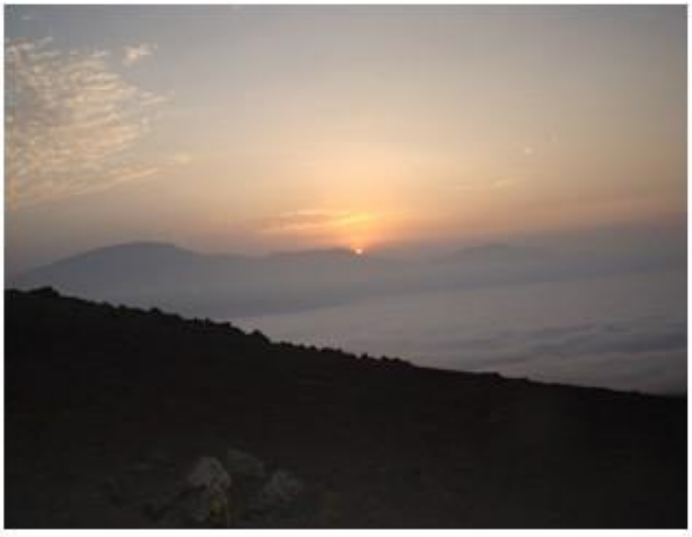
LIQUENOBIOTA

Volumen Nº1 Diciembre 2021

Lima – Perú



Editor a cargo……Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Editores……María Encarnación Holgado Rojas

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Alicia Cuba Villena

Universidad Tecnológica de los Andes

Ana Josefina Vargas Celi

Bq Innova Consultores S.A.C.

Jano Nuñez Zapata

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

ISSN: 2788-5933

Publicación electrónica previa suscripción en www.liquenesperu.com/revistas

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

Carátula: Reserva Nacional de Lachay (arriba a la izquierda), Lomas de Ancón (abajo a la derecha), *Caloplaca* sp. (arriba a la derecha) y *Candelaria fibrosa* (abajo a la izquierda). En la foto de la última hoja se incluye además a *Leucodermia leucomelos* y vista de la loma de Aucallama.

Copyright© Asociación Proyectos Ecológicos Perú. Todos los derechos reservados

CONTENIDO

Prefacio 4

Introducción a la liquenobiota de las lomas del Perú 5

Hypotrachyna cirrhata (Parmeliaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú . 17

Candelaria pacifica (Candelariaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú 29

Taxonomía, ecología y liquenogeografía de *Everniopsis trulla* (Parmeliaceae) 38

Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2017 47

Prefacio

Los líquenes taxonómicamente son hongos liquenizados y ecológicamente simbiontes; son importantes por ser formadores de suelo, pioneros en la sucesión ecológica, bioindicadores ambientales, medicinales, alimenticios, antifungícidas; y habitan desde el nivel del mar hasta las altas montañas, desde el ecuador a los polos, y en lugares áridos o lluviosos.

La revista liquenobiota fue creada con la finalidad de compartir el conocimiento de la liquenología del Perú, comprende estudios taxonómicos, de biodiversidad, ecológicos, liquenoquímicos, liquenogeógraficos y bioindicadores.

Este primer volumen presenta investigaciones en el ecosistema de lomas, claves, registros nuevos del ecosistema de lomas y un trabajo sobre bioindicadores.

Los editores

Liquenobiota 1(1):5-16 (2021) ISSN: 2788-5933
http://www.liquenesperu.com/revistas

Introducción a la liquenobiota de las lomas del Perú

Ángel Manuel Ramírez Ordaya[1,2]

1. Asociación Proyecto Ecológicos Perú
2. Universidad Nacional Mayor San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Dicotiledóneas, Av. Arenales 1256, Lima 14- Perú

Correo electrónico: liquenes_peru@yahoo.com

Resumen

Las lomas son ecosistemas costeros que albergan una gran biodiversidad, endémica y representativa, y uno de esos componentes biológicos de importancia son los líquenes. El trabajo presenta una clave preliminar para la determinación de los líquenes de lomas, basada en datos de campo y bibliográfica. La información proviene de las lomas de Arequipa, Ica, La Libertad, Lima y Tacna. Los biotipos registrados son: crustáceos, foliáceos, fruticulosos y dimórficos; y los géneros considerados fueron: *Acarospora, Arthonia, Buellia, Cladonia, Chrysothrix, Cryptothecia*, *Caloplaca*, *Candelaria*, *Dirinaria*, *Graphis*, *Hypotrachyna*, *Lecanora*, *Leprocaulon*, *Leptogium*, *Lepraria*, *Leproplaca*, *Leucodermia*, *Niebla*, *Parmotrema*, *Physcia*, *Punctelia*, *Ramalina*, *Roccella*, *Roccellina*, *Seirophora*, *Teloschistes*, *Tornabea*, *Usnea*, *Xanthoparmelia* y *Xanthoria*. El trabajo servirá para profundizar en estudios taxonómicos o para realizar estudios ecológicos.

Palabras clave: biotipos, liquen, lomas, Perú.

Abstract

The lomas are coastal ecosystems that host a great endemic and representative biodiversity, and one of those important biological components is lichens. The work presents a preliminary key for the determination of lichens on the lomas, based on field and bibliographic data. The information come from the hills of Arequipa, Ica, La Libertad, Lima and Tacna. Included growth forms related biotypes are crustose, foliose, fruticose and dimorphic, and 30 genera were found: *Acarospora, Arthonia, Buellia, Cladonia, Chrysothrix, Cryptothecia*, *Caloplaca*, *Candelaria*, *Dirinaria*, *Graphis*, *Hypotrachyna*, *Lecanora*, *Leprocaulon*, *Leptogium*, *Lepraria*, *Leproplaca*, *Leucodermia*, *Niebla*, *Parmotrema*, *Physcia*, *Punctelia*, *Ramalina*, *Roccella*, *Roccellina*, *Seirophora*,

Teloschistes, *Tornabea*, *Usnea*, *Xanthoparmelia* and *Xanthoria*. The work will serve to deepen taxonomic studies or to carry out ecological studies.

Keywords: biotypes, lichen, lomas, Peru.

Introducción

Las lomas son ecosistemas que se encuentran en la costa de Perú y Chile (Ferreyra 1983), caracterizados por la presencia de humedad en invierno y sequedad en verano, dada tales condiciones en los meses entre junio y agosto dan una coloración verde por la presencia de la vegetación, sin embargo, los líquenes mantienen su color durante todos los meses del año.

La diversidad de flora y fauna es conocida por múltiples estudios previos (Cano et al. 1999, Ramírez 1999, Valeriano & Montesinos 2016, Talavera et al. 2017); sin embargo, el estudio de la liquenobiota cuenta con pocos estudios (Arenas 2017, Delgado 2011, Ramírez 1969). Estos organismos son primordiales en los ecosistemas de lomas por ser pioneros en la sucesión ecológica, formadores de suelo y bioindicadores de la calidad del aire por acumular metales pesados (Ferry 2018), por lo cual requieren muchas más investigaciones.

Los estudios en taxonomía y bioindicadores han aportado con especies de líquenes en el ecosistema de lomas, entre ellas a *Chrysothrix granulosa* (Thor 1988), *Lecanora plumosa* (com. pers. Lumbsch)*, Leucodermia leucomelos* (Ramírez 2018), *Parmotrema andinum* (Ferry 2018), *Ramalina celastri* y *Ramalina peruviana* (Kashiwadani 1987), *Roccella gracilis* (Tehler et al. 2009a), *Roccella lirellina* (Tehler et al. 2009b) y *Usnea rubicunda* (Truong et al. 2011).

El estudio tiene como finalidad presentar una primera clave taxonómica para la determinación de géneros de líquenes que habitan en el ecosistema de lomas del país, sabiendo que la taxonomía es una ciencia importante que en parte permite conocer los nombres de los líquenes y clasificarlos, la cual a su vez favorece con el conocimiento de las propiedades medicinales, alimenticias o antifungicidas. El presente estudio constituirá una herramienta fundamental para profundizar en estudios taxonómicos, de biodiversidad, ecológicos y biogeográficos.

Materiales y métodos

El conocimiento de la liquenobiota de las lomas se logró mediante datos de campo y revisión bibliográfica.

Los datos de campo se obtuvieron registrando a los líquenes principalmente por fotografía. En Lima se visitó a las lomas de Amancaes,

Ancón, Aucallama, Carabayllo, Lachay, Mangomarca, Villa María del Triunfo y Lúcumo, y en Ica a San Fernando.

