



# TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL V CONGRESO NACIONAL DE LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ

*Líquenes en montañas y nevados*



**TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL  
V CONGRESO NACIONAL DE  
LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ**  
Líquenes en montañas y nevados



**Lima, Perú  
2021**

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



ASOCIACIÓN PROYECTOS ECOLÓGICOS PERÚ  
R.U.C. 20602150730

**TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL V CONGRESO NACIONAL DE  
LIQUENOLOGÍA DEL PERÚ "Líquenes en Montañas y Nevados"**

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 2021

ISBN N° 978-612-47537-4-9

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

Copyright© Asociación Proyectos Ecológicos Perú. Todos los derechos reservados

## **PREFACIO**

Los líquenes son simbioses, se forman entre micobiontes (hongos microscópicos) y fotobiontes (algas verdes microscópicas o con cianobacterias, inclusive con algas pardas); son importantes por ser formadores de suelo, pioneros en la sucesión ecológica, bioindicadores ambientales, poseen propiedades alimenticias, medicinales antifúngicas y tintóreas; y sirven de hábitat para invertebrados terrestres.

Estos simbioses tienen amplia distribución, se les puede encontrar desde el nivel del mar hasta las grandes montañas, desde la línea ecuatorial a los polos, y en ambientes desérticos hasta lluviosos; 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.

Dado que estos organismos son bioindicadores ambientales y se encuentran en las montañas, es necesario conocer la liquenobiota de estos ecosistemas y darle una aplicación para el bienestar del planeta y su biota. En ese sentido se realiza el V Congreso Nacional de Liquenología de Perú: líquenes en montañas y nevados.

Los estudios y reflexiones que se han realizado en las actividades del V Congreso Nacional de Liquenología del Perú (23 y 24 de julio del 2021) 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
COMITÉ DE APOYO .....	6
AUTORES, COAUTORES E INSTITUCIONES .....	7
LÍQUENES EN MONTAÑAS Y NEVADOS EN PERÚ .....	10
CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LÍQUENES EN MONTAÑAS Y NEVADOS.....	17
LÍQUENOBIOTA COMO INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN AMBIENTAL REGIONAL Y NACIONAL.....	24
PROPUESTA DE ESTÁNDAR BIÓTICO LIQUÉNICO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE LIMA, PERÚ .....	31
DINÁMICA DE CALIDAD ATMOSFÉRICA EN LA CUENCA DEL RÍO COMBEIMA (COLOMBIA) Y SU RELACIÓN CON LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS.....	39
LÍQUENES CORTICÍCOLAS EN LA QUEBRADA DE PLANCHA, ISLA, COMAS, JUNÍN, PERÚ.....	50
LIQUENOBIOTA DEL PARQUE EDUCATIVO MUNDO MARINO, BUENOS AIRES, ARGENTINA .....	59
STANDING DEADWOOD TREES AS IMPORTANT HOSTS FOR LICHEN DIVERSITY IN HIGH ANDEAN <i>POLYLEPIS</i> FORESTS.....	66
DIVERSIDAD LIQUÉNICA DE DOS ÁREAS PROTEGIDAS DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE.....	72
<i>XANTHOPARMELIA</i> S.STR. (ASCOMYCOTA: PARMELIACEAE) EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES; DISTRIBUCIÓN EN ARGENTINA Y PERÚ, DISTRIBUCIÓN, FACTORES FÍSICOS, CLIMÁTICOS Y MORFOLÓGICOS.....	81
TARDIGRADA EN LÍQUENES: UN LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES EN MONTAÑAS	83
TAXONOMÍA Y LIQUENOGEOGRAFÍA DEL GÉNERO <i>CLADONIA</i> EN EL PERÚ.....	102
LIQUENOBIOTA DE MARCAHUASI, LIMA, PERÚ.....	124
LIQUENOBIOTA DEL NEVADO DE HUAYTAPALLANA, JUNÍN, PERÚ .....	129
LIQUENOBIOTA DEL VOLCÁN MISTI, AREQUIPA, PERÚ.....	136
ECOLOGÍA DE LA LIQUENOBIOTA DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHU PICCHU, CUSCO, PERÚ .....	141

## **INSTITUCIÓN ORGANIZADORA**

ASOCIACIÓN PROYECTOS ECOLÓGICOS PERÚ (APEP)

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

DAYANNA CAROLIMA RAMOS MÉNDEZ (APEP)

JANETH ALEXANDRA ZEGARRA AGUINAGA (APEP)

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

ÁNGEL MANUEL RAMÍREZ ORDAYA (APEP)

JANO NÚÑEZ ZAPATA (APEP)

ALICIA CUBA VILLENA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

GRACE DE HARO  
M.A. EN RIESGOS AMBIENTALES  
PROFESORA DE LENGUA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE, BARILOCHE, ARGENTINA

## **COMITÉ DE APOYO**

ROMINA PAMELLA SOLIER QUISPE (APEP)

## **AUTORES, COAUTORES E INSTITUCIONES**

Allcahuaman Huauya, Luis Alberto.....	83
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Calvelo, Susana.....	81
Doctora	
Ex Profesor Universidad Nacional del Comahue, Bariloche- Argentina	
Cuba Villena, Alicia.....	24
Doctora	
Universidad Tecnológica de los Andes (UTEA), Perú	
Chupan Minaya, Miriam Estefani.....	50
Ingeniera forestal y ambiental	
Egresada de la Universidad Nacional de Centro del Perú	
Diaz Puente de la Vega de Sylvester, Mitsy.....	66
Licenciada en biología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco	
1 Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zurich, Switzerland	
2 Universidad Nacional del San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.	
Huamani Atayupanqui, Silvia .....	31
1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
2 Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Perú	
Ignacio, Errázuriz.....	72
Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca	
Masias Álvarez, Pablo Jorge.....	136
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico	
Michael, Kessler.....	66
PhD, Georg-August-University, Göttingen.	
Curator of the botanical garden	
Department of Systematic and Evolutionary Botany and Botanical Garden	

Moreno Palacios, Miguel.....	66
Biólogo, M.Sc, Doctorando en Ciencias Biológicas - Universidad de los Andes, Colombia	
Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia	
Muñoz Muñoz, Camila Paz.....	72
Ingeniera en biotecnología	
Laboratorio de Genómica y Biotecnología Aplicada, Universidad Católica De La Santísima Concepción	
Pereira, Iris.....	72
Doctora	
Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca	
Ramírez Ordaya, Ángel.....	10, 17, 31, 59, 83, 102, 124, 129, 136, 141
Biólogo, Doctorando en Ciencias Biológicas - Universidad Nacional Mayor de San Marcos	
Asociación Proyectos Ecológicos Perú	
Sipman, Harrie J.M.....	66
PhD, Utrecht State University, Utrecht, The Netherlands	
Associated Scientist	
Honorary curator for Bryophytes, Fungi and Lichens.	
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin, Deutschland	
Sylvester, Steven P.....	66
PhD, University of Zurich, Switzerland	
1 Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zurich, Switzerland	
2 College of Biology and Environment, Nanjing Forestry University, China	
Torres Benítez, Alfredo.....	39
Biólogo, M.Sc, Doctorando en Ciencias Médicas - Universidad Austral de Chile, Chile	
Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia	
Traverso, Vanesa Beatriz.....	59
Bióloga	
Fundación Mundo Marino	



# **TRABAJOS CIENTÍFICOS**

# LÍQUENES EN MONTAÑAS Y NEVADOS EN PERÚ

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

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

## Resumen

La liquenobiota que está en las montañas y nevados esta a grandes altitudes y está más expuesta a la radiación solar, puede servir como bioindicadores ambientales. El trabajo presenta un listado preliminar de 98 especies de los líquenes en montañas y nevados, la cual ha sido elaborada en base a información bibliográfica, consultas a páginas web y salidas de campo realizadas a ese ecosistema.

**Palabras clave:** bioindicadores, cambio climático, *Rhizocarpon*, simbiote.

## Abstract

The lichen biota that is in the mountains and snowy peaks at high altitudes and is more exposed to solar radiation, can serve as environmental bioindicators. This work presents a preliminary list of 98 species of lichens found in mountains and snow-capped peaks, based on bibliographic information, consultations with web pages and field trips made to that ecosystem.

**Keywords:** bioindicators, climate change, *Rhizocarpon*, symbiote.

## Introducción

La liquenobiota que está en las montañas y nevados, esta a grandes altitudes y recibe alta radiación ultravioleta, por lo cual puede servir como bioindicadores de cambio climático, retroceso glaciar, de variación de radiación ultravioleta, de calidad del aire y suelo.

En el Perú existen numerosas montañas y nevados, en los cuales hay estudios de la liquenobiota en las montañas de la Cordillera Negra (Ramírez &

Cano 2005, Valdivia & Ramírez 2018), Nevado Pastoruri (Ramírez & Valencia 2020) Nevado Salcantay (Herrera 1941), pero faltan más lugares por estudiar.

El objetivo del presente trabajo es presentar un primer listado de los líquenes que habitan en las montañas y nevados. Esto permitirá incrementar la lista y realizar estudios ecológicos.

## **Materiales y métodos**

El trabajo pudo ser realizado mediante la revisión de la siguiente literatura: Herrera (1941), Soukup (1965), Crespo & Sancho (1982), Elix & Nash (1992), Ramírez & Cano (2005), Knudsen et al. (2011), Ramos et al. (2013), Hestmark (2016), Rodríguez et al. (2017), Valdivia & Ramírez (2018) y Ramírez & Valencia (2020); consultas en las páginas web: [www.gbif.org](http://www.gbif.org) y [www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru](http://www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru); y salidas de campo.

## **Resultados**

La primera lista de líquenes de montaña y nevados en Perú está conformada por 98 especies; la cual se presenta a continuación.

1. *Acarospora altondina* H. Magn (Valdivia & Ramírez 2018)
2. *Acarospora boliviana* H. Magn (Valdivia & Ramírez 2018)
3. *Acarospora* cf. *lorentzii* (Müll. Arg.) Hue (Ramos et al. 2013)
4. *Acarospora rhabarbarina* Hue (Ramos et al. 2013)
5. *Acarospora rouxii* K. Knudsen, Elix & Reeb (Knudsen et al. 2011)
6. *Acarospora schleicheri* (Ach.) Mass (Ramírez & Cano 2005)
7. *Alectoria ochroleuca* (Ach.) Nyl. (Soukup 1965)
8. *Aspicilia* cf. *candida* (Anzi) Hue (Ramírez & Niels 2020)
9. *Baeomyces imbricatus* Hooker. (Herrera 1941)
10. *Buellia pullata* Tuck. (Ramírez & Cano 2005)
11. *Buellia punctata* (Hoffm.) Massal. (Ramírez & Cano 2005)
12. *Caloplaca brebissonii* (Fée) Hafellner & Poelt ([www.gbif.org](http://www.gbif.org))

13. *Caloplaca* sp. (Ramírez & Cano 2005)
14. *Candelaria fibrosa* (Dickson) Arnold (Ramírez & Cano 2005)
15. *Candelariella solediosa* Poelt & Redali (Mitsy Díaz Puente de la Vega) ([www.gbif.org](http://www.gbif.org))
16. *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Mull. Arg (Valdivia & Ramírez 2018)
17. *Candelina submexicana* (B.de Lesd.) Poelt (V. Quipuscoa et al.) ([www.gbif.org](http://www.gbif.org))
18. *Chrysothrix candellaris* (L.) J. R. Laundon (Ramos et al. 2013)
19. *Cladonia chlorophaea* (Florke ex Somm.) Spreng (Ramírez & Cano 2005)
20. *Dictyonema glabratum* (Spreng.) D. Hawksw. (Ramírez & Cano 2005)
21. *Dictyonema ircipium* Mont. (Ramírez & Cano 2005)
22. *Diploschistes cinereocaesius* (Sw.) Vain. (Valdivia & Ramírez 2018)
23. *Everniastrum billingsii* (W.L. Culb. & C.F. Culb.) (Valdivia & Ramírez 2018)
24. *Everniastrum* cf. *lipidiferum* (Hale & M. Wirth) Hale ex Sipman (Ramos et al. 2013)
25. *Everniopsis trulla* (Ach.) Nyl. (Ramírez & Cano 2005)
26. *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale (Ramos et al. 2013)
27. *Flavoparmelia scabrosina* Elix & J. Johnst (Ramírez & Cano 2005)
28. *Flavopunctelia flaventior* (Stirton) Hale (Valdivia & Ramírez 2018)
29. *Heterodermia casarettiana* Trevis. (Valdivia & Ramírez 2018)
30. *Heterodermia podocarpa* (Bél.) Awasthi (Ramírez & Cano 2005)
31. *Hypotrachyna flavida* (Zahlbr.) Hale (Ramos et al. 2013)
32. *Lecanora albescens* (Hoffm.) Branth & Rostr (Ramírez & Valencia 2020)
33. *Lecanora dispersa* (L.) Sommert. (Ramírez & Valencia 2020)
34. *Lecanora polytropa* (Ehrh.) Rabenh. (Valdivia & Ramírez 2018)
35. *Lecidea uliginosa* (Schrad.) Ach. (Ramírez & Cano 2005)
36. *Lecidea vorticosa* (Floerke) Koerb. (Ramírez & Cano 2005)
37. *Lepraria* sp. (Ramos et al. 2013)
38. *Leprocaulon arbuscula* (Nyl.) Nyl. (Ramírez & Valencia 2020)
39. *Leptogium menziesii* (Ach.) Mont. (Herrera 1941)

40. *Leptogium phyllocarpum* (Pers.) Nyl. (Herrera 1941)
41. *Ochrolechia* sp. (Ramírez & Cano 2005)
42. *Parmotrema andinum* (Müll. Arg.) Hale (Valdivia & Ramírez 2018)
43. *Peltigera andensis* Vitik. (Ramos et al. 2013)
44. *Peltigera austroamericana* Zahlbr (Ramírez & Cano 2005)
45. *Peltigera canina* form. *spongiosa* Turk. (Herrera 1941)
46. *Pertusaria* sp. (Ramos et al. 2013)
47. *Phaeophyscia endococcinodes* (Poelt) Esslinger (Ramírez & Cano 2005)
48. *Placomaronea candelaroides* Räs. (Ramírez & Cano 2005)
49. *Placopsis* sp. (Ramírez com. pers.)
50. *Protoblastenia rupestris* (Scop.) J. Steiner (Ramírez & Valencia 2020)
51. *Protoparmeliopsis garovaglii* (Körb.) Arup, Zhao Xin & Lumbsch. (Szczepańska et al. 2019)
52. *Psiloparmelia distincta* (Nyl.) Hale (Ramírez & Cano 2005)
53. *Psiloparmelia flaavobrunnea* (Müll. Arg.) (Elix & Nash 1992)
54. *Psiloparmelia norstictica* (Elix & Nash) (Valdivia & Ramírez 2018)
55. *Psora icterica* (Mont.) Müll. Arg. (Ramírez & Cano 2005)
56. *Punctelia bolliana* (Müll. Arg.) Krog (Ramos et al. 2013)
57. *Punctelia stictica* (Duby) Krog (Valdivia & Ramírez 2018)
58. *Ramalina celastri* (Spreng.) Krog & Swinsc. (Ramírez & Cano 2005)
59. *Rhizocarpon geographicum* (L.) Lam & Dc. (Ramírez & Cano 2005)
60. *Rhizoplaca* sp. (Ramírez com. pers.)
61. *Rimelia* cf. *cetrata* (Ach.) Hale & A. Fletcher (Ramos et al. 2013)
62. *Rusavskia elegans* (Link) S. Y. Kondr. & Kärnefelt (Ramírez & Valencia 2020)
63. *Stereocaulon albicans* Th. Fries. (Soukup 1965)
64. *Stereocaulon alpinum* Laurer (Ramos et al. 2013)
65. *Stereocaulon andinum* B. de Lesd. (Valdivia & Ramírez 2018)
66. *Stereocaulon crambidiocephalum* M. Lamb (Soukup 1965)

67. *Stereocaulon denudatum* Flk. (Soukup 1965)
68. *Stereocaulon exalbidum* Nyl. (Rodríguez et al. 2017)
69. *Stereocaulon lecanoreum* Nyl. (Rodríguez et al. 2017)
70. *Stereocaulon macrocarpum* (Bab.) Fr. (Soukup 1965)
71. *Stereocaulon myriocarpum* Th. Fries. (Soukup 1965)
72. *Stereocaulon nanum* (Ach.) Ach. (Rodríguez et al. 2017)
73. *Stereocaulon proximum* Nyl. (Soukup 1965)
74. *Stereocaulon proximum* var. *compressum* Nyl. (Soukup 1965)
75. *Stereocaulon proximum* var. *sorediatum* (Nyl) Vain. (Soukup 1965)
76. *Stereocaulon ramulosum* (Sw.) Ach. (Soukup 1965)
77. *Stereocaulon ramulosum* f. *farinosum* Th. Fries (Rodríguez et al. 2017)
78. *Stereocaulon ramulosum* var. *sublecanoreum* M. Lamb. (Soukup 1965)
79. *Stereocaulon subgracilescens* M. Lamb. (Soukup 1965)
80. *Stereocaulon verruciferum* Nyl. (Herrera 1941)
81. *Sticta fuliginosa* (Hoffm.) Ach. (Ramírez & Cano 2005)
82. *Teloschistes chrysophthalmus* (L.) Th. Fr. (Ramírez & Cano 2005)
83. *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Schaer (Ramírez & Cano 2005)
84. *Umbilicaria africana* (Jatta) Krog & Swinscow (Hestmark 2016)
85. *Umbilicaria aprina* Nyl. (Crespo & Sancho 1982)
86. *Umbilicaria calvescens* Nyl (Rodríguez et al. 2017)
87. *Umbilicaria cylindrica* (L.) Delise ex Duby (Valdivia & Ramírez 2018)
88. *Umbilicaria dendrophora* (Poelt) Hestmark (Hestmark 2016)
89. *Umbilicaria dichroa* Nyl. (Ramírez & Cano 2005)
90. *Umbilicaria haplocarpa* Nyl. (Valdivia & Ramírez 2018)
91. *Umbilicaria leprosa* (Zahlbr.) Frey (Hestmark 2016)
92. *Umbilicaria nylanderiana* (Zahlbr.) H. Magn. (Ramírez & Valencia 2020)
93. *Umbilicaria vellea* (L.) Ach. (Ramírez & Valencia 2020)

94. *Usnea durietzii* Motyka (Ramírez & Cano 2005)
95. *Xanthomendoza mendozae* (Räsänen) Kondratyuk & Kärnefelt (Ramírez & Valencia 2020)
96. *Xanthoparmelia cordillerana* (Gyeln.) Hale (Rodríguez et al. 2017)
97. *Xanthopeltis rupicola* R. Sant. (Ramírez com pers.).
98. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (Rodríguez et al. 2017)

## Discusión

Weberbauer (1945) para los Andes peruanos citó a los géneros *Anaptychia*, *Parmelia*, *Ramalina*, *Teloschistes* y *Usnea*; tales géneros como *Anaptychia* se puede encontrar en la montaña o nevados con los nombres actuales de *Heterodermia* o *Leucodermia*, y a *Parmelia* como *Flavoparmelia* o *Psiloparmelia* o *Xanthoparmelia*, los cuales son citados en este trabajo.

Si bien el trabajo reporta 96 especies para las montañas y nevados, este número puede y debe de aumentar en los siguientes años por investigaciones nuevas.

## Conclusiones

Los líquenes de montañas y nevados para el año 2021 están conformados por 98 especies.

## Literatura citada

- Crespo A, Sancho G. 1982. *Umbilicaria aprina* Nyl. En el hemisferio sur (Andes Peruanos). *Lazaroa* (4):357-360.
- Elix J, Nash T. 1992. A synopsis of Lichen Genus *Psiloparmelia* (Ascomycotina, Parmeliaceae). *The Bryologist* 95 (4):377-391.
- Hestmark G. 2016. The lichen genus *Umbilicaria* in Ecuador. *Nordic Journal of Botany* (34):257-268. doi: 10.1111/njb.00952.

- Knudsen K, Elix J, Reeb V. 2008. A Preliminary Study of the Genera *Acarospora* and *Pleopsidium* in South America. *Opuscula Philolichenum* (5):1-22.
- Ramírez A, Cano A. 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 A, Valencia N. 2020. Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú). *Revista peruana de biología* 27(2):543-552 (noviembre 2020). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i4.19205>.
- Rodríguez E, Ramírez A, Alvítez E, Pollack L, Leiva S, Aguirre R. 2017. Catálogo de la liquenobiota de la región La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 24(2):497-522. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24205>.
- Szczepańska K, Rodriguez P, Urbaniak J, Śliwa L. 2019. Neotypification of *Protoparmeliopsis garovaglii* and molecular evidence of its occurrence in Poland and South America. *Myckeys* 57:31-46.
- Soukup J. 1965. Lista de Líquenes del Perú. Lima. *Biota* 6(45):28-45.
- Valdivia A, Ramírez, A. 2018. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. *The Biologist (Lima)* 16 (1):77-95.



# CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LÍQUENES EN MONTAÑAS Y NEVADOS

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

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

## Resumen

Se presenta una clave para la determinación de los líquenes en montaña y nevados, basada en literatura especializada y salidas de campo, en especial de los departamentos de Áncash, Arequipa, Cusco, Junín, Lima, Moquegua y Puno. Los géneros considerados son *Acarospora*, *Alectoria*, *Aspicilia*, *Baeomyces*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Candelaria*, *Candelariella*, *Candelina*, *Cladonia*, *Cora*, *Chrysothrix*, *Diploschistes*, *Everniopsis*, *Flavocetraria*, *Flavoparmelia*, *Flavopuntelia*, *Heterodermia*, *Hypotrachyna*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Lepraria*, *Leprocaulon*, *Leptogium*, *Ochrolechia*, *Parmotrema*, *Peltigera*, *Pertusaria*, *Phaeophyscia*, *Placomaronea*, *Placopsis*, *Protoblastenia*, *Protoparmeliopsis*, *Psiloparmelia*, *Psora*, *Punctelia*, *Ramalina*, *Rhizocarpon*, *Rhizoplaca*, *Rimelia*, *Rusavskia*, *Stereocaulon*, *Sticta*, *Teloschistes*, *Thamnolia*, *Umbilicaria*, *Usnea*, *Xanthomendoza*, *Xanthoparmelia*, *Xanthopeltis* y *Xanthoria*. Los biotipos y número por género son foliáceos (21), crustáceos (17), fruticulosos (11), escumuloso (1) y dimórfico (1).

**Palabras clave:** liquenobiota, altitud.

## Abstract

A key is presented for the determination of lichens in mountains and snowcapped peaks, based on specialized literature and field trips, especially from the departments of Áncash, Arequipa, Cusco, Junín, Lima, Moquegua and Puno. The genera considered are *Acarospora*, *Alectoria*, *Aspicilia*, *Baeomyces*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Candelaria*, *Candelariella*, *Candelina*, *Cladonia*, *Cora*,

*Chrysothrix, Diploschistes, Everniopsis, Flavocetraria, Flavoparmelia, Flavopuntelia, Heterodermia, Hypotrachyna, Lecanora, Lecidea, Lepraria, Leprocaulon, Leptogium, Ochrolechia, Parmotrema, Peltigera, Pertusaria, Phaeophyscia, Placomaronea, Placopsis, Protoblastenia, Protoparmeliopsis, Psiloparmelia, Psora, Punctelia, Ramalina, Rhizocarpon, Rhizoplaca, Rimelia, Rusavskia, Stereocaulon, Sticta, Teloschistes, Thamnolia, Umbilicaria, Usnea, Xanthomendoza, Xanthoparmelia, Xanthopeltis y Xanthoria.* The biotypes and number by genus are foliose (21), crustose (17), fruticose (11), squamulose (1) and dimorphic (1).

**Keywords:** lichen biota, altitude.

## Resultados

La clave presentada es para 51 géneros y comienza con el biotipo.

### Clasificación según el biotipo

Biotipo crustáceo granuloso.....	A
Biotipo crustáceo placoide.....	B
Biotipo crustáceo areolado.....	C
Biotipo escuamuloso.....	D
Biotipo foliáceo.....	E
Biotipo fruticuloso o dimórfico.....	F

#### A. Biotipo crustáceo (granuloso)

- 1a. Talo verde.....*Lepraria*
- 1b. Talo amarillo.....*Chrysothrix*

## **B. Biotipo crustáceo (placodiode)**

- 1a. Talo con cefalodio.....*Placopsis*
- 1b. Talo sin cefalodio.....2
  
- 2a. Talo anaranjado.....*Candelina*
- 2b. Talo verde.....*Protoparmeliopsis*

## **C. Biotipo crustáceo (areolado)**

- 1a. Liquen endolítico.....2
- 1b. Liquen epilítico.....3
  
- 2a. Apotecio negro.....*Buellia*
- 2b. Apotecio anaranjado.....*Protoblastenia*
  
- 3a. Apotecio irregular (no circular).....4
- 3b. Apotecio regular (circular).....5
  
- 4a. Ascospora elipsoidal con un septo.....*Buellia*
- 4b. Ascospora muriforme con muchos septos.....*Rhizocarpon*
  
- 5a. Apotecio inmerso o criptolecanorino.....6
- 5b. Apotecio sésil.....7
  
- 6a. Apotecio inmerso.....*Aspicilia*
- 6b. Apotecio criptolecanorino.....*Acarospora*

7a. Apotecio con borde propio.....	8
7b. Apotecio con borde talino.....	9
8a. Ascospora incolora.....	<i>Lecidea</i>
8b. Ascospora marrón.....	<i>Buellia</i>
9a. Ascospora muriforme, marrón y con septos.....	<i>Diploschistes</i>
9b. Ascospora elipsoidal, incolora y con o sin septo.....	10
10a. Ascospora con septo.....	11
10b. Ascospora sin septos.....	12
11a. Talo amarillo, K- (no da color púrpura) .....	<i>Acarospora</i>
11b. Talo anaranjado, K+ (da color púrpura) .....	<i>Caloplaca</i>
12a. Talo amarillo.....	<i>Candelariella</i>
12b. Talo no amarillo.....	13
13a. Ascospora mayor a 25 micras .....	<i>Ochrolechia</i>
13b. Ascospora menor a 25 micras .....	<i>Lecanora</i>

#### **D. Biotipo escumuloso (clorobionte)**

Talo amarillo, apotecio con borde propio

Ascospora incolora y sin septos.....*Psora*

## E. Biotipo foliáceo

1a. Talo homómero con cianobionte.....	<i>Leptogium</i>
1b. Talo heterómero con cianobionte.....	2
1c. Talo heterómero con clorobionte.....	3
2a. Talo blanco a gris, sin pseudocifelas.....	<i>Cora</i>
2b. Talo verde a gris sin cifelas.....	<i>Peltigera</i>
2c. Talo marrón con cifelas.....	<i>Sticta</i>
3a. Talo con ombligo.....	4
3b. Talo sin ombligo.....	5
4a. Talo gris o marrón.....	<i>Umbilicaria</i>
4b. Talo anaranjado.....	<i>Placomaronea</i>
4c. Talo rojo.....	<i>Xanthopeltis</i>
4d. Talo verde.....	<i>Rhizoplaca</i>
5a. Hábito saxícola .....	6
5b. Hábito corticícola.....	7
6a. Talo sin rizinas.....	<i>Psiloparmelia</i>
6b. Talo con rizinas simples.....	<i>Xanthoparmelia</i>
6b. Talo con rizinas dicotómicas.....	<i>Hypotrachyna</i>
7a. Talo elongado.....	<i>Hypotrachyna</i>
7b. Talo lobado.....	8

8a. Talo verde.....	<i>Flavoparmelia</i>
8b. Talo verde y con pseudocifelas en la cara superior.....	<i>Flavopunctelia</i>
8c. Talo anaranjado, K + (da color púrpura).....	<i>Rusvskia  Xanthoria</i>
8d. Talo amarillo, K – (no da color púrpura).....	<i>Candelaria</i>
8e. Talo gris.....	9
9a. Ascospora incolora y sin septos.....	10
9b. Ascospora marrón y con septos.....	11
10a. Con máculas.....	<i>Rimelia</i>
10b. Sin máculas y con pseudocifelas en la cara superior.....	<i>Punctelia</i>
10c. Sin máculas y sin pseudocifelas.....	<i>Parmotrema</i>
11a. Lóbulo elongado.....	<i>Heterodermia</i>
11b. Lóbulo no elongado.....	12
12a. Talo con K+ (da color amarillo), médula blanca.....	<i>Physcia</i>
12b. Talo con K- (no da color amarillo), médula a veces anaranjada.....	<i>Phaeophyscia</i>

**F. Biotipo fruticuloso o dimórfico (con clorobionte)**

1a. Talo hueco.....	2
1b. Talo sólido.....	3
2a. Talo redondo.....	<i>Cladonia</i>
2b. Talo aplanado.....	<i>Thamnolia</i>

3a. Talo redondo.....,	4
3b. Talo aplanado.....	5
4a. Con eje central cartilaginoso.....	<i>Usnea</i>
4b. Sin eje central cartilaginoso.....	6
6a. Talo amarillo, K- (no da color púrpura ni amarillo).....	<i>Alectoria</i>
6b. Talo no amarillo, K+ (da color púrpura o amarillo).....	7
7a. Talo anaranjado, K+ (da color púrpura).....	<i>Teloschistes</i>
7b. Talo rosado, K+ (da color amarillo).....	<i>Baeomyces</i>
7c. Talo blanco, K+ (da color amarillo).....	8
8a. Con apotecios negros.....	<i>Stereocaulon</i>
8b. Sin apotecios.....	<i>Leprocaulon</i>
5a. Talo caniculado.....	<i>Flavocetraria</i>
5b. Talo no caniculado.....	9
9a. Talo verde a amarillo, ascospora sin septos.....	<i>Everniopsis</i>
9b. Talo verde a gris, ascospora con un septo.....	<i>Ramalina</i>

# LÍQUENOBOTA COMO INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN AMBIENTAL REGIONAL Y NACIONAL

Alicia Cuba Villena

Universidad Tecnológica de los Andes

Correo electrónico: [aliciacuba1@gmail.com](mailto:aliciacuba1@gmail.com)

## Resumen

Actualmente el modelo económico considera la incorporación de políticas ambientales a posteriori, lo que conlleva a la generación de externalidades ambientales negativas; sin embargo al configurar un modelo de desarrollo integral y sostenible, garantizamos la internalización de costos ambientales; por ello el presente trabajo tiene por objetivo, priorizar el uso de bio-indicadores (liquenobiota), durante el diseño de estrategias regionales y nacional; y como objetivos específicos proponer uso de la liquenobiota para el diagnóstico, evaluación y monitoreo de la calidad ambiental para zonas urbanas, así como para ecosistemas de importancia en cada una de las regiones; y generar información que permita ser un instrumento de la educación ambiental como eje fundamental para la concienciación de la problemática ambiental. La metodología usada es deductiva-inductiva enmarcada en la legislación y normativa nacional y regional. Los resultados plantean los criterios y lineamientos de tres niveles correspondiente a: I Planificación estratégica (alineamiento con la política ambiental), II diagnóstico (ECA en base a la liquenobiota) y el III Monitoreo y evaluación (interinstitucional y uso de mapas de isocontaminación liquénicos). Se concluye la importancia de la institucionalización de los bio-indicadores (liquenobiota) dentro de las estrategias de planificación regional y nacional que permitan economizar costos, mejorar la capacidad de gestión pública para generar información contribuyendo a la mejora del Plan de Acción Ambiental Regional y Nacional, permitiendo el cumplimiento del compromiso internacional sobre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).



**Palabras clave:** Liquenobiota, instrumento, planificación ambiental, regional y local.

### **Abstract**

Currently the economic model considers a posteriori incorporation of environmental policies, which leads to the generation of negative environmental externalities; However, by configuring a comprehensive and sustainable development model, we guarantee the internalization of environmental costs; For this reason, the present work aims to prioritize the use of bio-indicators (lichenobiota), during the design of regional and national strategies; and as specific objectives to propose the use of lichenobiota for the diagnosis, evaluation and monitoring of environmental quality for urban areas, as well as for important ecosystems in each of the regions; and generate information that allows it to be an instrument of environmental education as a fundamental axis for raising awareness of environmental problems. The methodology used is deductive-inductive framed in the national and regional legislation and regulations. The results propose the criteria and guidelines of three levels corresponding to: I Strategic planning (alignment with environmental policy), II diagnosis (ECA based on lichenobiota) and III Monitoring and evaluation (inter-institutional and use of maps of lichen isocontamination). The importance of the institutionalization of the bio-indicators (lichenobiota) is concluded, within the regional and national planning strategies that allow saving costs, improve public management capacity to generate information contributing to the improvement of the Regional and National Environmental Action Plan, allowing compliance with the international commitment on the sustainable development goals (SDG).

**Keywords:** Lichenobiota, instrument, environmental, regional and local planning.

## **Introducción**

Una estrategia del desarrollo sostenible a largo plazo debe ser uno de los resultados generales de aplicar los objetivos de desarrollo del 2030 (Petersen J. & et al. 2017); para ello se propone un modelo político óptimo que habilite y comprometa el proceso de crecimiento nacional en dirección a una nueva era de manejo integral de los recursos naturales y el desarrollo sostenible. (Plan de Acción Ambiental de Bolivia, 1993); ciertamente los países han incorporado en sus políticas la regulación legal ambiental, que permita la priorización del cumplimiento ambiental, permitiendo la estructuración de los instrumentos de planificación a largo, mediano y corto plazo. La incorporación de criterios ecológicos, a nivel de planes, programas y proyectos, garantizan el desarrollo sostenible, así mismo las directrices y principios de rango superior orientan y otorgan los lineamientos de los criterios de integración ambiental a procedimientos y acciones más específicas.

