta

El análisis de similitud determinó que la composición líquénica de la loma de Mangamarca es más similar a las lomas de Amancaes, asimismo la loma de Atiquipa con la de Lachay (Fig. 6), estas pueden estar relacionadas con factores relativos a las características propias del lugar, es decir, que ambas lomas poseen grandes extensiones de zonas verdes y comparten siete de sus especies. No existe una diferencia entre las lomas del sur (Atiquipa y Tacahuay), lomas del centro (Amancaes, Aucallama, Lachay y Mangamarca) y lomas del norte (Cerro Campana-Trujillo) (Fig. 7).



**Figura 6.** Similitud de Jaccard basado en la presencia – ausencia de los géneros de líquenes en las lomas.



**Figura 7.** Similitud de la liquenobiota entre las lomas del Perú. La flecha indica el departamento donde se ubica la loma y su color las lomas similares. Mapa del sistema de lomas.

El conocimiento, importancia, valor e interacción de los líquenes en las lomas se presentan en las tablas 3, 4, 5 y 6.

**Tabla 3.** Conocimiento de las lomas en el Perú

Actividad 1: Conocimiento de las lomas en el Perú			
Objetivo	Grupo involucrado	Actividades	Integración
Conocer las lomas de manera básica a la población involucrada	Estudiantes y población	Los beneficios de las lomas y su importancia  Servicios ecosistémicos de las lomas	Trípticos  Técnicas grupales

**Tabla 4.** Determinación de la importancia de los líquenes

Actividad 2: Determinación de la importancia de los líquenes			
Objetivo	Grupo involucrado	Actividades	Integración
Conocer los líquenes de manera básica a la población involucrada	Estudiantes y población	Conversatorio introductorio  Importancia ecológica	Exhibición de videos.  Muestras de fotos de líquenes.

**Tabla 5.** Importancia y valor de los líquenes en las lomas

Actividad 3: Importancia y valor de los líquenes en las lomas			
Objetivo	Grupo involucrado	Actividades	Integración
Determinar la importancia y valoración de los líquenes en las lomas	Estudiantes y población	Preguntas y respuestas de la relación entre líquenes y lomas	Ubicación de los líquenes en las lomas y ejemplos sobre su importancia ecológica.

**Tabla 6.** Conocimiento e interacción con líquenes en las lomas

Actividad 4: Conocimiento e interacción con líquenes en las lomas			
Objetivo	Grupo involucrado	Actividades	Integración
Conocer e interactuar con líquenes en el ecosistema de lomas	Estudiantes	Observar los líquenes en el microscopio Análisis de similitud de las lomas Diversidad alfa	Identificación de líquenes en campo Recolecta de especies Ubicación de líquenes

## Discusión y conclusiones

En el presente estudio las familias de líquenes Parmeliaceae y Teloschistaceae predominaron en las lomas, lo que confirma los resultados obtenidos por Arenas (2017), quien obtuvo el mismo resultado de la investigación. Además, la familia Parmeliaceae fue la mayor y mejor estudiada, que comprende alrededor de 2000 especies en 85 géneros (Villamar 2018).

Por otro lado, en los últimos años, la familia Teloschistaceae obtuvo una gran cantidad de nuevos registros en investigaciones (Arenas 2017). Asimismo, Delgado 2011 y Ramírez 1969 indican que ambas familias corresponden a las más representativas en el Perú.

La frecuencia del género *Chrysothrix* encontrada en las siete lomas estudiadas, se comprende porque estos ecosistemas corresponden a una zona de baja contaminación (Quispe et al 2015), además, este organismo simbiote tiene preferencia por las costas (Ramírez 2018). Otros géneros comunes en seis

de las siete lomas analizadas fueron *Lepraria*, *Ramalina* y *Usnea*, este último se encuentra en la costa, sierra y selva (Ramírez 2018).

Al analizar cada una de las lomas de manera individual, se encontró en los resultados que la cantidad de géneros más altos se registraron en las lomas de Atiquipa, ello a razón de sus diferentes condiciones ambientales, debido a que se encuentra en la zona de las lomas de Perú y Chile con diferencias en la composición y estructura de la vegetación, como en su climatología (Delgado 2011). Sin embargo, los géneros de menor cantidad de líquenes estuvieron en las lomas de Mangamarca que son afectados por la contaminación atmosférica de las actividades antropogénicas y por su lejanía al mar.

La estructura de la comunidad líquénica estuvo constituida por 48 especies siendo la especie *Chrysothrix* la más representativa, pues coincide con lo reportado para las siete lomas estudiadas. De tal modo, su presencia indica zonas de baja contaminación por su característica de sensible a la contaminación (Quispe et al 2015).

La curva de acumulación está representada por 75 especies esperadas que tiende a una asíntota, sin embargo, a medida que la curva de especies observadas alcance la asíntota horizontal existirán criterios adecuados para considerar que la cantidad de especies fue lo suficientemente completo.

Las lomas de Amancaes son más afines a Mangamarca, las lomas de Aucallama más afín a las de Tacahuay y la loma de Lachay más afín a las de Atiquipa. De otra manera se puede decir que la loma de Lachay y Atiquipa son más diferentes que las lomas de Mangamarca y Amancaes.

Los índices de diversidad beta permitieron establecer de forma cualitativa los patrones de similitud entre las lomas, encontrándose en general baja diversidad compartida y diferencia en la riqueza de especies entre las lomas evaluados. De acuerdo con los resultados obtenidos para los índices de Jaccard, igual que para el dendrograma de similitud, se determinó que las lomas de Amancaes y Mangamarca son los géneros más similares entre sí. Esta similitud

observada podría estar explicada por la presencia común de géneros como *Chrysothrix*, *Caloplaca*, *Lecanora*, *Lepraria*, *Leproplaca*, *Leucodermia* y *Ramalina*.

La conciencia ambiental empieza a desarrollarse en los colegios, lo que hace esencial implementar en estas etapas del aprendizaje sobre la importancia de la naturaleza contribuyendo así, a su protección y preservación del mundo natural

### **Agradecimientos**

Mis agradecimientos a la Asociación Proyectos Ecológicos Perú y al Proyecto Líquenes Perú por fomentar la educación en liquenología y motivarme a investigar a través de sus congresos, cursos, publicaciones y charlas en vivo.