Los datos bibliográficos se obtuvieron consultando los trabajos de Ramírez (1969), Ramírez et al. (2003), Ramírez & Arana (2004), Ramírez & Cano (2004); Ramírez & Cano (2005), Ramírez & Cano (2006), Ramírez et al. (2009), Ramírez et al. (2010), Rodríguez et al. (2017), Ramírez (2018), y como base las claves de líquenes tropicales de Sipman (1999) y Ramírez (2019).

Esta investigación se llevó a cabo mediante la Resolución Jefatural de la Reserva Nacional de Lachay Nº 007-2018-SERNANP-JEF y Resolución administrativa N.º 653-MINAGRI-SERFOR-ATFFS-Lima.

Resultados

El trabajo considera 30 géneros agrupados en 16 familias (Tabla 1). Las familias con mayor número de géneros fueron Parmeliaceae y Teloschistaceae, cada una con cinco géneros (Fig. 1). De acuerdo con el biotipo se reportaron 11 crustáceos, 11 foliáceos, 7 fruticulosos y 1 dimórfico (Fig. 2). Líquenes a nivel de especie se presentan en fotografías (Fig.3).

Tabla 1. Familias y géneros presentes en las lomas del Perú

Nº	Familia	Género
1	Acarosporaceae	*Acarospora*
2	Arthoniaceae	*Arthonia*
3	Arthoniaceae	*Cryptothecia*
4	Caliciaceae	*Buellia*
5	Caliciaceae	*Dirinaria*
6	Candelariaceae	*Candelaria*
7	Chrysothrichaceae	*Chrysothrix*
8	Cladoniaceae	*Cladonia*
9	Collemataceae	*Leptogium*
10	Graphidaceae	*Graphis*
11	Lecanoraceae	*Lecanora*
12	Leprocaulaceae	*Leprocaulon*
13	Parmeliaceae	*Hypotrachyna*
14	Parmeliaceae	*Parmotrema*
15	Parmeliaceae	*Punctelia*
16	Parmeliaceae	*Usnea*
17	Parmeliaceae	*Xanthoparmelia*
18	Physciaceae	*Leucodermia*
19	Physciaceae	*Physcia*
20	Physciaceae	*Tornabea*
21	Ramalinaceae	*Niebla*

Nº	Familia	Género
22	Ramalinaceae	*Ramalina*
23	Roccellaceae	*Roccella*
24	Roccellaceae	*Roccellina*
25	Stereocaulaceae	*Lepraria*
26	Teloschistaceae	*Caloplaca*
27	Teloschistaceae	*Leproplaca*
28	Teloschistaceae	*Teloschistes*
29	Teloschistaceae	*Seirophora*
30	Teloschistaceae	*Xanthoria*

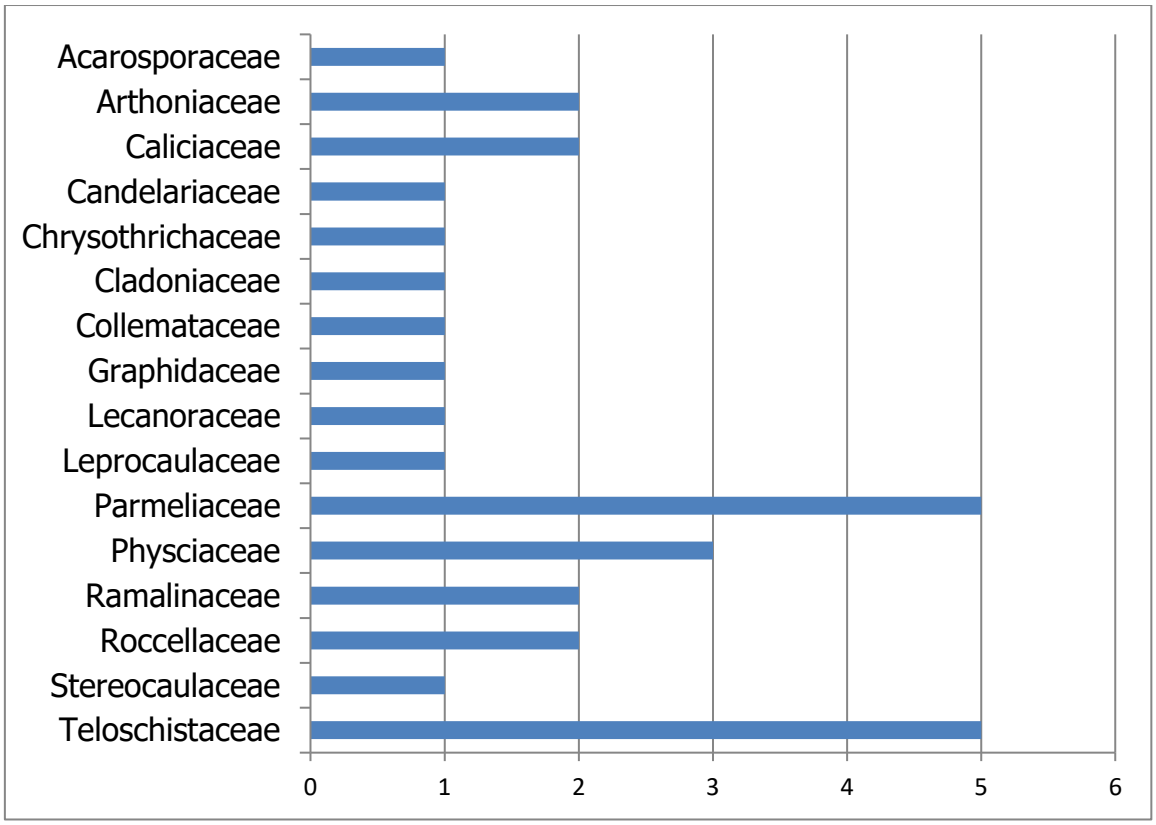


Figura 1. Número de géneros por familias.

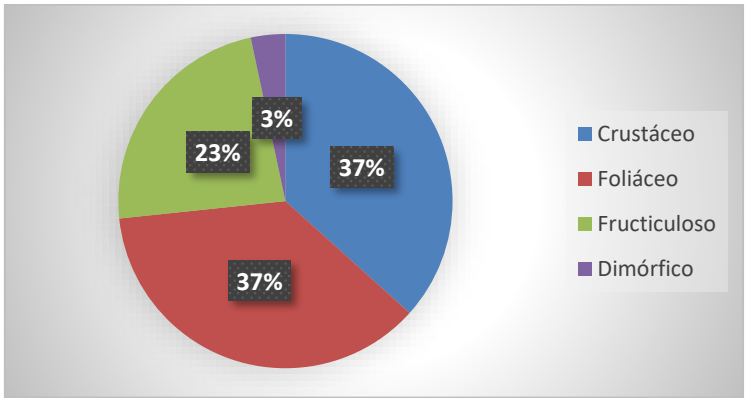


Figura 2. Porcentaje de los diferentes biotipos de líquenes presentes en las lomas de Perú.

Figura 3. Líquenes de lomas en Perú. a) *Candelaria pacifica* Westberg, b) *Chrysothrix pavonii* (Fr.) J. R., c) *Hypotrachyna cirrhata* (Fr.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch, d) *Leucodermia leucomelos* (L.) Poelt, e) *Lecanora plumosa* Müll. Arg., f) *Parmotrema andinum* (Müll.Arg.) Hale (Ferry 2018), g) *Ramalina celastri* (Spreng.) Krog. & Swinsc., h) *Ramalina peruviana* Ach., i) *Roccella gracilis* Bory, j) *Roccellina condensata* Darb. y k) *Teloschistes peruensis* (Ach.) Thomson y l) *Usnea rubicunda* Stirt.

A continuación, se presenta la clave para la determinación de los líquenes de lomas. El símbolo K se refiere al hidróxido de potasio al 5%.