La experiencia ha demostrado útiles las dimensiones de valor ecológico (Gómez 2014). En la dimensión ambiental existen indicadores específicos, como los bioindicadores de contaminación ambiental como son los líquenes, que permiten la orientación de la planificación estratégica de zonas urbanas, por su nivel de contaminación atmosférica, contaminación de suelos, entre otros.

La observación de los bioindicadores son elementos para considerar en la predicción de funcionamiento del paisaje: prognosis (Labrandero 2014). Actualmente el modelo económico presupone una incorporación de políticas ambientales a posteriori, lo que conlleva a la generación de externalidades ambientales negativas; sin embargo, al configurar un modelo de desarrollo integral y sostenible, garantizamos la internalización de costos ambientales; por ello el presente trabajo tiene por objetivo, priorizar el uso de bio-indicadores (liquenobiota) durante el diseño de estrategias regionales y nacional.

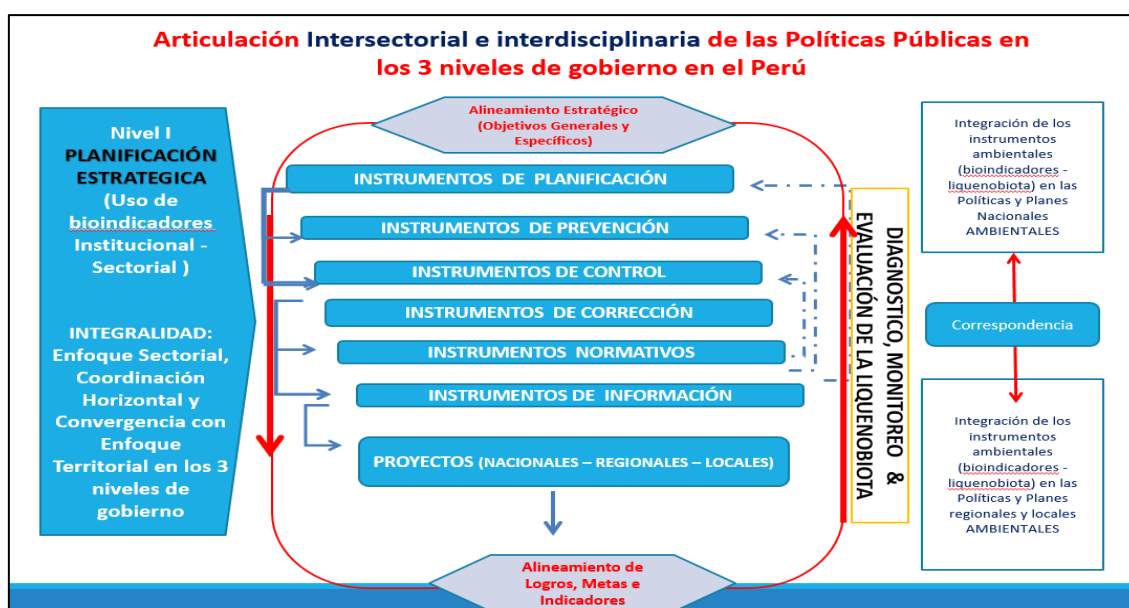
## Materiales y métodos

La metodología usada es deductiva-inductiva enmarcado en la legislación y normativa ambiental internacional, nacional y regional; análisis e interpretación de los mapas de isocontaminación de la líquenobiota, escalas de valoración de la calidad del aire con especies líquénicas.

## Resultados

Los resultados plantean los criterios y lineamientos de tres niveles correspondiente a:

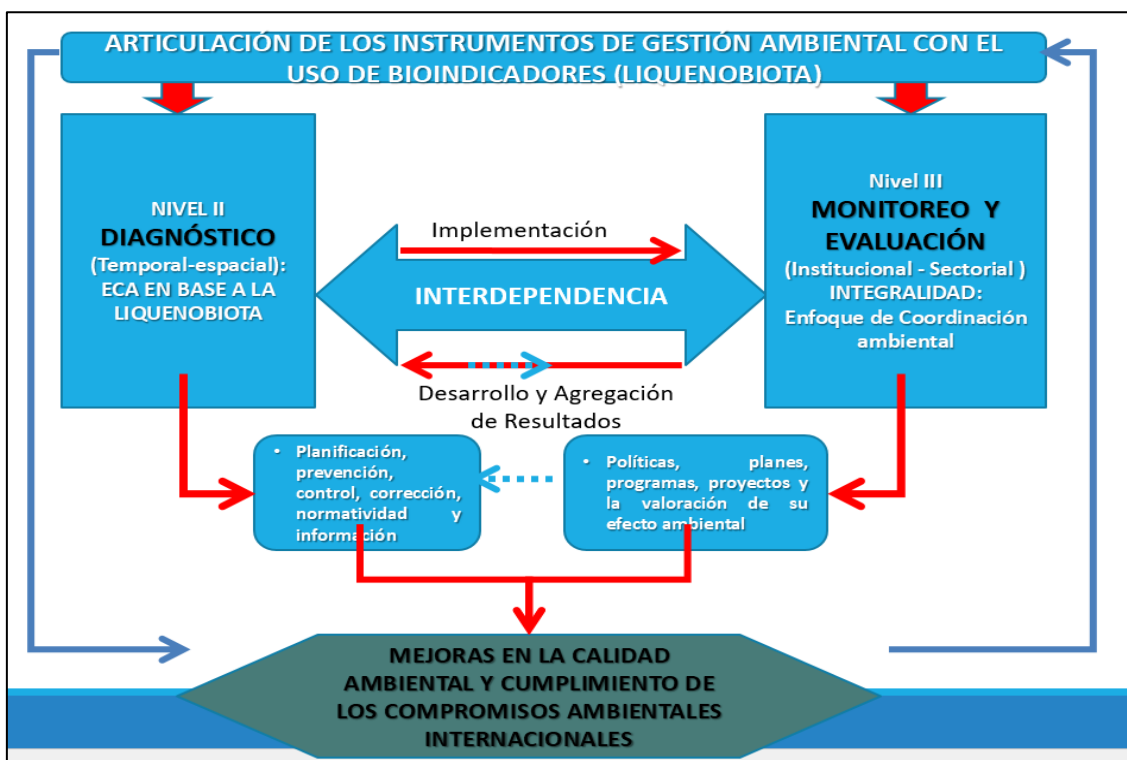
- Nivel I: Planificación estratégica (alineamiento con la política ambiental) (Fig. 1). - Uso de los bioindicadores a nivel intersectorial interdisciplinaria, con un enfoque de coordinación horizontal y territorial, incorporados en los instrumentos de prevención, planificación, control, corrección, normativos y de información; garantizando la incorporación y alineamiento de logros, metas e indicadores; en los siguientes instrumentos:
  - En la Plan de Acción Ambiental Nacional y regional
  - La Agenda Nacional Ambiental, la Agenda Regional Ambiental



**Figura 1.** Articulación intersectorial de las políticas públicas y la planificación estratégica con el uso de bioindicadores (líquenes). Fuente: Propia, 2021.

- Nivel II: diagnóstico (ECA en base a la liquenobiota), la articulación de los instrumentos de gestión ambiental preventivos con el uso de bioindicadores (liquenobiota) en las líneas de base ambiental, los estudios de impacto ambiental, así como la incorporación de los líquenes con instrumentos de control, como los estándares de calidad ambiental con la regulación espacio-temporal con gradualidad según el nivel de contaminación ambiental.
- Nivel III: Monitoreo y evaluación (interinstitucional y uso de mapas de isocontaminación liquénicos).

Permitiendo la gestión integral de los instrumentos de gestión ambiental, con el uso de los bioindicadores (líquenes); en el monitoreo y evaluación ambiental, con la reducción de costos que conllevaría el uso de equipos automatizados, así como numerosas las ventajas de ser estrategias sostenibles, fortaleciendo la incorporación de la educación ambiental, con el uso de los mapas de isocontaminación liquénicos (Fig. 2).



**Figura 2.** Articulación de la planificación estratégica con los instrumentos de gestión ambiental con el uso de bioindicadores (líquenes). Fuente: Propia, 2021.

## **Discusiones**

Los retos ambientales actuales son considerables y enfrentar la internalización de los costos ambientales es una tarea costosa, por ello es necesario seleccionar metas que logren un balance razonable entre costos y beneficios.

Los instrumentos de política, se deben utilizar porque de otro modo las fallas del mercado les impiden operar eficientemente y se propone el uso de la liquenobiota para el diagnóstico, evaluación y monitoreo de la calidad ambiental para zonas urbanas, así como para ecosistemas de importancia en cada una de las regiones; y generar información que permita ser un instrumento de la educación ambiental como eje fundamental para la concienciación de la problemática ambiental.

## **Conclusiones**

La importancia de la institucionalización de los bio-indicadores (liquenobiota) dentro de las estrategias de planificación regional y nacional, permitirán la internalización de los costos ambientales; fortalecer la incorporación de la educación ambiental, y con el uso de los mapas de isocontaminación liquénicos permitirán mejorar la capacidad de gestión pública para generar información para la mejora del Plan de Acción Ambiental Regional y Nacional, permitiendo el cumplimiento del compromiso internacional sobre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

## **Literatura citada**

- Acevedo S, Charry Y. 2018. Líquenes como bioindicadores de calidad del aire (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Arenilla M. 2012. Ciudad, gobernanza y planificación estratégica. Aportes de la experiencia de Móstoles. Librería-Editorial Dykinson.
- Cabrera S, Giacobone G. 2007. Calidad del aire de Buenos Aires, monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación. Gob Ciudad de Buenos Aires.

- Gómez D, Gómez M, Gómez A. 2014. Evaluación ambiental estratégica. Ediciones Paraninfo, SA.
- Labrandero J, Sanz L, Vega J. 1998. Sistemas de información geográfica en la planificación ambiental de áreas de montaña (Vol. 1). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Lichtinger V, Székely F, Fernández A, Ríos R. 2000. Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental. Reporte 2000. SEMARNAT. México.
- Moreno E, Pol E. 1999. Nociones psicosociales para la intervención y la gestión ambiental (Vol. 14). Edicions Universitat Barcelona.
- Petersen J, Alert F, Vásquez Y, Sossdorf F, Ahumada J, Quiero F, ... , Díaz Á. 2017. Ensayos para un modelo de desarrollo sostenible: un cambio estructural. Instituto de Ciencias Alejandro Lipschutz.
- Pinilla E. 2005. Medición de la sostenibilidad ambiental. U. Cooperativa de Colombia.
- Plan de Acción Ambiental de Bolivia. 1993. Planificación y gestión del medio ambiente: políticas e instrumentos. In Planificación y gestión del medio ambiente: políticas e instrumentos: 413-413.
- Sterner T. 2007. Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales. Bib. Orton IICA/CATIE.
- Yáñez M, González A. (Eds.). 2005. Sistemas de información medioambiental. Netbiblo.

# PROPUESTA DE ESTÁNDAR BIÓTICO LIQUÉNICO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE LIMA, PERÚ

Silvia Huamani Atayupanqui <sup>1,2</sup> & Ángel Manuel Ramírez Ordaya <sup>1</sup>

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

2 Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur

Correo electrónico de Silvia Huamani: [silviahuamaniatayupanqui@gmail.com](mailto:silviahuamaniatayupanqui@gmail.com)

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

## Resumen

Las ciudades presentan contaminación alta del aire, por tal razón es importante tomar las medidas pertinentes y monitorear constantemente este elemento. El presente trabajo propone un estándar biótico liquénico para evaluar la calidad del aire en la ciudad de Lima; para lograr eso se evaluaron tres lomas del departamento de Lima (Lachay, Flor de Amancaes y Paraíso) con diferente impacto antropogénico. En gabinete (Google earth) se estableció las zonas de evaluación en base a la distancia del mar y la altitud, en campo se hicieron reconocimientos de cada loma y en Lachay y Amancaes se seleccionaron cinco rocas con criterios establecidos en donde se midieron los tamaños de los líquenes. El estándar liquénico de la calidad del aire fue obtenido en base a la clase de tamaños. La información permitirá validar la propuesta y monitorear la calidad del aire en la ciudad de Lima.

**Palabras clave:** bioindicador, ciudad, contaminación atmosférica, monitoreo, loma.

## Abstract

Cities have high air pollution, for this reason it is important to take the appropriate measures and constantly monitor this element. The present work

proposes a lichen biotic standard to evaluate air quality in the city of Lima; To achieve this, three hills in the department of Lima (Lachay, Flor de Amancaes and Paraíso) with different anthropogenic impact were evaluated. In the cabinet (Google earth), the evaluation zones were established based on the distance from the sea and the altitude, in the field surveys were made of each hill and in Lachay and Amancaes, five rocks were selected with established criteria where the sizes of the rocks were measured. lichens. The lichen standard for air quality was obtained based on the size class. The information will allow the proposal to be valid and to monitor air quality in the city of Lima.

**Keywords:** bioindicator, city, air pollution, loma, monitoring.

## **Introducción**

Actualmente existe diversos métodos para evaluar la calidad del aire, estos métodos utilizan equipos que requieren de análisis físicos y químicos. A nivel nacional existe una metodología aprobada por el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM para el monitoreo de la calidad ambiental del aire; en donde se evalúa los gases y el material particulado provenientes principalmente de las actividades industriales y del parque automotor.

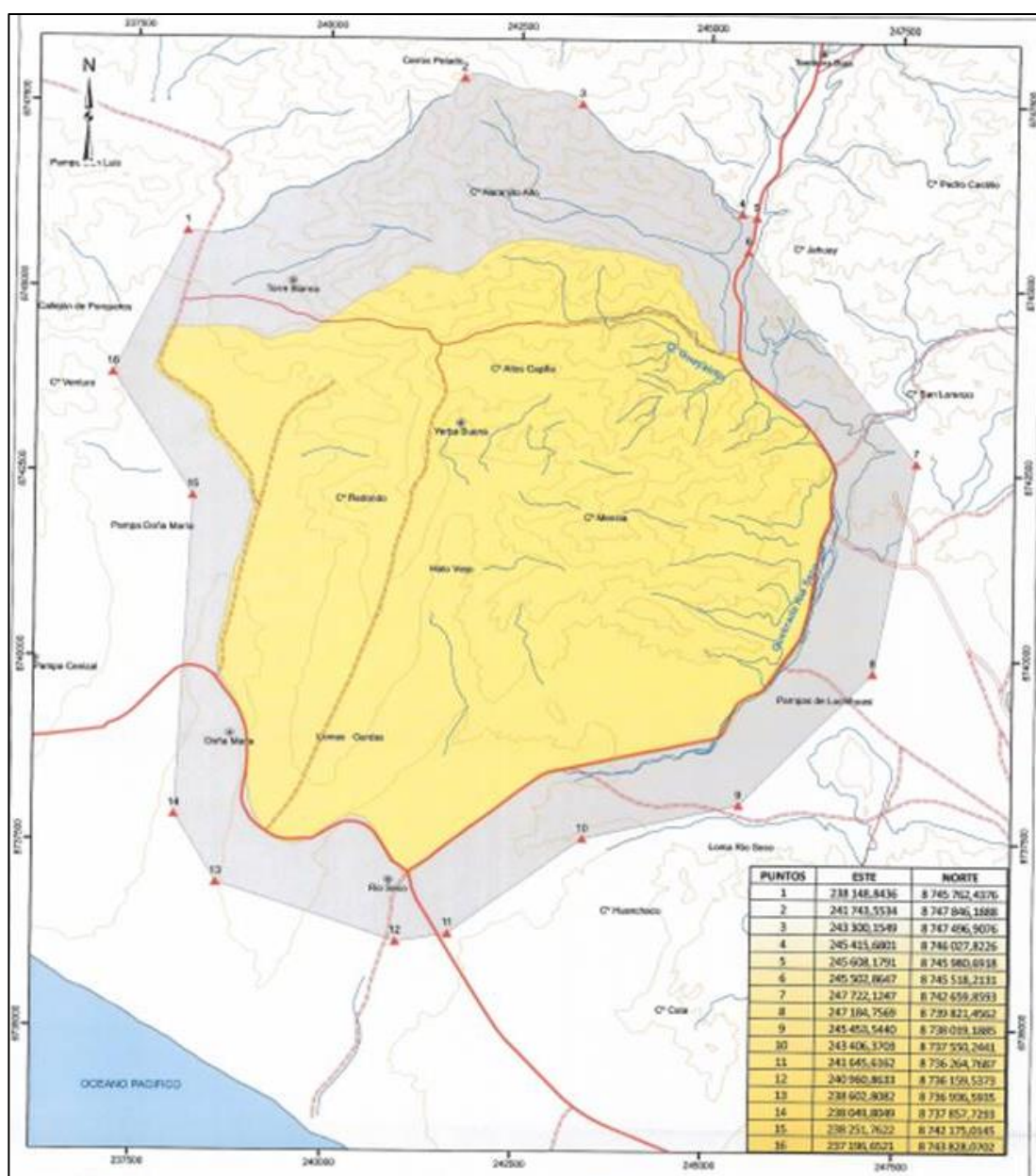
En la ciudad de Lima y casi todo el litoral costero está presente el ecosistema de lomas, las cuales al encontrarse a una mayor altitud que la ciudad representan un área con potencial para evaluar la calidad de aire debido a que el viento lleva las partículas en suspensión hacia ella; además, en las lomas habitan líquenes (Ramírez 2021), los cuales son conocidos como bioindicadores del aire porque no tienen raíces, se nutren de los elementos del aire, son longevos y tienen distribución amplia (Valdivia & Ramírez 2018).

El presente trabajo tiene por objetivo proponer un estándar liquénico para evaluar la calidad del aire en la ciudad de Lima. La propuesta permitirá validar y evaluar en adelante la calidad del aire de esta ciudad.

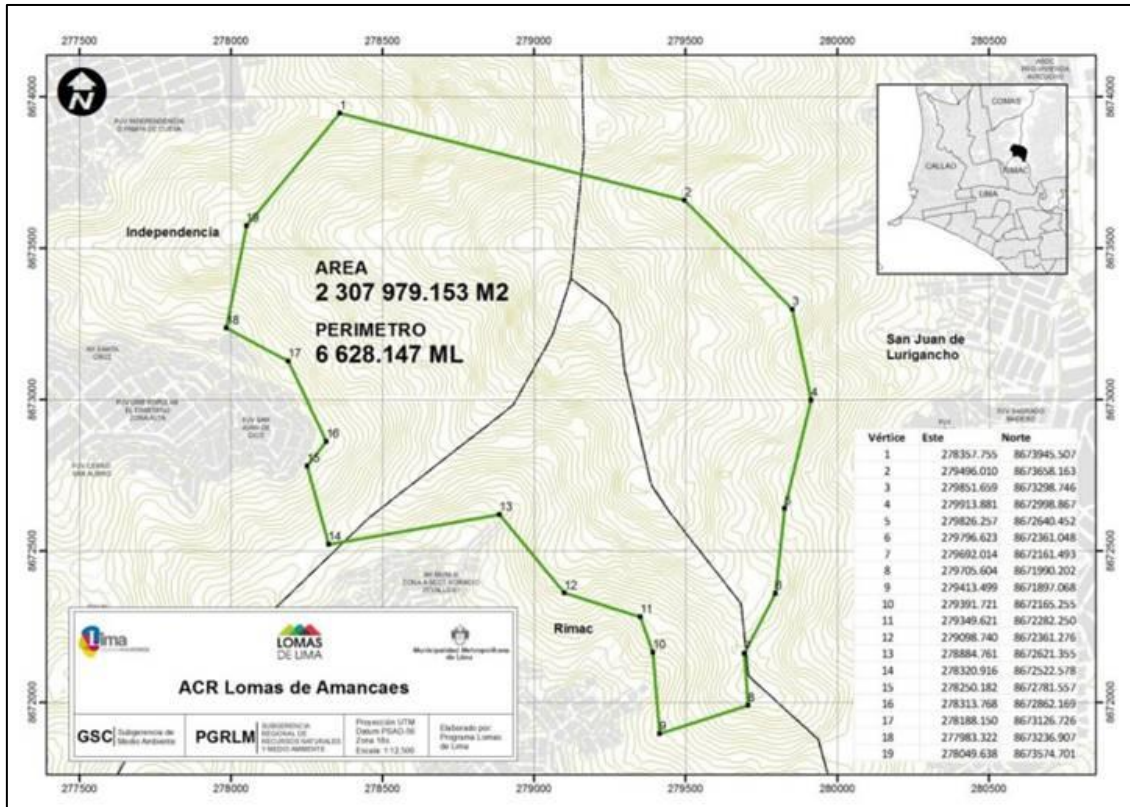


## Área de estudio

El presente trabajo se ejecutó en tres lomas 1) Lachay (Reserva Nacional de Lachay) que se encuentra entre los distritos de Chancay, Huacho, Huaral y Sayán pertenecientes a las provincias de Huaura y Huaral (Fig.1); 2) Flor de Amancaes que se encuentra en los distritos de Independencia y Rímac, y pertenece a la provincia de Lima, y además esta dentro del Área de Conservación Regional) (Fig.2); y 3) Paraíso que se encuentra en el distrito de Villa María del Triunfo y provincia Lima.



**Figura 1.** Ubicación de la loma de Lachay. Fuente: Plan maestro de la Reserva Nacional de Lachay (2013).



**Figura 2.** Ubicación de las lomas de Amancaes (El sector de Independencia y Rimac pertenece a la loma Flor de Amancaes). Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima (2019).

## Materiales y métodos

La realización de esta investigación contó con la Resolución jefatural de la Reserva Nacional de Lachay N° 004-2020-SERNANP-JEF, la Resolución administrativa N° 653-2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS LIMA, la Resolución administrativa D000201-2021-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-LIMA y con permiso de la Municipalidad de Lima Metropolitana (2021).

Los materiales usados fueron: brújula, cinta métrica de 1m, regla 20 cm y wincha de 5m; las aplicaciones usadas fueron: Clinometro, software Arc Gis 10.3 y Google Earth; y los equipos usados fueron: receptor GPS, computadora y cámara fotográfica.

La literatura consultada para la determinación de los líquenes fueron las de Kashiwadani (1987), Sipman (2009), Ferry (2018) y Ramírez (2021).

La propuesta del estándar biótico de la calidad del aire comenzó con elegir tres lomas con diferente impacto antropogénico. La loma sin impacto fue la de Reserva Nacional de Lachay, la loma como impacto moderado fue la Flor de Amancaes y la loma como impacto fuerte fue la de Paraíso. En gabinete se usó el Google Earth para establecer las zonas de evaluación en cada loma en base a la distancia del mar y la altitud.

En cada loma se hicieron recorridos previos visualizando la presencia o ausencia de líquenes. En las lomas de Lachay y Amancaes, se seleccionaron cinco rocas con las siguientes características: 1) altitud mayor a 600 m.s.n.m., 2) una cara de la roca en dirección cardinal sur oeste, 3) el comienzo de la cara seleccionada entre 60 a 85 cm en línea recta vertical al suelo, 4) inclinación de la cara de la roca entre 45° y 90°, 5) superficie de la roca con un área mayor a un 1m<sup>2</sup> y 6) sin grafitis, ni marcas, ni agrietadas y sin cobertura vegetal (plantas superiores).

Una vez seleccionadas las caras de las rocas se tomaron las coordenadas en UTM y se hizo un transecto lineal de 50 cm para contar la cantidad y el tamaño de los macrolíquenes (foliáceos y fruticulosos); la evaluación fue a ambos lados del transecto. Los datos fueron agrupados en clases de tamaño a criterio del investigador.

Los líquenes que se encuentra en las rocas de la reserva y que no estén en las rocas de las otras lomas serán propuestos como bioindicadores de la calidad del aire; los líquenes comunes en las lomas serán comparados en tamaño; y la cantidad de individuos y tamaño de las lomas serán propuestos como estándar liquénico de la calidad del aire.

## **Resultados**

Los líquenes registrados en las rocas seleccionadas en la loma de Lachay fueron *Parmotrema* cf. *andinum* (Müll.Arg.) Hale, *Ramalina peruviana* Ach. y *Usnea* sp.; en la loma Flor de Amancaes fueron *Parmotrema* cf. *andinum* y *Ramalina peruviana*; y en la loma de Paraíso no se registraron a estos líquenes.

El tamaño y cantidad de los líquenes evaluados en la loma de Flor de Amancaes estuvieron por debajo de la Reserva Nacional de Lachay. Hubo mayor cantidad de individuos para *Ramalina peruviana*, seguido de *Parmotrema cf. andinum* y *Usnea* sp. De las tres lomas que se evaluaron, el único género que solo estuvo en las rocas evaluadas de la loma de Lachay fue el liquen *Usnea* sp. (Tabla 1, 2 y 3).

**Tabla 1.** Número de individuos para *Parmotrema cf. andinum*.

Intervalo del tamaño del talo (cm)	Número de individuos por tamaño		
	Loma de Lachay	Loma Flor de Amancaes	Loma de Paraíso
< 0.5	1	0	0
0.5 a < 1	6	1	0
1 a < 1.5	9	2	0
1.5 a < 2	4	1	0
≥2	22	2	0
Total	42	6	0

**Tabla 2.** Número de individuos para *Ramalina peruviana*

Intervalo del tamaño del talo (cm)	Número de individuos por tamaño		
	Loma de Lachay	Loma Flor de Amancaes	Loma de Paraíso
< 0.5	4	24	0
0.5 a < 1	17	18	0
1 a < 1.5	10	8	0
1.5 a < 2	3	2	0
≥2	7	1	0
Total	41	53	0

**Tabla 3.** Número de individuos para *Usnea* sp.

Intervalo del tamaño del talo (cm)	Número de individuos por tamaño		
	Loma de Lachay	Loma Flor de Amancaes	Loma de Paraíso
< 0.5	1	0	0
0.5 a < 1	0	0	0
1 a < 1.5	1	0	0
1.5 < a 2	4	0	0
≥2	2	0	0
Total	8	0	0

### Discusión de resultados

El Hawksworth & Rose (1976) presentan una escala para el dióxido de azufre con líquenes, en donde especies del género *Usnea* (fruticuloso) se encuentran cuando el dióxido de azufre es menor a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; en el estudio sobre las rocas, solo registró a *Usnea* en la Reserva Nacional de Lachay por lo cual representaría a un bioindicador de buena calidad de aire.

Los resultados obtenidos de la calidad del aire en las lomas, en especial en la loma del Paraíso, corresponderían a un reflejo del pasado, muy probable no exista esos líquenes por la influencia de los impactos industriales y la ciudad a las lomas.

### Conclusiones

La presencia de las tres especies y un gran número de individuos indicaría buena calidad del aire en el ecosistema de lomas.

La cantidad de individuos y tamaño máximo de los líquenes en la Reserva Nacional de Lachay son propuestos como buena la calidad del aire; los datos obtenidos para la loma de Flor de Amancaes son considerados de calidad regular y los de la loma Paraíso de baja calidad.

## **Agradecimiento**

A las autoridades por el permiso respectivo.

## **Literatura citada**

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.

Kashiwadani H. 1987. Peruvian Species of *Ramalina* (Lichens). Studies on Cryptogams in Southern Peru. (ed. H. Inoue). Tokai University Press: 129-144.

Hawksworth D, Rose F. 1976. Lichens as Pollution Monitors. Studies in Biology Nº66. London; Edward Arnold.

Ramírez A. 2021. Introducción a la liquenobiota de las lomas de Perú. Liquenobiota 1(1):5-16.

Sipman H. 1999. Identification key and literature guide to the genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. Acceso: 01/12/2021. <http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>.

Valdivia A, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. The Biologist (Lima) 16 (1): 77-95.

# DINÁMICA DE CALIDAD ATMOSFÉRICA EN LA CUENCA DEL RÍO COMBEIMA (COLOMBIA) Y SU RELACIÓN CON LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS

Daniel Felipe Pedroza-Santafe<sup>1</sup>, Juan David Díaz-Monsalve<sup>1</sup>,  
Miguel Moreno-Palacios<sup>1</sup> & Alfredo Torres-Benítez<sup>1,2\*</sup>

1 Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de Ibagué,  
Ibagué, Tolima, Colombia.

2 Instituto de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,  
Valdivia, Chile. \*[aljotobe19@hotmail.com](mailto:aljotobe19@hotmail.com)

## Resumen

Los líquenes representan un grupo biológico con potencial de uso como bioindicadores de calidad ambiental. El objetivo fue describir el comportamiento de concentraciones de óxidos atmosféricos a través de un gradiente de elevación en el relieve montañoso de la cuenca del río Combeima (Tolima, Colombia) y su relación con la comunidad liquénica. Se seleccionaron siete estaciones de muestreo (entre 1200 y 1800 m.s.n.m.), en cada una se seleccionaron 10 forófitos y se registraron los datos con base en el índice de pureza atmosférica (IPA) y el índice de diversidad liquénica (LDV); se tomaron mediciones de los gases O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>2</sub> junto con la temperatura y humedad relativa. En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de los gases entre las estaciones. Se registraron 59 especies de líquenes, con mayor abundancia de *Parmotrema bangii*, *Pyxine pyxinooides*, *Fissurina* cf. *rufula*, *Cryptothecia striata*, *Pyxine* sp., *Parmotrema* cf. *robustum*, *Parmotrema* cf. *gardneri* y *Ramalina celastri*; la mayor diversidad se encontró en la estación cuatro (1500 m.s.n.m.), y la estación uno (1200 m.s.n.m.) presentó mayor riqueza y dominancia. El mayor LDV se registró en la estación cinco (1600 m.s.n.m.), mientras que la estación cuatro presentó el IPA más alto. La correlación de Spearman indicó mayor correlación del LDV con los gases atmosféricos, especialmente con el NO<sub>2</sub>.

Existe una tendencia de menores concentraciones de gases en las zonas más elevadas y mayores concentraciones en las zonas más bajas, lo cual genera variaciones en el ensamblaje de especies liquénicas a lo largo del gradiente.

**Palabras clave:** Líquenes, LDV, IPA, óxidos atmosféricos, gradientes.

### **Abstract**

Lichens represent a biological group with potential for use as bioindicators of environmental quality. The objective was to describe the behavior of atmospheric oxide concentrations across an elevation gradient in the mountainous relief of the Combeima river basin (Tolima, Colombia) and its relationship with the lichen community. Seven sampling stations were selected (1200 to 1800 m.s.n.m), 10 phorophytes were selected in each one, and data were recorded based on the atmospheric purity index (IPA) and the lichenic diversity index (LDV); measurements of O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, and NO<sub>2</sub> gases were taken together with temperature and relative humidity. In the analysis of variance, significant differences were found in the concentrations of the gases between stations. Fifty-nine lichen species were recorded, with the highest abundance of *Parmotrema bangii*, *Pyxine pyxinooides*, *Fissurina* cf. *rufula*, *Cryptothecia striata*, *Pyxine* sp., *Parmotrema* cf. *robustum*, *Parmotrema* cf. *gardneri*, and *Ramalina celsastri*; the highest diversity was found at station four (1500 m.s.n.m.), and station one (1200 m.s.n.m.) had the highest richness and dominance. The highest LDV was recorded at station five (1600 m.s.n.m.), while station four had the highest IPA. Spearman's correlation indicated a higher correlation of LDV with atmospheric gases, especially with NO<sub>2</sub>. There is a trend of lower gas concentrations at higher elevations and higher concentrations at lower elevations, which generates variations in the assemblage of lichen species along the gradient.

**Keywords:** Lichens, LDV, IPA, atmospheric oxides, gradients.



## **Introducción**

La inestabilidad atmosférica es el factor más importante en el transporte y la dispersión de los contaminantes atmosféricos, por lo cual su efecto sobre el clima ha sido un tema muy discutido y una seria preocupación entre los investigadores en las últimas décadas (Chakraborty et al. 2017).

Los líquenes son considerados organismos sensibles a la contaminación debido a sus características biológicas; la ausencia de cutícula protectora o de sistema de excreción da lugar a una alta sensibilidad a las perturbaciones antropogénicas, y por ende la disminución o incremento en la cobertura de algunas especies, constituye uno de los principales marcadores naturales ante las alteraciones en la biosfera (Bajpai et al. 2010).

Estos organismos constituyen uno de los grupos biológicos menos estudiados en zonas tropicales, quizás a causa del poco conocimiento de su taxonomía (Sipman 1989); sin embargo, su potencial uso como bioindicadores de calidad ambiental ha incentivado la realización de estudios de caracterización de comunidades liquénicas a nivel internacional, al punto de que existen protocolos detallados para la evaluación de su diversidad y posterior estimación de índices para el monitoreo atmosférico en regiones templadas (Darré 2012).

Con el objetivo de complementar la información disponible para la ciudad de Ibagué, el presente estudio planteó la evaluación de la dinámica de la calidad atmosférica de la ciudad a través de un gradiente de elevación, utilizando para ello el índice de pureza atmosférica, la diversidad liquénica y su relación con las concentraciones de algunos óxidos atmosféricos.

## **Área de estudio**

El estudio se realizó en el municipio de Ibagué, ubicada en la región Andina de Colombia en el departamento del Tolima ( $4^{\circ}15'$  y  $4^{\circ}40'$  N y  $74^{\circ}00'$  y  $75^{\circ}30'$  W). La ciudad se extiende desde la zona de Vida de bosque seco tropical (Bs-T) hasta la transición a bosque húmedo premontano (Bh-PM) en altitudes entre los 800 y 1200 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de  $23^{\circ}\text{C}$  y la

precipitación promedio es de 1993 mm, distribuidos en un régimen bimodal con picos de lluvias en mayo y octubre. La cuenca del río Combeima se encuentra ubicada en un relieve montañoso entre los 04°19'30" y 04°39'57" latitud norte y los 75°10'11" y 75°23'23" longitud oeste sobre el flanco oriental de la cordillera Central, con una extensión aproximada de 27421 ha y 125 zonas distribuidas en ocho unidades climáticas (Alcaldía de Ibagué 2014; Leonel & Paez 2000).