### **Literatura citada**

- Abanto J, Cano A, Herrera G, Roobert J, León B, Mamani J, Merzthal G, Roque J, Sisniegas H, Torres V, Villar J, Zucchetti A. 2014. Lomas de Lima. Futuros parques de la ciudad. SERPAR, 7(1), 156. [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).
- Antonio M, Ramos D, La Rosa M, Niño de Guzmán P. 2020. Diversidad de líquenes asociados a *Vasconcellea candicans* (A. gray) A. DC (mito) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú. En el libro de trabajos científicos del IV Congreso Nacional de liquenología y I Congreso Nacional de lomas del Perú.
- Arenas J. 2017. Diversidad Liquenobiota de las Lomas de Tacahuay en el Departamento de Tacna. Tesis (Tacna, Perú): Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Acceso: 11/05/2022

- Castillo R, Stanton D, Peter N. 2017. Aportes al conocimiento de la biota líquénica del oasis de neblina de Alto Patache, Desierto de Atacama. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n68/0718-3402-rgeong-68-00049.pdf>
- Castillo R, Ramírez A. 2020. Liquenobiota, Flora y Fauna de La Loma de Aucallama, Lima, Perú. En el trabajo científico del IV Congreso Nacional de Lichenología del Perú y el I Congreso Nacional de Lomas.
- Delgado F. 2011. Diversidad y distribución de altitudinal de los líquenes en la quebrada del pueblo, lomas de Atiquipa, Provincia de Caraveli Departamento de Arequipa, Tesis (Arequipa, Perú): Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Ferreyra R. 1953. Comunidades Vegetales de algunas Lomas Costaneras del Perú. Estación experimental agrícola de La Molina. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuario, Lima, 53: 1-88.
- Ferry G. 2018. Calidad del aire mediante la liquenobiota saxícola en la zona arqueológica de Teatino de la Reserva Nacional de Lachay, Huacho-Lima Perú. Tesis (Iquitos, Perú): Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Gamboa P. 2019. Sistemas de lomas costeras. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Huamán M. 2016. Diversidad de líquenes cortícolas y calidad del aire en el distrito de Huancayo. Junín (Perú). Tesis (Junín, Perú). Universidad del Centro de Peru.
- Jiménez A, Hortal A. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, España, 8: 1-11
- Ledesma A. 2021. Lomas de paraíso (Lima, Perú): gestión y conservación villamariana. En Trabajos Científicos del IV Congreso Nacional de

Liquenología del Perú y I Congreso Nacional de Lomas, primera edición:  
28-71

Méndez D, Ramírez A. 2021. Epífitos de la Reserva Nacional de Lachay. En el Libro de Trabajos científicos del II Congreso Nacional de lomas. [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros).

Meza D, Ramírez A. 2021. Liquenobiota de las Lomas de Amancaes, Lima - Perú. En el trabajo científico de Trabajos Científicos del II Congreso Nacional de Lomas. [www.liquenesperu.com/libros](http://www.liquenesperu.com/libros).

Miyasiro M, Tarazona Y, Jimenez R. 2021. Dinámica espacial y temporal de la cobertura vegetal de las Lomas de Lima y Callao, Perú. En Trabajos Científicos del II Congreso Nacional de Lomas.

Moat J, Orellana-Garcia A, Tovar C, Arakaki M, Arana C, Cano A, Faundez L, Gardner M, Hechenleitner P, Hepp J, Lewis G, Mamani J-M, Miyasiro M, Whaley OQ. 2021. Seeing through the clouds – Mapping desert fog oasis ecosystems using 20 years of MODIS imagery over Peru and Chile. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 103: 102468. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2021.102468>

Quispe K, Ñique M, Chuquilin E. 2015. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú *Investigación y Amazonía* 2013; 3 (2): 99-104

Ramírez R. 1969. Líquenes de las Lomas de La Provincia de Trujillo. *Separata de la Revista de la facultad de Ciencias Biológicas* 2 (1): 55-70.

Ramírez A. 2018. Taxonomía, ecología y liquenografía del líquen *Heterodermia leucomela*. *The Biologist* 16:97-103.

Sisniegas H, Bohórquez I, Jiménez M. 2008 Biodiversidad y patrimonio arqueológico de Las Lomas y el área marino-costeras de San Fernando. *Boletín de la sociedad Geográfica de Lima*: 9-30.

Villamar O. 2018. Evaluación de la Calidad del Aire mediante el Índice de Pureza Ambiental y el análisis de metales pesados en el Liquen *Xanthoparmelia* sp. (Vain) Hale en la ciudad de Puno. Tesis (Puno, Perú). Universidad Nacional del Altiplano.

# LÍQUENES COMO INDICADORES DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA-RESERVA NACIONAL DE LACHAY, LIMA, PERÚ

Yordy Cruz Cardenas & Ángel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de Yordy Cárdenas: [yordycruz92@gmail.com](mailto:yordycruz92@gmail.com)

Correo electrónico de Ángel Ramírez: [líquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:líquenes_peru@yahoo.com)

## Resumen

Los líquenes son excelentes indicadores del cambio climático; una especie indicadora puede identificarse por tener riesgo de sufrir cambios frente a climas futuros especialmente en las variables de temperatura/precipitación. Con la finalidad de conocer la influencia del clima a los líquenes, se evaluaron a estos organismos en cinco rocas expuestas a los vientos húmedos y cinco a vientos secos en la Reserva Nacional de Lachay; se registraron en transectos de 50 cm, y se contaron y midieron los individuos de *Caloplaca* sp. Los líquenes se determinaron con claves especializada y los datos se analizaron con el programa PAST. La liquenobiota fue de 19 especies, en los vientos húmedos hubo 13 especies y en los secos 11 especies, las especies compartidas fueron cinco; según el índice de Jaccard se muestra dos grupos de líquenes diferenciando entre expuestos a los vientos húmedos y secos; y según Morisita muestra que ambos grupos de líquenes no presentan similaridad marcada en especies y abundancias, asimismo, en las rocas con vientos húmedos se registraron 23 individuos de *Caloplaca* sp. y para las rocas con vientos secos se registraron 19 individuos; las rocas con vientos húmedos presentaron mayor tamaño de individuos con 13 individuos que superan 1 cm de diámetro; mientras que las rocas con vientos secos presentaron mayor tamaño de individuos en el rango de > 0.1 a 1,0 cm con 16 individuos. Una disminución de

la riqueza y variación del número de individuos o tamaño de *Caloplaca* sp. en las rocas con vientos húmedos podría indicar un cambio del clima.