Clave de determinación de géneros

Biotipo crustáceo……A

Biotipo foliáceo……B

Biotipo fruticuloso……C

Biotipo dimórfico……*Cladonia*

A. Biotipo crustáceo

1a. Liquen granuloso……2

1b. Liquen areolado……3

1c. Liquen ni granuloso ni areolado……6

2a. Talo de color mostaza, con K da color púrpura……*Leproplaca*

2b. Talo de color amarillo, con K no da color púrpura……*Chrysothrix*

2c. Talo de color verde, con K no da color púrpura……*Lepraria*

3a. Talo de color anaranjado, con K da color púrpura……*Caloplaca*

3b. Talo de color amarillo, con K no da color púrpura……*Acarospora*

3c. Talo de color gris a marrón, con K no da color púrpura……4

4a. Con apotecio lecanorino……*Lecanora*

4b. Con apotecio lecideíno…… 5

5a. Ascosporas marrones……*Buellia*

5b. Ascosporas incoloras……*Arthonia*

6a. Talo con lirelas……*Graphis*

6b. Talo sin lirelas……7

7a. Talo plano……*Chryptothecia*

7b. Talo globoso……*Roccellina*

B. Biotipo foliáceo

1a. Talo homómero……*Leptogium*

1b. Talo heterómero……2

2a. Talo anaranjado o amarillo……3

2b. Talo no anaranjado ni amarillo……4

3a. Talo anaranjado, con K da color púrpura……*Xanthoria*

3b. Talo amarillo, con k no da color púrpura……*Candelaria*

4a. Lóbulo elongado……5

4b. Lóbulo no elongado……6

5a. Superficie inferior de color negro……*Hypotrachyna*

5b. Superficie inferior de color blanco……7

7a. Con cilios……*Leucodermia*

7b. Sin cilios……*Seirophora*

6a. Talo con pseudocifelas……*Punctelia*

6b. Talo sin pseudocifelas……8

8a. Talo grande (hasta 4 cm de largo) ……9

8b. Talo pequeño (hasta 1 cm de largo) ……10

9a. Crece sobre roca o corteza, de color gris……*Parmotrema*

9b. Crece sobre roca o suelo, de color verde……*Xanthoparmelia*

10a. Crece sobre corteza……*Dirinaria*

10b. Crece sobre roca……*Physcia*

C. Biotipo fruticuloso

1a. Talo redondo……2

1b. Talo aplanado……3

2a. Con un eje central cartilaginoso……*Usnea*

2b. Sin eje central cartilaginoso……4

4a. Talo anaranjado……*Teloschistes*

4b. Talo verde, gris o blanco……5

5a. Talo blanco……*Leprocaulon*

5b. Talo verde a gris……*Tornabenia*

3a. Crece sobre suelo……*Niebla*

3b. Crece sobre corteza……7

7a. Talo aplanado homogéneamente……*Ramalina*

7b. Talo no aplanado homogéneamente……*Roccella*

Discusión

Ramírez (1969) mencionó 18 géneros de líquenes para las lomas de Trujillo (La Libertad), de los cuales 13 (72%) están en este trabajo. Rodríguez et al. (2017) actualizaron la lista de los líquenes de las lomas de La Libertad reportando 30 géneros, de los cuales 20 (67%) están en este trabajo. Arenas (2017) reportó 8 géneros para la la liquenobiota de la loma de Tacahuay (Tacna), de los cuales se comparte 5 (63%) con este trabajo. Delgado (2008) citó 32 géneros para la loma de Atiquipa (Arequipa), de los cuales 20 (63%) están en este trabajo.

En los trabajos de Arenas (2017), Delgado (2008), Ramírez (1969), Rodríguez et al. (2017) habría 49 géneros de líquenes para el ecosistema de lomas, este trabajo aporta con 30 géneros (61%).

Conclusiones

El trabajo presenta una clave de determinación para 30 géneros representativos para las lomas del Perú, en la cual se incluye tres géneros nuevos *Cryptothecia*, *Dirinaria* y *Leproplaca*. Esta investigación servirá para profundizar en estudios taxonómicos e iniciar investigación aplicada con estudios ecológicos, químicos y geográficos.

Agradecimientos

A Dr. Asunción Cano (jefe del Laboratorio de florística del Museo de historia Natural-UNMSM), Dr. Thorsten Lumsbch (Field Museum de Chicago), Blgo. David Orosco (jefe de la Reserva Nacional de Lachay) y Blgo. Miguel Antonio (Especialista en Áreas Naturales Protegidas de la Reserva Nacional de

Lachay), Sra. Reina Castillo (presidenta de la Comunidad Campesina de Aucallama), Sr. Catalino Castillo (Ex jefe de la Zona Reserva loma de Ancón), Sra. Helena Sisniegas (Proyecto de la loma de San Fernando) y Dra. Alicia Cuba por los aportes al manuscrito.

Literatura citada

Arenas J. 2017. Diversidad de la liquenobiota de las lomas de Tacahuay en el departamento de Tacna. Tesis (Tacna, Perú): Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Cano A, Roque J, Arakaki M, Arana C, La Torre M, Llerena N, Refulio N. 1999. Diversidad Floristica de las lomas de Lachay (Lima) durante el evento " El Niño 1997-1998". Revista Peruana de biología. Volumen Extraordinario:125-132.

Delgado F. 2011. Diversidad y distribución de altitudinal de los líquenes en la quebrada del pueblo, lomas de Atiquipa, Provincia de Caraveli-Departamento de Arequipa, Perú. Tesis (Arequipa, Perú): Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

Ferreyra R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. Anales del Jardín botánico de Madrid 40(1):242-255.

Ferry G. 2018. Calidad del aire mediante la liquenobiota saxìcola 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.

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

Ramírez R, Caro K, Córdova S, Duárez J, Cano A, Arana C, Roque J. 1999. Respuesta de *Bostryx conspersus* y *Succinea peruviana* (Mollusca Gastropoda) al evento ''El niño 1997-98" en las lomas de Lachay (Lima, Perú). Revista peruana de biología, Vol. Extraordinario:143-151.

Ramírez A, Cano A, Arana C, La Torre M, Roque J. 2003 A. Comparación de la flora liquénica de las lomas de Amancaes y Lachay (Lima, Perú). Libro de resúmenes del XII Reunión Científica ICBAR (Lima, Perú).

Ramírez A, Arana C. 2004. Líquenes en las lomas de Lima. Libro de resúmenes del XIII Reunión Científica (Lima, Perú).

Ramírez A, Cano A. 2004. Clave preliminar para la determinación de los Líquenes del Perú. Libro de resúmenes del X Congreso Nacional de Botánica (Trujillo, La Libertad).

Ramírez R, Cano A. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Áncash, Perú). Revista peruana de biología 12(3):396 Lima- Perú.

Ramírez A, Cano A. 2006. Clave preliminar de la familia Parmeliaceae del Perú. Libro de resúmenes del XI Congreso Nacional de Botánica (Puno, Perú).

Ramírez A, Lumbsch T, Cano A. 2009. Clave para líquenes crustáceos en el Perú. Libro de resúmenes del IX Encuentro del Grupo Latinoamericano de Liquenólogos. (Corrientes, Argentina).

Ramírez A, Cuba A, Cano A. 2010. Líquenes foliáceos en el Perú. Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Botánica (Huánuco, Perú).

Ramírez A. 2018. Taxonomía, ecología y liquenogeografía del liquen *Heterodermia leucomela* (l.) poelt, 1965. The Biologist (Lima), 16(1):97-103.

Ramírez A. 2019. Clave para la determinacion de géneros y familias de líquenes de Peru, versión 2018-2019. En Trabajos científicos del II Congreso Nacional de Liquenología de Perú, primera edición:72-76.

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.

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.

Talavera C, Pauca A, Fernández P, Villasante F, Villegas L, Delgado A. 2017. Flora de las lomas de Atiquipa. Editorial UNSA.

Tehler A, Irestedt M, Wedin M, Ertz D. 2009a. Origin, evolution and taxonomy of American *Roccella* (Roccellaceae, Ascomycetes). Printed in the United Kingdom. Systematics and Biodiversity, 7(3):307–317. DOI:https://doi.org/10.1017/S1477200009990065.

Tehler A, Irestedt M, Bungartz F, Wedin M. 2009b. Evolution and reproduction modes in the *Roccella galapagoensis* aggregate (Roccellaceae, Arthoniales). Taxon 58 (2):438–456.

Thor 1998. Two new species of *Chrysothrix* from south America. The Bryologist 91(4):360-363.

Truong C, Bungartz F, Clerc P. 2011. The lichen genus *Usnea* (Parmeliaceae) in the tropical Andes and the Galapagos: species with a red-orange cortical or subcortical pigmentation. The Bryologist 114(3):477–503. https://doi.org/10.1639/0007-2745-114.3.477.

Valeriano J, Montesinos D. 2016. Composición florística y estado de conservación de las lomas de Amoniquinto, Departamento de Moquegua, Perú. Revista ciencia y tecnología para el Desarrollo-UJCM 2(4):32-38.