## **Materiales y Métodos**

Muestreo: en el año 2018 durante la época de transición entre lluvias y verano, se identificó un gradiente de elevación que inició de los 1200 m.s.n.m. (zona periurbana) hasta los 1800 m.s.n.m. (zona montañosa), desde el centro de la ciudad hasta la cuenca del río Combeima; en el cual se ubicaron siete estaciones de muestreo separadas cada 100 m y cada una con 10 forófitos seleccionados aleatoriamente; los forófitos por estación estuvieron separados entre sí por al menos 15 m, con DAP  $\geq 30$  cm, con fuste recto y sin alteraciones en la corteza. El Índice de Diversidad Liquélica (LDV) (Asta et al. 2002) fue calculado utilizando una plantilla de 50 cm x 10 cm (500 cm<sup>2</sup>) dividida en cinco recuadros de 100 cm<sup>2</sup> y ubicada en cada flanco del árbol (N, S, E y O), y para al Índice de Pureza Atmosférica (IPA) (LeBlanc & De Sloover 1970) se utilizó una plantilla de 10 cm x 10 cm (100 cm<sup>2</sup>) dividida en 100 recuadros de un 1 cm<sup>2</sup> ubicada en cada flanco del árbol (para la medición de cobertura de cada especie). En cada una de las siete estaciones se realizaron mediciones de NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> utilizando un equipo Aeroqual S500 de sensores intercambiables, previamente calibrados; el valor registrado para cada gas atmosférico fue el promedio de 60 mediciones (una hora de muestreo). Así mismo, se midió la temperatura y humedad relativa durante el muestreo en cada estación.

Colecta y determinación de los ejemplares: las muestras de líquenes se colectaron por duplicado, se almacenaron en bolsas de papel y se secaron a temperatura ambiente. La determinación taxonómica se realizó con guías y claves especializadas (Chaparro & Aguirre 2002; Esquivel & Nieto 2003; Sipman

2005), y se corroboraron con personal experto adscrito al Herbario de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Colombia y el Grupo Colombiano de Liquenología.

Análisis de los datos: el programa PAST fue usado para hacer gráficos de puntos con la finalidad de describir y analizar la dispersión de las mediciones de los óxidos atmosféricos, la temperatura y humedad relativa; además, se aplicó un análisis de varianza no paramétrica (Kruskal-Wallis) para evaluar diferencias entre la concentración de los gases. La diversidad alfa fue calculada con los índices de dominancia de Simpson, riqueza de Margalef y diversidad de Shannon-Weaver. Los índices liquénicos se describieron en términos de promedio para cada gradiente. Se realizaron correlaciones no paramétricas de Spearman para evaluar la asociación entre las concentraciones de óxidos atmosféricos con los índices IPA y LDV.

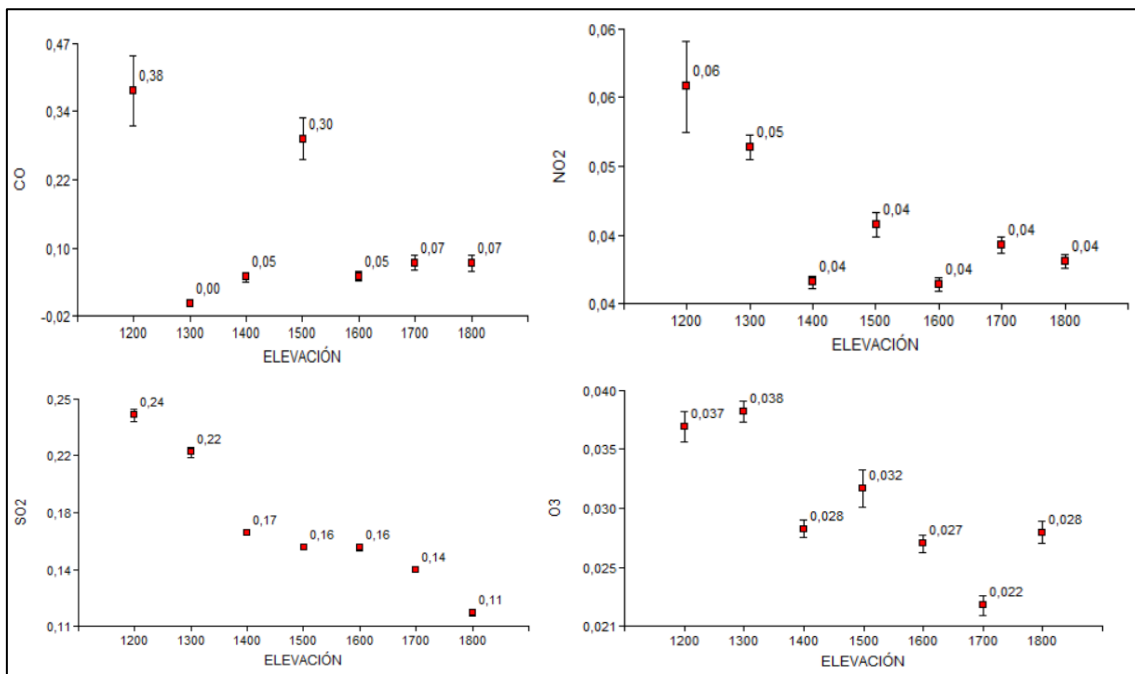
## **Resultados**

Concentración de óxidos: el CO presentó un comportamiento anormal a través del gradiente de elevación, y no se identificó un patrón general que explique su distribución. Los datos de NO<sub>2</sub> se mostraron dinámicos, donde las mayores concentraciones del gas se encontraron en las primeras dos estaciones (zona periurbana), y a medida que se avanzó en el gradiente, se registró una disminución progresiva hacia la zona montañosa. El SO<sub>2</sub> mostró una tendencia descendente con respecto a la altitud, donde las concentraciones más altas fueron en las primeras dos estaciones de muestreo, y las más bajas a medida que se avanzó en el gradiente. Los datos de O<sub>3</sub> mostraron que las concentraciones más altas se encontraron en las estaciones uno y dos, pero se observó un comportamiento disperso a través de todo el gradiente de elevación (Fig. 1).

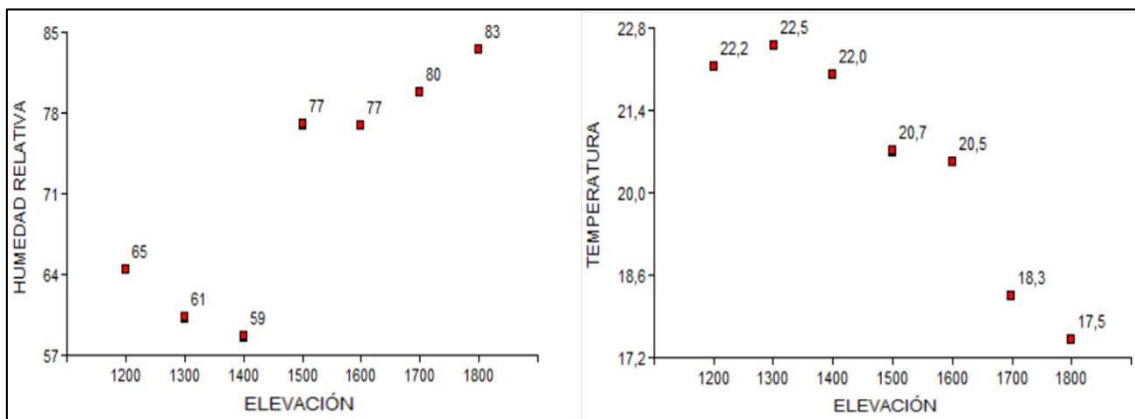
En el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en la concentración de tres de los cuatro gases evaluados entre estaciones: NO<sub>2</sub> (n=6, H= 165,95, p= <0,0001), SO<sub>2</sub> (n=6, H=

870,18,  $p = <0,0001$ ),  $O_3$  ( $n=6$ ,  $H= 183,35$ ,  $p = <0,0001$ ),  $CO$  ( $n=6$ ,  $H= 43,16$ ,  $p = >0,9999$ ).

Variables climáticas: en las primeras tres estaciones la humedad relativa mostró una tendencia baja con unos valores promedio de 59% a 65%, y a partir de la estación cuatro los valores mostraron una tendencia a aumentar con valores promedio de 77% a 83%. Por su parte, la temperatura presentó un comportamiento descendente de la estación 1 a la 7, con valores de 22°C en los 1200 m.s.n.m. hasta 17°C en los 1800 m.s.n.m. (Fig. 2).

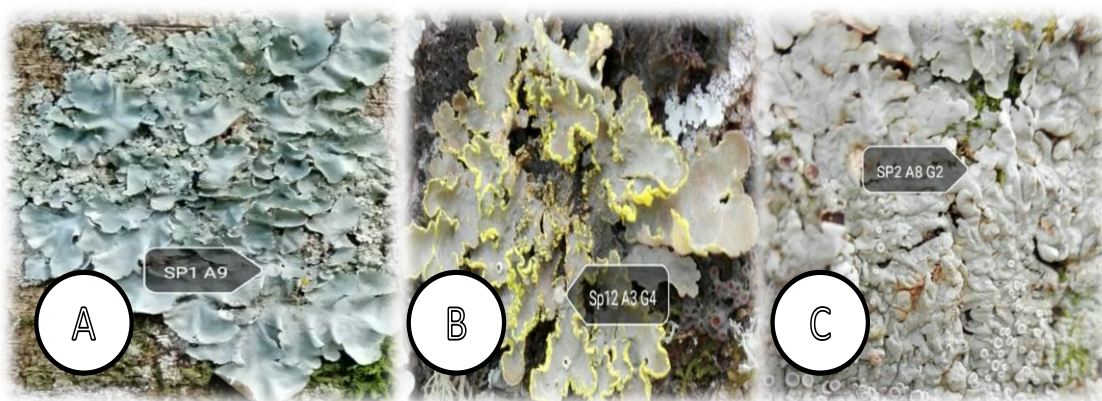


**Figura 1.** Comportamiento de la concentración de los cuatro gases atmosféricos en las estaciones de estudio en el gradiente de elevación.



**Figura 2.** Temperatura y humedad relativa para las estaciones de estudio en el gradiente de elevación.

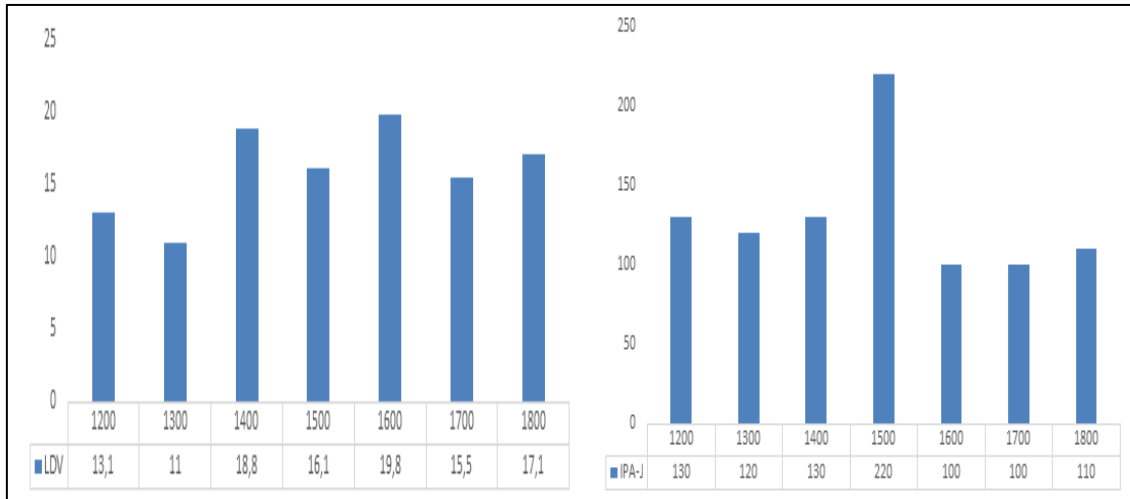
Composición y cobertura de especies liquénicas: se registró un total de 11442 cm<sup>2</sup> de cobertura liquénica en las siete estaciones de muestreo distribuida en 59 especies de líquenes. Las especies más abundantes (en porcentaje y área) en el estudio fueron *Parmotrema bangii* (Vain.) Hale (29,2%, 1914 cm<sup>2</sup>), *Pyxine pyxinooides* (Müll.Arg.) Kalb (7,78%, 918 cm<sup>2</sup>), *Fissurina* cf. *rufula* (Mont.) Staiger (6,28%, 741 cm<sup>2</sup>), *Cryptothecia striata* G. Thor (5,62%, 663 cm<sup>2</sup>), *Pyxine* spp. (4,51%, 532 cm<sup>2</sup>), *Parmotrema* cf. *robustum* (Degel.) Hale (4,46%, 526 cm<sup>2</sup>), *Parmotrema* cf. *gardneri* (Dodge) Serus. (3,96%, 464 cm<sup>2</sup>) y *Ramalina celastri* (Sprengel) Krog & Swinscow (3,45%, 407 cm<sup>2</sup>), que reunieron el 52,23% de la cobertura total, las demás especies representaron el 44,71% restante entre las cuales se encuentra *Pseudocyphellaria aurata* (Ach.) Vain. (Fig. 3).



**Figura 3.** a) *Parmotrema bangii*, b) *Pseudocyphellaria aurata*, c) *Pyxine pyxinooides*.

Diversidad alfa: la mayor riqueza de especies fue registrada en la estación 4 (1500 m.s.n.m.), por tanto, reflejó el mayor índice de Margalef ( $D\alpha=3,15$ ) e índice de Shannon-Weaver ( $H'=2,679$ ), mientras que la mayor dominancia fue registrada en la estación 1 ( $D=0,23$ ).

Índices de calidad atmosférica: los valores de LDV fueron mayores en la estación 5 (19,8) y menores para las estaciones 1 y 2 (13,1 y 11, respectivamente); y para IPA se encontraron los valores más altos en la estación 4 (220) y los más bajos en las estaciones 5 y 6 (100 cada una) (Fig. 4).



**Figura 4.** LDV e IPA para las estaciones de estudio en el gradiente de elevación. Correlación de índices y concentraciones atmosféricas: la correlación de Spearman mostró que el índice LDV fue el que mejor se correlacionó con los 4 gases, especialmente con el dióxido de nitrógeno (-0,89, 0,0287), considerado uno de los gases más contaminantes.

### Discusión de resultados

Los datos obtenidos se relacionan con los reportes de Espinosa & Trujillo (2017), quienes registraron concentraciones de óxidos atmosféricos más bajas en la zona periurbana y concentraciones altas en la zona urbana de la ciudad de Ibagué. Estos gases atmosféricos se elevan y difunden lejos de sus fuentes por patrones de vientos, lluvia y temperatura, los cuales pueden afectar la rapidez con la que los contaminantes se diluyen a medida que se expanden (Santoni & Lijteroff 2006).

La zona periurbana presentó la menor concentración de los óxidos atmosféricos, debido a que concentra la mayor parte de la cobertura arbórea y arbustiva, reflejando una relación inversamente proporcional entre las matrices verdes y la dinámica de contaminantes (Escobe & Chacalo 2008). Por su parte, el ensamble de especies de líquenes corticícolas es similar al reportado por Trujillo & Tafur (2006) en otras zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Ibagué por debajo de 1500 m.s.n.m.

## **Conclusiones**

El estudio encontró una correlación entre los gases y el gradiente altitudinal; menores concentraciones de gases en las partes altas, y mayores concentraciones de gases en las partes bajas.

El IPA no permitió analizar claramente la calidad del aire en el gradiente de la zona montañosa que conforma la cuenca del río Combeima, probablemente por la alta variación de los datos; sin embargo, el LDV mostró una diferencia en la calidad atmosférica a través del gradiente de elevación.

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Ibagué por el apoyo logístico para la realización del muestreo y análisis de las muestras.

## **Literatura citada**

Alcaldía de Ibagué. 2014. Plan de Ordenamiento Territorial – POT del municipio de Ibagué. Departamento Administrativo de Planeación. 25 p.

Asta J, Erhardt W, Ferretti M, Fornasier F, Kirschbaum U, Nimis PL, Purvis OW, Pirintsos S, Scheidegger C, Van Haluwyn C, Wirth V. 2002. European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress. Editorial The British Lichen Society. Londres.

Bajpai R, Upreti D, Nayaka S. & Kumari B. 2010. Biodiversity, bioaccumulation and physiological changes in lichens growing in the vicinity of coal-based thermal power plant of Raebareli district, north India. *Journal of Hazardous Materials*, 174(1-3), 429-436.

Chakraborty R, Saha U, Singh AK, Maitra A. 2017. Association of atmospheric pollution and instability indices: A detailed investigation over an Indian urban metropolis. *Atmospheric Research*, 196, 83-96.

Chaparro M, Aguirre J. 2002. Hongos liquenizados. Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Darré E. 2012. Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en Montevideo – Uruguay. Tesis Magister en Ciencias Ambientales (Montevideo, Uruguay): Universidad de la República.
- Escobedo F, Chacalo A. 2008. Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por el arbolado urbano de la ciudad de México. *Interciencia*, 33(1), 29-32.
- Espinosa N, Trujillo A. 2017. Evaluación de óxidos atmosféricos y su relación con la diversidad liquénica en el área urbana y periurbana de la ciudad de Ibagué-Tolima. Tesis Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales. Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia. 67 p.
- Esquivel H, Nieto A. 2003. Diversidad florística de la cuenca alta del río Combeima. Editorial León Gráficas, Ibagué, Colombia.
- LeBlanc F, De Sloover J. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany*, 48: 1485-1496.
- Leonel H, Paez O. 2000. Aproximación ecosistémica de la cuenca del río Combeima, departamento del Tolima. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 17(2): 126-135.
- Santoni C, Lijteroff R. 2006. Evaluación de la calidad del aire mediante el uso de bioindicadores en la provincia de San Luis, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 22(1): 49-58.
- Sipman H. 2005. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (lichens) in the Neotropics. Botanic Garden & Botanical Museum Berlin-Dahlem, Berlín, Alemania.
- Sipman H. 1989. Lichen zonation in the Parque Los Nevados transect. 461-483. En: van der Hammen T.H, Díaz S., Álvarez V.J. (eds). *Studies on tropical andean ecosystems*, 3: Cramer J., Berlín, Alemania.



Trujillo L, Tafur A. 2016. Diversidad y distribución de líquenes cortícolas en el área urbana y periurbana de la ciudad de Ibagué-Tolima. Tesis Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales. Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia. 55 p.

# LÍQUENES CORTICÍCOLAS EN LA QUEBRADA DE PLANCHA, ISLA, COMAS, JUNÍN, PERÚ

Miriam Estefani Chupan Minaya

Ingeniera Forestal y Ambiental egresada de la Universidad Nacional del Centro  
del Perú

Correo electrónico: [miriamism7@gmail.com](mailto:miriamism7@gmail.com)

## Resumen

La composición de especies en un hábitat es una investigación básica para valorizar un área en cuanto a su biodiversidad. La investigación se realizó en la quebrada de Plancha-Isla, en el distrito de Comas, Región Junín, con el objetivo de conocer la liquenobiota corticícola. Dos parcelas de muestreo de 50 x 2 m (100 m<sup>2</sup>) fueron delimitadas en tres formaciones vegetales: matorral alto, matorral bajo y bosque; en los árboles dentro de las parcelas se recolectó todas las muestras de líquenes; posteriormente, en el herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente HCEN-FO se realizó la caracterización macroscópica, microscópica y test de coloración. La determinación de las muestras empleó literatura y claves especializadas. La liquenobiota está conformada por 9 familias, 14 géneros y 25 especies; la forma biológica con mayor cantidad de ejemplares fue el folioso y el principal fotobionte que forma a los líquenes son las cianofíceas. El matorral alto albergó 20 especies (80%); con 12 especies propias de la zona: *Cora* cf. *glabrata*, *Lecanora* cf. *polytropia*, *Lecania* sp., *Lobariella* cf. *pallida*, *Crocodia* cf. *aurata*, *Sticta* sp.1, *Sticta* sp.2, *Erioderma* cf. *leyandii*, *Pannaria* cf. *rubiginosa*, *Hypotrachyna* sp., *Heterodermia* cf. *spinigera* y *Telochistes peruensis*; el matorral bajo registró 11 especies (44%), con 4 especies propias para la zona: *Leptogium* cf. *corticola*, *Leptogium chloromelum*, *Pannaria* cf. *andina* e *Hypotrachyna cirrhata* y el bosque tuvo cinco especies (20%) sin ningún registro único para la zona.

**Palabras clave:** Líquenes corticícolas, caracterización.

## **Abstract**

The composition of species in a habitat is a basic investigation to value an area in terms of its biodiversity. The research was carried out in the Quebrada de Plancha-Isla, in the district of Comas, Junín Region, with the aim of knowing the corticolous lichen biota. Two sample plots of 50 x 2 m (100 m<sup>2</sup>) were delimited in three plant formations high scrub, low scrub and forest; all the lichen samples were collected from the trees within the plots; later, in the herbarium of the Faculty of Forestry and Environmental Sciences HCEN-FO, the macroscopic and microscopic characterization and the coloration test were carried out. The determination of the samples used specialized literature and keys. The lichen biota is made up of 9 families, 14 genera and 25 species; the biological form with the largest number of specimens was the foliose and the main photobiont that forms lichens are the cyanophytes. The high scrub sheltered 20 species (80%); with 12 species typical of the area: *Cora* cf. *glabrata*, *Lecanora* cf. *polytropa*, *Lecania* sp., *Lobariella* cf. *pallida*, *Crocodia* cf. *aurata*, *Sticta* sp. 1, *Sticta* sp. 2, *Erioderma* cf. *leyandii*, *Pannaria* cf. *rubiginosa*, *Hypotrachyna* sp., *Heterodermia* cf. *spinigera* and *Teloschistes peruensis*. The low scrub recorded 11 species (44%), with 4 species specific to the area: *Leptogium* cf. *corticola*, *Leptogium chloromelum*, *Pannaria* cf. *andina* and *Hypotrachyna cirrhata* and the forest had five species (20%) without a single specific record for the area.

**Keywords:** Corticolous lichens, characterization.

## **Introducción**

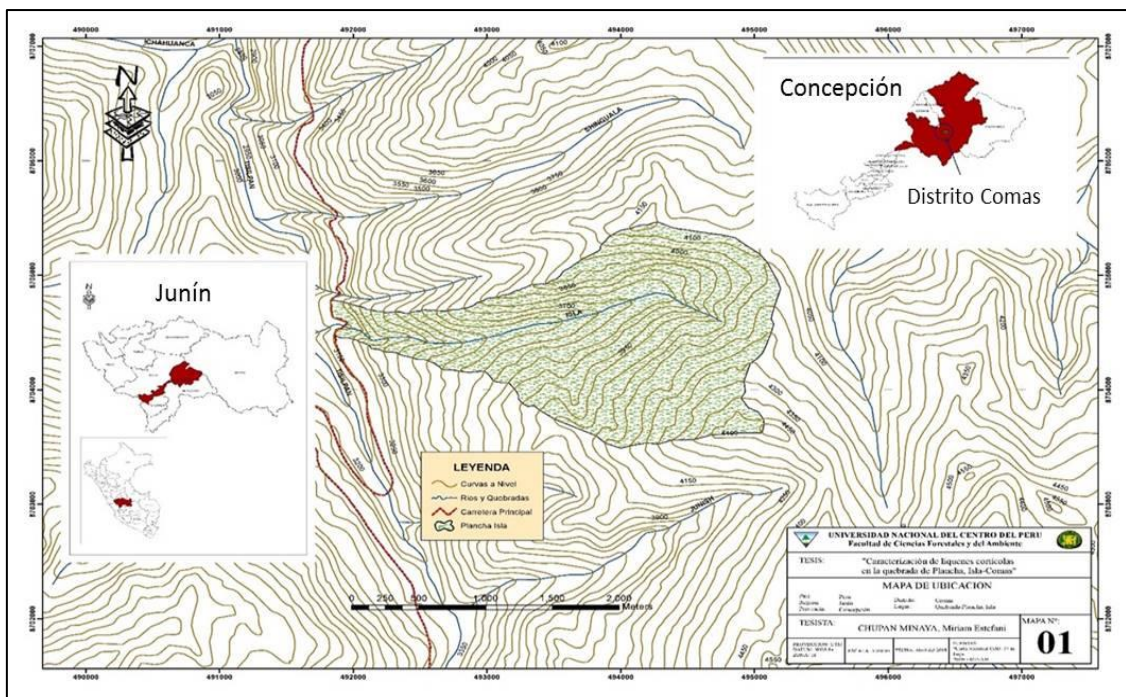
La composición de especies en un hábitat es una investigación básica para valorizar un área en cuanto a riqueza florística, económica, medicinal, paisajística, entre otros, para ello se debe aplicar métodos de conservación, recuperación, restauración e investigación holística (Mateus 2011). Los líquenes habitan en ecosistemas muy diversos, encontrándose en diferentes sustratos,

con la capacidad de desarrollarse sobre cualquier sustrato inerte u orgánico (Romo 2012), esta capacidad de desarrollo se debe a su capacidad de obtener alimentos del fotobionte y no del sustrato (Cubas et al. 2010), estos son parcialmente independientes debido a que aprovechan el agua y nutrientes de la atmósfera.

El objetivo del estudio fue caracterizar y determinar los líquenes corticícolas en la quebrada de Plancha Isla – Comas, Junín, lo cual contribuirá con el conocimiento de la liquenobiota de la zona.

### Área de estudio

El presente estudio se realizó en la quebrada de Plancha, Isla, distrito de Comas, provincia de Concepción y departamento de Junín (Fig. 1). La altitud promedio fue de 3550 m.s.n.m., llegando en las zonas más altas a los 4100 m.s.n.m., limitando con la carretera principal de Comas y las microcuencas de Protero y Sierra Lumi, caracterizado por un clima de fuertes neblinas originadas en las cumbres y crestas de la cordillera central. Los meses más secos están entre junio y setiembre, y los más húmedos entre octubre y mayo, el área de estudio se encuentra en el Bosque Húmedo Montano Tropical (bh-MT) (Holdridge 1967).



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

## Materiales y métodos:

### Materiales y equipos

#### - Campo

- Flexómetro; espátula de mango de madera número 4"; bolsas; lapiceros y libreta de campo; tijeras de podar; cámara fotográfica digital CANNON de 16 MPX; receptor GPS de marca Garmin y modelo Etrex; papel periódico; y prensadores de cartones.

#### - Laboratorio

- Hidróxido de potasio (10%); lugol; agua destilada; lejía comercial (C); porta y cubre objetos; bisturí; pinza; estéreo microscopio CARIZISSM Modelo INV-2008; microscopio HERLMUT HUND MEDI – PRAX binocular (lentes de aumento 4x, 10x y 100x) y con cámara incluida.

#### - Gabinete

- Las muestras de líquenes fueron determinadas usando las claves de Sipman 1999, Sipman 2005, Ramírez & Cano 2005, Pavlich et al. 2008 y Sipman 2012.

### Metodología de investigación

El tipo de investigación es aplicada (Hernández 2014), con un nivel de investigación descriptivo y un diseño de investigación no experimental, de corte transversal (Bunge 2013).

## Resultados

La liquenobiota está conformada por 9 familias, 14 géneros y 25 especies (Tabla 1), siendo la forma biológica con mayor cantidad de ejemplares el folioso (Tabla 2).

**Tabla 1.** Líquenes corticícolas de la quebrada Plancha-Isla

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Collemataceae	<i>Leptogium</i>	<i>Leptogium phyllocarpum</i> (Pers.) Mont., 1848
		<i>Leptogium</i> cf. <i>corticola</i> (Taylor) Tuck
		<i>Leptogium</i> cf. <i>burgessii</i> Mont.
		<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.

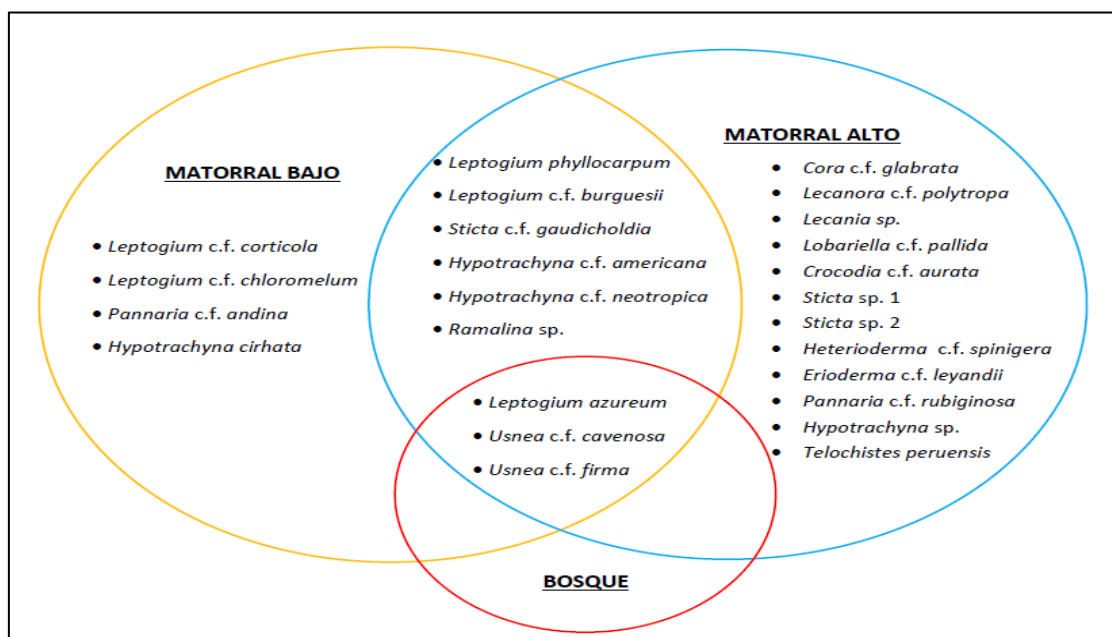
FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
		<i>Leptogium</i> cf. <i>chloromelum</i> (Sw. ex Ach.) Nyl
Hygrophoraceae	<i>Cora</i>	<i>Cora</i> cf. <i>glabrata</i> (Spreng) Fr.
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i>	<i>Lecanora</i> cf. <i>polytropa</i> (Hoffm.) Rabenh
	<i>Lobariella</i>	<i>Lobariella</i> cf. <i>pallida</i> (Hock. F.) Moncada Lücking
Lobariaceae	<i>Crocodia</i>	<i>Crocodia</i> cf. <i>aurata</i> (Ach) Vain
	<i>Sticta</i>	<i>Sticta</i> sp.1
	<i>Sticta</i>	<i>Sticta</i> sp.2
		<i>Sticta</i> cf. <i>gaudicholdia</i>
Pannariaceae	<i>Erioderma</i>	<i>Erioderma</i> c.f. <i>leyandii</i> (Tayl) Mull. Arg. Sp
	<i>Pannaria</i>	<i>Pannaria</i> cf. <i>andina</i> P.M. Jørg. & Sipm <i>Pannaria</i> cf. <i>rubiginosa</i> (Thunb.) Delise
		<i>Hypotrachyna</i> cf. <i>neotropica</i> Divakar A. Crespo S.
	<i>Hypotrachyna</i>	<i>Hypotrachyna</i> <i>cirrhata</i> (Fr.) W. L. Culb & C.F. <i>Hypotrachyna</i> cf. <i>americana</i> (Meyen & Flotow) D.
Parmeliaceae		<i>Hypotrachyna</i> sp.
	<i>Usnea</i>	<i>Usnea</i> cf. <i>cavernosa</i> Tuck <i>Usnea</i> cf. <i>firma</i> Motyka
Physciaceae	<i>Heterodermia</i>	<i>Heterodermia</i> cf. <i>spinigera</i> (Kurok) Kurok
Ramalinaceae	<i>Ramalina</i>	<i>Ramalina</i> sp.
	<i>Lecania</i>	<i>Lecania</i> sp.
Telochistaceae	<i>Telochistes</i>	<i>Telochistes peruensis</i> (Ach.) J.W. Thomson

**Tabla 2.** Formas biológicas de los líquenes corticícolas.

ESPECIE	BIOTIPO
<i>Leptogium phyllocarpum</i>	Folioso gelatinoso
<i>Leptogium</i> cf. <i>corticola</i>	Folioso gelatinoso
<i>Leptogium</i> cf. <i>burguesii</i>	Folioso gelatinoso
<i>Leptogium azureum</i>	Folioso gelatinoso
<i>Leptogium</i> cf. <i>chloromelum</i>	Folioso gelatinoso
<i>Cora</i> cf. <i>glabrata</i>	Folioso
<i>Lecanora</i> cf. <i>polytropa</i>	Crustáceo
<i>Lecania</i> sp.	Crustáceo granuloso
<i>Lobariella</i> cf. <i>pallida</i>	Folioso
<i>Crocodia</i> cf. <i>aurata</i>	Folioso
<i>Sticta</i> sp.1	Folioso
<i>Sticta</i> sp.2	Folioso
<i>Sticta</i> c.f. <i>gaudicholdia</i>	Folioso
<i>Erioderma</i> cf. <i>leyandii</i>	Folioso
<i>Pannaria</i> cf. <i>andina</i>	Escuamuloso
<i>Pannaria</i> cf. <i>rubiginosa</i>	Escuamuloso

ESPECIE	BIOTIPO
<i>Hypotrachyna</i> cf. <i>neotropica</i>	Folioso
<i>Hypotrachyna</i> <i>cirrhata</i>	Folioso
<i>Hypotrachyna</i> cf. <i>americana</i>	Folioso
<i>Hypotrachyna</i> sp.	Folioso
<i>Usnea</i> cf. <i>cavernosa</i>	Fruticuloso
<i>Usnea</i> cf. <i>firma</i>	Fruticuloso
<i>Heterodermia</i> cf. <i>spinigera</i>	Folioso
<i>Ramalina</i> sp.	Fruticuloso
<i>Telochistes</i> <i>peruensis</i>	Fruticuloso

El diagrama de Venn muestra la distribución de los líquenes corticícolas de la Quebrada Plancha-Isla, Comas, en la cual las especies comunes en las tres formaciones vegetales son *Leptogium azureum*, *Usnea* cf. *cavernosa* y *U.* cf. *firma* (Fig. 2).