**Palabras clave:** Líquenes, indicadores, vientos, cambio climático, loma.

### **Abstract**

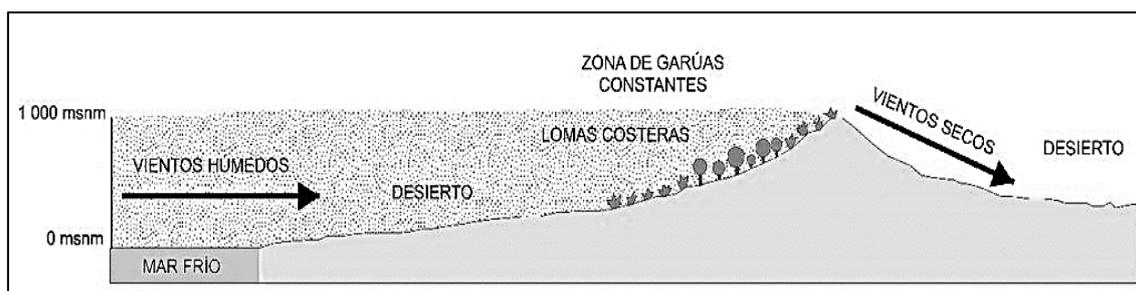
Lichens are excellent indicators of climate change; an indicator species can be identified as being at risk of suffering changes in the face of future climates, especially in the variables of temperature/precipitation. To know the influence of climate on lichens, these organisms were evaluated in ten rocks, five exposed to humid winds and five to dry winds in the Lachay National Reserve. Individuals of *Caloplaca* sp. were counted and measured in transects of 50 cm. The lichens were determined with specialized keys and the data were analyzed with the PAST program. The lichenbiota was 19 species, there were 13 species in the humid winds and 11 species in the dry winds, there were five shared species; according to the Jaccard index, two groups of lichens are shown, differentiating between exposed to humid and dry winds; Morisita shows that both groups of lichens do not present a marked similarity in species and abundance, likewise, in the rocks with humid winds, 23 individuals of *Caloplaca* sp. were registered and for the rocks with dry winds, 19 individuals were recorded; the rocks with humid winds presented larger individuals with 13 individuals that exceeded 1 cm in diameter; while the rocks with dry winds presented larger individuals in the range of > 0.1 to 1.0 cm with 16 individuals. A decrease in the richness and variation in the number of individuals or size of *Caloplaca* sp. in the rocks with humid winds could indicate a change of climate.

**Keywords:** Lichens, indicators, wind, climate change, loma.

### **Introducción**

La formación de loma depende principalmente de dos condiciones geográficas propias de la costa del pacífico sudamericano: el relieve colinoso, representado por las estribaciones andinas y la cordillera de la costa, que llegan a alcanzar altitudes de hasta 1 000 m.s.n.m., las cuales tienen una orientación

paralela al litoral; y la corriente fría de Humboldt o corriente peruana. Es así, que los vientos al pasar por el mar frío, disminuyen su temperatura, aumentando su humedad relativa, por lo que se forma una neblina densa que al llegar a la costa se encuentran con las colinas que conforman una barrera orográfica, haciendo que los vientos bajen por ellas, ocasionando una mayor disminución de su temperatura, lo que genera la condensación de las neblinas, trayendo como consecuencia una precipitación constante en las laderas expuestas directamente a los vientos marinos (barlovento), que al pasar a las laderas opuestas (sotavento), llegan sin carga de humedad, por lo que el ambiente se hace más árido. Dada la poca humedad (humedad absoluta) que llevan estos vientos, la precipitación que se genera es del tipo lloviznas o garúas, nombre con el que se conoce a estas ligeras precipitaciones en la costa peruana (Paniagua 2017) (Fig. 1).



**Figura 1.** Formación de las lomas (Paniagua 2017).

El reporte de líquenes en los ecosistemas de lomas del Perú data de los años 60 (Global Biodiversity Information Facility 2022), en la actualidad se siguen realizando investigaciones que tienen distintos objetivos con el fin de conocer su importancia y valor ecológico. Por su parte, los ecosistemas de lomas son considerados ecosistemas frágiles debido a que presentan características o recursos singulares con baja resiliencia (capacidad para retornar a sus condiciones originales) e inestable ante eventos impactantes de la naturaleza antropogénica, que producen en el mismo, una profunda alteración en sus estructura y composición (D.S N° 009-2013-MINAGRI).

En el ecosistema de loma se aprecian dos temporadas estacionales altamente marcados, contando así, con una época húmeda influenciada por los

vientos alisios con temperaturas bajas, que va entre el mes de julio y octubre y otra época seca, con escasas neblinas y con temperaturas elevadas el resto del año (Claros 2010). Por lo tanto, la loma recibe la humedad del ambiente que llega desde del Oeste hacia la cara del cerro que está en contacto con esta humedad poniéndose verde con vegetación, a diferencia de la cara Este del cerro que no recibe mucha humedad, permaneciendo seca con poca vegetación. Esta diferencia climática entre estas dos laderas de las lomas nos muestra dos tipos de vegetación estacional, pudiendo haber dos tipos de composición líquénica.

En el caso hipotético, que la cara Oeste del cerro pierda la humedad en cada estación representativa y se seque, es probable que las especies de la cara Este migren hacia la cara Oeste. Así, El cambio de rango bioclimático puede proporcionar una estimación de la respuesta migratoria requerida para rastrear el espacio climático adecuado (Christopher 2019).

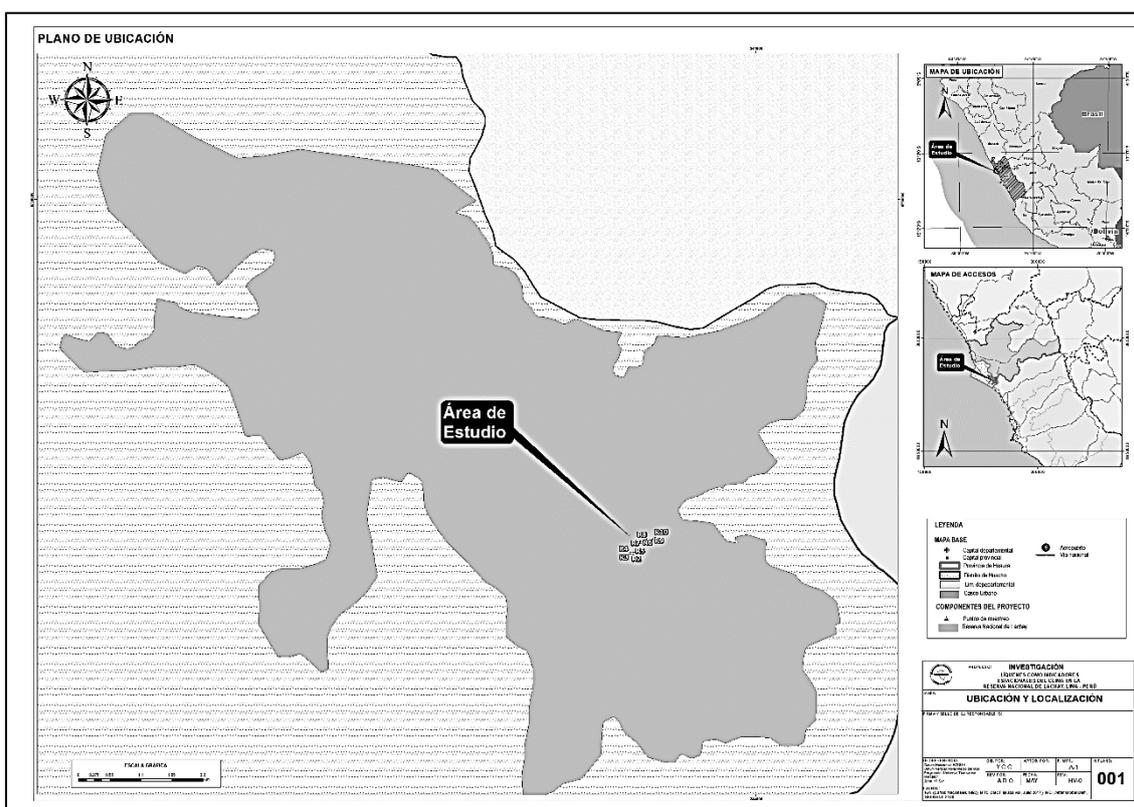
Es importante considerar el grado de idoneidad climática para una o más especies, el cambio o la pérdida en la extensión del espacio climático adecuado debe interpretarse frente a la capacidad de una especie para responder a este cambio. Así, el riesgo del cambio climático para los líquenes se puede dividir en componentes relacionados de exposición y vulnerabilidad (Christopher 2019). Sin embargo, el destino exacto de una especie expuesta dependerá de factores ecológicos que determinan su respuesta a este ambiente cambiante, representando su vulnerabilidad (Cardona 2012). La vulnerabilidad de los líquenes dependerá de una amalgama de procesos ecológicos considerados a escala de rodadura, incluidas las interacciones tróficas, la aclimatación y la adaptación evolutiva, y a escala de paisaje, incluido el flujo de genes y la limitación de dispersión (Ellis 2013).