Liquenobiota 1(2):17-28 (2021) ISSN: 2788-5933
http://www.liquenesperu.com/revistas

Hypotrachyna cirrhata (Parmeliaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú

Sebastián Marmanillo[1] & Ángel Ramírez[2,3]

1. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
2. Asociación Proyectos Ecológicos Perú
3. Universidad Nacional Mayor San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Dicotiledóneas, Av. Arenales 1256, Lima 14- Perú

Correo electrónico de Sebastián Marmanillo: sebastianmarmanillo18@gmail.com

Correo electrónico de Ángel Ramírez: liquenes_peru@yahoo.com

Resumen

La Reserva Nacional de Lachay cuenta con gran diversidad de líquenes y tales organismos son bioindicadores de la calidad del aire. Uno de los líquenes comunes pertenece a una especie indeterminada del grupo *Everniastrum*, por lo cual es necesario conocer la especie, precisar su hábitat y distribución. En la reserva se realizaron recorridos y observaciones en la temporada seca, buscando el liquen en diferentes sustratos y lugares; una muestra fue colectada para analizarla y determinarla a nivel de especie. La especie es *Hypotrachyna cirrhata (Everniastrum*), presenta atranorina en el córtex superior y ácido salacinico en la médula, habita sobre arbustos, árboles y barandas, y está distribuido altitudinalmente entre los 390 y 600 m.s.n.m.

Palabras clave: corticícola*,* Lecanorales, Lachay, líquenes, lomas.

Abstract

The Lachay National Reserve has a great diversity of lichens, and which are bioindicators of air quality. One of the common lichens belongs to an undetermined species of the genus *Everniastrum*, for wich it is necessary to know the species, specify its habitat and distribution. In the reserve, filed trips and observations were made in the dry season, looking for lichen in different substrates and places; sample was collected to analyze and determine it at the species level. *Hypotrachyna cirrhata* (*Everniastrum*) was identitied based in the presence of atranorine in the

upper cortex and salazinic acid in the medulla, it grows on bushes, trees and railings, between 390 and 600 meters above sea level.

Keywords: corticolous, Lecanorales, Lachay, lichens, lomas.

Introducción

Los líquenes son organismos simbiontes (Barreno 1998, Rodríguez et al. 2017, Ramírez & Meza 2021,) de compleja taxonomía; la identidad de la especie demanda conocer sus características macroscópicas (biotipo, color, hábito, estructuras reproductivas), microscópicas (forma, color y septación de la ascospora), de reacción química (con el uso de reactivos como el hidróxido de potasio e hipoclorito de sodio), sus sustancias liquénicas (con cromatografía de capa fina) y ADN; la cantidad de características a analizar depende del número de especies descritas en el género.

En la Reserva Nacional de Lachay se visualiza líquenes creciendo y desarrollando sobre roca, suelo y plantas (musgos, arbustos, árboles y cactus), especies con individuos abundantes o escasos y algunas distribuidas al azar o en agregados. El conocimiento de su población, distribución y reproducción de estos organismos son importantes para conocer su ecología y su uso como bioindicadores y biomonitores de la calidad atmosférica (Valdivia & Ramírez 2018).

El objetivo del trabajo fue determinar un liquen común a nivel de especie, dando a conocer sus características taxonómicas (macroscópicas y de coloración química) y conocer su hábitat en la reserva. Los resultados permitirán continuar con estudios ecológicos y químicos. Este estudio fue realizado por un alumno egresado como parte de sus prácticas profesionales.

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó dentro de Reserva Nacional de Lachay (Fig. 1), que esta ubicada en el distrito de Huacho, provincia de Huaura (Fig. 2), al norte de Lima; comprendida entre los 50 y 750 m.s.n.m. Esta reserva se caracteriza por tener vegetación herbácea abundante en invierno y escasa en el verano.

Materiales y métodos

La investigación contó con las resoluciones jefaturales N°006-2017-SERNANP-JEF y N° 004-2020-SERNANP-JEF.

Figura 1. Reserva Nacional Lachay (Lima, Perú).

Figura 2. Ubicación geográfica de la Reserva Nacional de Lachay.

Fase de campo

La toma de datos se realizó en los meses de enero, febrero y marzo del año 2018 (temporada seca) y noviembre del 2020. La búsqueda de este liquen se realizó visualmente en diferentes sustratos (rocas, suelo, musgo, corteza y hojas), en la entrada, en las rutas turísticas (ruta de la perdiz, del zorro y de la tara) y en los campamentos (1, 2 y 3); desde los 310 hasta 590 m.s.n.m.

Una muestra en buen estado fue colectada para realizar un estudio taxonómico: Ramírez A (Nº2020-1), coordenadas geográficas 11°21'18.87"S y 77°21'55.70"O y altitud 537 m.n.s.m.

Fase de Gabinete

La muestra de *Hypotrachyna* subgen. *Everniastrum* fue analizada y se observaron sus características macroscópicas y se hicieron reacciones químicas usando los reactivos de hidróxido de potasio (K) e hipoclorito de sodio (C).

Las literaturas para determinación (claves) a veces no son claras, por lo que se decidió analizar complementariamente las muestras del género *Everniastrum* del herbario San Marcos (USM) con la finalidad de observar la variedad de característica de este género y afianzar la terminología usada en las publicaciones.

La determinación de la muestra fue utilizando las claves de Culberson & Culberson (1981), Sipman (1986) y Nash (2002).

Adicionalmente, la revisión de los datos de colección de *Everniastrum* del Herbario de San Marcos (USM) y de la literatura especializada (Arenas 2017, Calvelo & Liberatore 2002, Delgado 2011, Flakus et al. 2015, Feuerer 2017, Galloway & Quilhot 1998, Lumbsch et al. 2011, Mamani 2012, Nash 2020, Pavlich 1995, Pavlich 2008, Ramos et al. 2013, Rodríguez et al. 2017, Sipman 1986, Sipman et al. 2008, Valdivia & Ramírez 2018) permitieron conocer su distribución (liquenogeografía) a nivel departamental, sudamericano y mundial.

Resultados

El género *Everniastrum* ya no existe y paso a ser un subgénero de *Hypotrachyna*: *Hypotrachyna* subgen. *Everniastrum* (Divakar et al. 2013, Lücking et al. 2017).

Características macroscópicas

Hypotrachyna cirrhata (Fr.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch presenta biotipo foliáceo, talo alargado y lóbulos dicotómicos, carece de apotecios, soredios e isidios (Sipman 1980, 1986; Culberson & Culberson 1981; Yáñez 2009), es de color verde oliva grisáceo sin brillo (Fig. 3a), habita sobre corteza de árboles y arbustos (corticícola) (Fig.3b), y sobre madera (barandas utilizadas como sendero). En el espécimen estudiado, la cara inferior (en su mayoría) es de color negra (Fig. 4a) y los bordes son marrones, tiene cilios simples marginales (Fig. 4b) y medulares pequeños de color negro.

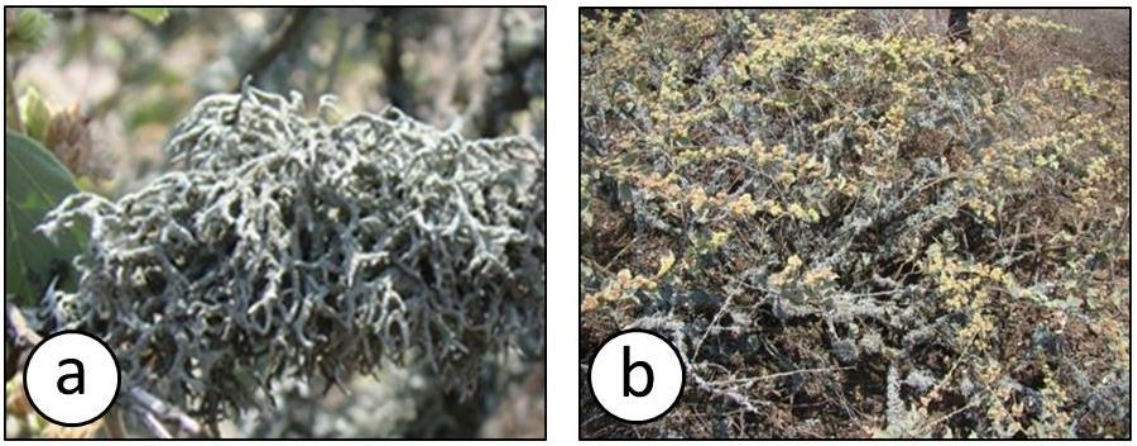


Figura 3. a) *Hypotrachyna cirrhata* en vista macroscópica y b) *H. cirrhata* sobre arbustos de Alto Capilla.