**Figura 2.** Diagrama de Venn de las especies de líquenes corticícolas en la Quebrada Plancha-Isla, Comas.

## Discusión de resultados

Los líquenes corticícolas estudiados están distribuidas en los siguientes biotipos: 17 especies foliosas: incluidos los gelatinosos, 4 especies fruticulosos:, 2 especies crustáceos: y 2 especies escuamulosos; Rincón et al. 2011 y Sipman 2012 mencionan que los líquenes de biotipo folioso y fruticuloso son representativos en bosques de elevaciones medianas, los cuales están

representados en los sub andes o andes, a diferencia de los líquenes crustáceos que tienden a ser más representativos en las zonas de sotobosques tropicales, esto se debe a que prevalece las condiciones de sombra y humedad que ayuda a su desarrollo (Soto & Bolaños 2010). Los factores de clima y vegetación influyen en el desarrollo y la diversidad de líquenes (Sarrión 2011).

Los líquenes foliosos de la familia Parmeliaceae presentaron mayor registro de especies en la zona de estudio, siendo adaptables a los terrenos de mediana elevación (Sarrión 2011); por otro lado, en micrositios abiertos en los que se genera bastante humedad, benefician el desarrollo del género *Leptogium* (Rincón et al. 2011), siendo también uno de los mayores registros de especies en la zona de estudio.

## **Conclusiones**

La liquenobiota del sector de Plancha – Isla está conformada por 9 familias, 14 géneros y 25 especies. Los biotipos fueron cinco: foliosos (12 sp., 48%), gelatinosos (5 sp., 20%), fruticulosos (4 sp., 16%), crustáceos y escumulosos (2 sp., 8%) cada uno del total de especies. Los fotobiontes fueron las clorofíceas (40%) y las cianobacterias (60%).

El matorral alto albergó 21 especies (84%); con 12 especies propias de la zona; el matorral bajo registró 13 especies (52%), con 4 especies propias para la zona; y el bosque registró 3 especies (12%) sin ningún registro único para la zona.

## **Agradecimientos**

A la Ing. Dominga G. Zúñiga López, asesora de la investigación por su apoyo incondicional, guía, y revisiones durante todo el proceso; al Blgo. Ángel Ramírez, por su asesoramiento, apoyo y capacitación en la determinación de líquenes corticícolas; y en especial a mis padres Carmen Minaya Martel, Dulio Chupan Santos, a mis hermanos Liz y Jonathan, a Yoshi Condor Buitron y



Yakelin Aliaga Rosales por su apoyo incondicional durante todo el proceso de la investigación.

### **Literatura citada**

Bunge M. 2013. La ciencia, su método y su filosofía. Buenos Aires, Ediciones.

Cubas P, Núñez J, Crespo A, Divakar PK. 2010. Líquenes: que son y su uso como bioindicadores. Proyecto de Innovación UCM. Colombia.

Hernández R. 2014. Metodología de la Investigación. Sexta Edición. McGRAW HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México.

Holdridge LR. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

Mateus LN. 2011. Composición y riqueza de los líquenes foliícolas de la estación ambiental de Tutunendo (Chocó biogeográfico). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.

Pavlich M, Nuñez JA, Vela ZM. 2008. Líquenes Inkaterra Hotel – Cusco y alrededores. Laboratorio de Cultivos de Tejido In Vitro, Facultad de Ciencias y Filosofía y Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú.

Ramírez A, Cano A. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Ancash, Perú). Rev. peru. biol. 12(3): 383- 396.

Rincón A, Aguirre J, Lücking R. 2011. Líquenes Cortícolas en el Caribe Colombiano. Departamento de Biología, Caldasia 33 (2): 331 – 347. Recuperado de <http://www.icn.unal.edu.co/>.

Romo F. 2012. Desarrollo y puesta a prueba de un nuevo método para utilizar líquenes como bioindicadores de contaminación. Buenos Aires, Argentina.

Sarrión FJ. 2011. Flora y vegetación de líquenes epífitos de Sierra Madrona – Valle de Alcudia (Ciudad Real): relaciones con el estado de conservación de sus bosques. (Tesis Doctoral) Universidad Complutense de Madrid – Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid, España.

- Sipman H. 2005. key to *Parmotrema*, revised edition: key to wide-lobed parmelioid species occurring in Tropical America (genera *Canomaculina*, *Parmotrema*, *Rimelia*, *Rimeliella*). Lichen determination keys - neotropical *Parmotrema*. Freie Universität Berlin. Alemania.
- Sipman H. 1999. Identification key and literature guide to the genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. Acceso: 23/10/2009. <http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>.
- Sipman H. 2012. Key to species of *Everniastrum*. (Parmeliaceae) in Tropical America.
- Soto E, Bolaños AC. 2010. Diversidad de líquenes cortícolas en el bosque subandino de la finca zíngara (Cali, Valle del Cauca). *Revista de Ciencias* 4: 35 – 44.

# LIQUENOBIOTA DEL PARQUE EDUCATIVO MUNDO MARINO, BUENOS AIRES, ARGENTINA

(Estudio preliminar)

Vanesa Beatriz Traverso<sup>1</sup> & Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>2</sup>

1 Fundación Mundo Marino. [vanesa.traverso8@gmail.com](mailto:vanesa.traverso8@gmail.com)

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú. [liquenes\\_peru@yahoo.com](mailto:liquenes_peru@yahoo.com)

## Resumen

El parque educativo Mundo Marino se encuentra en San Clemente del Tuyú, provincia de Buenos Aires, en el cual hay animales marinos y terrestres que sirven de enseñanza para los alumnos de las escuelas, de universidades, profesionales y público en general; en ese lugar se hizo un trabajo de observación y recolección de líquenes, con el fin de conocer las especies. Los diferentes líquenes fueron analizados utilizando lupa, microscopio óptico y diferentes reactivos para saber sus características; con esa información se usó la bibliografía para determinar los diferentes géneros y especies. La liquenobiota está conformada por 8 familias, 11 géneros y 16 especies. Los líquenes determinados a nivel de especie son *Candelaria concolor*, *Chrysothrix candelaris*, *Ramalina celastri*, *Phaeophyscia endococinoides*, *Telochistes cymbalifer* y *Xanthoria parietina*; las especies *P. endococinoides* y *C. candelaris* son registros nuevos para la provincia de Buenos Aires.

**Palabras clave:** líquenes, corticícolas, árboles.

## Abstract

In the Sea World (Mundo Marino) educational park in San Clemente del Tuyu, Buenos Aires Province, there are marine and terrestrial animals that serve as teach students from schools, universities, profesionales and the general public; The observation and collection the lichens were carried out there in order to know the species. The difference lichen were analyzed using a magnifying

glass, optical microscope and different reagents to find out their characteristics. With that information, the bibliography was used to determine the different genera and species. The lichenobiota consists of 8 families, 11 genera and 16 species. The lichens determined at the species level they are: *Candelaria concolor*, *Chrysothrix candelaris*, *Ramalina celastri*, *Phaeophyscia endococcinoides*, *Telochistes cymbalifer* y *Xanthoria parietina*. The species *P. endococcinoides* y *C. candelaris* were new records for the Buenos Aires Province.

**Keywords:** lichens, corticolous, tree

## **Introducción**

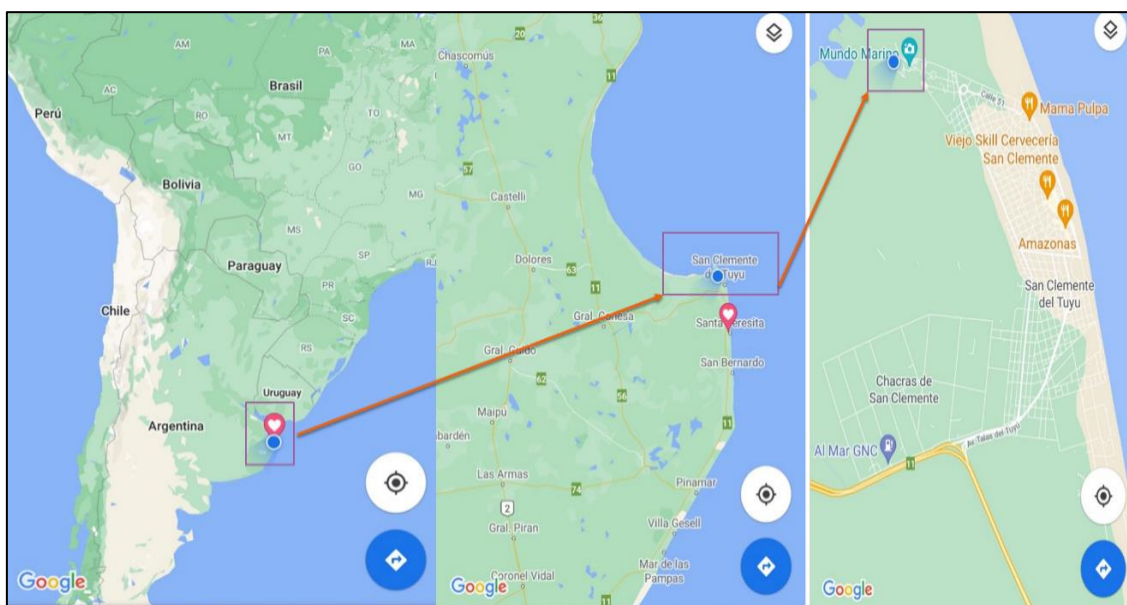
El Parque Educativo Mundo Marino se encuentra en San Clemente del Tuyú, Buenos Aires, Argentina, está rodeado por un río y dentro de él se encuentran diferentes lagunas de agua dulce y salobre. En el parque hay animales terrestres como antílopes, cabras y ovejas, y marinos como lobos marinos, delfines y pingüinos, de los cuales se conoce el nombre de la especie; sin embargo, se puede encontrar muchos líquenes en los diferentes árboles de los cuales falta conocer su nombre científico y su importancia.

En Argentina se han realizado diferentes estudios de la liquenobiota, listados de especies para el país (Calvelo & Liberatore 2002), bioindicadores (Estrabou et al. 2004), registros nuevos para la Reserva Natural de Punta Lara (García & Rosato 2013) y para la Reserva Natural Isla Martín (García & Rosato 2015), estos dos últimos para la provincia de Buenos Aires.

El objetivo del estudio fue determinar la riqueza de líquenes que presenta Mundo Marino, San Clemente del Tuyú, en los diferentes árboles. El conocimiento obtenido será de mucha importancia ya que se pueden registrar especies nuevas, encontrar registros nuevos, además de servir para monitorear la calidad del aire en la comunidad de San Clemente de Tuyú.

## Área de estudio

El área de estudio fue el Parque educativo Mundo Marino, San Clemente del Tuyu, Buenos Aires, Argentina (Fig.1).



**Figura. 1:** Área de estudio.

## Materiales y Métodos

### Materiales y equipos:

Cámara fotográfica, reactivos, microscopio, reglas, lupa, portaobjetos, cubreobjetos, navaja, pinzas, goteros y agua.

### Fase de campo:

En las estaciones de primavera y verano del año 2020 se hicieron recorridos por el parque educativo Mundo Marino, buscando y colectando líquenes en los diferentes árboles; paralelamente se fotografiaron y se hizo un catálogo de fotos.

### Fase de laboratorio

En este ambiente se hicieron los siguientes pasos:

1. Cortes transversales del talo y apotecio para observación en el microscopio.

- Reacciones con hidróxido de potasio, lugol, e hipoclorito de sodio para observar la coloración que toman los líquenes.

Fase de gabinete:

Los líquenes de todo el Parque Educativo Mundo Marino se determinaron con literatura especializada: Hafellner & Poelt 1979, Almborn 1992, Moberg 1993, Sipman 2005, Sochting et al. 2008, Harris & Ladd 2008, Elix 2009, Lücking 2009, Vargas 2011, Adler 2013, Kantvilas 2016 y Lavornia et al. 2016.

**Resultados:**

La liquenobiota del Parque Mundo Marino está conformada por 8 familias en 11 géneros y 16 especies (Tabla 1). La familia Parmeliaceae es la más abundante con 4 especies, seguida por la familia Teloschistaceae con 3 especies; de esta última familia, una de las especies es *Xanthoria parietina* (Fig. 2).

**Tabla 1.** Familia, género y especie

Nº	Familia	Género	Especie
1	Arthoniaceae	<i>Arthothelium</i>	cf. <i>Arthothelium</i> sp.
2	Candelariaceae	<i>Candelaria</i>	<i>Candelaria concolor</i> Dickson. Stein
3	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix</i>	<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J.R. Laundon
4	Graphidaceae	<i>Graphis</i>	<i>Graphis</i> sp.
5	Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i>	<i>Parmotrema</i> sp. 1
			<i>Parmotrema</i> sp. 2
			<i>Parmotrema</i> sp. 3
			<i>Parmotrema</i> sp. 4
6	Physciaceae	<i>Phaeophyscia</i>	<i>Phaeophyscia endococcinoides</i> (Poelt) Moberg
		<i>Physcia</i>	cf. <i>Physcia</i> sp.
7	Ramalinaceae	<i>Ramalina</i>	<i>Ramalina celastri</i> Spreng.
8	Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i>	<i>Caloplaca</i> sp. 1
			<i>Caloplaca</i> sp. 2
			<i>Caloplaca</i> sp. 3
		<i>Teloschistes</i>	<i>Teloschistes cymbalifer</i> (G.Mey.) Müll. Arg.

N°	Familia	Género	Especie
		<i>Xanthoria</i>	<i>Xanthoria parietina</i> (L). Theodor Magnus Fries



**Figura 2:** *Xanthoria parietina* (L). Theodor Magnus Fries.

### Discusión y conclusión:

Cálvelo & Liberatore (2002) publicaron los primeros líquenes de Argentina, en este trabajo se ha encontrado a las especies *Phaeophyscia endococinoides* y *Chrysothrix candelaris* que no han sido citada para la provincia de Buenos Aires; por lo tanto, son dos registros nuevos.

*Candelaria concolor*, *Ramalina celastri*, *Telochistes cymbalifer* y *Xanthoria parietina* están registradas para Argentina y para la provincia de Buenos Aires (Liberatore,2012); con excepción de *Chrysothrix candelaris* que es el primer registro para la provincia de Buenos Aires.

## Agradecimientos

Agradezco a Ángel Ramírez por enseñarme sobre líquenes y poder desarrollarme en este mundo maravilloso. A el Parque educativo Mundo Marino por dejarme estudiar la liquenobiota del lugar. A mis compañeros de equipo por el aguante y por la ayuda con el estudio. Y a mi familia y amigos que siempre me apoyan en todo lo que realizo. Muchas gracias.

## Literatura citada

- Adler M. 2013. Líquenes parmelioides (*Parmeliaceae*, Ascomycota) del Parque Nacional Copo (Provincia de Santiago del Estero, Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 48:387-406.
- Almborn I. 1992. Some overlooked or misidentified species of *Teloschistes* from South America and Key to the South- American species. Nord. J. Bot. 12: 361-264. Copenhagen.
- Calvelo S, Liberatore S. 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina. Kurtziana 29:7–170.
- Elix J. 2009. Chrysotricaceae. From Flora of Australia volume 57.
- Estrabou C, Stiefkens L, Hadid M, Rodríguez J, Pérez A. 2004. Effects of air pollutants on morphology and reproduction in four lichen species in Córdoba, Argentina. Ecología en Bolivia, 39(2):33-45.
- García R, Rosato V. 2013 Nuevas citas de líquenes para la Reserva Natural de Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s. 15(2):169-174.
- García R, Rosato V. 2015 Líquenes (Ascomycota Liquenizados) De La Reserva Natural "Isla Martín García": Nuevos Registros para la Provincia de Buenos Aires y para Argentina.
- Hafellner J, Poelt J. 1979. Die Arten der Gattung *Caloplaca* mit pluriloculären Sporen (*Meroplacis*, *Triophthalmidium*, *Xanthocarpia*). – Journal of the Hattori Botanical Laboratory 46:1-41.



- Harris R, Ladd D. 2008. The lichen genus *Chrysothrix* in the Ozark Ecoregion, including a preliminary treatment for eastern and central North America. *Opuscula Philolichenum*. 5:29-42.
- Kantvilas G. 2016. A synopsis and key for the lichen genus *Caloplaca* (*Teloschistaceae*) on Kangaroo Island, with the description of two new species. *Journal of the Adelaide Botanic Gardens* 29:53-69.
- Lavornia J, Kristensen M, Rosato V. 2016. Clave de identificación de líquenes saxícolas del Paisaje Protegido "La Poligonal" (Sistema De Tandilia, Buenos Aires). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n. s. 18(2).
- Lücking R, Archer A, Aptroot A. 2009. A world-wide key to the genus *Graphis* (Ostropales: Graphidaceae). *The Lichenologist* 41(4):363-452.
- Moberg R. 1993. The lichen genus *Phaeophyscia* in South America with special reference to Andean species. *Opera Bot.* 121:281-284.
- Sipman H. 2005. Identificación key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics. Botanic Garden & Botanical Museum Berlin-Dahlem. Free University of Berlin.
- Søchting U, Lorentsen L, Arup U. 2008. The lichen genus *Caloplaca* (Ascomycota, Lecanoromycetes) on Svalbard. Notes and additions. *Nova Hedwigia* 87:69-96.
- Vargas L. 2011. Composición y riqueza de los líquenes folícolas de la estación ambiental de Tutunendo (Chocó Biogeográfico). Tesis (Bogotá, Colombia) Universidad Nacional de Colombia

# STANDING DEADWOOD TREES AS IMPORTANT HOSTS FOR LICHEN DIVERSITY IN HIGH ANDEAN *POLYLEPIS* FORESTS

Mitsy D.P.V. Sylvester<sup>1,2\*</sup>, Harrie J.M. Sipman<sup>3</sup>, Steven P. Sylvester<sup>4,1</sup>,  
Michael Kessler<sup>1</sup>

1 Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zurich,  
Switzerland.

2 Universidad Nacional del San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.

3 Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität  
Berlin, Germany.

4 *College of Biology and Environment*, Nanjing Forestry University, China.

E-mail of Mitsy Diaz: [mitsdiaz@hotmail.com](mailto:mitsdiaz@hotmail.com)

E-mail of Michael Kessler: [Michael.kessler@systbot.uzh.ch](mailto:Michael.kessler@systbot.uzh.ch)

-E-mail of Harrie Sipman: [h.sipman@bgbm.org](mailto:h.sipman@bgbm.org)

E-mail of Steven Sylvester: [steven\\_sylvester@hotmail.com](mailto:steven_sylvester@hotmail.com)

## Abstract

Whilst conservation measures are now focussed on protecting *Polylepis* forests in the high Andes, no thought has been paid to conserving standing deadwood, which may have an important role in this forest ecosystem. Pristine *Polylepis* forests, only accessible with mountaineering equipment, were found to contain large proportions of standing deadwood which harboured a highly diverse and abundant lichen biota compared with living trees. Standing deadwood trees are virtually absent from accessible forests due to firewood extraction by local people and so their importance in the natural forest structure has never been documented until now. We have compared lichen species diversity and composition between different sections of living and standing deadwood trees

from four forests in the Cordillera Urubamba, Cusco, and show standing deadwoods to be important hosts for a more highly diverse epiphytic lichen-flora with many species unique to this substrate, including 25 new lichen records for Perú. Dead branches were found to be particularly important as hosts for an abundant and varied lichen flora. This study emphasises the importance of standing deadwoods as an important component of natural *Polylepis* forest ecosystems through their role in increasing species diversity.

**Keywords:** Conservation, high Andes, new records.

## **Introduction**

In recent years, emphasis is being placed on the conservation of *Polylepis* forests in the high Andes, whose extent has been drastically reduced by anthropogenic influence over a period spanning millennia (Kessler 2002). Conservation measures, however, are predominantly focussed on protecting living trees, with no thought being paid to conserving standing deadwood which may also have an important role in the forest ecosystem. (Hodge & Peterken 1998) After exploration of difficult-to-access *Polylepis* forests in the Cordillera Urubamba, Cusco-Perú, a different forest structure was observed compared to forests close to human settlements. One of the main differences noted in these undisturbed forest patches was that a considerable proportion (10±20%) of the forest plots contained standing deadwood trees whilst deadwood was virtually absent from accessible forests because of firewood extraction by local people. Interestingly, these standing deadwood trees were observed to harbour a more highly diverse and abundant cryptogam flora compared with living trees, whose flaky bark effectively sheds epiphytes attempting to establish on these trees.

## **Study Area**

Four forests were studied from the following areas in the Cordillera Urubamba of the Peruvian Andes: 1) ACP Mantamay, located 10Km up the valley from Yanahuara by the side of Laguna Manalloqsa, in the small valley 3km East of Laguna Ipsaycocha; 2) Cancha cancha, located on the prominent ledge situated

on the prominent W facing cliff face 1.5km NE (60°) of Cancha Cancha village, Huarán; 3) Contorqayku, located on the grassy grazed land found to the immediate E of the prominent tower known by locals as “Kontorqayku” 5 km NE of Huarán; 4) Quellococha, located on the grazed slope situated on the S side of Laguna Quellococha, 5km N of Huayocari village. (Fig. 1).



**Figure 1.** Base camp at Contorqayku forest.

## **Materials and Methods**

Focussing on lichens, we compared diversity, composition and abundance of epiphytic lichens between different sections of living and standing deadwood trees from four *Polylepis* forests using the methodology developed by Gradstein et al. (2003) for studying neotropical epiphyte flora. From each forest, four standing deadwood and four living trees, spaced by at least 20 m, were selected with each tree having four 20x30cm<sup>2</sup> quadrats sampled from the bole, canopy and outer branches. Environmental factors such as temperature, relative humidity, aspect, gradient, elevation etc. were recorded for each tree

sampled. On analysis via Generalised Linear Models (GLMs), these environmental factors were seen to vary insignificantly between forests, and standing deadwood and live trees, and so substrate characteristics (i.e. living or standing deadwood) can be seen as the primary cause of the differences in lichen flora observed.

## Results

75 lichen species were identified, belonging to 15 families and 37 genera. Upon analysis via GLMs, the standing deadwood substrate was found to have a significantly more species rich and abundant lichen flora compared with live trees. Dead branches were found to be particularly important as hosts for this abundant and varied lichen flora. The lichen epiphyte flora of standing deadwoods was not only more diverse, but also unique to this substrate, with indicator species analyses retrieving 28 indicator species for deadwoods but none for live trees. 25 of these deadwood indicator species were new lichen records for Perú, emphasising the importance of deadwoods as hosts for an unrecognised signature of lichen diversity in high Andean forests (Fig. 2).



**Figure 2.** *Heterodermia parva*. Moberg (Physciaceae).

## Conclusions

Deadwoods are known to be important for ecosystem conservation in other parts of the globe (Sverdrup-Thygeson et al. 2014) and we show here that they enhance cryptogam diversity in Andean forest ecosystems. They are also likely to have other benefits, e.g., for invertebrates and birds, of which *Polylepis* forests harbour a high number of endemic and threatened species. As standing deadwoods are virtually absent from accessible forests due to removal by local people for firewood, we suggest that future conservation measures for *Polylepis* woodland remnants should incorporate the conservation of standing deadwood trees.

## Acknowledgements

Dr. S. P. Sylvester, Dr. M. Kessler and Dr. H. Sipman are kindly acknowledged for the continual support, guidance and for providing technical assistance with evaluation of collections and identification of all the material.

## References

- Hodge SJ., Peterken GF. 1998. Deadwood in British forest: priorities and a strategy. *Forestry* 2:71
- Gradstein SR, Nadkarni NM, Krömer T, Holz, TI, Nöske N. 2003. A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forest. *Selbyana* 24: 105–111.
- Kessler M. 2002. The *Polylepis* Problem: Where do we stand? *Ecotropica* 8: 97–110.
- Sverdrup-Thygeson A, Gustafsson L, Kouki J. 2014. Spatial and temporal scales relevant for conservation of dead-wood associated species: current status and perspectives. *Biodiversity and Conservation* 23: 513–535.
- Sylvester SP, Heitkamp F, DPV Sylvester M, Jungkunst HF, Sipman HJM, Toivonen JM, Gonzales Inca CA, Ospina JC, Kessler M. 2017. Relict high-

Andean ecosystems challenge our concepts of naturalness and human impact. *Scientific Reports* 7: 3334, DOI:10.1038/s41598-017-03500-7.

# DIVERSIDAD LIQUÉNICA DE DOS ÁREAS PROTEGIDAS DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE

Camila Paz Muñoz Muñoz<sup>1</sup>, Iris Pereira <sup>2</sup>, Ignacio Errázuriz <sup>2</sup>

1 Laboratorio de Genómica y Biotecnología Aplicada, Universidad Católica De La  
Santísima Concepción

2 Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca

Correo electrónico de Camila Muñoz: [cpmunoz@ing.ucsc.cl](mailto:cpmunoz@ing.ucsc.cl)

Correo electrónico de Iris Pereira: [ipereira@utalca.cl](mailto:ipereira@utalca.cl)

## Resumen

Los líquenes constituyen un importante componente en los bosques nativos de nuestro país, donde cumplen diversos roles ecosistémicos; sin embargo, aún existe un escaso conocimiento de su distribución en áreas protegidas. La finalidad fue contribuir al conocimiento de la riqueza y distribución de los líquenes presentes en las cercanías a los senderos establecidos por la CONAF, para lo cual se realizó un muestreo considerando la mayor diversidad de sustratos (roca, suelo, árboles, madera seca y en descomposición) en la Reserva Altos de Lircay y En el Parque Radal Siete Tazas. La determinación taxonómica fue establecida en base al análisis de caracteres morfológicos, reproductivos y tests químicos. Considerando ambas reservas, se encontró un total de 36 especies. En Radal Siete Tazas se registraron 18 clorolíquenes y 2 cianolíquenes representando un 90% y 10% respectivamente, en cambio, en Altos de Lircay, se encontraron 20 clorolíquenes representando el 100%.

**Palabras clave:** Líquenes, distribución, áreas protegidas.

## Abstract

Lichens constitute an important component in the native forests of our country,



where they fulfill diverse ecosystem roles; however, there is still little knowledge of their distribution in protected areas. The purpose was to contribute to the knowledge of the richness and distribution of the lichens present in the vicinity of the trails established by CONAF, for which a sampling was carried out considering the greatest diversity of substrates (rock, soil, trees, dry wood and in decomposition). The altitudinal range sampled in Altos of Lircay and the Radal Siete Tazas. The taxonomic determination was established based on the analysis of morphological and reproductive characters and chemical tests. Considering both reserves, a total of 36 species were found. In the Radal Siete Tazas, 18 chlorolichens and 2 cyanolichens appeared, representing 90% and 10% respectively, on the other hand, in the Altos de Lircay, there were 20 chlorolichens wich representing 100%.

**Keywords:** Lichens, distribution, protected areas.

## **Introducción**

Los líquenes son organismos que surgen de la simbiosis entre un hongo (llamado micobionte, perteneciente a las divisiones Ascomycota o Basidiomycota), y un alga o cianobacteria (llamada ficobionte, perteneciente a las divisiones Chlorophyta o Heterokontophyta). El hongo proporciona una estructura que puede proteger al alga de la deshidratación y de las condiciones desfavorables, mientras que el alga sintetiza y excreta un hidrato de carbono específico que el hongo toma y utiliza como alimento.

Estos organismos tienen un importante papel como alimento primario en la cadena alimentaria de animales herbívoros e invertebrados. Son utilizados como camuflaje por algunos insectos y ciertas aves los emplean en la construcción de sus nidos. Además, son ampliamente estudiados por la industria cosmética y farmacéutica, ya que poseen metabolitos secundarios que entregan propiedades antifúngicas, y antibacteriales, atractivas para la industria. También se utilizan como colorantes y son constituidos como potentes bioindicadores de la contaminación del aire.

Debido a las condiciones geográficas y climáticas, Chile permite que se posea una de las biotas líquénicas más ricas y variadas del mundo. Desde el desierto cálido en el norte a los bosques lluviosos de la zona sur y el desierto frío en el territorio Antártico que ofrece un enorme rango de microclimas y microhábitats apropiados para el desarrollo de líquenes. Sin embargo, aún no hay un conocimiento claro de la riqueza, distribución y ecología de los líquenes. La literatura documentada sobre estos temas está ampliamente dispersa y por esta razón no ha sido posible establecer una flora de líquenes a nivel nacional. Las regiones donde los líquenes ha sido reportados de manera más intensa son: Región de Araucanía (Rubio et al. 2013), Región de Los Lagos (Galloway 1992, Pereira 2007), Región de Aisén (Quilhot et al. 2012, Vargas Castillo & Morano Büchner 2014, Villagra et al. 2009) y la región del Maule (Pereira et al. 1999, Pereira et al. 2002). Se estima que el número de especies podría crecer en un 30% aproximadamente en estos últimos años. Es por esta razón que se propuso realizar un estudio complementario de estos organismos en el interior del Parque Nacional Radal Siete Tazas y la Reserva Nacional Altos de Lircay, con el fin de generar información fidedigna de carácter científico a la institución CONAF.

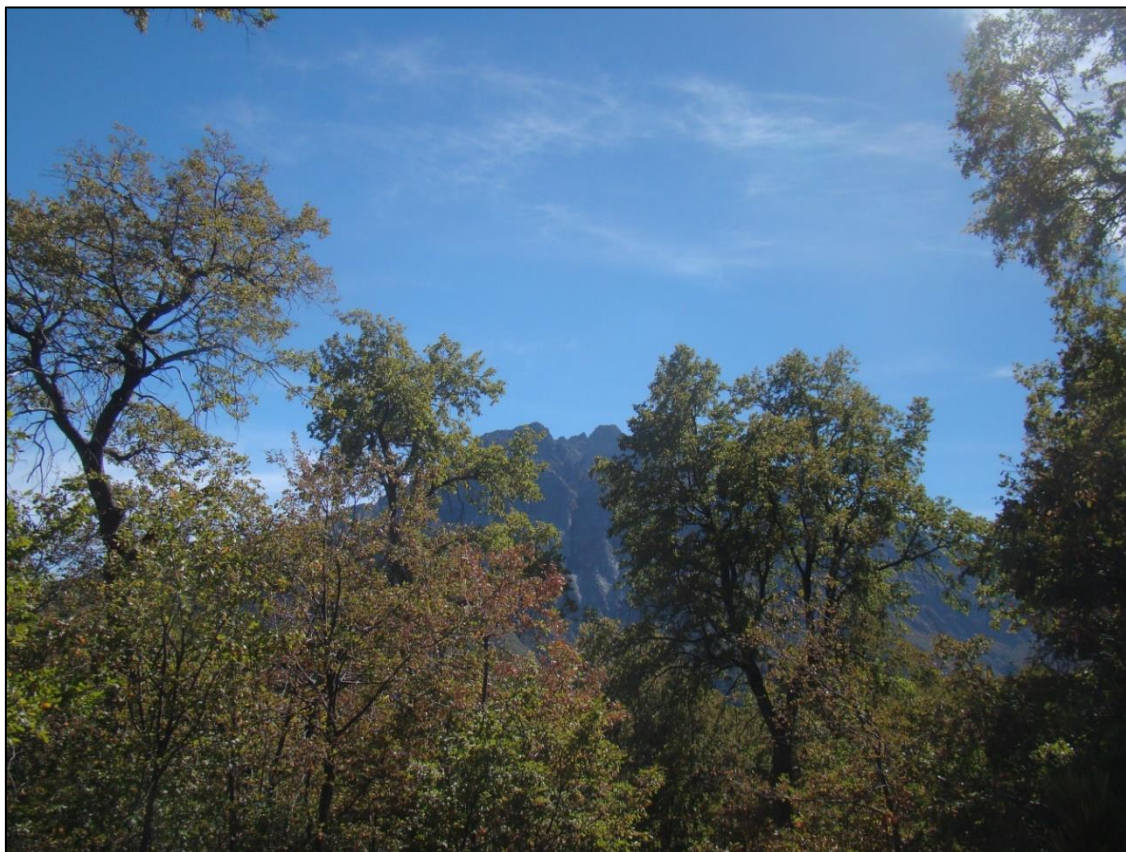
El enfoque se centra en generar una valorización de la biodiversidad de la naturaleza con nueva información de organismos que conforman estas dos áreas protegidas de la región del Maule y así contribuir al conocimiento de la biodiversidad en nuestro país. Los resultados obtenidos acerca de la diversidad líquénica y su distribución en ambas reservas podrán constituir la base del establecimiento de estaciones experimentales para el reconocimiento de líquenes in situ en áreas protegidas.

## **Área de estudio**

Características climáticas.

El estudio se desarrolló en dos reservas nacionales del centro sur de Chile, de la Región del Maule *Altos de Lircay* (Fig. 1) y *para Radal Siete Tazas*. Los bosques de la región se encuentran insertos en un clima mediterráneo de la zona central

de Chile, con temperaturas anuales que varían entre los 13 y 15°C. Durante los meses de octubre y marzo ocurre la estación seca que se extiende entre cuatro a seis meses, las precipitaciones se caracterizan por ser principalmente frontales, alcanzando anualmente los 730 mm.