El objetivo de la presente investigación fue comparar la composición líquénica de la cara Oeste con la cara Este del cerro, y ver cómo se comporta el líquen *Caloplaca* sp. La importancia potencial del estudio es identificar especies indicadoras de líquenes que nos muestren los efectos del cambio climático, con

el fin de monitorear el estado de los sistemas ecológicos, para la aplicabilidad práctica con fines de conservación.

### Área de estudio

El área de estudio fue dentro de la Reserva Nacional de Lachay (Lima) (Fgi. 2), ubicada en el distrito de Huacho, provincia de Huara, departamento de Lima.



**Figura 2.** Reserva Nacional de Lachay.

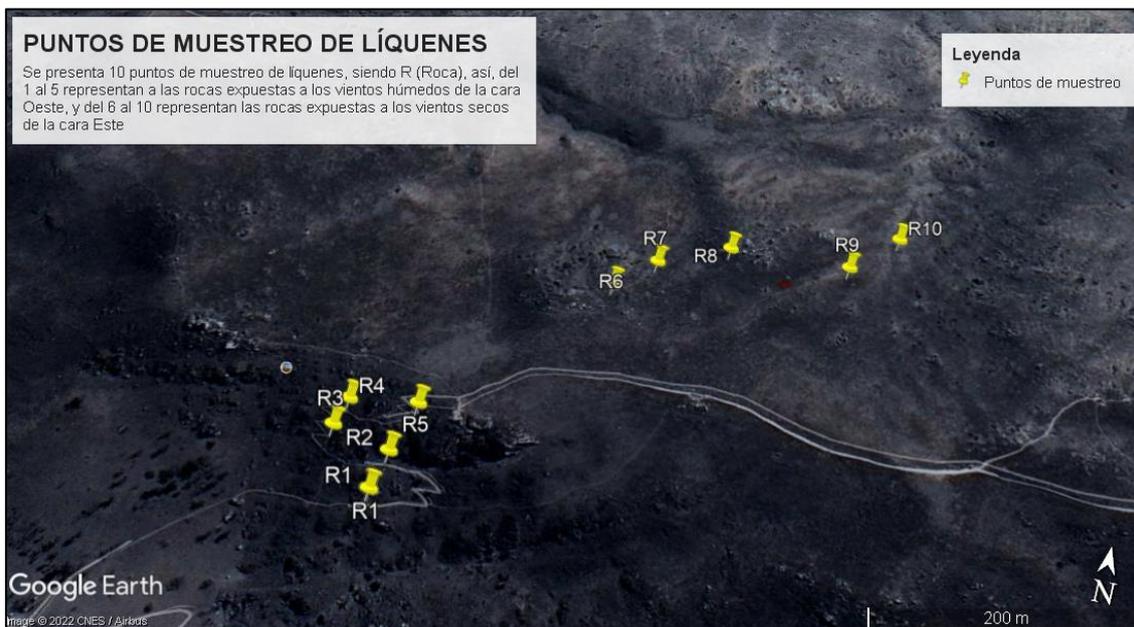
### Materiales y Métodos

El estudio contó con el permiso otorgado por el SERNANP a cargo de la Reserva Nacional de Lachay.

Los materiales utilizados para campo y gabinete fueron, una brújula, cinta métrica, clinómetro, lapicero, libreta de campo, lupa, wincha, cámara fotográfica y computadora.

En campo se seleccionaron cinco rocas de la cara Oeste y cinco rocas de la cara Este (Fig. 3), en cada roca se trazó una línea del suelo como base a 80

cm hacia arriba, luego se consideró un transecto de 50 cm en donde se registraron las especies de líquenes, similar a la metodología aplicada por Huamaní & Ramírez (2021). Adicionalmente, se evaluó el tamaño y número de individuos de *Caloplaca* sp. para ambas caras.



**Figura 3.** Puntos de evaluación de líquenes.

En gabinete se usó el programa EstimateS para calcular el número de especies, se analizaron las variables S Mean (runs) y Chao 2 Mean con el fin de tener el porcentaje de especies en referencia las rocas evaluadas. Así mismo, se usó el programa PAST para hallar la diversidad y la similaridad entre las caras de las rocas, se analizaron los índices Jaccard y Morisita.

### Índice Jaccard

Mide el grado de similitud entre dos conjuntos, Este índice se basa en la relación de presencia- ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas (o comunidades) y en el número total de especies (Kent & Coker 1992).

### Índice de Morisita-Horn

Un análisis de este tipo tiene como objetivo ver si las dos caras del cerro son similares o diferentes, es decir, que mientras más alto sea el índice, más parecido o más semejantes son las muestras o las rocas evaluadas, va de 0 a 1,

0 representa que no tiene ninguna especie en común y 1 es que son exactamente las mismas especies o abundancias de los dos sitios. Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante; mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, cada uno de un sitio o grupo diferente sean de la misma especie. Para cualquier par de grupos el valor se encuentra entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a uno los más similares; estos valores dependen del número de especies comunes y de la abundancia relativa de éstas. (Magurran 1988, Baev & Penev 1995).

## Resultados

En la cara Oeste se contaron 13 especies *Arthonia* sp. 1 cf., *Arthonia* sp. 2. cf., *Buellia* sp. 1, *Buellia* sp. 2, *Buellia* sp. 3 cf., *Caloplaca* sp., *Chrysothrix* sp., *Lecanora* sp. cf, *Punctelia* sp., *Ramalina* sp., Ascomycota 2, Ascomycota 3 y Ascomycota 4, mientras que en la cara Este se contaron 11 especies *Buellia* sp. 1, *Buellia* sp. 2, *Buellia* sp. 4 cf., *Caloplaca* sp., *Lepraria* sp., *Leprocaulon* sp., *Parmotrema* sp., *Xanthoparmelia* sp., Ascomycota 1, Ascomycota 2 y Ascomycota 5; las especies comunes de ambas caras fueron cinco *Buellia* sp. 1, *Buellia* sp. 2, *Caloplaca* sp., Ascomycota 2 y Ascomycota 4 (Tabla 1).