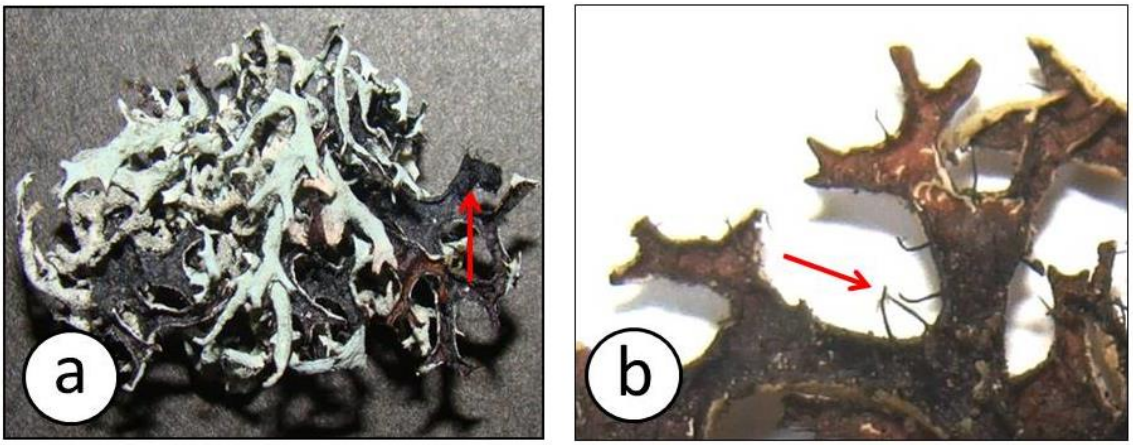


Figura 4. a) Córtex inferior de color negro y b) cilios simples.

Reacciones químicas de coloración

Hypotrachyna cirrhata presenta sustancias liquénicas tanto en el córtex superior e inferior que son de carácter taxonómico. La sustancia liquénica principal en el córtex superior es la atranorina que se evidencia con el hidróxido de potasio dando color amarillo (K+) (Elix 2014, Nash 2002) (Figs. 5a y 5b).

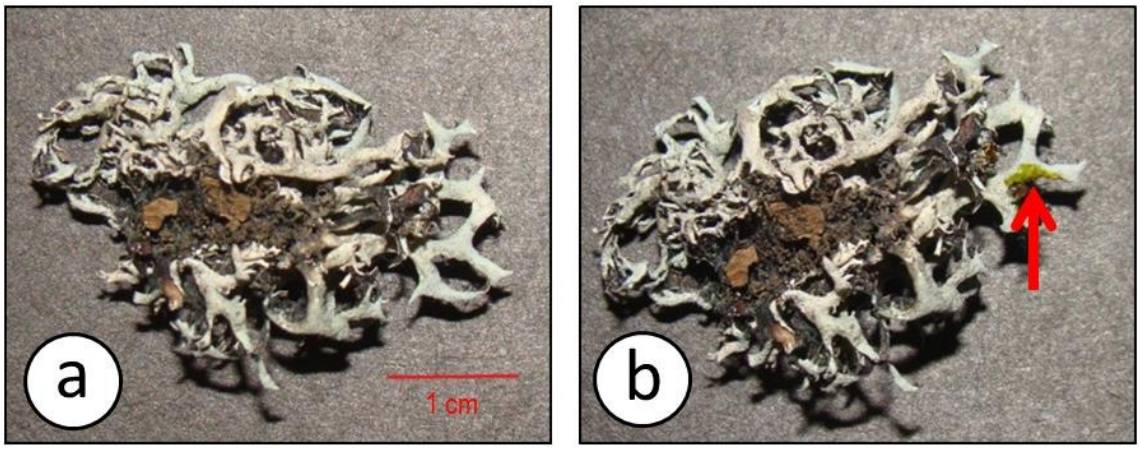


Figura 5. a) Antes de la reacción química y b) después de la reacción química.

En la médula blanca presenta el ácido salacinico que con el hidróxido de potasio da color rojo (K+) (Elix 2014, Nash 2002) (Figs. 6a y 6b).

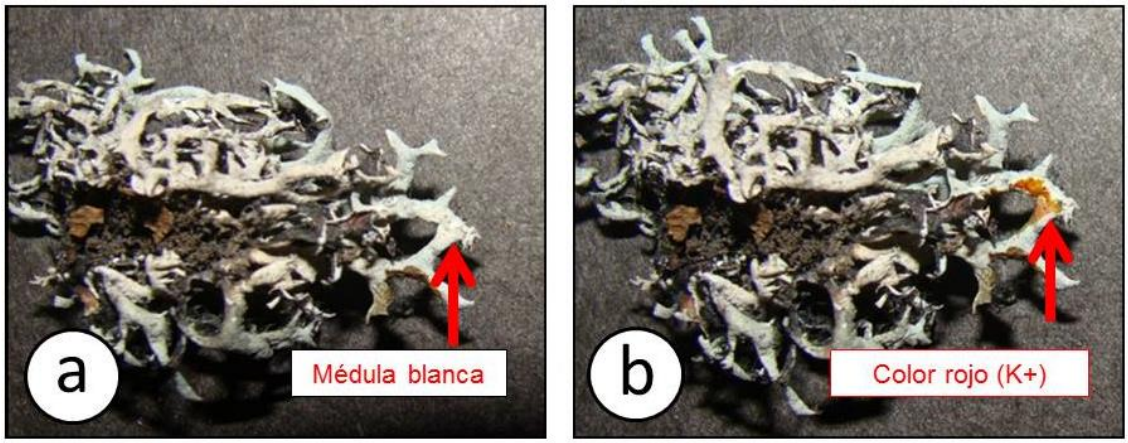


Figura 6. a) Antes de la reacción química y b) después de la reacción química.

Liquenogeografía

El sustrato de la especie *H. cirrhata* en la reserva son troncos y ramas de árboles de *Caesalpinia spinosa* (Tara) y *Capparis prisca* (Palillo), y especies arbustivas de los géneros *Ophysporus* sp. y *Heliotropium* sp. Ningún individuo de esta especie fue observado sobre roca, suelo, musgo, cactus o especies rastreras; esto no excluye totalmente su hábitat, más bien marca una preferencia dentro de las condiciones del ecosistema de lomas.

El lugar en donde se observó mayor presencia de *H. cirrhata* fue en la ruta de la perdiz, específicamente en la parte llamada Alto Capilla (Fig. 7); esta zona se caracteriza por presentar mucha neblina y por ende capta agua y nutrientes para el desarrollo de este liquen foliáceo. El rango altitudinal de registro para *H. cirrhata* fue entre los 390 y 590 m.s.n.m.

En el Perú, la especie esta reportada para los departamentos de La Libertad (Rodríguez et al. 2017) y Cusco (Pavlich 2008), mientras que a nivel sudamericano la especie fue registrada para Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Flakus et al. 2015), Colombia (Sipman et al. 2008), Chile (Galloway & Quilhot 1998) y Ecuador (Feuerer 2017).

Hypotrachyna subgen. *Everniastrum* está presente en las regiones de la costa (lomas), sierra (matorral, matorral ralo y pajonal) y selva (baja). Su distribución en el Perú abarca los departamentos de Amazonas (Sipman 1986), Áncash (Valdivia & Ramírez 2018, USM Gómez J. Nº 494), Arequipa (Delgado 2011, Ramos et al. 2013), Cajamarca (Sipman 1986), Cusco (Pavlich 2008, Mamani 2012), La Libertad (Rodríguez et al. 2017), Lima (USM Tovar O. Nº 1155) y Tacna (Arenas 2017) (Fig. 8). A nivel mundial la distribución de este subgénero es pantropical, es decir que se encuentra en todas las regiones tropicales de los continentes más grandes (Asia, África y América; Nash 2002).

Figura 7. Alto Capilla en la Reserva Nacional de Lachay.