**Figura 1.** Reserva nacional Altos de Lircay. Región del Maule, Chile.

## **Materiales y Métodos**

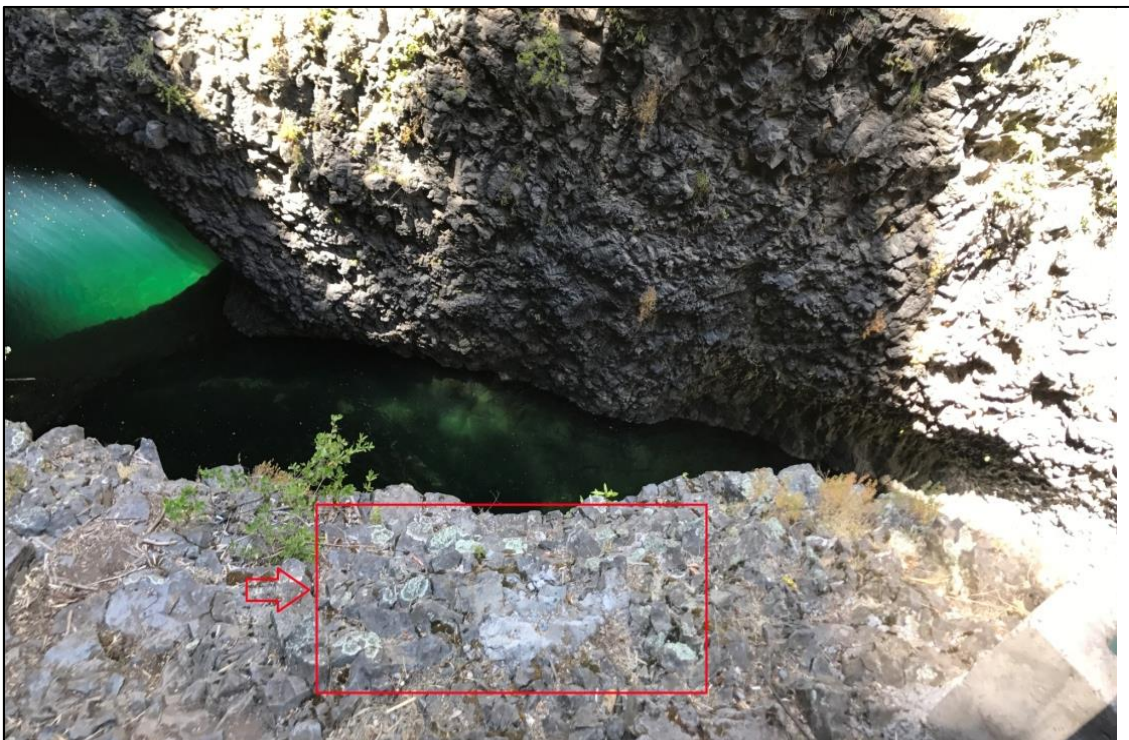
### *Método de muestreo*

El rango altitudinal muestreado en Radal Siete Tazas (Fig. 2) fue entre 920 y 1110 mn.s.m. y en la reserva nacional Altos de Lircay (Fig.3) fue entre 1400 y 2189 ms.n.m. El muestreo se realizó considerando la mayor diversidad de sustrato (roca, suelo, árboles, madera seca y en descomposición) (Fig. 4). Las muestras fueron almacenadas en sobres de papel (Figura 5) con antecedentes generales (fecha, hora, localización, coordenadas y altitud) y antecedentes biológicos (tipo de sustrato, aspecto, textura, color, entre otros). El muestreo y

la georeferenciación de las especies líquénicas en terreno fueron responsabilidad de la Ing. en Biotecnología Srta. Camila Muñoz.



**Figura 2.** Líquenes presentes en las rocas visualizadas desde el primer mirador de la CONAF del Parque Nacional Radal Siete Tazas. Maule, Chile.



**Figura 3:** Líquenes presentes en las rocas visualizadas desde el segundo mirador de la CONAF del Parque Nacional Radal Siete tazas. Maule, Chile.



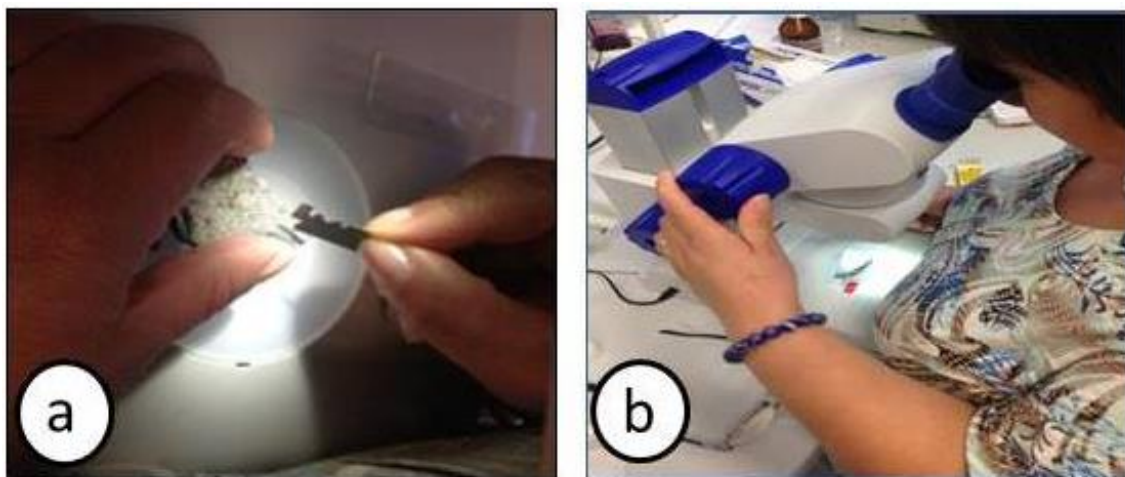
**Figura 4.** Toma de muestras en la reserva nacional Altos de Lircay.



**Figura 5.** Almacenamiento de las muestras en sobres de papel.

### *Determinación taxonómica*

La determinación taxonómica de líquenes se basó en caracteres morfológicos (vegetativos y reproductivos), anatómicos y químicos. Para ello, fue necesario realizar cortes transversales de los talos liquénicos, apotecios, peritecios u otras estructuras reproductivas (Fig. 6a). Para la observación y análisis de los caracteres morfológicos y anatómicos, se utilizó una lupa estereoscópica marca Zeiss Stemi DV4 (Fig. 6b) y un microscopio binocular Zeiss Primo Star con un equipo microfotográfico Canon; además, se determinaron caracteres químicos con K (solución saturada de KOH), NaOCl (solución acuosa de hipoclorito de sodio al 50%), KC (aplicación de hidróxido de potasio KOH, seguida de hipoclorito de sodio), P (solución alcohólica de parafenilendiamina) y N (solución de ácido nítrico concentrado, en proporciones de 1/3 de ácido 2/3 de agua). La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de bibliografía especializada: Galloway (1995), Kashwadani (1990), Messuti (2005), entre otras. La determinación taxonómica de las especies fue responsabilidad de la Dra. Iris Pereira (liquenóloga) y el Ing. Ignacio Errázuriz (agronomo), ambos del Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca.



**Figura 6.** a) Cortes transversales del talo liquénico para posterior análisis. b) Observación de caracteres morfológicos y reproductivos de los líquenes muestreados.

### **Resultados**

En ambas reservas se encontró un total de 36 especies. En el Parque Radal Siete Tazas aparecieron 18 clorolíquenes y 2 cianolíquenes representando

un 90% y 10% respectivamente; en cambio, en la Reserva Altos de Lircay se encontraron 20 clorolíquenes representando el 100%. Se entrega un listado de las especies identificadas, sustrato y altitud.

Los líquenes *Flavoparmelia rutidota*, *Lecanora chlarotera*, *Lecidella elaeochroma* y *Usnea sp*, se encuentran en ambas áreas protegidas.

*Caloplaca chrysophthalma*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochroma* y *Maronea chilensis*, *Rimelia reticulata* son las especies más representativas asociadas al bosque nativo que se encuentran en los senderos establecidos del Parque Nacional Siete Tazas. *Haematomma fenizianum* se encuentra en mayor proporción rodeando los pozones de las Siete Tazas, resultando ser una especie saxícola.

*Umbilicaria decussata*, *Rhizocarpon polycarpon*, *Xanthoria elegans* (*Rusavskia elegans*) son las especies representativas del sector Enladrillado (Altos Lircay) a 2180 ms.n.m. aproximadamente, estas especies se encuentran particularmente en sustrato rocoso (saxícolas) de origen volcánico.

## **Conclusiones**

Este trabajo pone de relieve el carácter educativo y ecoturístico de los líquenes en nuestro país, en particular, en dos áreas protegidas de la región del Maule.

Iniciativas como estas deberían ser replicadas en otras reservas con el fin de dar a conocer los líquenes, recursos naturales, de gran importancia por sus diversas actividades biológicas, en general, poco conocidos, por los habitantes en el país.

## **Literatura citada**

Galloway DJ. 1995. Los líquenes del bosque templado de Chile. In: Ecología de los Bosques nativos de Chile (eds. J.J. Armesto, C. Villagrán & M.K. Arroyo), pp. 101-112. Editorial Universitaria S.A., Santiago de Chile.

- Galloway D. 1992. Lichens of Laguna San Rafael, Parque Nacional 'Laguna San Rafael'southern Chile: indicat
- Kashwadani H. 1990. Some Chilean Species of the genus Ramalina (Lichens). Bulletin of the National Museum of Natural Science, Tokyo.Sér. B 16(1): 1-12.
- Messuti MI. 2005. ThegenusPertusaria (Pertusariales: Pertusariaceae) in the Juan Fernandez Archipiélago. 2005. Lichenologist 37: 111-122
- Pereira I. 2007. Mycobiotaliquenizada del Parque Katalapi, X Región, Chile. GayanaBotanica 64: 192-199. ors of environmental change. Global Ecology and Biogeography Letters 2: 37-45.
- Pereira I, San Martin J. Moya M. 2002. Epiphytic Lichens on Gomortegakeule (Gomortegaceae) coastal mountain (Central Chile). Mitteilungen aus Institut für Allgemeine Botanik, Hamburg 30-32: 171-185
- Pereira I., San Martin, Roux CL. 1999. Patrón florístico de Líquenes Epífitos de *Nothofagus glauca* en un bosque costero de Chile Central. GayanaBotanica 56(2): 69-76
- Quilhot W, Cuellar M, Díaz R, Riquelme F. 2012. Lichens of Aysén southern Chile. GayanaBotanica 69(1): 57-87.
- Rubio C, Saavedra M, Cuellar M, Díaz R, Quilhot W. 2013. Epiphytic lichens of Conguillio National Park, southern Chile. GayanaBotanica 70(1): 66-81.
- Vargas R, Morano C. 2014. Hongos liquenizados en morrenas del monte San Lorenzo, Región de Aisén, Chile. GayanaBotanica 71(1): 140-146.
- Villagra J, Montenegro D, San Martin C, Ramirez C, Alvarez I. 2009. Estudio de la liquénica de las turberas de la comuna de Tortel (Región de Aisén) Patagonia Chilena. Anales Instituto Patagonia (Chile) 37(1): 53-62



***XANTHOPARMELIA S.STR. (ASCOMYCOTA:  
PARMELIACEAE) EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES;  
DISTRIBUCIÓN EN ARGENTINA Y PERÚ,  
DISTRIBUCIÓN, FACTORES FÍSICOS, CLIMÁTICOS Y  
MORFOLÓGICOS***

Susana Calvelo

Ex Profesor Universidad Nacional del Comahue

Bariloche- Argentina

Correo electrónico: [susana.calvelo@crub.uncoma.edu.ar](mailto:susana.calvelo@crub.uncoma.edu.ar)

**Resumen**

*Xanthoparmelia s.str.* (Ascomycota: *Parmeliaceae*), es un género de líquenes foliosos, que desarrolla sobre suelo, roca, entre musgos o raramente sobre corteza, en amplio rango de hábitats. Caracterizado por su corteza superior de color verde claro a amarillo verdoso debido a la presencia de ácido úsnico, y por tener ricinas en la corteza inferior. Para la identificación fehaciente es necesario un análisis químico de la médula. A nivel mundial existen más de 400 especies de *Xanthoparmelia s. str.*, considerándose el género más numeroso dentro de las *Parmeliaceae*. Tiene distribución cosmopolita, aunque la mayoría de las especies ocurren en el hemisferio sur. El género ha sido ampliamente estudiado a nivel mundial. En particular en la Cordillera de los Andes de Argentina y de Perú, por Adler, Calvelo y Nash entre otros, en la década de 1990, y más recientemente con aportes de Ramirez y sus colaboradores. A inicios de los años 2000, en base a resultados de análisis moleculares, algunas especies de *Neofuscelia*, *Paraparmelia* y *Chondropsis* fueron incluidas dentro de *Xanthoparmelia*. Se analiza la diversidad de las especies de *Xanthoparmelia* presentes en la Cordillera de los Andes de Argentina y Perú, discriminando las especies comunes a los dos países y las localizadas en cada país. Para cada una se analiza la altitud a la que desarrollan, y se correlaciona con la latitud del sitio. Se analizan los sustratos sobre los que se desarrollan. Otra variable

considerada es la presencia de isidios o soledios y su posible influencia en la distribución.

**Palabras clave:** *Xanthoparmelia*, Distribución, Andes, Perú, Argentina.

### **Abstracts**

*Xanthoparmelia* s.str. (Ascomycota: Parmeliaceae), is a genus of foliose lichens, which develops on soil, rock, among mosses or rarely on bark, in a wide range of habitats. Characterized by its light green to greenish-yellow upper bark due to the presence of usnic acid, and by having rizinines in the lower side. For reliable identification, a chemical analysis of the medulla is necessary. Worldwide there are more than 400 species of *Xanthoparmelia* s. str., being considered the most numerous genus within the Parmeliaceae. It has a cosmopolitan distribution although most of the species occur in the Southern Hemisphere. The genus has been widely studied worldwide. In particular in the Andes Mountains of Argentina and Peru, by Adler, Calvelo and Nash among others, in the 1990s, and more recently with contributions from Ramirez and his collaborators. At the beginning of the 2000s, based on the results of molecular analyzes, some species of *Neofuscelia*, *Paraparmelia* and *Chondropsis* were included within *Xanthoparmelia*. The diversity of the *Xanthoparmelia* species present in the Andes Mountains of Argentina and Peru is analyzed, discriminating the species common to both countries and those located in each country. For each one, the altitude at which they develop is analyzed and correlated with the latitude of the site. The substrates on which they develop are analyzed. Another variable considered is the presence of isidia or soledia and their possible influence on the distribution.

**Keywords:** *Xanthoparmelia*, Distribución, Andes, Perú, Argentina.

# TARDIGRADA EN LÍQUENES: UN LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES EN MONTAÑAS

Luis Alberto Allcahuaman Huauya<sup>1</sup> & & Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>2</sup>

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú -Proyecto Tardígrados Perú

2 Asociación Proyectos Ecológicos Perú -Proyecto Líquenes Perú

Correo electrónico Luis Allcahuaman: [lalcahuaman.apep@gmail.com](mailto:lalcahuaman.apep@gmail.com)

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

## Resumen

Los líquenes son organismos simbiotes y multicelulares que viven en diferentes ecosistemas, como en el ecosistema montañoso. Por lo tanto, muchos biólogos identificaron distintos líquenes en las montañas peruanas conocidas. Sin embargo, no existe artículo sobre los tardígrados extraídos de líquenes de las montañas peruanas, a pesar de que ellos son hábitat para los tardígrados. Por consiguiente, el objetivo principal es la elaboración de un listado potencial de especies de tardígrados provenientes de líquenes de las principales montañas en Perú, a partir de una revisión bibliográfica. La revisión se basó en 1 libro, 33 artículos, 3 monografías, 3 tesis, el libro II Congreso Nacional de Liquenología del Perú y el libro del IV Congreso Nacional de Liquenología de Perú y I Congreso Nacional de Lomas. El listado potencial de tardígrados de las montañas es de 113 especies, siendo la familia preponderante Macrobiotidae, además los géneros Echiniscus y Macrobiotus son más abundantes.

**Palabras clave:** Listado, líquen, montaña, tardígrado.

## Abstract

Lichens are symbiotic and multicellular organisms that live in different ecosystems, for example, mountain ecosystem. Therefore, many biologists identified many lichens from known Peruvian mountains. However, there is not

existed paper on tardigrades extracted from lichens from Peruvian mountains, despite they are habitats to tardigrades. Therefore, the main objective is the elaboration of a potential checklist of tardigrade species from ecosystem mentioned, from a bibliographic revision. The revision was based on 1 book, 33 published articles, 3 monographs, 3 theses and 1 book of the II National of Lichenology of Peru and IV National Congress of Lichenology of Peru and I National Congress of lomas. The potential checklist of tardigrade for ecosystem will be 113 species, Macrobiotidae family begin the most predominant, besides *Macrobiotus* and *Echiniscus* genus are more abundant.

**Keywords:** Checklist, lichen, mountain. Tardigrade.

## Introducción

La diversidad biológica en las montañas está influida por dos factores como características geográficas de las montañas (exposición y pendiente) y la ocurrencia de perturbaciones naturales (derrumbes, lluvias y avalanchas), por lo tanto, la conservación de las montañas es relevante ya que provee recursos naturales (agua, minerales y plantas medicinales) y condiciones sostenibles para desarrollar diferentes actividades como la agricultura y pastoreo (Foggin 2016).

Diferentes organismos como los líquenes son capaces de crecer desde nivel del mar hasta las cumbres montañosas (Abas & Din 2021). Los líquenes son organismos eucarióticos y resultado de una simbiosis mutualista entre un hongo y alga o cianobacteria. Además, los líquenes son considerados como ecosistemas para distintos y numerosos microorganismos procariontes y eucariotas que son juegan roles relevantes en las redes tróficas (Zuñiga-González et al. 2021).

Los tardígrados viven en los líquenes ya que ahí encuentran sus alimentos y no se alimentan de su propio hábitat (Meyer 2006). Por ejemplo, *Ramazzottius oberhaeuseri* es la especie más abundante encontrado en líquenes (Rebecchi et al. 2006). Además, *Ramazzottius* sp. posee características

morfológicas y anatómicas que confieren la resistencia y tolerancia de vivir en lugares donde crecen los líquenes (Šatkauskienė 2012).

El objetivo del trabajo es proporcionar un listado potencial de tardígrados de las montañas partir de investigaciones de los osos de agua extraídos de líquenes y líquenes reportados en las distintas montañas en Perú.

## **Metodología**

La realización del estudio comenzó con la revisión de diferentes trabajos sobre los líquenes registrados en las montañas peruanas con la finalidad de conocer los géneros de líquenes. Los artículos revisados fueron Herrera (1941), Ramírez & Cano (2005), Flakus et al. (2006), Ramírez & Muñoz (2018), Nuñez-Zapata et al (2015), Quispe et al. (2020) y Ramírez & Valencia (2020).

La lista generada de especímenes de líquenes utilizó NCBI Taxonomy Browser y MYCOBANK Database para identificar y comprobar los nombres científicos de los líquenes provenientes de las fuentes revisadas.

Los tardígrados en líquenes fueron conocidos analizando distintas publicaciones artículos, monografías, tesis y libros. Los artículos examinados fueron Kimmel (1969), Beasley (1972), Beasley (1978), Horning et al. (1978), King et al. (1981), Miller et al. (1988), Miller et al. (1994), Sohlenius et al. (1995), Miller (1996), Sohlenius et al. (1996), Abe et al. (1998), Miller et al. (2001), Meyer (2006), McInnes (2010), Calloway et al. (2011), Meyer & Domingue (2011), Nelson (2011), Young & Clifton (2015), Rodríguez-Candela et al. (2016), Fontoura et al. (2017), Zawierucha et al. (2017), Kaczmarek et al. (2018), Collins & Goudie (2020), Dueñas-Cedillo et al. (2020), Moreno-Talamantes et al. (2020) y Mioduchowska et al. (2021).

Las tesis para conocer los tardígrados en líquenes fueron de Beasley (1968), Kimmel (1968), y Guil (2015). Además, se revisó monografías como Kaczmarek et al. (2014), Kaczmarek et al. (2015), Kaczmarek et al. (2016) y se examinó el libro de Dastych (2011).

Por último, se utilizó la última versión de tardígrados reconocidos internacionalmente (Degma et al. 2021) y el listado de tardígrados del Perú (Allcchahaman 2020).

### Antecedente

Los trabajos de registro de líquenes de las montañas peruanas reportaron 31 géneros: *Acarospora*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Candelaria*, *Candelariella*, *Chrysothrix*, *Cladonia*, *Flavoparmelia*, *Heterodermia*, *Hypotrachyna*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Leptogium*, *Lobaria*, *Ochrolechia*, *Parmotrema*, *Peltigera*, *Phaeophyscia*, *Pseudocyphellaria*, *Physcia*, *Pseudovernia*, *Punctelia*, *Ramalina*, *Rhizocarpon*, *Rusavskia*, *Stereocaulon*, *Sticta*, *Teloschistes*, *Umbilicaria*, *Usnea* y *Xanthoparmelia*.

### Resultados

En las montañas peruanas se podría encontrar 113 especies de tardígrados distribuidas en 34 géneros, (Tabla 1), los cuales pertenecen a las clases Heterotardigrada, Eutardigrada y Apotardigrada.

**Tabla 3.** Especies de tardígrados con su localización y sustrato

Líquén	Lugar	Tardígrado
<b><i>Acarospora</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964) - <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus blocki</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907)
<b><i>Buellia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Barbaria pseudowendti</i> (Dastych, 1984) - <i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964) - <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984) - <i>Hypsibius allisoni</i> Horning, Schuster & Grigarick, 1978 - <i>Mesobiotus blocki</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Pseudechiniscus novaezeelandiae novaezeelandiae</i> (Richters, 1908)
<b><i>Caloplaca</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Acutuncus antarcticus</i> (Richters, 1904) - <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853 - <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907) - <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		Doyère, 1840 - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956)
<b><i>Candelaria</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Diaforobotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904) - <i>Isohypsibius tuberculatus</i> (Plate, 1888) - <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907) - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956) - <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)
<b><i>Candelariella</i> sp.</b>	Nevado Pastoruri (Áncash)	- <i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964) - <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus blocki</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907)
<b><i>Chrysothrix</i> sp.</b>	Machu Picchu (Cusco)	- <i>Isohypsibius tuberculatus</i> (Plate, 1888)
<b><i>Cladonia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964) - <i>Diphascon pingue pingue</i> (Marcus, 1936) - <i>Echiniscus canadensis</i> Murray, 1910 - <i>Echiniscus cavagnaroi</i> Schuster & Grigarick, 1966 - <i>Guidettion prorsirostre</i> (Thulin, 1928) - <i>Hypsibius pallidus</i> Thulin, 1911 - <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907) - <i>Pilatobius burti</i> (Nelson, 1991) - <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)
<b><i>Flavoparmelia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Diaforobotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904) - <i>Echiniscus canadensis</i> Murray, 1910 - <i>Echiniscus virginicus</i> Riggan, 1962 - <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888) - <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907) - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956) - <i>Ramazzottius baumanni</i> (Ramazzotti, 1962) - <i>Ramazzottius littoreus</i> Fontoura, Rubal & Veiga, 2017

Líquén	Lugar	Tardígrado
		- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)
<b><i>Heterodermia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840
<b><i>Hypotrachyna</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	- <i>Echiniscus kerguelensis</i> Richters, 1904 - <i>Isohypsibius sculptus</i> (Ramazzotti, 1962) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Ramazzottius baumanni</i> (Ramazzotti, 1962)
<b><i>Lecanora</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840
<b><i>Lecidea</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984) - <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907)
<b><i>Leptogium</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	- <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Mesobiotus coronatus</i> (de Barros, 1942) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907) - <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)
<b><i>Lobaria</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	- <i>Adropion belgicae</i> (Richters, 1911) - <i>Claxtonia mauccii</i> (Ramazzotti, 1956) - <i>Claxtonia wendti</i> (Richters, 1903) - <i>Diphascion pingue brunsvicense</i> Argue, 1972 - <i>Echiniscus merokensis merokensis</i> Richters, 1904 - <i>Echiniscus spiniger</i> Richters, 1904 - <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925) - <i>Hypsibius dujardini</i> (Doyère, 1840) - <i>Isohypsibius prosostomus</i> Thulin, 1928 - <i>Macrobotus crenulatus</i> Richters, 1904 - <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888) - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956) - <i>Pilatobius nodulosus</i> (Ramazzotti, 1957) - <i>Pseudechiniscus suillus</i> (Ehrenberg, 1853) - <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)
<b><i>Ochrolechia</i> sp.</b>	Cordillera Negra	- <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze,



Líquén	Lugar	Tardígrado
	(Áncash)	1834 - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956)
<b><i>Parmotrema</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	- <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853 - <i>Echiniscus cavagnaroi</i> Schuster & Grigarick, 1966 - <i>Echiniscus virginicus</i> Riggan, 1962 - <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925) - <i>Kristenseniscus kofordi</i> (Schuster & Grigarick, 1966) - <i>Macrobotus acadianus</i> (Meyer & Domingue, 2011) - <i>Macrobotus anemone</i> Meyer, Domingue & Hinton, 2014 - <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Macrobotus hibiscus</i> de Barros, 1942 - <i>Macrobotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834 - <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907) - <i>Mesocrista spitzbergensis</i> (Richters, 1903) - <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840 - <i>Minibiotus fallax</i> Pilato, Claxton & Binda, 1989 - <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859) - <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888) - <i>Murrayon pullari</i> (Murray, 1907) - <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907) - <i>Paramacrobotus richtersi</i> (Murray, 1911) - <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956) - <i>Pseudechiniscus suillus</i> (Ehrenberg, 1853) - <i>Ramazzottius baumanni</i> (Ramazzotti, 1962)
<b><i>Peltigera</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	- <i>Echiniscus blumi blumi</i> Richters, 1903 - <i>Echiniscus canadensis</i> Murray, 1910 - <i>Echiniscus merokensis merokensis</i> Richters, 1904 - <i>Echiniscus trisetosus</i> Cuénot, 1932 - <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925) - <i>Hypsibius dujardini</i> (Doyère, 1840) - <i>Isohypsibius prosostomus</i> Thulin, 1928 - <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903 - <i>Macrobotus hyperboreus</i> Biserov, 1990 - <i>Macrobotus pallarii</i> Maucci, 1954 - <i>Macrobotus sandrae</i> Bertolani & Rebecchi, 1993

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Macrobiotus terminalis</i> Bertolani &amp; Rebecchi, 1993</li> <li>- <i>Milnesium eurystomum</i> Maucci, 1991</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus richtersi</i> (Murray, 1911)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>
<b><i>Phaeophyscia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Diaforobiotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Isohypsibius tuberculatus</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Macrobiotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus asper</i> Abe, Utsugi &amp; Takeda, 1998</li> </ul>
<b><i>Physcia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Diaforobiotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Diphasccon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964)</li> <li>- <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853</li> <li>- <i>Echiniscus blumi blumi</i> Richters, 1903</li> <li>- <i>Echiniscus canadensis</i> Murray, 1910</li> <li>- <i>Echiniscus merokensis merokensis</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Echiniscus trisetosus</i> Cuénot, 1932</li> <li>- <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925)</li> <li>- <i>Hypsibius dujardini</i> (Doyère, 1840)</li> <li>- <i>Isohypsibius canadensis</i> (Murray, 1910)</li> <li>- <i>Isohypsibius marcellinoi</i> Binda &amp; Pilato, 1971</li> <li>- <i>Isohypsibius prosostomus</i> Thulin, 1928</li> <li>- <i>Isohypsibius tuberculatus</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Macrobiotus echinogenitus</i> Richters, 1903</li> <li>- <i>Macrobiotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834</li> <li>- <i>Macrobiotus hyperboreus</i> Biserov, 1990</li> <li>- <i>Macrobiotus occidentalis occidentalis</i> Murray, 1910</li> <li>- <i>Macrobiotus pallarii</i> Maucci, 1954</li> <li>- <i>Macrobiotus sandrae</i> Bertolani &amp; Rebecchi, 1993</li> <li>- <i>Macrobiotus terminalis</i> Bertolani &amp; Rebecchi, 1993</li> <li>- <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Milnesium cassandrae</i> Moreno-Talamantes, Roszkowska, García-Aranda, Flores-Maldonado &amp; Kaczmarek, 2021</li> <li>- <i>Milnesium fridae</i> Moreno-Talamantes, León-Espinosa, García-Aranda, Flores-</li> </ul>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<p>Maldonado &amp; Kaczmarek, 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Milnesium eurystomum</i> Maucci, 1991</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Paramacrobotus richtersi</i> (Murray, 1911)</li> <li>- <i>Paramacrobotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>
<b><i>Pseudevernia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Echiniscus kerguelensis</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Pilatobius nodulosus</i> (Ramazzotti, 1957)</li> <li>- <i>Ramazzottius baumanni</i> (Ramazzotti, 1962)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>
<b><i>Pseudocyphellaria</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Adropion gordonense</i> (Pilato, Claxton &amp; Horning, 1991)</li> <li>- <i>Adropion greveni</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Adropion prorsirostre</i> (Thulin, 1928)</li> <li>- <i>Antechiniscus lateromamillatus</i> (Ramazzotti, 1964)</li> <li>- <i>Barbaria bigranulata</i> (Richters, 1907)</li> <li>- <i>Calohypsibius ornatus</i> (Richters, 1900)</li> <li>- <i>Dianeia sattleri</i> (Richters, 1902)</li> <li>- <i>Diphascion langhovdense</i> (Sudzuki, 1964)</li> <li>- <i>Echiniscus darienae</i> Miller, Horning &amp; Dastych, 1995</li> <li>- <i>Echiniscus spiniger</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Hypsibius pallidus</i> Thulin, 1911</li> <li>- <i>Macrobotus anderssoni</i> Richters, 1907</li> <li>- <i>Macrobotus hibiscus</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Macrobotus scoticus</i> Stec, Morek, Gąsiorek, Blagden &amp; Michalczyk, 2017</li> <li>- <i>Mesobiotus coronatus</i> (de Barros, 1942)</li> <li>- <i>Mesobiotus furciger</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobiotus liviae</i> (Ramazzotti, 1962)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus asteris</i> Claxton, 1998</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Pilatobius rugosus</i> (Bartoš, 1935)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus suillus</i> (Ehrenberg, 1853)</li> </ul>
<b><i>Punctelia</i> sp.</b>	Nevado Pastoruri (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Diaforobiotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903</li> </ul>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Macrobiotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834</li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus tonollii</i> (Ramazzotti, 1956)</li> </ul>
<b><i>Ramalina</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853</li> <li>- <i>Hypsibius calcaratus</i> Bartoš, 1935</li> <li>- <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925)</li> <li>- <i>Isohypsibius canadensis</i> (Murray, 1910)</li> <li>- <i>Macrobiotus acadianus</i> (Meyer &amp; Domingue, 2011)</li> <li>- <i>Macrobiotus anemone</i> Meyer, Domingue &amp; Hinton, 2014</li> <li>- <i>Macrobiotus hibiscus</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Macrobiotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834</li> <li>- <i>Macrobiotus psephus</i> du Bois-Reymond Marcus, 1944</li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesocrista spitzbergensis</i> (Richters, 1903)</li> <li>- <i>Milnesium lagniappe</i> Meyer, Hinton &amp; Dupré, 2013</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus fallax</i> Pilato, Claxton &amp; Binda, 1989</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Murrayon pullari</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Paramacrobiotus richtersi</i> (Murray, 1911)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>
<b><i>Rhizocarpon</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Diphasccon puniceum</i> (Jennings, 1976)</li> </ul>
<b><i>Rusavskia</i> sp.</b>	Nevado Pastoruri (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Acutuncus antarcticus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Barbaria pseudowendti</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Diphasccon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964)</li> <li>- <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Mesobiotus blocki</i> (Dastych, 1984)</li> </ul>
<b><i>Stereocaulon</i> sp.</b>	Nevado de Huaytapallana (Junín)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Diphasccon chilense</i> Plate, 1888</li> <li>- <i>Limmenius porcellus</i> Horning, Schuster &amp; Grigarick, 1978</li> <li>- <i>Echiniscus quadrispinosus quadrispinosus</i> Richters, 1902</li> <li>- <i>Echiniscus spiniger</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Hypsibius dujardini</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Macrobotus hibiscus</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Mesobotus coronatus</i> (de Barros, 1942)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus novaezeelandiae novaezeelandiae</i> (Richters, 1908)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> </ul>
<b><i>Sticta</i> sp.</b>	Machu Pichu (Cusco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Adropion scoticum scoticum</i> (Murray, 1905)</li> <li>- <i>Antechiniscus lateromamillatus</i> (Ramazzotti, 1964)</li> <li>- <i>Claxtonia vincula</i> (Horning, Schuster &amp; Grigarick, 1978)</li> <li>- <i>Diaena sattleri</i> (Richters, 1902)</li> <li>- <i>Diphascon alpinum</i> Murray, 1906</li> <li>- <i>Echiniscus quadrispinosus brachyspinosus</i> Bartoš, 1934</li> <li>- <i>Echiniscus quadrispinosus quadrispinosus</i> Richters, 1902</li> <li>- <i>Echiniscus spiniger</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Hypechiniscus gladiator</i> (Murray, 1905)</li> <li>- <i>Macrobotus anderssoni</i> Richters, 1907</li> <li>- <i>Macrobotus hibiscus</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Macrobotus recens</i> Cuénot, 1932</li> <li>- <i>Mesobotus coronatus</i> (de Barros, 1942)</li> <li>- <i>Mesobotus furciger</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobotus liviae</i> (Ramazzotti, 1962)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus aculeatus</i> (Murray, 1910)</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Pilatobius bullatus</i> (Murray, 1905)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus novaezeelandiae novaezeelandiae</i> (Richters, 1908)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus suillus</i> (Ehrenberg, 1853)</li> </ul>
<b><i>Teloschistes</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Milnesium cassandrae</i> Moreno-Talamantes, Roszkowska, García-Aranda, Flores-Maldonado &amp; Kaczmarek, 2019</li> </ul>
<b><i>Umbilicaria</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dastychius improvisus</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Diaforobiotus islandicus islandicus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964)</li> <li>- <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853</li> <li>- <i>Echiniscus trisetosus</i> Cuénot, 1932</li> <li>- <i>Hebesuncus schusteri</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Mesobotus blocki</i> (Dastych, 1984)</li> <li>- <i>Mesobotus furciger</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> </ul>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Minibiotus weinerorum</i> (Dastyh, 1984)</li> <li>- <i>Oreella chugachii</i> Calloway, Miller, Johansson &amp; Whiting, 2011</li> <li>- <i>Pilatobius oculatus oculatus</i> (Murray, 1906)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus suillus</i> (Ehrenberg, 1853)</li> <li>- <i>Ramazottius agannae</i> Dastyh, 2011</li> <li>- <i>Ramazottius oberhaeuseri</i> Doyère, 1840</li> </ul>
<b><i>Usnea</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Acutuncus antarcticus</i> (Richters, 1904)</li> <li>- <i>Adropion greveni</i> (Dastyh, 1984)</li> <li>- <i>Bryodelphax olszanowskii</i> Kaczmarek, Parnikoza, Gawlak, Esefeld, Peter, Kozeretska &amp; Roszkowska, 2018</li> <li>- <i>Claxtonia corrugicaudata</i> (McInnes, 2010)</li> <li>- <i>Claxtonia nigripustula</i> (Horning, Schuster &amp; Grigarick, 1978)</li> <li>- <i>Cornechiniscus lobatus</i> (Ramazzotti, 1943)</li> <li>- <i>Diphascon langhovdense</i> (Sudzuki, 1964)</li> <li>- <i>Diphascon puchalskii</i> Kaczmarek, Parnikoza, Gawlak, Esefeld, Peter, Kozeretska &amp; Roszkowska, 2018</li> <li>- <i>Diphascon rudnickii</i> Kaczmarek, Parnikoza, Gawlak, Esefeld, Peter, Kozeretska &amp; Roszkowska, 2018</li> <li>- <i>Echiniscus arctomys</i> Ehrenberg, 1853</li> <li>- <i>Echiniscus kerguelensis</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Echiniscus merokensis merokensis</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Echiniscus tamus</i> Mehlen, 1969</li> <li>- <i>Echiniscus quadrispinosus quadrispinosus</i> Richters, 1902</li> <li>- <i>Echiniscus zetotrymus</i> Horning, Schuster &amp; Grigarick, 1978</li> <li>- <i>Hebesuncus conjungens</i> (Thulin, 1911)</li> <li>- <i>Hypsibius conwentzii</i> Kaczmarek, Parnikoza, Gawlak, Esefeld, Peter, Kozeretska &amp; Roszkowska, 2018</li> <li>- <i>Macrobiotus echinogenitus</i> Richters, 1903</li> <li>- <i>Macrobiotus hibiscus de Barros</i>, 1942</li> <li>- <i>Macrobiotus hufelandi</i> C.A.S. Schultze, 1834</li> <li>- <i>Macrobiotus recens</i> Cuénot, 1932</li> <li>- <i>Mesobiotus aradasi</i> (Binda, Pilato &amp; Lisi, 2005)</li> <li>- <i>Mesobiotus coronatus (de Barros, 1942)</i></li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Mesobiotus snaresensis</i> (Horning, Schuster &amp; Grigarick, 1978)</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus fallax</i> Pilato, Claxton &amp; Binda, 1989</li> </ul>