Las especies exclusivas de la cara Oeste fueron ocho *Arthonia* sp. 1 cf., *Arthonia* sp. 2. cf, *Buellia* sp. 3 cf., *Chrysothrix* sp., *Lecanora* sp. cf., *Punctelia* sp., *Ramalina* sp. y Ascomycota 3, y las especies exclusivas de la cara Este fueron 6 *Buellia* sp. 4 cf., *Lepraria* sp., *Leprocaulon* sp., *Parmotrema* sp., *Xanthoparmelia* sp. y Ascomycota 1 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de líquenes representados por roca evaluada

Especies \ Roca	Cara Oeste del cerro					Cara Este del cerro				
	Roca 1	Roca 2	Roca 3	Roca 4	Roca 5	Roca 6	Roca 7	Roca 8	Roca 9	Roca 10
<i>Arthonia</i> sp. 1 cf.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Arthonia</i> sp. 2.cf.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Buellia</i> sp. 1	0	3	0	0	0	0	0	0	11	0
<i>Buellia</i> sp. 2	0	8	4	0	0	0	0	0	3	0

Especies \ Roca	Cara Oeste del cerro					Cara Este del cerro				
	Roca 1	Roca 2	Roca 3	Roca 4	Roca 5	Roca 6	Roca 7	Roca 8	Roca 9	Roca 10
<i>Buellia</i> sp. 3 cf.	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Buellia</i> sp. 4 cf.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Caloplaca</i> sp.	3	6	4	6	4	4	7	2	2	4
<i>Chrysothrix</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lecanora</i> sp. cf.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepraria</i> sp.	0	0	0	0	0	5	0	0	7	0
<i>Leprocaulon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Parmotrema</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1
<i>Punctelia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ramalina</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Xanthoparmelia</i> sp.	0	0	0	0	0	4	0	1	0	6
Ascomycota 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ascomycota 2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	5
Ascomycota 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ascomycota 4	0	0	1	8	5	1	0	0	0	0

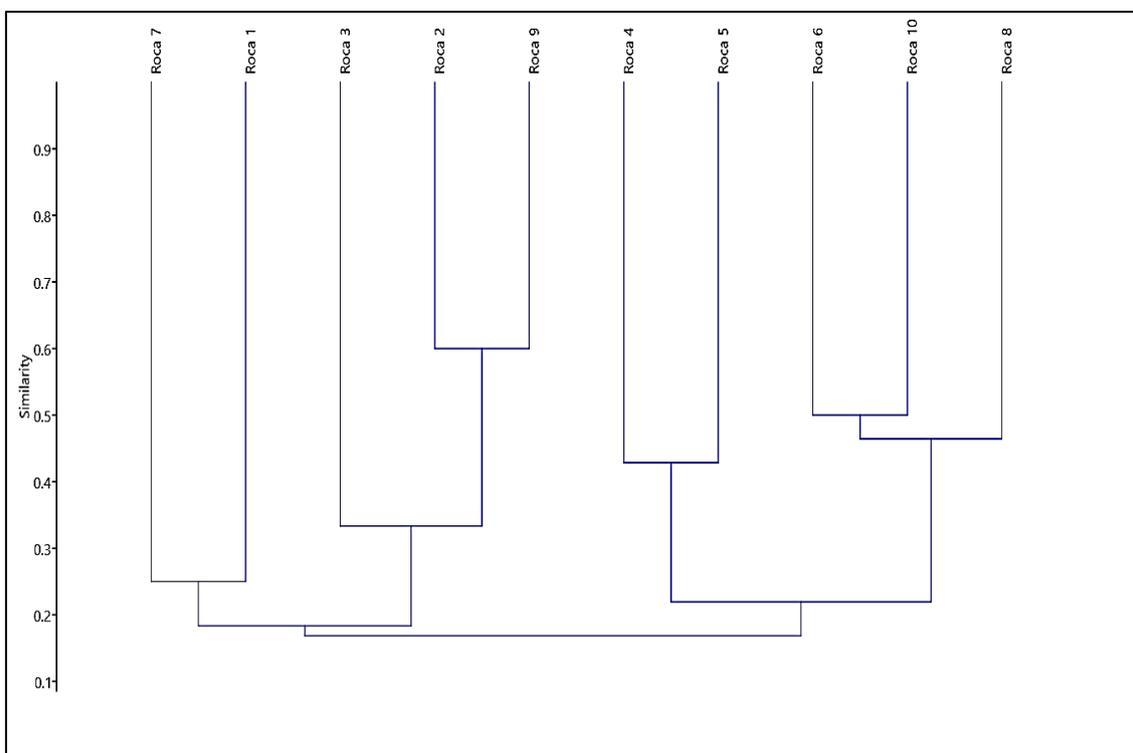
El número de especies en ambas caras fue de 19 especies *Arthonia* sp. 1 cf., *Arthonia* sp. 2. cf., *Buellia* sp. 1, *Buellia* sp. 2, *Buellia* sp. 3 cf., *Caloplaca* sp., *Chrysothrix* sp., *Lecanora* sp. cf., *Lepraria* sp., *Leprocaulon* sp., *Leprocaulon* sp., *Parmotrema* sp., *Punctelia* sp., *Ramalina* sp., *Xanthoparmelia* sp., Ascomycota 1, Ascomycota 2, Ascomycota 3 y Ascomycota 4 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Especies de líquenes presentes en ambas caras del cerro

Especies \ Rocas	Cara Oeste del cerro	Cara Este del cerro
<i>Arthonia</i> sp. 1 cf.	x	
<i>Arthonia</i> sp. 2. cf.	x	
<i>Buellia</i> sp. 1	x	x
<i>Buellia</i> sp. 2	x	x
<i>Buellia</i> sp. 3 cf.	x	
<i>Buellia</i> sp. 4 cf.		x
<i>Caloplaca</i> sp.	x	x
<i>Chrysothrix</i> sp.	x	
<i>Lecanora</i> sp. cf.	x	
<i>Lepraria</i> sp.		x
<i>Leprocaulon</i> sp.		x
<i>Parmotrema</i> sp.		x
<i>Punctelia</i> sp.	x	
<i>Ramalina</i> sp.	x	
<i>Xanthoparmelia</i> sp.		x