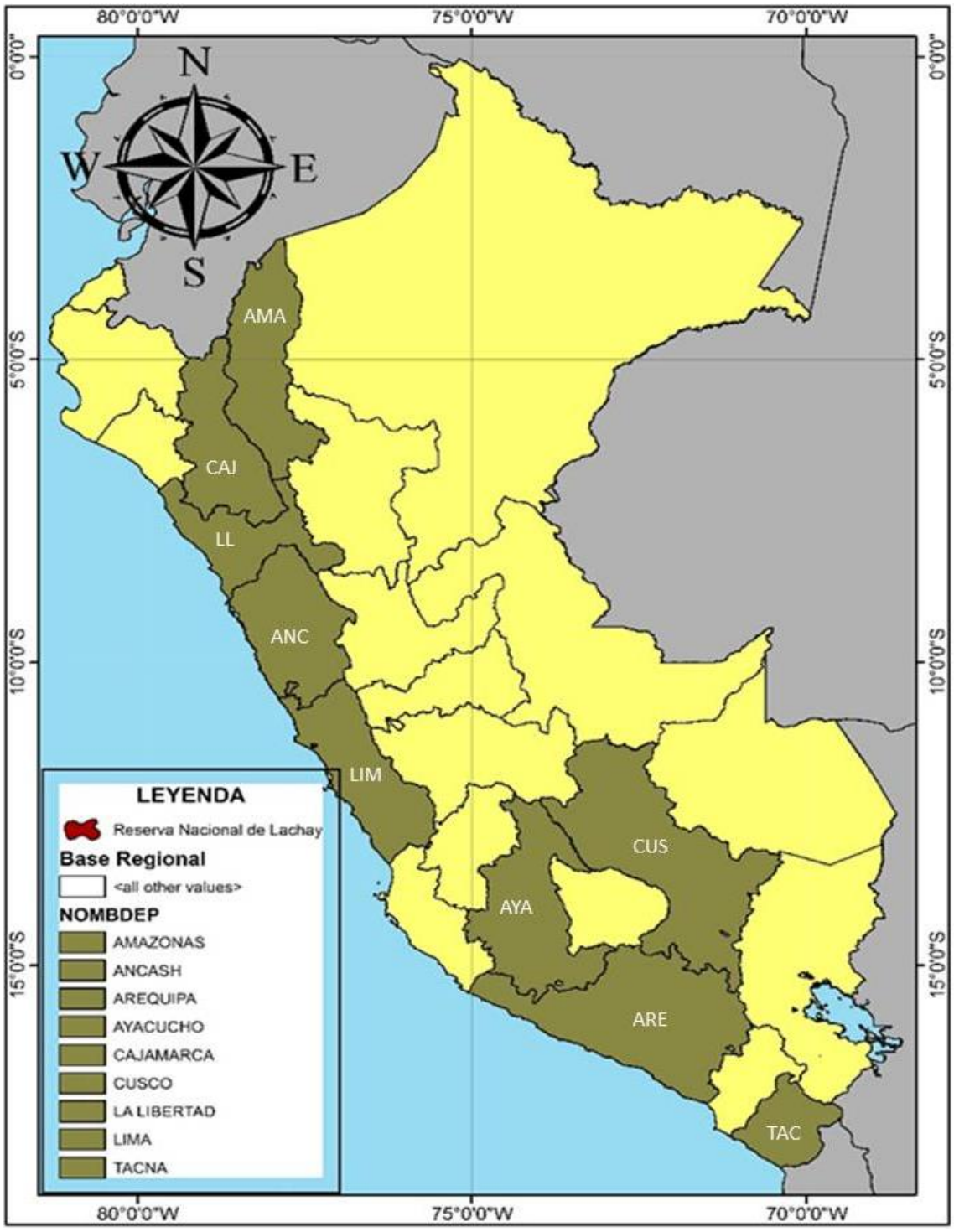


Figura 8. Distribución departamental de *Hypotrachyna* subgen. *Everniastrum* en el Perú.

Discusión

Las diferencias taxonómicas entre especies del subgénero *Everniastrum* se basan principalmente en caracteres macroscópicos y químicos. La especie determinada *H. cirrhata* es morfológicamente similar a *E. neocirrhatum*, sin embargo, la primera no presenta apotecios, o no es muy común encontrarlos,

mientras que la segunda los presenta de forma abundante (Culberson & Culberson 1981); ambas especies también se diferencian químicamente, la primera especie no presenta ácido norstíctico y la segunda sí. A nivel geográfico, *H. cirrhata* puede confundirse con *H. limiformis*, sin embargo esta última presenta isidios (Sipman 1986).

En el Perú existen 11 especies del subgénero *Everniastrum*: *H. arsenei* (Sipman com. pers.); *E. billingssi* fue reportada en los departamentos de La Libertad (Rodríguez et al. 2017) y Áncash (Valdivia & Ramírez 2018); *H. cirrhatum* en La Libertad (Rodríguez et al. 2017) y Cusco (Pavlich et al. 2017); *H. columbiense* (Sipman com. pers.); *H. constictovexans* (especie nueva) en Cusco (Lumbsch et al. 2011); *H. fragile* en Amazonas y Cajamarca (Sipman 1986); *H. limiformis* en Lima (Sipman 1986); *H.* cf. *lipidiferum* en Arequipa (Ramos et al. 2013); *H. neocirrhatum* (Sipman com. pers.); *H. peruvianum*; *H. subnepalense* y *H. vexans* (Sipman com. pers.); la especie *H. cirrhata* reportada en este trabajo amplía su distribución para el departamento de Lima.

La información generada en el mapa de distribución departamental de este subgénero permite visualizar que hay vacíos de información, de reportes y registros en algunos departamentos, lo que hace suponer que en tales departamentos podrían encontrarse ejemplares del subgénero *Everniatrum*; estos departamentos serian: Ayacucho, Apurímac, Ica, Huancavelica, Lambayeque y Moquegua.

Rodríguez et al. (2017) cita al subgénero *Everniastrum* para las lomas de Trujillo, Delgado (2011) para las lomas de Atiquipa (Arequipa) y Arenas (2017) para las lomas de Tacahuay (Tacna), por lo tanto, ejemplares de este subgénero podrían encontrarse en las lomas de los departamentos de Áncash, Ica y Moquegua; estudios adicionales son necesarios para confirmar esta afirmación.

Conclusión

El presente estudio aporta con la especie *Hypotrachyna cirrrhata* para la Reserva Nacional de Lachay y departamento de Lima; esto servirá para realizar estudios ecológicos, de bioindicación y búsqueda de principios activos en este organismo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al jefe David Orosco (Blgo), guardaparques oficiales y voluntarios de verano 2018 (en especial a Srta. Keyla Ccori) de la Reserva Nacional de Lachay por las facilidades brindadas desde el inicio de la investigación. Al Dr. Asunción Cano, jefe del laboratorio de florística del

departamento de dicotiledóneas del Museo de Historia Natural-UNMSM y del herbario USM por las facilidades de ingreso. Al Dr. Harrie Sipman por la literatura brindada para realizar el trabajo de investigación, al Dr. Lumbsch por la revisión del abstract y al Dr. Jano Nuñez por la revisión del manuscrito.

Literatura citada

Arenas J. 2017. Diversidad de la liquenobiota de las lomas de Tacahuay en el departamento de Tacna. Tesis (Tacna, Perú): Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Barreno E. 1998. Hongos simbiontes Líquenes, micoficobiosis y micorrizas. En Izco J, Barreno E, Brugués M, Costa M, Deversa J, Fernández J, Gallardo T, Llimona X, Salvo E, Talavera S, Valdés B. Botánica: 309-340. España. McGraw-Hill.

Calvelo S, Liberatore S. 2002. Catálogo de los líquenes de Argentina. Revista Kurtziana 29(2):1- 173.

Culberson L, Culberson C. 1981. The genera *Cetrariastrum* and *Concamerella* (Parmeliaceae): A Chemosystematic Synopsis. The Bryologist 84(3):273–314.

Delgado F. 2011. Diversidad y distribución de altitudinal de los líquenes en la quebrada del pueblo, lomas de Atiquipa, Provincia de Caraveli-Departamento de Arequipa, Perú. Tesis (Arequipa, Perú): Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

Divakar P, Crespo A, Núñez-Zapata J, Flakus A, Sipman H, Elix JA, Lumbsch T. 2013. A molecular perspective on generic concepts in the *Hypotrachyna* clade (Parmeliaceae, Ascomycota). Phytotaxa 132(1):21–38. DOI: https://doi.org/10.11646/phytotaxa.132.1.2.

Elix JA. 2014. A Catalogue of Standarized Chromatographic data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. Third Edition. Publisher by author. (Canberra, Australia).