Líquén	Lugar	Tardígrado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Minibiotus pustulatus</i> (Ramazzotti, 1959)</li> <li>- <i>Paramacrobotus richtersi</i> (Murray, 1911)</li> <li>- <i>Pseudechiniscus suillus franciscae</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Ramazzottius baumanni</i> (Ramazzotti, 1962)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> <li>- <i>Tenuibiotus hystricogenitus</i> (Maucci, 1978)</li> <li>- <i>Testechiniscus meridionalis</i> (Murray, 1906)</li> </ul>
<b><i>Xanthoparmelia</i> sp.</b>	Cordillera Negra (Áncash)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Echiniscus blumi blumi</i> Richters, 1903</li> <li>- <i>Echiniscus canadensis</i> Murray, 1910</li> <li>- <i>Echiniscus merokensis merokensis</i> Richters, 1904</li> <li>- <i>Echiniscus trisetosus</i> Cuénot, 1932</li> <li>- <i>Hypsibius convergens</i> (Urbanowicz, 1925)</li> <li>- <i>Hypsibius dujardini</i> (Doyère, 1840)</li> <li>- <i>Isohypsibius prosostomus</i> Thulin, 1928</li> <li>- <i>Macrobotus echinogenitus</i> Richters, 1903</li> <li>- <i>Macrobotus hibiscus</i> de Barros, 1942</li> <li>- <i>Macrobotus hyperboreus</i> Biserov, 1990</li> <li>- <i>Macrobotus pallarii</i> Maucci, 1954</li> <li>- <i>Macrobotus sandrae</i> Bertolani &amp; Rebecchi, 1993</li> <li>- <i>Macrobotus terminalis</i> Bertolani &amp; Rebecchi, 1993</li> <li>- <i>Mesobiotus harmsworthi</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Milnesium eurystomum</i> Maucci, 1991</li> <li>- <i>Milnesium tardigradum tardigradum</i> Doyère, 1840</li> <li>- <i>Minibiotus furcatus</i> (Ehrenberg, 1859)</li> <li>- <i>Minibiotus intermedius</i> (Plate, 1888)</li> <li>- <i>Paramacrobotus areolatus</i> (Murray, 1907)</li> <li>- <i>Paramacrobotus richtersi</i> (Murray, 1911)</li> <li>- <i>Ramazzottius oberhaeuseri</i> (Doyère, 1840)</li> <li>- <i>Viridiscus viridis</i> (Murray, 1910)</li> </ul>

## Conclusión

En las montañas peruanas se podría encontrar 113 especies de tardígrados terrestres aislados de los líquenes registrados en las montañas peruanas.

## **Recomendación**

Realizar un registro de los líquenes registrados de las montañas con la finalidad de identificar las especies de los tardígrados y su posible asociación con los líquenes. Además, realizar futuros proyectos sobre registro tanto de los tardígrados y líquenes en otras montañas del Perú.

## **Agradecimientos**

Un agradecimiento especial a los organizadores del V Congreso Nacional de Liquenología del Perú por darme la oportunidad de presentar un listado potencial de tardígrados en las montañas peruanas que podrían aislarse de ciertas especies de líquenes.

## **Literatura citada**

Abas A, Din L. 2021. Diversity, composition and distribution of lichens along elevational gradients in the mountain forest of Gunung Nuang, Selangor, Malaysia. *Journal on Protected Mountain Areas Research and Management* 13(1): 4-11. DOI: 10.1553/eco.mont-13-1s4

Allcahuaman L. 2020. Tardigrada en líquenes: Un listado de especies para el Perú. *Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Liquenología del Perú y I Congreso Nacional de Lomas (Lima)*: 269-277.

Beasley C. 1968. The tardigrades of Oklahoma, with additional records from other states and Mexico. Tesis (Oklahoma, Estados Unidos): Universidad de Oklahoma.

Beasley C. 1972. Some Tardigrades from Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 17: 21-29. DOI: 10.2307/3669835

Beasley C. 1978. The Tardigrades of Oklahoma. *The American Midland Naturalist* 99: 128-141. DOI: 10.2307/2424938

Calloway S, Miller W, Johansson C, Whiting J. 2011. Tardigrades of North America: *Oreella chugachii*, new species (Heterotardigrada, Echinicoide,



Oreellidae) from Alaska. Proceedings of the Biological Society of Washington 124: 28-39. DOI: 10.2988/10-08.1

Collins M, Goudie I. 2020. The tardigrade and associated micrometazoa of the textured lungwort lichen, *Lobariascrobiculata*, in eastern Newfoundland, Canada. Journal of Agriculture and Life Sciences 7(2): 7-13. DOI: 10.30845/jals.v7n2p2

Dasty H. 2011. *Ramazzotius agannae* sp. nov., a new tardigrade species from the nival zone of the Austrian Central Alps (Tardigrada). Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg 15: 237-253

Degma P, Bertolani R, Guidetti R. 2021. Actual checklist of Tardigrada species (2009-2021, 40<sup>th</sup> Edition: 19-07-2021). Recuperado el 28 Julio, de <https://iris.unimore.it/retrieve/handle/11380/1178608/358743/Actual%20checklist%20of%20Tardigrada%2040th%20Edition%2019-07-21.pdf>

Dueñas-Cedillo A, Martínez-Méndez E, García-Román J, Armendáriz-Toledano F, Alejandro Ruiz E. 2020. Tardigrades from Iztaccíhuatl Volcano (Trans-Mexican Volcanic Belt), with the Description of *Minibiotus citlalium* sp. nov. (Eutardigrada: Macrobiotidae). Diversity 12(7): 1-24. DOI:10.3390/d12070271

Foggin J. 2016. "Conservation Issues: Mountain Ecosystems". Reference Module in Earth Systems and Environmental Science: Elsevier Publishing Company. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09199-5>

Fontoura P, Rubal M, Veiga P. 2017. Two new species of Tardigrada (Eutardigrada: Ramazzottiidae, Macrobiotidae) from the supralittoral zone of the Atlantic Iberian Peninsula rocky shores. Zootaxa 4263(3): 450-466. DOI: 10.11646/zootaxa.4263.3.2

Flakus A, Kukwa M, Czarnota P. 2006. Some interesting records of lichenized and lichenicolous Ascomycota from South America. Polish Botanical Journal 51(2): 209-215.

- Guil N. 2015. Los tardígrados terrestres de la Sierra de Guadarrama: diversidad, taxonomía y filogenia. Tesis (Madrid, España): Universidad Complutense de Madrid.
- Herrera F. 1941. Sinopsis de la flora del Cusco. Tomo I. Parte sistemática. Publicado bajo los auspicios del Supremo Gobierno: 50-64.
- Horning D, Schuster R, Grigarick A. 1978. Tardigrada of New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 5(2): 185-200. DOI: 10.1080/03014223.1978.10428316
- Kaczmarek Ł, Michalczyk Ł, McInness S. 2014. Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part I: Central America. *Zootaxa* 3763 (1): 1-62.
- Kaczmarek Ł, Michalczyk Ł, McInness S. 2015. Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part II: South America. *Zootaxa* 3923 (1): 1-107.
- Kaczmarek Ł, Michalczyk Ł, McInness S. 2016. Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part III: North America and Greenland. *Zootaxa* (1) 4203: 1-249.
- Kaczmarek Ł, Parnikoza I, Gawlak M, Esefeld J, Peter H, Kozeretska I, Roszkowska M. 2018. Tardigrades from *Larus dominicanus* Lichtenstein, 1823 nests on the Argentine Islands (maritime Antarctic). *Polar Biology* 41(2): 283-301. DOI: 10.1007/s00300-017-2190-4
- Kimmel R. 1968. Some tardigrades from Central Iowa. Tesis (Iowa, Estados Unidos): Universidad Drake.
- Kimmel R, Meglitsch P. 1969. Notes on Iowa Tardigrades. *Proceedings of the Iowa Academy of Science*, 76: 454-462. Recuperado de <https://scholarworks.uni.edu/pias/vol76/iss1/61>
- King P, Fordy R, Morgan C. 1981. The marine flora and fauna of the Isles of Scilly—Tardigrada. *Journal of Natural History* 15: 145-150. DOI:10.1080/00222938100770101

- McInnes S. 2010. *Echiniscus corrugicaudatus* (Heterotardigrada; Echiniscidae) a new species from Ellsworth Land, Antarctica. *Polar Biology* 33: 59-70. DOI: 10.1007/s00300-009-0684-4
- Meyer H. 2006. Interspecific association and substrate specificity in tardigrades from Florida, Southeastern United States. *Hidrobiologia* 558: 129-132.
- Meyer H. 2006. Small-scale spatial distribution variability in terrestrial tardigrade populations. *Hydrobiologia* 558: 133-139. DOI: 10.1007/s10750-005-1412-x
- Meyer H, Domingue M. 2011. *Minibiotus acadianus* (Eutardigrada: Macrobiotidae), a new species of Tardigrada from southern Louisiana, U.S.A. *Western North American Naturalist* 71: 38-43 Recuperado de <https://scholarsarchive.byu.edu/wnan/vol71/iss1/6>
- Miller J, Heatwole P, Miller W, Bridges L. 1988. A survey of the terrestrial Tardigrada of the Vestfold Hills, Antarctica. *Hydrobiologia* 165: 197–208. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00025588>
- Miller W, Horning D, Heatwole H. 2001. Tardigrades of the Australian Antarctic: Macquarie Island, sub-Antarctica. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* 240(3-4): 475-491. DOI: 10.1078/0044-5231-00057
- Miller W, Heatwole H, Pidgeon R, Gardiner G. 1994. Tardigrades of the Australian Antarctic Territories: The Larsemann Hills, East Antarctica. *Transactions of the American Microscopical Society* 113(2): 142-160. DOI:10.2307/3226642
- Miller W, Miller J, Heatwole H. 1996. Tardigrades of the Australian Antarctic Territories: the Windrill Islands, East Antarctica. *Zoological Journal of the Linnean Society* 116: 175-184. DOI:<https://doi.org/10.1006/zjls.1996.0015>
- Mioduchowska M, Kačarević U, Miamin V, Giginiak Y, Parnikoza I, Roszkowska M, Kaczmarek Ł. 2021. Redescription of Antarctic eutardigrade *Dastychius improvisus* (Dastych, 1984) and some remarks on phylogenetic

relationships within Isohypsibioidea. The European Zoological Journal 88(1): 117-131. DOI: 10.1080/24750263.2020.1854877

Moreno-Talamantes A, León G, García-Aranda M, Flores- Maldonado J, Kaczmarek Ł. 2020. The Genus *Milnesium* Doyère, 1840 in Mexico with Description of a New Species. Annales Zoologici 70(4): 467-480. DOI: 10.3161/00034541ANZ2020.70.4.001

Nelson D. 2011. A new species of Diphascon from New Brunswick, Canada (Tardigrada). Canadian Journal of Zoology 69(7): 1911-1915.

Nuñez-Zapata J, Divakar P, Huallparimachi G, Holgado M, Vela Z, Pavlich M, Crespo A. 2015. Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú. Revista Peruana de Biología 22(3): 323-328.

Quispe E, Fuentes H, Ibañez A. 2021. Aislamiento y Bioprospección de comunidades fúngicas asociadas a especies del género *Stereocaulon* y *Oropogon*. Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Liquenología del Perú y I Congreso Nacional de Lomas: 149-152.

Ramírez A, Cano A. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huayla, Ancash, Perú). Revista Peruana de Biología 12(3): 383-396.

Ramírez A, Muñoz C. 2018. Propuesta oficial para declarar al líquen *Cladonia didyma* (Fée) Vain. Como especie emblemática y representativa del Santuario Histórico MachuPicchu, Cusco: 102-105.

Ramírez A, Valencia N. 2020. Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú). Revista Peruana de Biología 27(2): 543-552.

Rebecchi L, Guidetti R, Borsari S, Altiero T, Bertolani R. 2006. Dynamics of long-term anhydrobiotic survival of lichen-dwelling tardigrades. Hidrobiología 558: 23-30.

Rodríguez- Candela M, Guil N, Parapar J. 2016. Tardígrados del Parque Natural Fragas do Eume (Galicia, NO España) con la primera cita de *Echiniscus bigranulatus* Richters, 1907 (Tardigrada, Heterotardigrada) en la península Ibérica. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica 110: 61-70.

Šatkauskienė I. 2012. Microfauna of lichen (*Xanthoria parietina*) in Lithuania: diversity patterns in polluted and non-polluted sites. Baltic forestry. Girionys 18(2): 255-262.

# TAXONOMÍA Y LIQUENOGEOGRAFÍA DEL GÉNERO *CLADONIA* EN EL PERÚ

Ángel Manuel Ramírez Ordaya <sup>1</sup> & Leslie Ana Crisóstomo Damián<sup>2</sup>

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Geografía  
(Egresada)

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

Correo electrónico de Leslie Crisostomo: [Lesscd15@gmail.com](mailto:Lesscd15@gmail.com)

## Resumen

El género *Cladonia* es un líquen con especies dimórficas y con una compleja taxonomía. En el Perú se han registrado 46 especies en 18 departamentos. Se presenta una clave para las *Cladonia* spp. registradas para el país y su distribución departamental. El estudio permitirá determinar las especies de este género.

**Palabras clave:** *Cladonia*, distribución, taxonomía.

## Abstract

The genus *Cladonia* is a lichen with dimorphic species and with a complex taxonomy. In Peru, 46 species have been recorded in 18 departments. A key is presented for *Cladonia* spp. registered for the country and its departmental distribution. The study will allow to determine the species of this genus.

**Keywords:** *Cladonia*, distribution, taxonomy.

## Introducción

El género *Cladonia* es un líquen dimórfico (con talo primario principalmente escuamoloso y secundario fruticuloso), de forma de copa (escifoso), reaccionan con los reactivos K, C y PD, y presentan apotecios muy

coloridos de color rojo (Brodo et al. 2001, Ahti 2000). Actualmente, el género *Cladina* forma a ser parte del género *Cladonia* (Stenroos et al. 2002).

La taxonomía de los líquenes es compleja y a pesar de que la literatura registra una gran diversidad de estos organismos en el país, no se cuenta con ejemplares depositados en una liquenoteca nacional.

El objetivo del trabajo es presentar un clave y mapas de distribución del género *Cladonia* en el Perú. El trabajo permitirá reconocer este líquen a nivel de especie y ubicarlo geográficamente.

### Metodología

La realización del estudio se logró mediante la revisión de la siguiente literatura: Nylander 1859, Herrera 1941, Soukup 1965, Ahti 2000, Bennett & Almenara 2004, Bueno 2005, León et al. 2010, Ramírez & Cano 2005, Pavlich 2008, Ramos et al. 2013, Nuñez et al. 2015. Ramírez et al. 2019, Ramírez & Muñoz 2019, Rodríguez et al. 2017, Mendoza 2018). Los datos de la literatura permitieron hacer un listado de especies por departamento. La clave presentada tiene como base la de Ahti (2000). Los datos obtenidos permitieron generar mapas de distribución.

### Resultados

El Perú cuenta con 46 especies del género *Cladonia* spp. (Tabla 1).

**Tabla 1. Especies registrados por departamentos**

ESPECIES	DEPARTAMENTOS EN DONDE SE ENCUENTRA
<i>Cladonia aleuropoda</i>	Cusco
<i>Cladonia andesita</i>	Amazonas, Áncash, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y San Martín
<i>Cladonia arbuscula</i>	Amazonas, Cusco, Huánuco, Puno y San Martín
<i>Cladonia bellidiflora</i>	En Perú, sin registro departamental
<i>Cladonia borbonica</i>	Cusco, Junín y Loreto
<i>Cladonia calycantha</i>	Amazonas, Cajamarca, Cusco, Junín y Puno
<i>Cladonia cartilaginea</i>	Cusco y Huánuco
<i>Cladonia cenotea</i>	Cusco
<i>Cladonia ceratophylla</i>	Amazonas, Cajamarca, Cusco, Junín, Piura y San Martín

<b>ESPECIES</b>	<b>DEPARTAMENTOS EN DONDE SE ENCUENTRA</b>
<i>Cladonia coccifera</i>	Cusco
<i>Cladonia confusa</i>	Ayacucho, Cusco y La Libertad
<i>Cladonia corymbites</i>	Huánuco, Loreto y San Martín
<i>Cladonia chlorophaea</i>	Áncash, Arequipa, Junín y San Martín
<i>Cladonia dactylota</i>	Amazonas y Cusco
<i>Cladonia didyma</i>	Amazonas, Cusco, Huánuco, Junín, Pasco y Piura
<i>Cladonia fimbriata</i>	Áncash y Cusco
<i>Cladonia furcata</i>	Amazonas y Cusco
<i>Cladonia glabra</i>	Amazonas
<i>Cladonia humilis</i>	Lima
<i>Cladonia isabellina</i>	Ayacucho y Cusco
<i>Cladonia lepidophora</i>	Cusco
<i>Cladonia leprocephala</i>	Ayacucho y Cusco
<i>Cladonia lopezii</i>	Amazonas, Cusco y San Martín
<i>Cladonia melanopoda</i>	Áncash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, La Libertad, Piura y Puno
<i>Cladonia meridensis</i>	Junín y San Martín
<i>Cladonia merochlorophaea</i>	Junín
<i>Cladonia mexicana</i>	Huancavelica
<i>Cladonia microscypha</i>	Junín y San Martín
<i>Cladonia nana</i>	La Libertad
<i>Cladonia ochrochlora</i>	Cajamarca y Junín
<i>Cladonia peltasta</i>	Cusco
<i>Cladonia pocillum</i>	Áncash, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Junín y Pasco
<i>Cladonia prancei</i>	Loreto
<i>Cladonia pycnoclada</i> var. <i>flavida</i>	Cusco y Puno
<i>Cladonia pycnoclada</i>	Cusco
<i>Cladonia pyxidata</i>	Cusco y Lima
<i>Cladonia rappii</i>	Cusco, Junín y Pasco
<i>Cladonia sandstedei</i>	San Martín
<i>Cladonia scabriuscula</i>	Cusco
<i>Cladonia signata</i>	Huánuco
<i>Cladonia squamosa</i>	Ayacucho, Cusco, Pasco y San Martín
<i>Cladonia subradiata</i>	Amazonas, Huánuco, Junín y Loreto
<i>Cladonia subreticulata</i>	Amazonas, La Libertad y Puno
<i>Cladonia subsquamosa</i>	Áncash, Cajamarca, Cusco, Junín, Piura y Ucayali
<i>Cladonia sylvatica</i>	Cusco
<i>Cladonia verticillaris</i>	Cusco



## Clave para la determinación de especies del género *Cladonia*

La clave principalmente es dicotómica y basada en caracteres morfológicos; incluye a 40 especies y no están las especies *Cladonia bellidiflora*, *C. cenotea*, *C. peltasta*, *C. pynoclada*, *C. pycnoclada* var. *flavida* y *C. sylvatica*. En una parte de la clave se introduce las secciones *Ascyphiferae*, *Cladonia*, *Cocciferae*, *Helopodium* y *Unciales*; y la numeración comienza de 1.

1a Talo principal crustáceo, nunca escuamuloso; podocio nunca escifoso.....2

1b Talo principal escuamuloso, podocio escifoso.....3

2a Podocio con ramificación isotómica..... *Cladonia confusa*

2b Podocio con ramificación anisotómica.....4

4a Podocio con ramificación totalmente dicotómica..... *Cladonia sandstedei*

4b Podocio con ramificación tricótoma o tetratómica..... *Cladonia arbuscula*

3a Podocio amarillo.....Sección *Unciales*

3b Podocio gris a marrón.....5

5a Disco himenial rojo.....Sección *Cocciferae*

5b Disco himenial marrón.....6

6b Escuamulas basales persistentes, podocio clavado o cilíndrico.....Sección *Helopodium*

6b Escuamulas basales evanescentes o persistentes, podocio raramente clavado, scyphoso.....7

7a Escumulas primarias largas, podocio subclavado, C+ (da coloración verde).....Seccion Strepsiles

7b Escumulas primarias pequeñas a largas, podocio escifoso, C-.....9

9a Podocio ramificado, esorediado a granuloso sorediado.....Seccion Ascyphiferae

9b Podocio no ramificado, esorediado a abundante sorediado farinoso.....Sección Cladonia

#### Sección unciales

1a. Podocia robusto, mayor de 5 mm, con superficie aracnoide, ecorticado.....*Cladonia subreticulata*

1b. Podocio delgado, de 0.5 a 2 mm, córtex subcontinuo.....*Cladonia glabra*

#### Seccion Cocciferae

1a. Podocio de 2 a 7 cm de alto, bastante robusto.....*Cladonia lopezii*

1b. Podocio de 0.5 a 3 cm de alto, usualmente delgado.....2

2a. Podocio nunca escifoso.....*Cladonia didyma*

2b. Podocio escifoso.....3

3a. Escifo estrecho, de 0.2 a 8 mm de amplitud.....4

3b. Escifo amplio, de 2 a 15 mm de amplitud.....5

4a. Podocia microescumuloso.....*Cladonia mycroscypha*

4b. Podocia sorediado.....*Cladonia prancei*

- 5a. Con presencia de zeorina y ácido úsnico.....*Cladonia coccifera*
- 5b. Zeorina ausente y presencia o ausencia de ácido úsnico.....6
- 6a. Podecio verde amarillo.....*Cladonia borealis (Cladonia lepidophora)*
- 6b. Podecio verde grisáceo.....7
- 7a. Podecia hasta 2.3 cm de alto, superficie solediosa o solediosa a granulosa.....*Cladonia leprocephala*
- 7b. Podecia hasta 4.5 cm de alto, superficie sin soledios, con presencia de granulos y microescamas (Andes).....*Cladonia meridensis*

#### Seccion Helopodium

- 1a. Escuámulas primarias con rizinas blancas.....*Cladonia ceratophylla*
- 1b. Escuámulas primarias sin rizinas blancas.....2
- 2a. Podecio ramificado.....*Cladonia cartilaginosa*
- 2b. Podecio poco ramificado.....3
- 3a. Podecio densamente escuamuloso.....*Cladonia corymbites*
- 3b. Podecio verruculoso.....*Cladonia nana*

#### Seccion Ascyphiferae

- 1a. Podecio isotómico, P(+) ácido protocetrarico.....*Cladonia signata*
- 1b. Podecio anisotómico.....2
- 2a. Podecio poco ramificado.....*Cladonia mexicana*
- 2b. Podecio moderadamente ramificado.....3

- 3a. Corticado.....*Cladonia furcata*  
 3b. Ecorticado especialmente hacia las puntas.....*Cladonia scabriuscula*

Sección Cladonia

- 1a. Podecio escifoso, proliferando desde el centro.....2  
 1b. Podecio escifoso, proliferando en los márgenes.....3

- 2a. Escifo lacerado.....*Cladonia verticillaris*  
 2b. Escifo dentado.....4

- 4a. Córtex escabroso, groseramente sorediado, a menudo mayormente desintegrando.....5  
 4b. Córtex casi continuo, raro suave y persistente.....6

- 5a. Escifo gradualmente quemado, pocos por podecio.....*Cladonia aleuropoda*  
 5b. Escifo abruptamente quemado, usualmente muchos por podecios..... 7

- 7a. Podecio robusto, la mayoría de los escifos de 2 a 4 mm de amplitud.....*Cladonia andesita*  
 7b. Podecio delgado, la mayoría de los escifos de 0.5 a 1.5 mm de amplitud.....*Cladonia melanopoda*

- 6a. Escifo muy delgado, de 0.2 a 1 mm de grosor, de 1.5 a 5 (7) cm de alto, puntas frecuentemente subulado.....*Cladonia isabellina*  
 6b. Escifo grueso, de 2 a 14 mm.....8

- 8a. Escifo grueso, de 2 a 14 mm de amplitud, 4-15 cm de alto, distribuido en los Andes.....*Cladonia calycantha*

8b. Escifo grueso, de 3 a 7 mm de amplitud, 3 a 9 cm de alto, distribuido ampliamente.....	<i>Cladonia rappii</i>
3a. Podecio como una regla escifosa.....	9
3b. Podecio ascifoso.....	10
9a. Podecio esorediado, egranuloso.....	<i>Cladonia dactylota</i>
9b. Podecio sorediado, granuloso.....	11
11a. Podecio corticado.....	12
11b. Podecio ecorticado.....	13
12a. Talo primario grueso, habita en suelos calcáreos.....	<i>Cladonia pocillum</i>
12b. Talo primario delgado, habita en los Andes.....	14
14a. Córtex del escifo verrucoloso.....	<i>Cladonia merochlorophaea</i>
14b. Córtex del escifo desintegrándose.....	<i>Cladonia pyxidata</i>
13a. Escifo hasta 8 mm.....	15
13b. Escifo de 1 a 3 mm.....	16
15a. Escifo hasta 8 mm de amplitud, podecio gris blanquecino, hasta 2 cm de alto, K+ (amarillo).....	<i>Cladonia humilis</i>
15b. Escifo hasta 8 mm de amplitud, podecio gris a verde, hasta 4.5 cm de alto, K-.....	17
17a. Podecio completamente sorediado.....	<i>Cladonia subsquamosa</i>
17b. Podecio sorediado excepto en la base.....	<i>Cladonia fimbriata</i>

- 16a. Talo mayor a 4 veces la longitud del escifo, soredio granulares en la superficie exterior del escifo.....*Cladonia chlorophaea*
- 16b. Talo menor a 4 veces la longitud del escifo, escifo de 1 a 3 mm de amplitud, presenta parches de soredios en el córtex.....18
- 18a. Podecio marrón.....*Cladonia borbonica*
- 18b. Podecio gris a marrón.....19
- 19a. Podecio robusto..... *Cladonia ochrochlora*
- 19b. Podecio delgado.....*Cladonia subradiata*
- 9a. Podecio esorediado, granuloso.....*Cladonia isabellina*
- 9b. Podecio soredioso, granuloso.....*Cladonia dactylota*

### Liquenogeografía

De todas las especies, *Cladonia melanopoda* esta registrada en nueve departamentos; y 16 especies esta presentes en un solo departamento (Fig. 1).

El Cusco fue departamento que tuvo el mayor número de especies (30) (Fig. 2); los departamentos sin registro de especies de *Cladonia* son Ica, Lambayeque, Madre de Dios, Moquegua, Tacna y Tumbes.

*Cladonia aleuropoda* fue registrada para el departamento de Cusco (Fig. 3). *Cladonia andesita* fue registrada para los departamentos de Amazonas, Áncash, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y San Martín (Fig. 4). *Cladonia borbonica* fue registrada para los departamentos de Cusco, Loreto y Junín (Fig. 5). *Cladonia calycantha* fue registrada para los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Junín y Puno (Fig. 6). *Cladonia chlrophaea* fue registrada para los departamentos de Junín y San Martín (Fig. 7). *Cladonia dactylota* fue registrada

para el departamento de Amazonas (Fig. 8). *Cladonia isabellina* fue registrada para el departamento de Ayacucho (Fig.9). *Cladonia merochlorophaea* fue registrada para el departamento de Junín (Fig. 10).

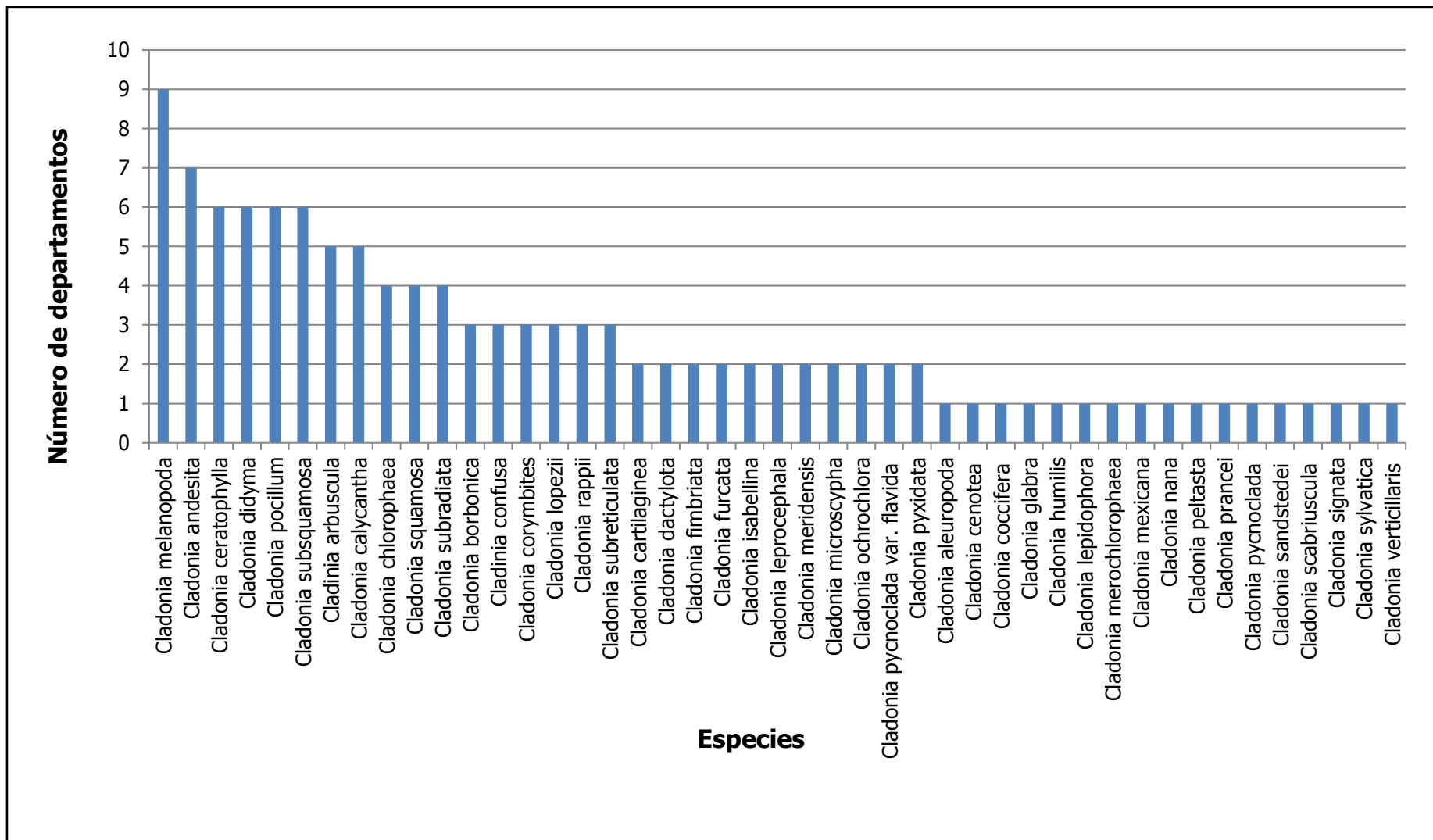


Figura 1. Especies del género *Cladonia*. por número de departamentos.