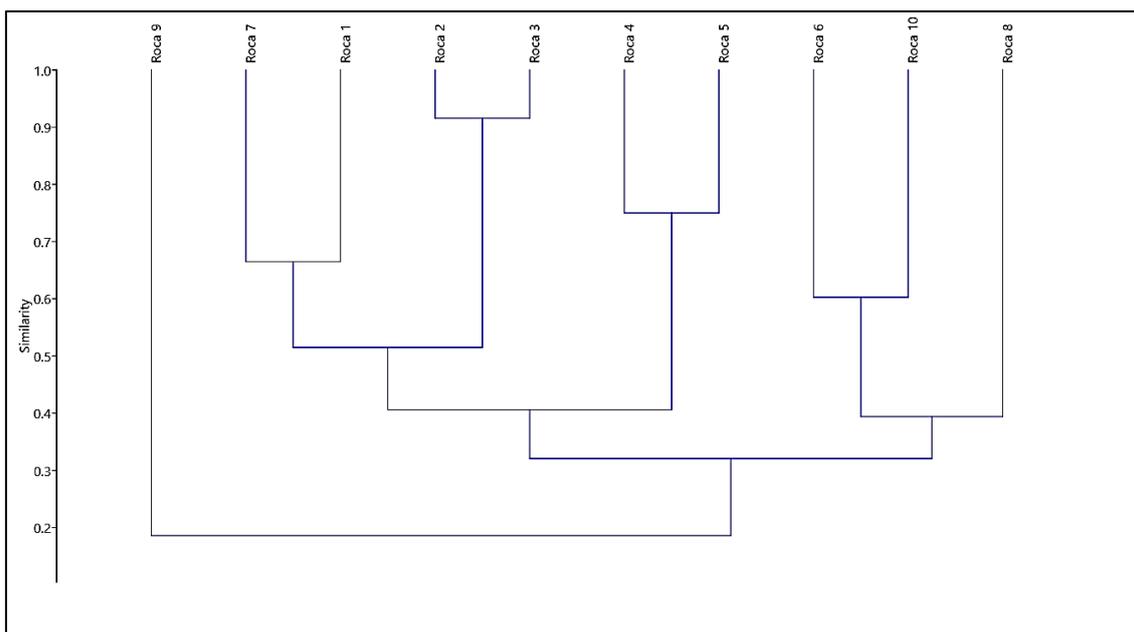
Especies \ Rocas	Cara Oeste del cerro	Cara Este del cerro
Ascomycota 1		X
Ascomycota 2	X	X
Ascomycota 3	X	
Ascomycota 4	X	X

Los datos analizados con Jaccard muestran una diferencia representada en dos grupos, así, tenemos que la roca 2 y 9 son más similares en cuanto a presencia de especies que va de 0.6 a 1 sus abundancias sean diferentes y las menos similares son las rocas 1 y 7 que va de 0,2 a 1 aunque, los grupos conformados por similitud son en el primer grupo rocas 1, 2, 3, 7 y 9; mientras que en el segundo grupo están las rocas 4, 5, 6, 8 y 10 (Fig. 4).



**Figura 4.** Análisis de Jaccard

Los datos analizados con Morosita muestran cierta diferencia entre la cara Oeste y Este, no teniendo similitud marcada, asimismo, la roca 9 muestra que tiene mayor disimilitud va desde 0.2 a 1 en comparación con las demás rocas, mientras que las rocas 2 y 3 van de 0.9 a 1, esto quiere decir que son más similares, por otro lado, las rocas 1 y 7 son las únicas rocas de las caras opuestas del cerro que guardan similitud que va de 0.7 a 1 (Fig. 5).



**Figura 5.** Análisis de Morisita

El líquen *Caloplaca* sp. se propone como especie clave para la indicación de los cambios con referencia a las variables climáticas, puesto que en ambas caras del cerro contienen a esta especie (Tabla 2). Se registraron 23 individuos para la cara Oeste y 19 individuos para la cara Este, teniendo un total de 42 individuos evaluados. Se puede apreciar que la cara del cerro que recibe influencia directa de los vientos húmedos presenta mayor número de individuos (Tabla 3).

**Tabla 3.** Tamaño y número de *Caloplaca* sp. por roca evaluada

Roca evaluada	N° de individuos	Tamaño <i>Caloplaca</i> sp. (Cm)						
		1,1	0,1	0,6				
Roca 1	3	1,1	0,1	0,6				
Roca 2	6	4,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
Roca 3	4	7,0	0,5	0,1	0,6			
Roca 4	6	0,3	0,6	2,0	2,5	1,5	0,7	
Roca 5	4	1,0	2,0	0,6	1,5			
Total de individuos de la cara Oeste	23 individuos							
Roca 6	4	0,8	0,4	0,6	0,8			
Roca 7	7	0,3	0,7	1,0	0,5	0,4	0,3	2,0
Roca 8	2	2,0	2,2					
Roca 9	2	1,0	0,4					
Roca 10	4	1,0	1,0	1,0	0,6			
Total de individuos de la	19 individuos							

Roca evaluada	N° de individuos	Tamaño <i>Caloplaca</i> sp. (Cm)
cara Este		
Total de individuos de ambas caras		42 individuos

Los rangos de tamaño de *Caloplaca* sp. seleccionadas fueron tres 1) de 0 a 0,1 cm; 2) mayor de 0,1 a 1 cm; y 3) mayor a 1 cm. En la cara Oeste hubo cuatro individuos del rango 1, 6 individuos del rango 2 y 13 individuos del rango 3; mientras que para la cara Este ningún individuo del rango 1, 16 individuos del rango 2 y 5 individuos del rango 3. De acuerdo con estos datos podemos decir que la especie *Caloplaca* sp. en la cara Oeste del cerro es más dinámica en cuanto tasa de crecimiento y distribución; que al contrario de la cara Este mantiene una dinámica más lenta en cuanto a tasa de crecimiento y distribución (Tabla 4).

**Tabla 4.** Rango de tamaño de *Caloplaca* sp. por roca evaluada

Rango de tamaño <i>Caloplaca</i> sp.	Roca 1	Roca 2	Roca 3	Roca 4	Roca 5	Total	Roca 6	Roca 7	Roca 8	Roca 9	Roca 10	Total
De 0 a 0,1 cm	1	0	3	0	0	<b>4</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
> 0.1 a 1,0 cm	1	0	0	3	2	<b>6</b>	4	6	0	2	4	<b>16</b>
> a 1,0 cm	1	6	1	3	2	<b>13</b>	0	1	2	0	0	<b>5</b>

## Discusión y conclusiones

El ecosistema estudiado tiene un clima estacional, lo cual puede influir en la distribución de las especies de líquenes con relación a las variables de temperatura y precipitación.

Los líquenes evaluados permanecen colonizando de acuerdo con la dinámica climática, se observaron que las rocas que tienen formas erosionadas por la acción del viento permanecen con mayor distribución del liquen *caloplaca* sp., debido a su forma de reproducción fragmentada y biotio crustáceo.

Es necesario mayor evaluación y seguimiento a la especie seleccionada *Caloplaca* sp. como indicador de los cambios estacionales del clima.

Conocer la tasa de crecimiento y rango de distribución de la *Caloplaca* sp. permitirá conocer los cambios en la dinámica del clima y ser un indicador representativo de los efectos del cambio climático.

### **Agradecimientos**

Agradecimientos: Se agradece a la Asociación de Proyectos Ecológicos Perú por formar parte de este estudio. Asimismo, se agradece al personal del SERNANP a cargo de la Reserva Nacional de Lachay, por la facilidad brindada durante la toma y recolección de muestras.