Flakus A, Sipman H, Rodríguez P, Jabłońska A, Oset M, Meneses R, Kukwa M. 2015. Contribution to the knowlegde of the lichen biota of Bolivia.7. Polish Botanical Journal 60(1): 81–98. DOI: 10.1515/pbj-2015-0001.

Feuerer T. 2017. Checklist of lichens of mainland Ecuador. Acceso: 28/01 /2019. http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/ecuador_mainland_l.htm.

Galloway D, Quilhot W. 1998. Lista patrón de los líquenes y hongos liquenícolas de Chile. Gayana Botánica 55(2):111-186.

Lumbsch HT, Ahti T, Altermann S, et al. 2011. One hundred new species of lichenized fungi: a signature of undiscovered global diversity. Phytotaxa 18: 1–127.

Lücking R, Hodkinson B, Leavitt S. 2017. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota- Approaching one thousand genera. Bio One 120(1): 362–416. DOI: https://doi.org/10.1639/0007-2745-120.1.058.

Mamani J. 2012. Liquenobiota epífita del bosque nublado-Reserva de Biósfera del Manu-Kosñipata-Cusco. (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Nash T. 2002. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Arizona. In G. C. and B. F. Nash III, T.H. , Ryan B. D. (Ed.).

Pavlich M, Chimey C, Gutarra S.1 995. Líquenes del Perú. I. Géneros y especies características de los departamentos de Amazonas, Apurimac, Huánuco, Junín y Lima. p. 135. Libro de resúmenes del VI Congreso Nacional de Botánica (Cusco, Perú).

Pavlich M. 2008. Líquenes de Inkaterra Hotel Cusco y alrededores. Acceso: 01/04/2021. https://docplayer.es/57302268-Liquenes-de-inkaterra-hotel-cusco-y-alrededores.html.

Ramírez A, Meza D. 2021. 100 Términos básicos usados en liquenología. En Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Liquenologia del Perú y I Congreso Nacional de Lomas, primera edición:289-306.

Ramos D, Ramírez A, Quipuscoa V, Durand K, Huallpa J. 2013. Diversidad de Líquenes en el Anexo de Tuctumpaya, Distrito de Pocsi, Arequipa, Perú. Arnaldoa 20(1):129-154.

Rodríguez F, 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.

Sipman H. 1980. The genus *Everniastrum* Hale and related Taxa (Lichenes). Studies on Colombian Cryptogams. Proceedings C 83(4): 33-354.

Sipman H. 1986. Notes on the lichen genus *Everniastrum* (Parmeliaceae). Mycotaxon 1(26):235-251.

Sipman H, Hekking W, Aguirre J. 2008. Checklist of Lichenized and Lichenicolus fungi from Colombia. ARFO Editores e Impresiones Ltda.

Valdivia D, Ramírez A. 2018. Uso de líquenes como Bioindicadores de la contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio, Áncash, Perú. The Biologist 6:77–95. DOI: http://dx.doi.org/10.24039/rtb2018161223.

Yáñez A. 2009. Os Gêneros *Hypotrachyna* e *Everniastrum* (Parmeliaceae Ascomycota Liquenizados) Nas provincias de Carchi e Imbabura na Região Andina do Ecuador. Tesis (Paraná, Brasil): Universidade Federal do Paraná.

Liquenobiota 1(3):29-38 (2021) ISSN: 2788-5933
http://www.liquenesperu.com/revistas

Candelaria pacifica (Candelariaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú

Ángel Manuel Ramírez Ordaya[1,2]

1. Universidad Nacional Mayor San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Dicotiledóneas, Av. Arenales 1256, Lima 14- Perú

2. Asociación Proyecto Ecológicos Perú

Correo electrónico: liquenes_peru@yahoo.com

Resumen

La presente investigación da a conocer un registro para la liquenobiota de la Reserva Nacional de Lachay, para lo cual se realizó la colecta de la muestra, la misma que fue analizada y determinada en el laboratorio. La especie encontrada es *Candelaria pacifica* Westberg, de la familia Candelariaceae; además, se presenta una clave para diferenciar esta especie y la distribución de este género para Perú y Sudamérica. Dicha investigación permitirá realizar estudios genéticos, ecológicos, químicos y geográficos de esta especie.

Palabras clave: Candelariales, foliáceo, lomas, taxonomía, Perú.

Abstract

The present research gives a record for the lichenbiota of the National Reserve of Lachay, where samples were collected, analyzed and determined in the laboratory. The species found is *Candelariella pacifica* Westberg, from the familiy Candelariaceae. In adition, a key is presented to differentiate this species and the distribution of this genus from Peru and South America. This research will allow subsequent genetic, ecological, chemical and geographic studies of this species.

Keywords: Candelariales, foliose, lomas, taxonomy, Peru.

Introducción

El género *Candelaria* A. Massal fue registrado en la Reserva Nacional de Lachay (ecosistema de loma), en un experimento de colonización de líquenes sobre madera, este fue el primer género en colonizar el sustrato. El género fue reportado a nivel nacional en los trabajos de Ramírez & Cano (2005), Cuba &

Villacorta (2008), Ramos (2012) Vargas (2013), Huamán (2016) y Ambrosio & Bringas (2017).

En el país existen varios estudios de diversidad de líquenes en el ecosistema de lomas (Ramírez 1969, Delgado 2011 y Arenas 2017) pero no hay estudios taxonómicos y en el país estas investigaciones son contadas (Ramírez & Cano 2005 y Ramos 2012); y pocas veces las determinaciones no llegan a nivel de especie.

La finalidad principal de este trabajo fue determinar la especie del género *Candelaria* presente en la Reserva Nacional de Lachay; asimismo, la investigación brinda la distribución de este género en el Perú y en Sudamérica. El aporte de este trabajo permitirá realizar estudios de diversidad, genéticos, ecológicos, químicos y geográficos dentro de este género.

Área de estudio

El lugar de estudio se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huara, distrito de Huacho y dentro de la Reserva Nacional de Lachay; sus coordenadas geográficas de colecta fueron 12º21'18.22" y 77º21'55.76" y la altitud fue de 556 m.s.n.m. (Fig. 1).

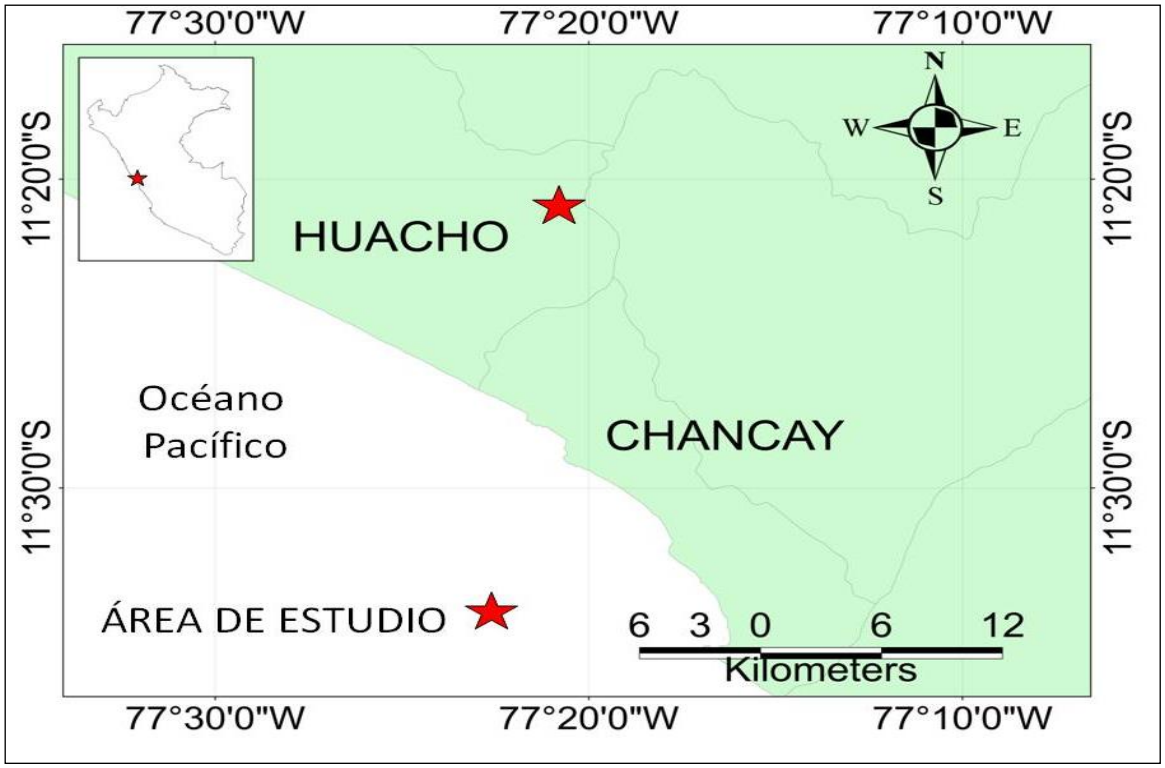


Figura 1. Ubicación de la Reserva Nacional de Lachay.