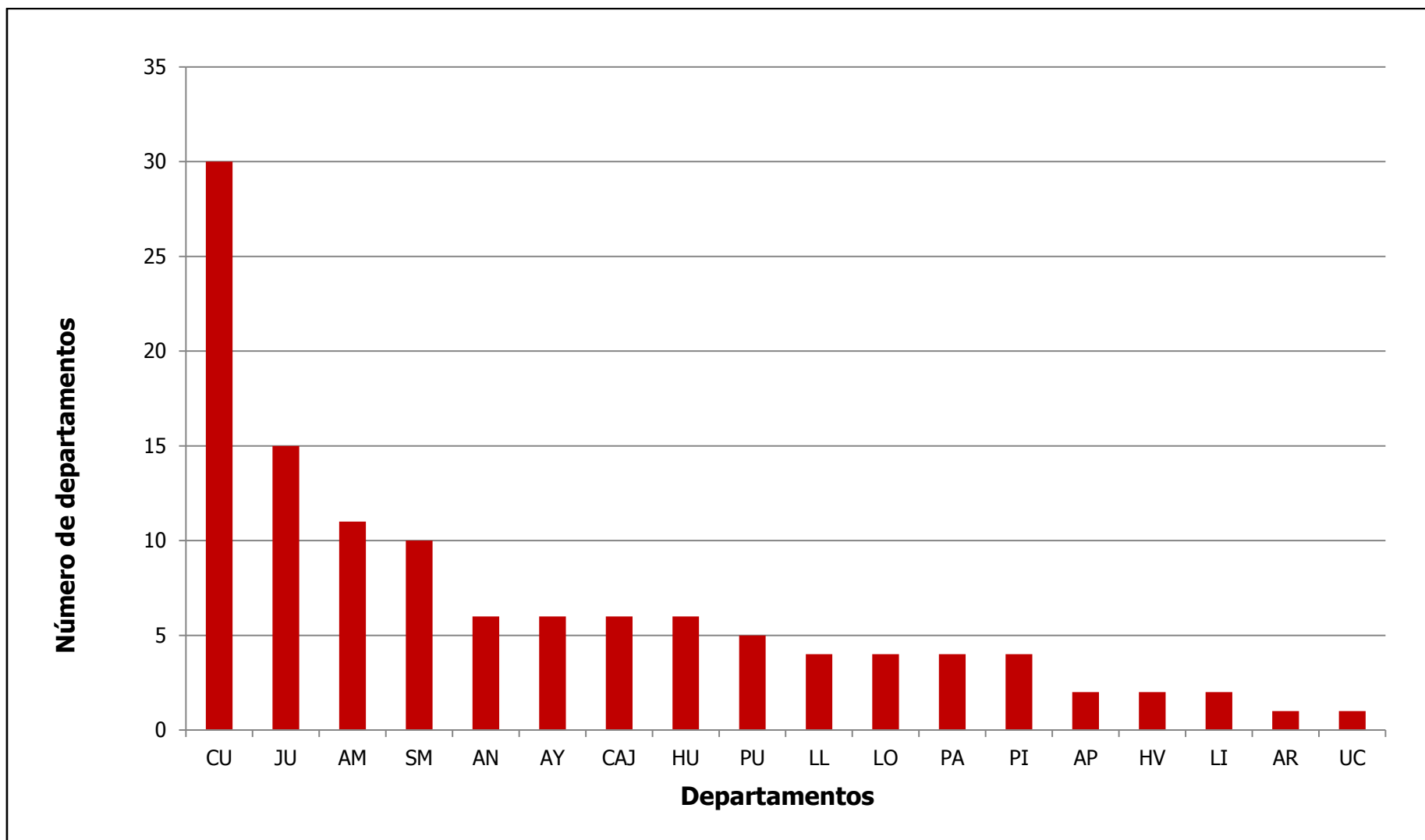
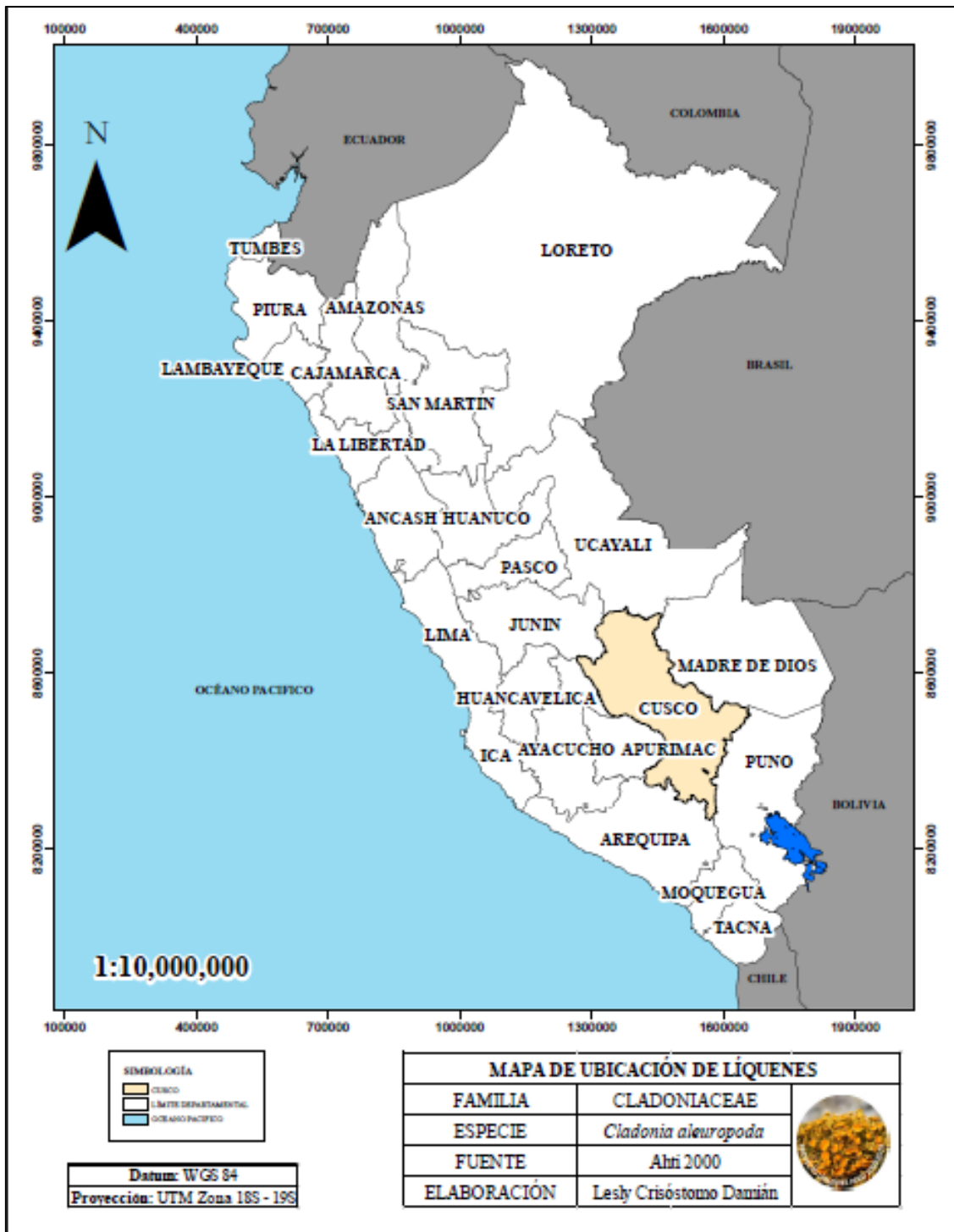
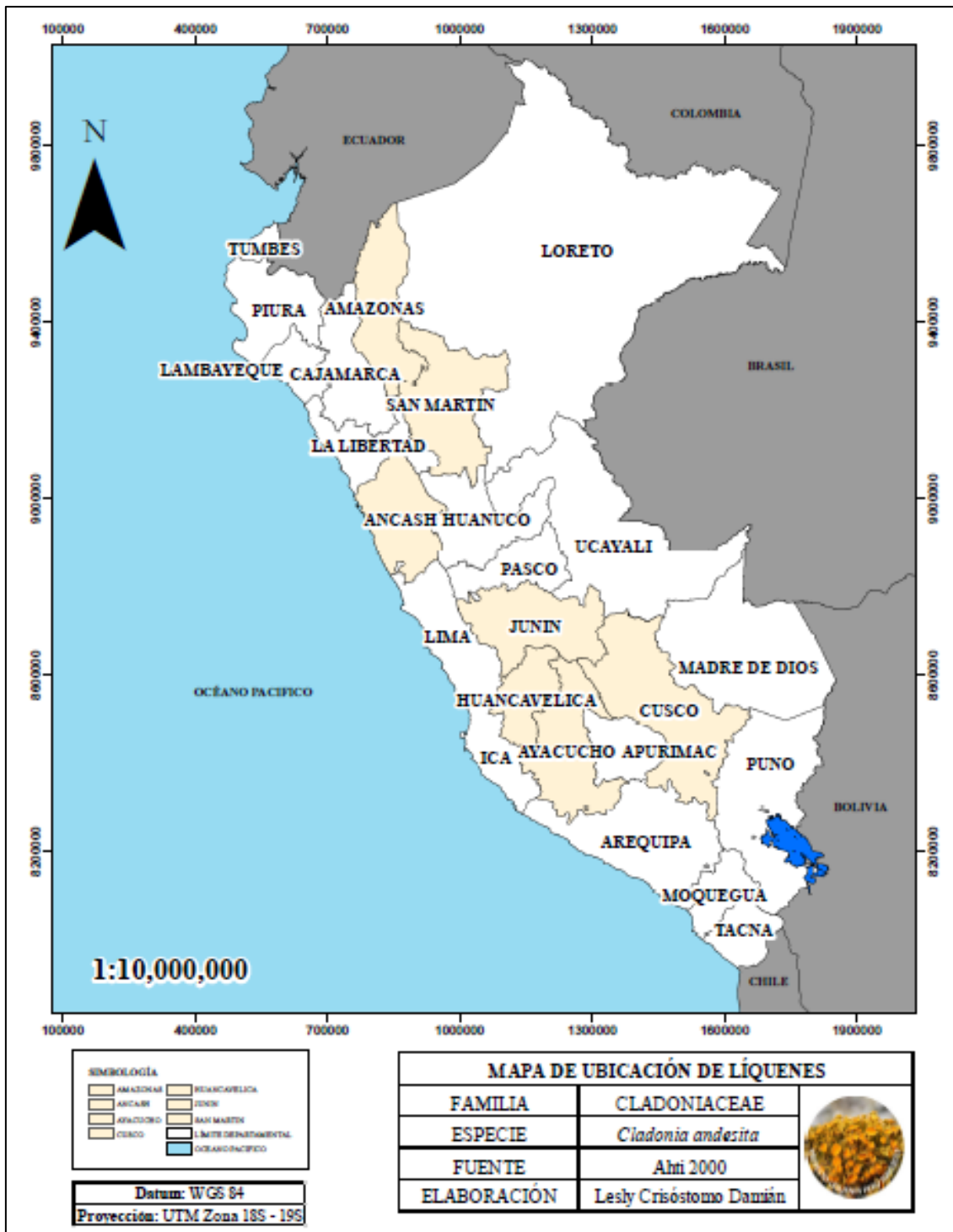


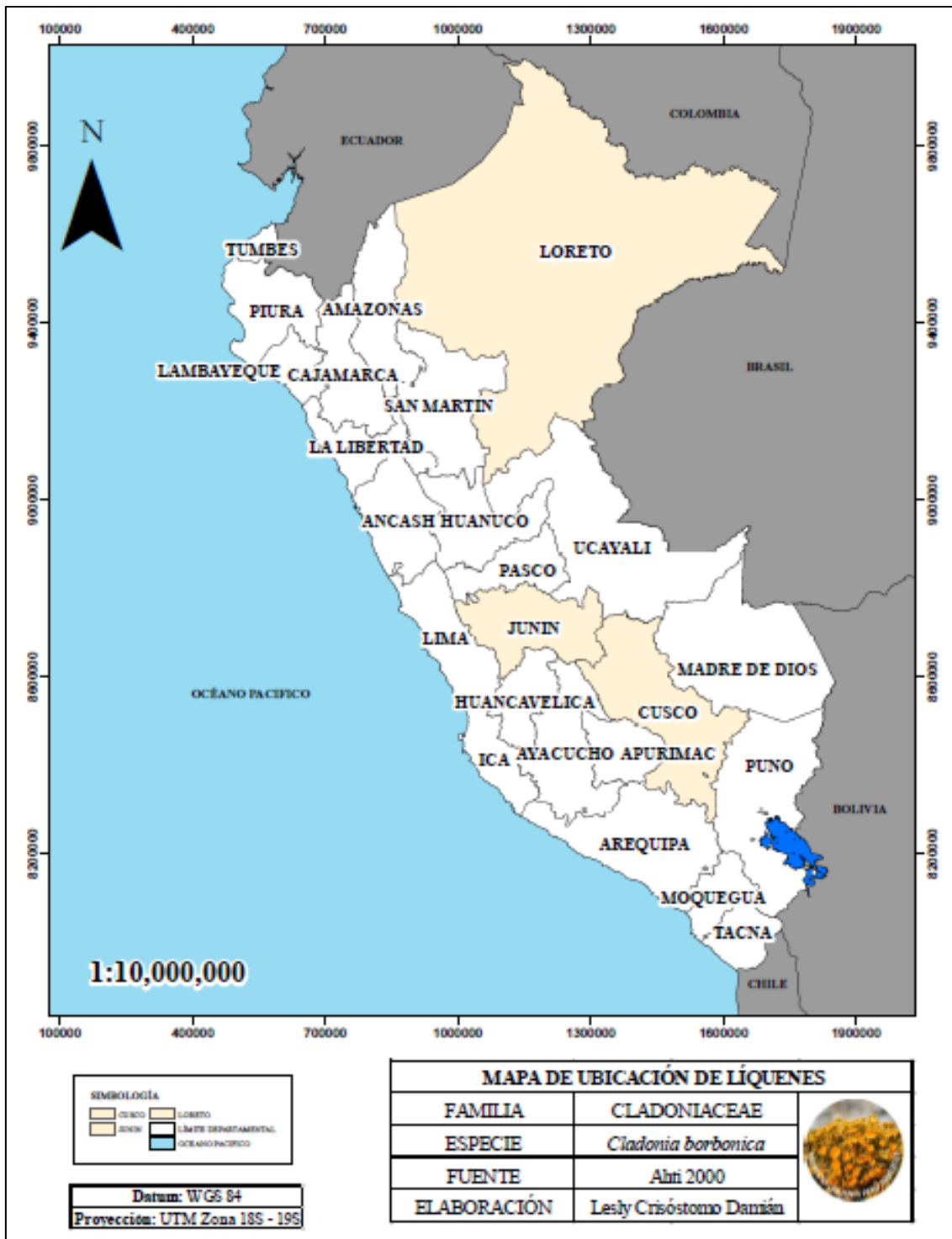
Figura 2. Número de especies del género *Cladonia* por número de departamentos.



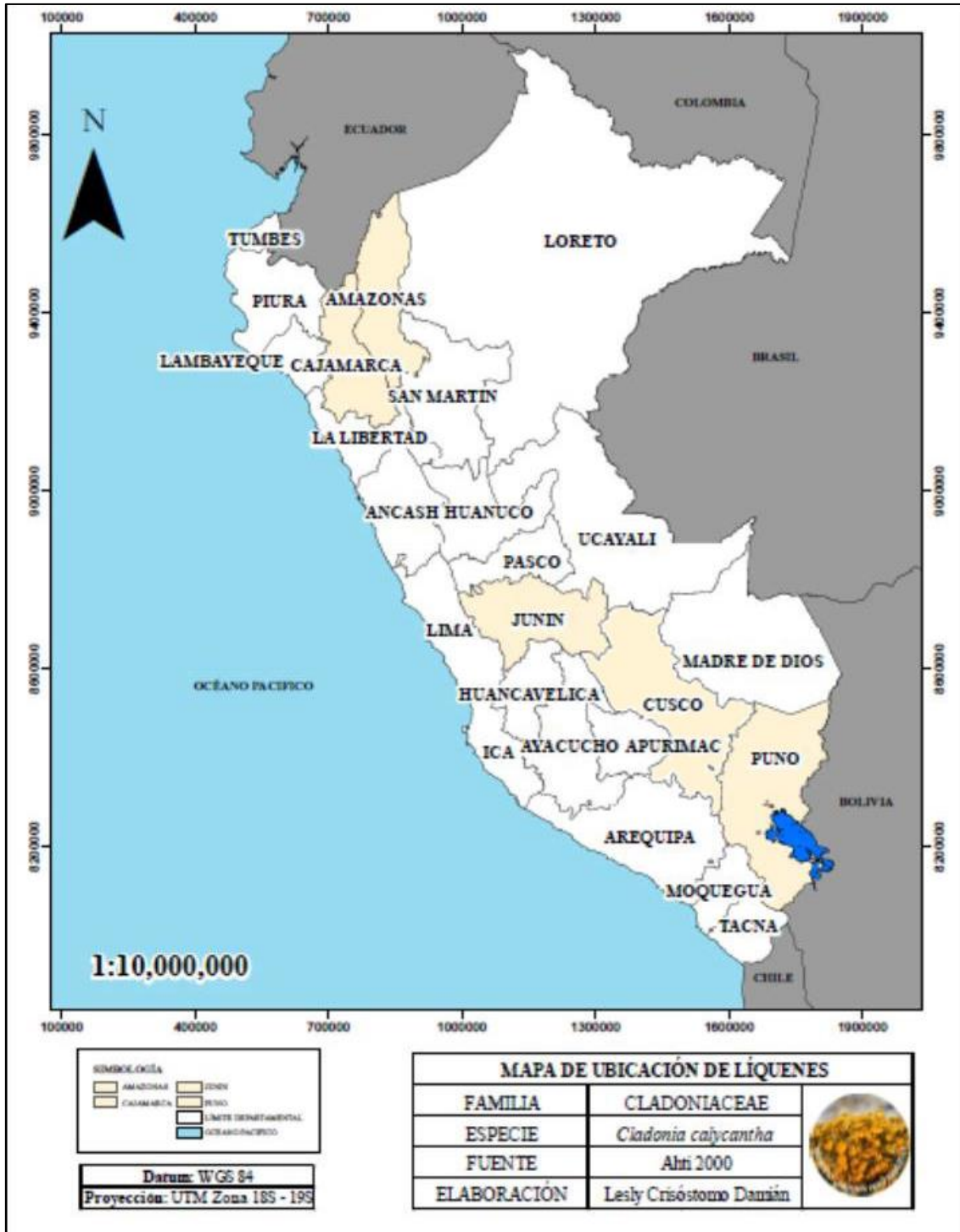
**Figura 3.** Distribución departamental de *Cladonia aleuropoda* Vainio.



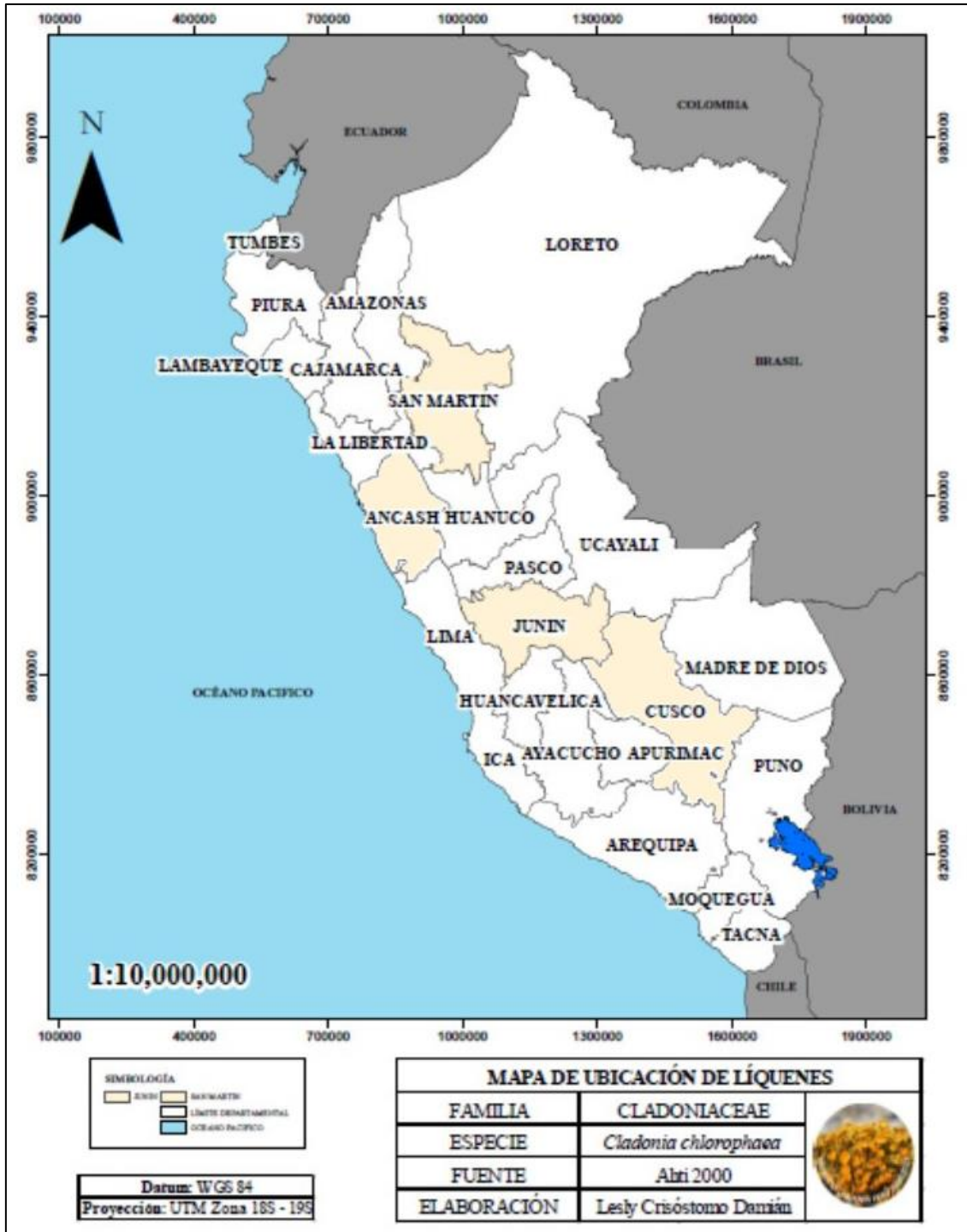
**Figura 4.** Distribución departamental de *Cladonia andesita* Vainio.



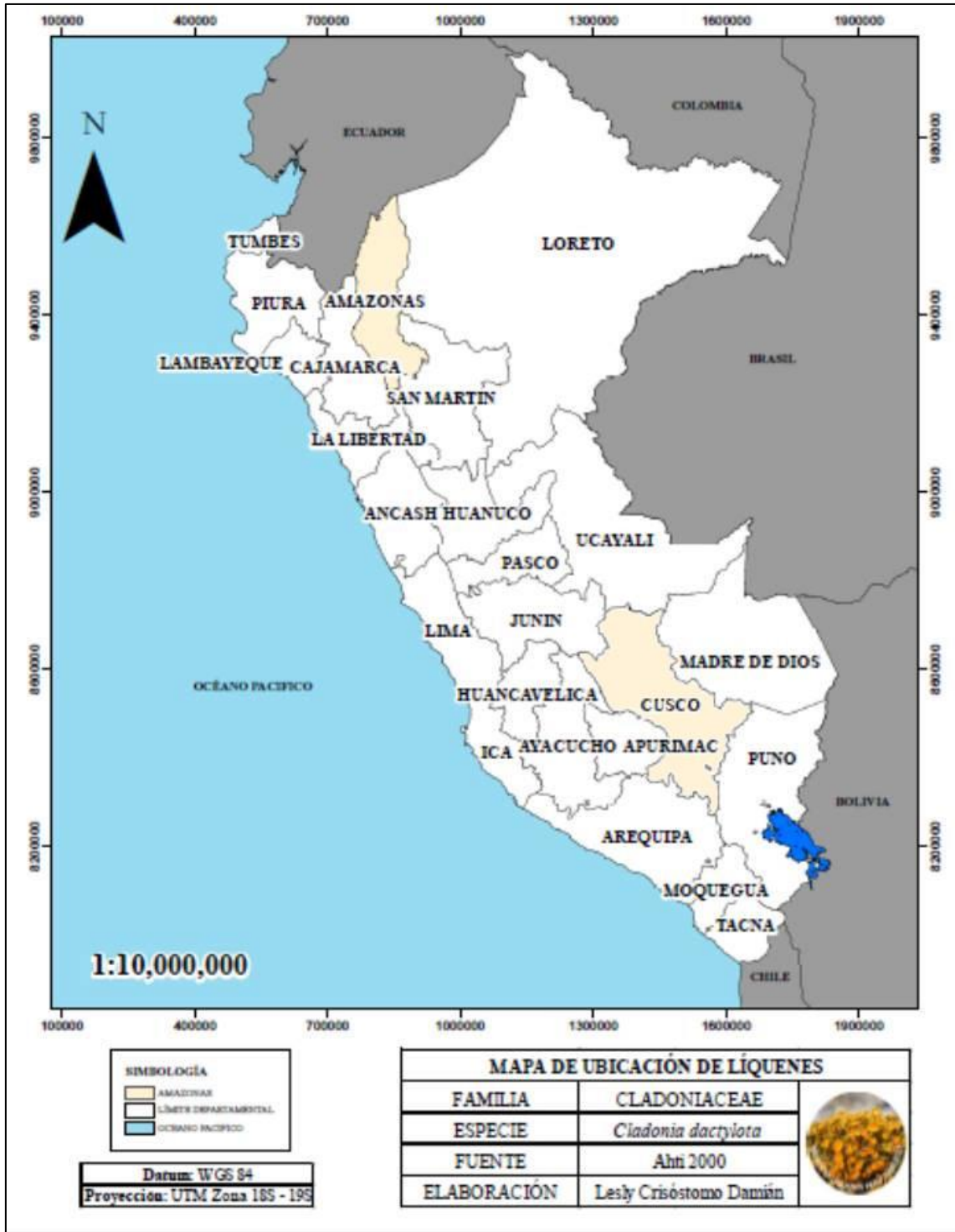
**Figura 5.** Distribución departamental de *Cladonia borbonica* Nylander.



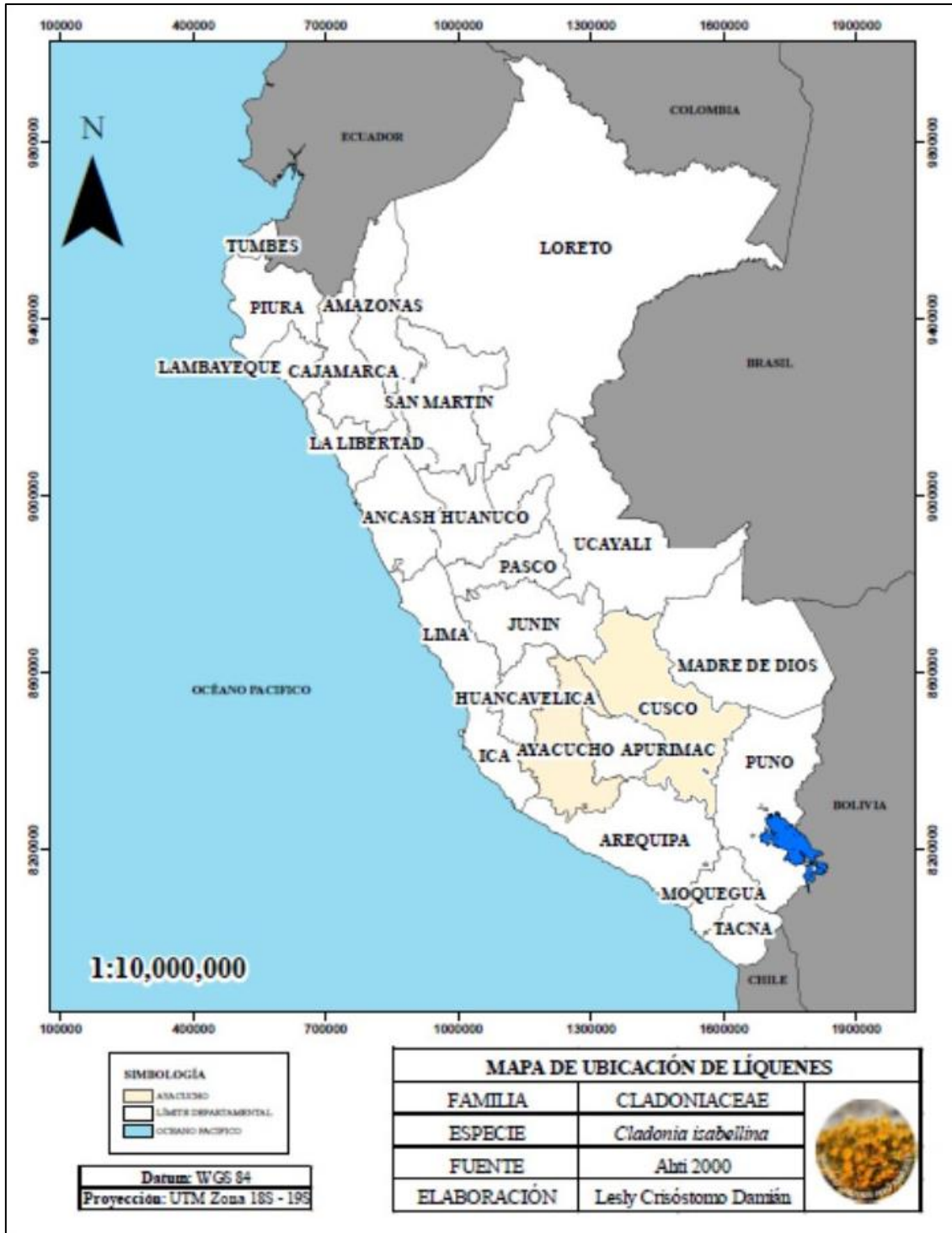
**Figura 6.** Distribución departamental de *Cladonia calycantha* Delise ex Nylander.



**Figura 7.** Distribución departamental de *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Somm.) Spreng.

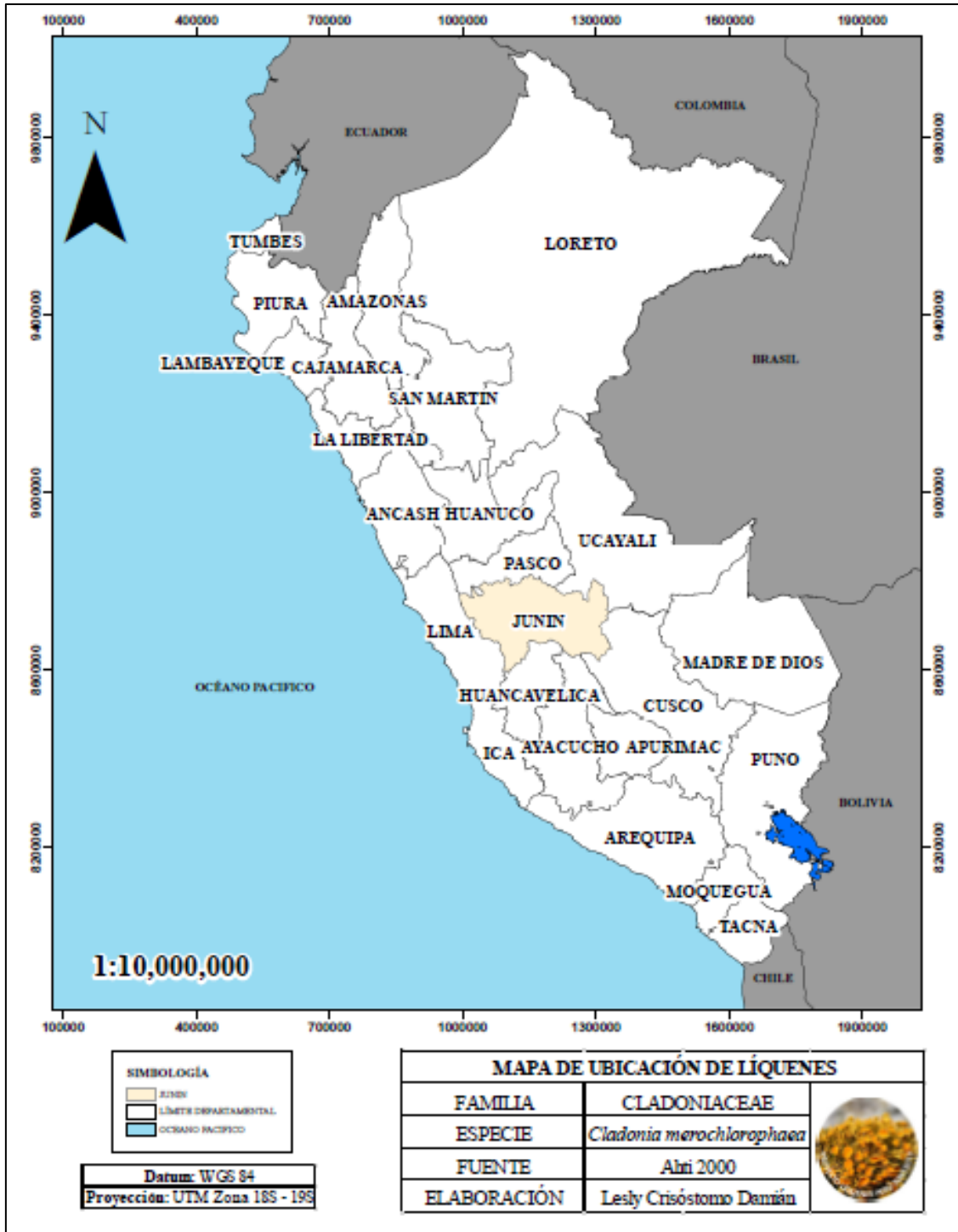


**Figura 8.** Distribución departamental de *Cladonia dactylota* Tuckerman.



**Figura 9.** Distribución departamental de *Cladonia isabellina* Vainio.





**Figura 10.** Distribución departamental de *Cladonia merochlorophaea* Asahina.

## Conclusiones

El Perú cuenta con 46 especies del genero *Cladonia*, la cual está presente en 18 departamentos del país, tanto en costa, sierra y selva; el departamento que presenta mayor cantidad de especies fue Cusco con 30 especies.