### **Literatura citada**

- Baev P, Penev L. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.
- Cardona O, Van Aalst M, Birkmann J, Fordham M, Mc Gregor G, Rosa P, ... & Thomalla F. 2012. Determinants of risk: exposure and vulnerability. In *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 65-108). Cambridge University Press.
- Claros D. 2010. Gestión del Agua y Biodiversidad en la Reserva Nacional De Lachay. <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/01/Gesti%C3%B3n-del-Agua-y-Biodiversidad-en-la-Reserva-Nacional-De-Lachay.docx.pdf>
- Christopher J. 2019. *Climate Change, Bioclimatic Models and the Risk to Lichen Diversity*, Royal Botanic Garden Edinburgh, 20A Inverleith Row, Edinburgh, EH3 5LR, UK; [c.ellis@rbge.org.uk](mailto:c.ellis@rbge.org.uk)
- El Peruano. 2013. Decreto Supremo N° 009-2013-MINAGRI, numeral 11 del Anexo 2 de la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Definición establecida, sobre Ecosistemas frágiles.

Ecosistemas frágiles Definición establecida en el numeral 11 del Anexo 2 de la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, aprobada por Decreto Supremo N° 009-2013-MINAGRI.

Ellis C. 2013. A risk-based model of climate change threat: Hazard, exposure, and vulnerability in the ecology of lichen epiphytes. *Botany* 91:1–11. A risk-based model of climate change threat: hazard, exposure, and vulnerability in the ecology of lichen epiphytes (cdnsiencepub.com)

Global Biodiversity Information Facility GBIF. 2022. Gbif.org.[https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon\\_key=2599921](https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=2599921)

Hawksworth D, Iturriaga T, Crespo A. 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medioambientales en los trópicos. *Rev Iberoam Micol.*

Huamaní S, Ramírez A. 2021. Propuesta de estándar biótico liquénico para evaluar la calidad del aire en la ciudad de Lima, Perú. *Trabajos científicos del V congreso Nacional de liquenología del Perú.*

Kent M, Coker P. 1992. *Vegetation Description and Analysis, A Practical Approach.* Belhaven Press, London.

Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement.* Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Paniagua L. 2017. Condiciones micro climáticas en las lomas costeras y riesgos a la salud de los pobladores en lima metropolitana. <https://docplayer.es/79359072-Condicioness-microclimaticas-en-las-lomas-costeras-y-riesgos-a-la-salud-de-los-pobladores-en-lima-metropolitana.html>

## PROYECTO BIOINDICADORES PERÚ

María Eugenia Huamán<sup>1</sup>, Alicia Cuba Villena<sup>2</sup> y Ángel Manuel Ramírez  
Ordaya<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional del Centro del Perú (egresada)

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico de María Huamán: [Marie1991th@gmail.com](mailto:Marie1991th@gmail.com)

Correo electrónico de Alicia Cuba: [alicia.cuba.villena@gmail.com](mailto:alicia.cuba.villena@gmail.com)

Correo electrónico de Ángel Ramírez: [líquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:líquenes_peru@yahoo.com)

### Resumen

El Perú cuenta con varios estudios de líquenes como bioindicadores, pero no existe un monitoreo continuo de la calidad de aire mediante la presencia de estos organismos, porque no hay legislación vigente en referencia al uso de líquenes como bioindicadores. En ese sentido se apertura el Proyecto Bioindicadores Perú, con la finalidad de estandarizar metodologías del uso de líquenes como bioindicadores y tener estándares de calidad del aire con líquenes (ECAL); además, da a conocer los estudios en el país, sus objetivos, las ventajas, los ítems a evaluar, la web en donde se colocará los resultados, las personas que pueden participar y las que pueden decidir sobre el ECAL.

**Palabras clave:** Perú, monitoreo, calidad del aire, líquenes, bioindicadores, ECAL.

### Abstract

Peru has several studies with lichens as bioindicators, but there is no continuous monitoring of air quality yet, through the presence of these organisms, because there is no current legislation in reference to the use of lichens as bioindicators. In this sense, the Peru Bioindicators Project was opened, with the purpose of standardizing methodologies for the use of lichens

as bioindicators and having air quality standards with lichens (ECAL). In addition, the project makes known the studies in the country, its objectives, the advantages, the items to be evaluated, the website where the results will be posted, the people who can participate and those who can decide on the ECAL.

**Keywords:** Peru, monitoring, quality of air, lichens, bioindicators, ECAL.

## **Introducción**

Los líquenes son organismos bioindicadores del aire porque no toman nutrientes del aire, carecen de raíces, son inmóviles, no tiene cutícula, tienen amplia distribución y son longevos (El Mundo de los líquenes 2018).

En el país no existe un monitoreo continuo de la calidad de aire mediante la presencia de líquenes, debido a una escasa información del uso de ellos como bioindicadores en Perú, la falta de estandarización de las metodologías, ausencia de institucionalización del monitoreo de los líquenes como bioindicadores, carencia de articulación de los resultados de uso de los líquenes como bioindicadores en Perú, existencia de trabajos de investigación con resultados que no permite la comparación de la metodologías y determinación de especies inadecuada e incorrecta.

Las desventajas de los líquenes como bioindicadores son la falta de información, inexistencia de legislación vigente en referencia al uso de líquenes como bioindicadores, ausencia de una institucionalización del uso de bioindicadores por los entes competentes a nivel nacional, regional y local (lineamientos; aprovechamiento sostenibles de la biodiversidad, adecuación de la institucionalidad ambiental), insuficiencia de presupuesto a nivel de instituciones públicas o universidades y falta de fortalecimiento de alianzas estratégicas con los organismos e instituciones vinculantes en investigación de bioindicadores en el Perú.

En tal sentido se apertura el Proyecto Bioindicadores Perú, con la finalidad de dar a conocer los estudios de bioindicadores en el país, describir los objetivos del proyecto, las desventajas de los bioindicadores y pautas para

hacer sostenible el monitoreo biótico a través de los años; esto permitirá estandarizar metodologías del uso de líquenes como bioindicadores y tener estándares de calidad del aire con líquenes.

## **Materiales y métodos**

Los estudios de líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en el país considerados para elaborar un mapa son los de López en Lima (2003), Rivas Plata en Junín (2006), Cuba & Villacorta en Cusco (2008), Castillo en Áncash (2011), Vargas en Piura (2013), Quispe et al. en Huánuco (2013), Ramírez et al. en Lima (2013), Torres en Huánuco (2014), Delgado en Huánuco (2015), Huamán en Junín (2016), Ambrosio & Bringas en Cajamarca (2017), Guevara en Huánuco (2017), Taipe en Áncash (2017), Valdivia & Ramírez en Áncash (2018); Ferry en Lima (2018), Calderón en Lima (2019), Cutipa en Tacna (2019), Torres en Amazonas (2019), Palomino en Moquegua (2020), Arroyo en Áncash (2022), Huamani & Ramírez en Lima (2021), Castro & Ramírez en Abancay (2022) y Cárdenas & Ramírez en Lima (2022).