## Agradecimientos

Al Dr. Teuvo Ahti por el regalo original del libro de la familia Cladoniaceae y al Dr. Jano Nuñez y M. Sc. Jose Roque por brindar literatura especializada.

## Literatura citada

Ahti T. 2000. Cladoniaceae. Flora Neotropica Monograph 78. New York. New York Botanical Garden Press. 362 pp.

Bennett J, Almenara I. 2004. Common lichens of Huascarán National Park, Peru. Resumen en el II Congreso de la Red Mundial de Científicos Peruanos.

Brodo I, Durand S, Sharnoff. 2001. Lichens of North America. Yale University Press. New Haven and London.

Bueno R. 2005. Flora líquénica del Bosque de Zárate, distrito de San Bartolomé, Provincia Huarochiri, Departamento de Lima. 75 pp.

Herrera F. 1941. Sinopsis de la flora del Cusco. Tomo I. Parte sistemática. Publicado bajo los auspicios del Supremo Gobierno. pp. 50 – 64.

León B., Kenenth Y, Roque J. 2010. Nuevos registros de plantas de la zona alta del Parque Nacional Río Abiseo, Perú. *Arnaldoa* 17(1): 45 – 77.

Mendoza J. 2018. Evaluación de la calidad del aire empleando líquenes como indicadores en la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, 2017. 65 pp.

Merrill G. 1927. A list of the Peruvian lichens collected by G. Buës. Reprinted from *Bryologist* 30: 83-88.

Nylander W. 1859. Lichens in regionibus exoticis quibusdam vigentes. 60 pp

- Nuñez J, Divakar P. Huallparimachi G, Holgado M, Vela Z, Pavlich M, Crespo A. 2015. Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú. *Revista peruana de biología* 22(3): 323 - 328 (Diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11438>
- Pavlich M. 2008. Liqueenes de Inkaterra Hotel Cusco y alrededores. 47 pp.
- Ramírez A, Cano A. 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 A, Cuba A, Marmanillo S. 2019. Listado de líquenes del Perú 2012-2018. En trabajos científicos del II Congreso Nacional de Liquenología del Perú. 61-71p.
- Ramírez A, Muñoz C. 2019. Propuesta oficial para declarar al líquen *Cladonia didyma* (fée) vain. como especie emblemática y representativa del Santuario Histórico Machupicchu, Cusco. En trabajos científicos del II Congreso Nacional de Liquenología del Perú: 102-105.
- Rodríguez E, Ramírez A, Alvitez E, Pollack R, Leiva S, Aguirre R. 2017. Catálogo de la liquenobiota de la región La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 24 (2): 497 – 522. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24205>
- Soukup J. 1965. Lista de Líquenes del Perú. Lima. *Biota* 6 (45): 28-45.
- Stenroos S, Hyvönen J, Myllys L, Thell A, Ahti A. 2002. Phylogeny of the Genus *Cladonia* s.lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) Inferred from Molecular, Morphological, and Chemical Data. *Cladistics* 18: 237–278. doi:10.1006/clad.2002.0202

# LIQUENOBIOTA DE MARCAHUASI, LIMA, PERÚ

## (Estudio preliminar)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú.

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

### Resumen

Los líquenes son conocidos por ser bioindicadores de la calidad del aire. En ese sentido se realizaron salidas de campo a la montaña de Marcahuasi para conocer que líquenes habitan ahí y elegir cuales pueden ser usados para monitorear cambios en el ecosistema.

**Palabras clave:** meseta, líquenes, Lima.

### Abstract

Lichens are known to be bioindicators of air quality. In this sense, field trips were made to the Marcahuasi mountain to find out what lichens live there and to choose those which can be used to monitor changes in the ecosystem.

**Keywords:** plateau, lichens, Lima.

### Introducción

Los líquenes que habitan en las montañas son muy importantes porque pueden ser usados como bioindicadores ambientales (Valdivia & Ramírez 2018).

Una de las montañas, meseta y de gran altitud en Perú es Marcahuasi, la cual recibe una alta radiación solar ideal para realizar estudio de cambio climático; además, no presenta contaminación, por lo cual puede servir como un estándar de calidad de aire.

El objetivo del presente estudio es dar conocer preliminarmente la liquenobiota de Marcahuasi y proponer líquenes como bioindicadores de la

calidad del aire y de cambio climático. El estudio permitirá continuar y profundizar con los estudios para validar en este lugar a los líquenes como bioindicadores ambientales.

### **Área de estudio**

Marcahuasi está ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochiri y distrito San Pedro de Casta; con coordenadas geográficas: latitud sur  $11^{\circ}47'00''$  y longitud oeste  $76^{\circ}34'39.6''$  y a una altitud de 3944 m.s.n.m.



**Figura 1.** Entrada a la montaña de Marcahuasi.

### **Materiales y métodos**

El estudio contó con la Resolución de dirección general N°336-2017-SERFOR/DGGSPFFS y la Resolución administrativa N°0653-2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS Lima.

Las visitas de campo a Marcahuasi (Huarochirí) fueron realizados en los años 2018 y 2019. En cada fecha se hicieron recorridos, toma de coordenadas geográficas y fotografías.

La determinación de los líquenes empleó literatura especializada (Sipman 1999 y Ramírez 2019). La propuesta para elegir a los líquenes como bioindicadores de la calidad de la aire y cambio climático fueron aquellos que eran abundantes, con amplia distribución y potencialmente longevos.

## Resultados

### Liquenobiota

La liquenobiota de Marcahuasi está formada por 17 especies, 13 géneros y 10 familias (Tabla 1). La familia predominante fue Parmeliaceae con cuatro especies, seguida por Teloschistaceae con tres especies. En relación con el biotipo hay nueve líquenes crustáceos, cuatro foliáceos y cuatro fruticulosos.

**Tabla 1.** Listado de especies de líquenes

Nº	Familia	Especie	Biotipo
1	Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> sp.	Crustáceo
2	Candelariaceae	<i>Candelariella</i> sp.	Crustáceo
3	Graphidaceae	<i>Diploschistes</i> sp.	Crustáceo
4	Leprocaulaceae	<i>Leprocaulon</i> sp.	Fruticuloso
5	Parmeliaceae	<i>Everniopsis</i> sp.	Fruticuloso
6	Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia</i> sp. 1	Foliáceo
7	Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia</i> sp. 2	Foliáceo
8	Parmeliaceae	<i>Usnea</i> sp. 1	Fruticuloso
9	Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i> sp.	Crustáceo
10	Physciaceae	<i>Buellia</i> sp. 1	Crustáceo
11	Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon</i> sp.	Crustáceo
12	Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon</i> sp.	Fruticuloso
13	Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 1	Crustáceo
14	Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 2	Crustáceo
15	Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 3	Crustáceo
16	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp. 1	Foliáceo
17	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp. 2	Foliáceo



**Figura 1.** *Caloplaca* sp. (Teloschistaceae).

### Bioindicadores

Los líquenes propuestos para monitorear la calidad del aire son *Everniopsis* sp., *Psiloparmelia* sp. 1, *Psiloparmelia* sp. 2, *Umbilicaria* sp. 1 y *Umbilicaria* sp. 2; y para monitorear el cambio climático son *Psiloparmelia* sp. 1 y *Psiloparmelia* sp. 2

### **Literatura citada**

Ramírez A. 2019. Clave para la determinación de géneros y familias de líquenes de Perú, versión 2018-2019. Trabajos científicos del II Congreso Nacional de Lichenología de Perú 2: 72-76.

Sipman H. 1999. Identification Key and literature guide to genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>> Fecha de consulta 23/10/2009.

Valdivia A, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. *The Biologist (Lima)* 16 (1): 77-95.



# LIQUENOBIOTA DEL NEVADO DE HUAYTAPALLANA, JUNÍN, PERÚ

## (Estudio preliminar)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>1</sup>

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

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

### Resumen

Los líquenes son conocidos por ser bioindicadores de retroceso glaciar. En ese sentido se realizó una salida de campo al nevado de Huaytapallana (Junín) para registrar que líquenes habitan ahí y elegir cuales pueden ser usados para monitorear el retroceso glaciar.

**Palabras clave:** montaña, nevado, líquenes.

### Abstract

Lichens are known to be bioindicators of glacial retreat. In this sense, a field trip was made to the Huaytapallana snow covered (Junín) to register which lichens live there and choose which ones can be used to monitor the glacial retreat.

**Keywords:** mountain, snowy, lichens.

### Introducción

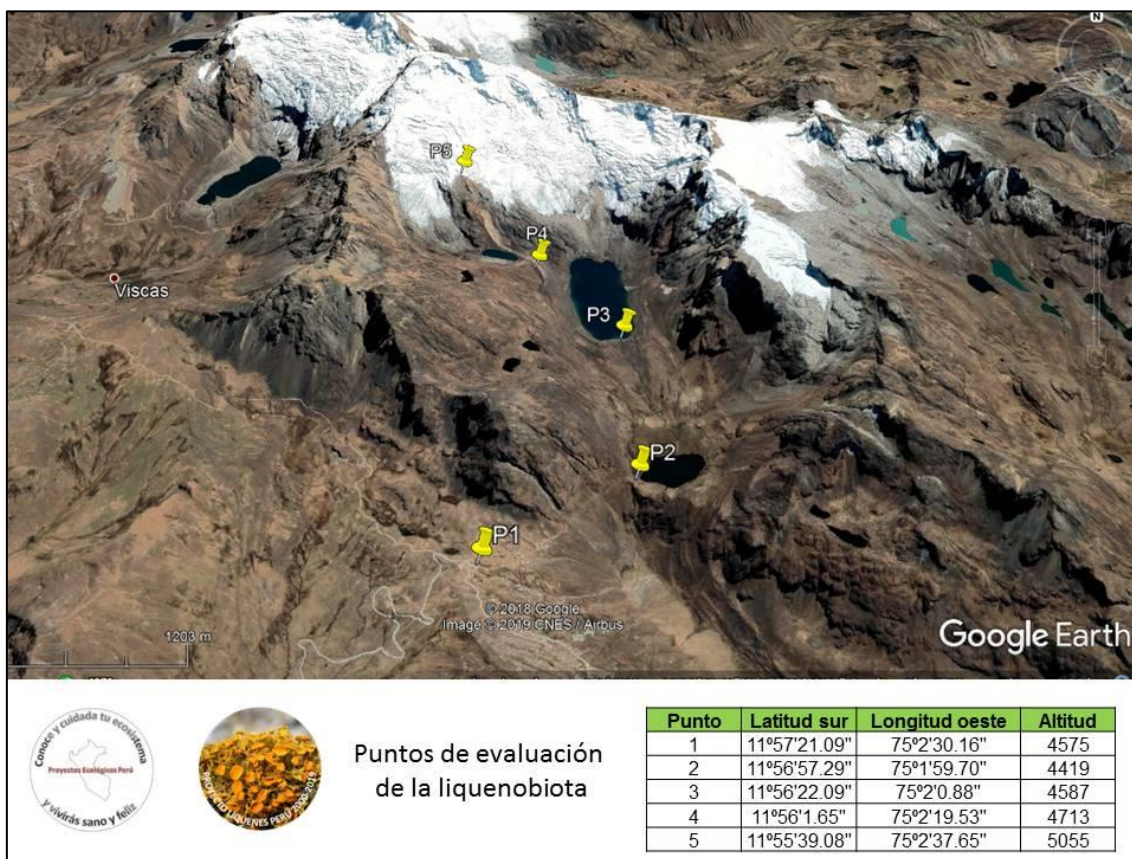
Los líquenes que habitan en los nevados son muy importantes porque pueden ser usados como bioindicadores de retroceso glaciar (Favero et al. 2012).

Uno de los nevados muy importantes en el Perú es de Huaytapallana (Junín), el cuál puede servir para monitorear el retroceso glaciar mediante la liquenobiota.

El objetivo del presente estudio es conocer los líquenes del Nevado Huaytapallana (Junín) y proponer líquenes como bioindicadores de retroceso glaciar. El estudio permitirá profundizar la taxonomía de estos líquenes y diseñar una estrategia de biomonitoreo del estado de los nevados.

### Área de estudio

El área de estudio fue el Nevado de Huaytapallana (Junín), entre los 4419 y 5055 m.s.n.m. (Fig. 1).



**Figura 1.** Puntos de evaluación propuestos en el Nevado de Huaytapallana.



**Figura 2.** En el nevado de Huaytapallana con los estudiantes.

## **Materiales y métodos**

El estudio contó con la Resolución administrativa N°0223-2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS/SIERRA CENTRAL.

En gabinete se establecieron cinco puntos de evaluación y en el campo se hicieron recorridos en el Nevado de Huaytapallana, tomando coordenadas geográficas y fotografías solo en tres primeros puntos.

La determinación de los líquenes fue realizada mediante literatura especializada (Sipman 1999, Ramírez 2019).

Los líquenes propuestos como bioindicadores de retroceso glaciar fueron aquellos que fueron abundantes, con amplia distribución, potencialmente longevos y con estudios de antecedentes para este tema.

## Resultados

### Liquenobiota

El nevado de Huaytapallana presenta 27 especies, agrupada en 21 géneros y 15 familias. En la zona 1 se han registrado 11 especies, en la zona 2A se han registrado 5 especies, en la zona 2B se han registrado 3 especies, en la zona 2C se han registrado 5 especies y en la zona 3 se han registrado 9 especies (tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de especies por zona

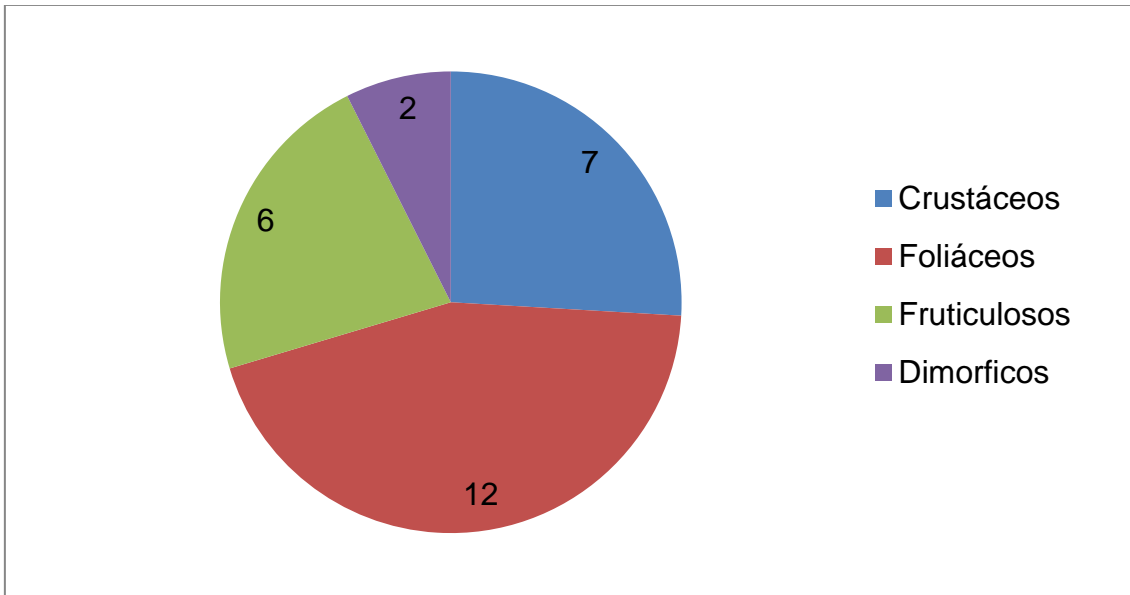
Nº	Familia	Especie	Zonas				
			1	2A	2B	2C	3
1	Caliaceae	<i>Buellia</i> sp.				x	
2	Candelariaceae	<i>Candelariella</i> sp.					x
3	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp. 1	x				
4	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp. 2			x		
5	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp. 3			x		
6	Hygrophoraceae	<i>Cora</i> sp. 1			x		
7	Hygrophoraceae	<i>Cora</i> sp. 2				x	
8	Icmadophilaceae	<i>Thamnolia</i> sp.	x	x			
9	Lecanoraceae	<i>Lecanora</i> sp.					x
10	Lecideaceae	<i>Porpidia</i> sp.					x
11	Lobariaceae	<i>Sticta</i> sp.				x	
12	Parmeliaceae	<i>Bryoria</i> sp.	x				
13	Parmeliaceae	<i>Hypotrachyna</i> sp.				x	
14	Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> sp.		x			
15	Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia</i> sp. 1	x	x			
16	Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia</i> sp. 2					x
17	Parmeliaceae	<i>Punctelia</i> sp.					x
18	Parmeliaceae	<i>Usnea</i> sp.	x				x
19	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i> sp.	x				
20	Pertusariaceae	<i>Ochrolechia</i> sp.	x				
21	Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon</i> sp.	x				x
22	Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon</i> sp. 1		x			
23	Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon</i> sp. 2					x
24	Trapeliaceae	<i>Placopsis</i> sp-				x	
25	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp. 1	x	x			
26	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp. 2	x				x

Nº	Familia	Especie	Zonas				
			1	2A	2B	2C	3
27	Ascomycete	Ascomycete	x				
Total			11	5	3	5	9

En relación con los biotipos, para los crustáceos hay 7 especies, para foliosos 12, para fruticoso 6 y dimórficos 2 (Tabla 2 y gráfico 1).

**Tabla 2.** Biotipos

Especie	Biotipo			
	Crustáceo	Foliáceo	Fruticuloso	Dimórfico
<i>Buellia</i> sp.	x			
<i>Bryoria</i> sp.			x	
<i>Candelariella</i> sp.	x			
<i>Cladina</i> sp.			x	
<i>Cladonia</i> sp. 1				x
<i>Cladonia</i> sp. 2				x
<i>Cora</i> sp. 1		x		
<i>Cora</i> sp. 2		x		
<i>Hypotrachyna</i> sp.		x		
<i>Lecanora</i> sp.	x			
<i>Ochrolechia</i> sp.	x			
<i>Parmotrema</i> sp.		x		
<i>Peltigera</i> sp.		x		
<i>Placopsis</i> sp-	x			
<i>Psiloparmelia</i> sp. 1		x		
<i>Psiloparmelia</i> sp. 2		x		
<i>Porpidia</i> sp.	x			
<i>Punctelia</i> sp.		x		
<i>Rhizocarpon</i> sp.	x			
<i>Stereocaulon</i> sp. 1			x	
<i>Stereocaulon</i> sp. 2			x	
<i>Sticta</i> sp.		x		
<i>Thamnolia</i> sp.			x	
<i>Umbilicaria</i> sp. 1		x		
<i>Umbilicaria</i> sp. 2		x		
<i>Usnea</i> sp.			x	
Ascomycete		x		
Subtotal	7	12	6	2



**Figura 3.** Distribución de biotipos.

En cuanto al sustrato, 24 especies son saxícolas, 2 muscícolas y 1 terrícola.

#### Bioindicadores

El líquen propuesto para monitorear el retroceso glaciar es *Rhizocarpon* sp. (Fig. 4).



**Figura 4.** *Rhizocarpon* sp. (Rhizocarpaceae).

## Discusión y Conclusiones

En los trabajos de Ramírez & Valencia (2020) se realiza el trabajo de los líquenes, muchos de los cuales están a nivel de especie, en este trabajo solo se pone a género para motivar a estudiantes a completar con el estudio.

En el listado de líquenes del Perú ([www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru](http://www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru)) no están registrados los géneros *Placopsis* y *Porpidia*, por lo tanto, son registros nuevos para el país.

## Literatura citada

- Favero S, Worland M, Convey P, Smith R, Piervittori R, Guglielmin M, Cannone N. 2012. Primary succession of lichen and bryophyte communities following glacial recession on Signy Island, South Orkney Islands, Maritime Antarctic. *Antarctic Science* 24(4):323–336. doi:10.1017/S0954102012000120.
- Ramírez A. 2019. Clave para la determinación de géneros y familias de líquenes de Perú, versión 2018-2019. En *Trabajos Científicos del II Congreso Nacional de Lichenología de Perú* 2: 72-76.
- Sipman H. 1999. Identification Key and literature guide to the genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>> Fecha de Consulta 23/10/2009.

# LIQUENOBIOTA DEL VOLCÁN MISTI, AREQUIPA, PERÚ

## (Estudio preliminar)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya<sup>1</sup> & Pablo Jorge Masias Álvarez<sup>2</sup>

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

2 Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

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

Correo electrónico de Pablo Masias: [pmasias@ingemmet.gob.pe](mailto:pmasias@ingemmet.gob.pe)

### Resumen

Los líquenes son organismos sensibles al dióxido de azufre, en ese sentido se hizo una salida de campo al volcán Misti (Arequipa) para conocer la liquenobiota y proponer especies potencialmente bioindicadoras de ese gas. Al presente el Misti tienen 15 especies, en 11 géneros y 8 familias; y las especies potencial bioindicadoras de dióxido de azufre serían *Acarospora* sp. 1 y *Rhizoplaca* sp.

**Palabras clave:** *Psiloparmelia*, *Usnea*.

### Abstract

Lichens are organism's sensitive to sulfur dioxide. In this sense, a field trip was made to the Misti volcano (Arequipa) to learn about the lichen biota and propose potentially bioindicator species of this gas. At present, the Misti volcano has 15 species, in 11 genera and 8 families; and the potential bioindicator species of sulfur dioxide would be *Acarospora* sp. 1 and *Rhizoplaca* sp.

**Keyword:** *Psiloparmelia*, *Usnea*.

### Introducción

Los volcanes en Perú están en latencia y no se sabe con precisión cuándo van a erupcionar, además, emanan dióxido de azufre el cual es tóxico para los



organismos, y uno de los más sensibles son los líquenes (Hawksworth & Rose 1976).

El volcán Misti está ubicado a unas horas de la ciudad capital de Arequipa, está inactivo pero emite el gas de dióxido de azufre; saber si hay y que especies de líquenes habitan en él, permitirían que sean usados como bioindicadores ambientales.

Los objetivos del estudio fueron conocer de forma preliminar la liquenobiota y proponer especies bioindicadoras de la presencia del dióxido de azufre emitido por el volcán Misti.

### **Área de estudio**

El área de estudio se encuentra el departamento de Arequipa y provincia de Arequipa (Fig. 1). Las coordenadas de la zona de estudio van de 16°18'00"S-71°24'32.7"O a 16°19'01.18"S-71°24'57"O y las altitudes van desde 5700 a 4543 m.s.n.m.



**Figura 1.** Vista panorámica del Volcán Misti (Arequipa).

## Materiales y métodos

El reconocimiento de la liquenobiota se hizo mediante recorridos en el volcán Misti, registrando los líquenes, tomando fotografías de los especímenes y anotando el sustrato. Con la ayuda de una lupa se buscaron muestras fértiles con la presencia de apotecio para su determinación. La evaluación de campo para el volcán Misti el 29 de octubre del año 2018.

La determinación preliminar de los líquenes usó claves de Sipman 1999, Ramírez & Cano 2005, Ramírez et al 2009, 2010.

Los líquenes propuestos como bioindicadores de dióxido de azufre se basaron por la cercanía al cráter y por su tolerancia a ese gas (Hawksworth & Rose 1976).

## Resultados

### Liquenobiota

La liquenobiota del Complejo volcánico Chachani presenta 15 especies agrupadas en 11 géneros y 8 familias (Tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de líquenes

Familia	Especie	Biotipo
Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> sp. 1	Crustáceo
Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> sp. 2	Crustáceo
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 1	Crustáceo
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 2	Crustáceo
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 3	Crustáceo
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 4	Crustáceo
Candelariaceae	<i>Candelariella</i> sp.	Crustáceo
Candelariaceae	<i>Placomaronea</i> sp.	Fruticuloso
Collemataceae	<i>Leptogium</i> sp.	Foliáceo
Leprocaulaceae	<i>Leprocaulon</i> sp.	Fruticuloso
Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia</i> sp.	Foliáceo
Parmeliaceae	<i>Rhizoplaca</i> sp.	Foliáceo
Parmeliaceae	<i>Usnea</i> sp.	Fruticuloso
Stereocaulaceae	<i>Lepraria</i> sp.	Crustáceo
Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp.	Crustáceo

La mayoría de las especies son de biotipo crustáceo, a excepción de *Leprocaulon*, *Leptogium*, *Placomaronea*, *Psiloparmelia*, *Rhizoplaca*, *Usnea*. Todas las especies fueron registradas sobre roca (saxícolas).

### Bioindicadoras

Las especies propuestas como bioindicadoras de la presencia de dióxido de azufre son *Acarospora* sp. 1 y *Rhizoplaca* sp. por estar más cerca al cráter del volcán y expuesta a ese gas.

### **Discusión**

Ramos et al. (2013) para el anexo de Tuctumpaya en Arequipa cita varios líquenes, este estudio cita géneros nuevos para este departamento *Candelariella* y *Rhizoplaca*. Knudsen et al. (2008) cita a *Acarospora xanthophana* para el Misti, probablemente la especie *Acarospora* sp. citada en este trabajo sea la misma.

### **Conclusiones**

El volcán Misti cuenta con 15 especies, en 11 géneros y 8 familias; los líquenes propuestos como bioindicadoras de la presencia de dióxido de azufre son *Acarospora* sp. 1 y *Rhizoplaca* sp.

### **Literatura citada**

Hawksworth D, Rose F. 1976. Lichens as Pollution Monitors. Studies in Biology N°66. London; Edward Arnold.

Knudsen K, Elix J, Reeb V. 2008. A Preliminary Study of the Genera *Acarospora* and *Pleopsidium* in South America. Opuscula Philolichenum (5):1-22.

Ramírez A, Cano A. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Ancash, Perú). Rev. peru. biol. 12(3):383-396.

- Ramos D, Ramírez A, Quipuscoa V, Durand, Huallpa K. 2013. Diversidad de Líquenes en el Anexo de Tuctumpaya, Distrito de Pocsi, Arequipa, Perú. *Arnaldoa* 20 (1):129-154.
- Sipman H. 1999. Identification Key and literature guide to the genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>> Fecha de Consulta 23/10/2009.
- Valdivia A, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. *The biologist (Lima)*. 16 (1):77-95.

# ECOLOGÍA DE LA LIQUENOBIOTA DEL SANTUARIO HISTÓRICO DE MACHU PICCHU, CUSCO, PERÚ

## (Estudio preliminar)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

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

### Resumen

¿Los líquenes son beneficiosos?, ¿los que crecen en monumentos arqueológicos de roca se les dice que están biodeteriorando o realmente es su hábitat? El trabajo desea comenzar con un estudio ecológico de la liquenobiota del Santuario Histórico Machu Picchu para conocer sobre su crecimiento y desarrollo. Los líquenes seleccionados para este estudio fueron de tres biotipos: crustáceos, foliáceos y fruticulosos.

**Palabras clave:** complejo arqueológico, roca.

### Abstract

Are lichens beneficial?, Those that grow on archaeological rock monuments are said to be biodeteriorating them or is it really the habitat? The object of this work is to begin with an ecological study of the lichen biota of the Machu Picchu Historical Sanctuary to learn about its growth and development. The lichens selected for this study were of three biotypes: crustace, foliose and fruticose.

**Keywords:** archeological complex, rock.

### Introducción

Los líquenes crecen a diferentes ritmos, los de biotipo crustáceo crecen lentamente a comparación de los foliáceos y fruticulosos que crecen más rápido (Hans 1982 y Armstrong & Bradwell 2011); y estos crecen a su vez en

diferentes tipos de sustratos. Conocer el ritmo de crecimiento y desarrollo de los líquenes saxícolas permitirá cuidar los monumentos arqueológicos de roca.

La ciudadela de Machu Picchu fue hecha utilizando la roca, la cual es el hábitat de los líquenes; los crustáceos se adhieren a las rocas por hifas, los foliáceos por rizinas y los fruticulosos por un disco de fijación; asimismo, el crecimiento de estos simbioses está influenciado por elementos del aire y agua, y por la radiación solar (Purvis 2000); si se desea evitar que estos organismos desarrollen y crezcan sobre los monumentos se deberá evitar a esos factores ambientales.

El objetivo del presente estudio es comenzar con estudio ecológico sobre el crecimiento y desarrollo de la liquenobiota del Santuario Histórico Machu Picchu. La investigación permitirá monitorear a estos organismos y conocer su comportamiento.

### Área de estudio

El área de estudio fue el Santuario Histórico Machu Picchu (Cusco), a los 2447 m.s.n.m. (Fig. 1).



**Figura 1.** Ubicación del Santuario Histórico Machu Picchu (Cusco).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó con el permiso del informe N° D000477-2019-PANM/MC.

En el campo se hicieron recorridos por los caminos establecidos del Santuario Histórico Machu Picchu, tomando fotografías a los líquenes con escala.

La determinación preliminar de los líquenes fue realizada mediante literatura especializada (Sipman 1999, Nuñez et al. 2015, Ramírez 2019, Ramírez & Muñoz 2019).

## Resultados

Los líquenes seleccionados para comenzar con el estudio ecológico (evaluación del desarrollo y crecimiento) de la liquenobiota saxícola en el Santuario Histórico Machu Picchu son: *Caloplaca* sp. (crustáceo) (Fig. 2), *Candelariella* sp. (crustáceo), *Hypotrachyna* sp. (foliáceo), *Leptogium* sp. (foliáceo), *Pannaria* sp. (foliáceo), *Parmotrema* sp. (foliáceo) (Fig. 3), *Peltigera* sp. (foliáceo), *Sticta* sp. (foliáceo), *Usnea* sp. (fruticuloso) (Fig. 4) y *Xanthoparmelia* sp. (foliáceo).



**Figura 2.** *Caloplaca* sp. (Teloschistaceae).



**Figura 3.** *Parmotrema* sp. (Parmeliaceae).



**Figura 4.** *Usnea* sp. (Parmeliceae).



Los ejemplares marcados tienen un sustrato a diferentes grados de inclinación, orientación cardinal y exposición al sol que influye en su crecimiento y desarrollo.

Los líquenes *Caloplaca* sp., *Candelariella*, *Hypotrachyna* sp., *Pannaria* sp., *Parmotrema* sp., *Usnea* sp. y *Xanthoparmelia* sp. son saxícolas y fueron registrados en un sustrato con inclinación igual a 90° y expuestos al sol.

Los líquenes *Leptogium* sp., *Peltigera* sp. y *Sticta* sp. son corticícolas y fueron registrados en un sustrato con inclinación igual a 90° y en sombra.

## **Conclusiones**

Las 10 especies de líquenes marcados servirán para hacer el monitoreo del crecimiento y desarrollo de los líquenes en el Santuario Machu Picchu.

La evaluación e información de campo permitirá mejorar el estudio ecológico.

## **Literatura citada**

- Armstrong A. & T. Bradwell. 2011. Growth of foliose lichens: a review. *Symbiosis* 53:1-16.
- Hans M. 1982. Guía de campo de los Helechos, Musgos y Líquenes. Ediciones Omega S.A. España. 256 pp.
- Núñez J, Divakar P, Huallparimachi G, Holgado M, Vela Z, Pavlich M, Crespo A. 2015. Nuevos registros de la liquenobiota del Santuario Histórico de Machu Picchu, Perú. *Revista peruana de biología* 22(3): 323 - 328 (diciembre 2015). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11438>.
- Purvis W. 2000. Lichens. The Natural History Museum, London. Edit by Jacqui Morris. 112 pp.
- Ramírez A. 2019. Clave para la determinación de géneros y familias de líquenes de Perú, versión 2018-2019. *Trabajos científicos del II Congreso Nacional de Liquenología de Perú* 2: 72-76.

Ramírez A, Muñoz C. 2019. Propuesta oficial para declarar al líquen *Cladonia didyma* (fée) vain. como especie emblemática y representativa del Santuario Histórico Machupicchu, Cusco. Trabajos científicos del II Congreso Nacional de Liquenología de Perú 2: 100-105.

Sipman H. 1999. Identification Key and literature guide to the genera of Lichinized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>> Fecha de Consulta 23/10/2009.