## **Resultados**

En el Perú existen 23 estudios de líquenes como bioindicadores ubicados en 12 departamentos; la región con la mayor cantidad de estudios es Lima con seis, seguido por Áncash y Huánuco cada uno con cuatro estudios (Fig. 1).

Los objetivos del Proyecto Bioindicadores Perú son: 1) describir las metodologías y avances respecto al uso de líquenes como bioindicadores, 2) estandarizar metodologías del uso de líquenes como bioindicadores, 3) establecer la línea base en Perú respecto al uso de líquenes como bioindicadores, 4) difundir las diferentes metodologías y avances en Perú respecto al uso de líquenes como bioindicadores y 5) biomonitorizar líquenes como bioindicadores.



**Figura 1.** Ubicación y número de estudios de líquenes por departamentos.

Las ventajas del proyecto son compartir información relevante acerca de la medición de la calidad de aire con bioindicadores (líquenes), describir las metodologías y avances respecto al uso de líquenes como bioindicadores, estandarizar las metodologías del uso de líquenes como bioindicadores,

establecer de la línea base en Perú respecto al uso de líquenes como bioindicadores y biomonitorizar organismos (líquenes) en el Perú.

Los resultados del biomonitoreo podrán ser trimestralmente, semestralmente o cada año y serán puestos en la web: [www.liquenesperu.com/proyectos-bioindicadores-peru](http://www.liquenesperu.com/proyectos-bioindicadores-peru).

Los parámetros de los bioindicadores serán datos cualitativos (especies de líquenes), datos cuantitativos (número de individuos), diversidad (Shannon Wiener), Índice de Pureza Atmosférico y Mapa de Isocontaminación.

Las personas que pueden pertenecer al proyecto son las que tengan interés en ciencia y que tengan disposición para estudiar el tema, tesis que han hecho su tesis o artículos en bioindicadores de la calidad del aire, instituciones de educación superior, institutos tecnológicos y empresas, que deseen realizar convenios o subvencionar las investigaciones.

Las personas que decidirán, sobre el estándar de calidad del aire serán las que han hecho su tesis o artículos en bioindicadores de la calidad del aire y que participan en el Proyecto de bioindicadores.

### **Literatura citada**

Ambrosio M, Bringas B. 2017. Evaluación de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de Cajamarca en el año 2017. Tesis (Cajamarca, Perú): Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Arroyo J. 2022. Los líquenes como bioindicadores de presencia de metales pesados en ecosistemas de montaña: experiencia en la Cordillera Blanca, Áncash-Perú. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Agraria La Molina.

Castillo F. 2011. Uso de líquenes como bioindicadores de presencia de metales pesados en zona de Pasivos Ambientales Mineros en Abandono. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Calderón A. 2019. Liqueen *Roccella gracilis* Bory como bioindicador de la calidad del aire en el parque Campo Marte, Jesús María, Lima. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Cardenas Y, Ramirez A. 2022. Líquenes como indicadores de la variabilidad climática en el ecosistema de loma - Reserva Nacional de Lachay, Lima – Perú. Libro de resúmenes del XV Congreso del Grupo Latinoamericano de Liquenología. Argentina.
- Castro D, Ramirez A. 2002. Líquenes como Biondicadores de la calidad de aire en tres parques de la ciudad de Abancay - Perú 2022. Libro de resúmenes del XV Congreso del Grupo Latinoamericano de Liquenología. Argentina.
- Cuba A, Villacorta R. 2008. Líquenes epífitos como indicadores de la contaminación atmosférica en la baja tropósfera del Centro Histórico del Cusco. Tesis (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Delgado L. 2015. Calidad del aire en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante líquenes como bioindicadores. Práctica preprofesional (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- El mundo de los líquenes. 2018. [www.facebook.com/liquenesperu](https://www.facebook.com/liquenesperu)  
<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.458924850977853&type=3>.
- Ferry G. 2018. Calidad del aire mediante la liquenobiota saxícola en la zona arqueológica de Teatino de la Reserva Nacional de Lachay, Huacho-Lima Perú. Tesis (Iquitos, Perú): Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Guevara W. 2017. Líquenes epífitos como bioindicadores de las alteraciones antropogénicas en el Parque Nacional Tingo María. Tesis (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Huamán M. 2016. Diversidad de líquenes cortícolas y calidad del aire en el distrito de Huancayo. Junín (Perú). Tesis para optar el grado de Ingeniería

Forestal y Ambiental. Tesis (Junín, Perú): Universidad Nacional del Centro del Perú.

Huamani S, Ramírez A. 2022. Propuesta de Estándar biótico liquénico para evaluar la calidad del aire en la ciudad de Lima, Perú. Trabajos científicos del V Congreso Nacional de Liquenología del Perú. 5: 31-38.

López M. 2003. Biomonitorio de contaminación atmosférica de metales pesados en Las Lomas de Amancaes. Tesis para Licenciatura. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Federico Villareal.

Palomino R. 2020. Evaluación de la calidad del aire mediante líquenes como bioindicadores ambientales en la ciudad de Ilo. Tesis (Moguegua, Perú): Universidad Privada de Tacna.

Quispe K, Ñique M, Chuquillin E. 2013. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú. Investigación y Amazonía 3(2):99-104.

Ramírez A, Márquez G, Cano A, Valle E. 2013. Línea de base biológica para monitorear la calidad del aire en el Parque El Olivar (San Isidro Lima), XXII reunión Científica ICBAR.

Rivas Plata E. 2006. Uso de líquenes como bioindicadores de presencia de metales pesados en áreas cercanas a empresas mineras en altura de Perú. Tesis para optar el grado de Magister. Tesis (Lima, Perú). Universidad Nacional de Ingeniería.

Taípe L. 2017. Influencia del relieve y el clima en la dispersión de partículas de las emisiones industriales pesqueras Coishco, Áncash, Perú. Tesis (Lima, Perú). Universidad Cesar Vallejo.

Torres L. 2014. Determinación de la calidad del aire mediante el uso de líquenes como bioindicadores de contaminación por dióxido de azufre desde un punto de emisión de Olpasa S.A. Tesis (Huánuco, Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Torres M. 2019. Líquenes: los bioindicadores de la calidad del aire. Tesis (Amazonas, Perú): Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Valdivia D, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como Bioindicadores de la contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. *The Biologist* 6:77–95. DOI: <http://dx.doi.org/10.24039/rtb2018161223>
- Vargas A. 2013. Calidad atmosférica del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona sur) mediante el uso de líquenes epífitos. Tesis (Piura, Perú) Universidad Nacional de Piura.
- Villamar O. 2018. Evaluación de la Calidad del Aire mediante el Índice de Pureza Ambiental y el análisis de metales pesados en el Liqueen *Xanthoparmelia* sp. (Vain) Hale en la ciudad de Puno. Tesis (Puno, Perú). Universidad Nacional del Altiplano.



ISBN: 978-612-47537-5-6