Materiales y métodos

En el campo se realizaron recorridos por los caminos, colectando dicho espécimen de los arbustos y conservándolos en papel toalla. Tal colecta se realizó en el marco de la Resolución Jefatural Nº004-2016-SERNANP-JEF.

En gabinete, para conocer, describir y determinar el espécimen se utilizaron el estereoscopio y microscopio compuesto; y los reactivos hidróxido de potasio (K), hipoclorito de sodio (C), parafenilenediamina (Pd) y Yodo (I); asimismo, se revisó literatura especializada para su determinación (Nash et. al. 2002, Stapper 2012), y el listado de líquenes del Perú (www.liquenesperu.com/proyecto-liquenes-peru).

La clave presentada del género *Candelaria* tuvo como base la realizada por Brodo et al. (2001).

El conocimiento de la distribución del género *Candelaria* fue por revisión de literatura especializada, para el territorio nacional se consultaron a: Ramírez & Cano (2005), Cuba & Villacorta (2008), Delgado (2011), Ramos (2012), Vargas (2013), Huamán (2016) y Ambrosio & Bringas (2017), para Sudamérica se consultaron a: Quilot et al. (1998), Calvelo & Liberatore (2002), Sipman et al. (2008). Quilot et al. (2010), Feuerer (2017a), Feuerer (2017b), Feuerer (2017c) y Feuerer (2018).

Resultados

La especie determinada corresponde a *Candelaria pacifica* Westberg y es un registro nuevo para la liquenobiota de la Reserva Nacional de Lachay y lomas de Perú y; a continuación, se presenta su descripción, clasificación taxonómica e imagen (Fig. 2).

Candelaria pacifica Westberg

Liquen de biotipo foliáceo, de color amarillo por la cara superior y de color blanco por la cara inferior; habita sobre corteza de arbustos (corticícola). Lóbulos de ancho entre 0.5 y 0.7 mm. Córtex superior presente, córtex inferior ausente; grosor del córtex superior de 5 a 10 µm; grosor del talo 35 µm. Apotecio ausente; soredios presentes tanto en la superficie superior como inferior, de tipo laminal y erumpente. No se observan cilios. Clorobionte cf. *Trebouxia* (Chorophyceae). Química: médula I-; Córtex: K-, KC-, C- y PD-; médula K-, KC-, C- y PD -. Hábitat: matorral.

Dicho liquen en mención presenta la siguiente clasificación taxonómica según Myconet (2010), Crespo et al. (2014) y Lücking et al. (2016).

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Lecanoromycetes

Orden: Candelariales

Familia: Candelariaceae

Género: *Candelaria*

Especie: *Candelaria pacifica*

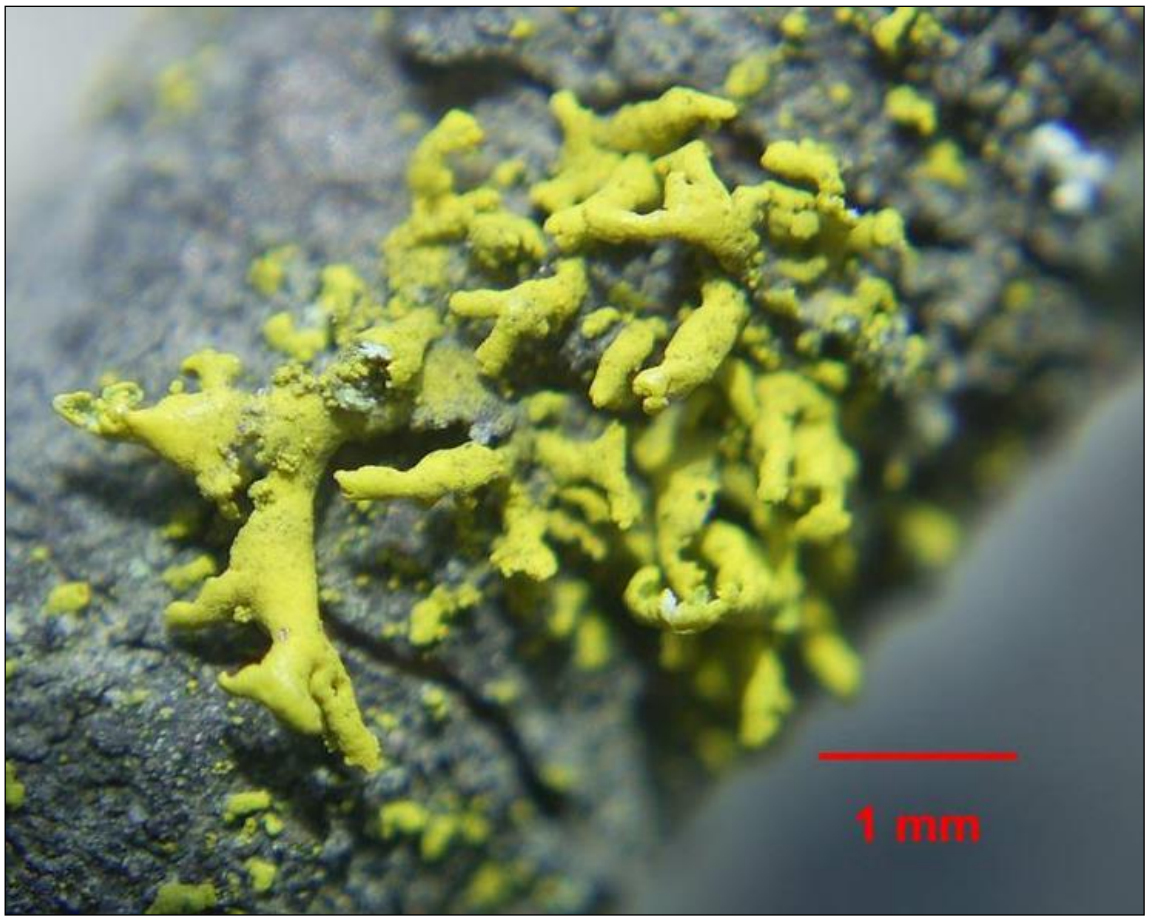


Figura 2. *Candelaria pacifica* Westberg.

Clave para diferenciar las especies del género *Candelaria* en el Perú

1a. Talo con apotecios……*Candelaria fibrosa*

1b. Talo con soredios……2

2a. Con córtex inferior……*Candelaria concolor*

2b. Sin córtex inferior……*Candelaria pacifica*

Liquenogeografía del género *Candelaria*

Los trabajos publicados para este género en el país son los de Ramírez & Cano (2005) quienes citan a *Candelaria fibrosa* para Áncash, Cuba & Villacorta (2008) citan a *Candelaria concolor* para Cusco, Ramos (2012) cita a *Candelaria concolor* para Tumbes, Vargas (2013) cita a *Candelaria concolor* para Piura, Huamán (2016) cita a *Candelaria fibrosa* para Junín y Ambrosio & Bringas (2017) citan a *Candelaria fibrosa* para Cajamarca, y visita de campo a la Libertad en donde se observó a *Candelaria concolor* (Fig. 3).

A nivel sudamericano, *Candelaria concolor* y *Candelaria fruticans* están presentes en Colombia (Sipman et al. 2008*), Candelaria concolor* y *Candelaria fruticans* en Venezuela (Feuerer 2017a), *Candelaria pacifica* en Islas Galápagos (Feuerer 2017b), *Candelaria concolor*, *Candelaria concolor* f. *substellata* y *Candelaria fibrosa* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002); *Candelaria stellata* en Paraguay (Feuerer 2018). *Candelaria concolor*, *Candelaria concolor* f. *substellata*, *Candelaria concolor* var. *vainioana*, *Candelaria fibrosa*, *Candelaria stellata* var. *cinerea*, *Candelaria substellata* var. *subfibrosa* en Uruguay (Feuerer 2017c), *Candelaria reflexa* en Chile (Quilot et al. 1998) y *Candelaria concolor* para la isla Mocha de Chile (Quilot et al. 2010).

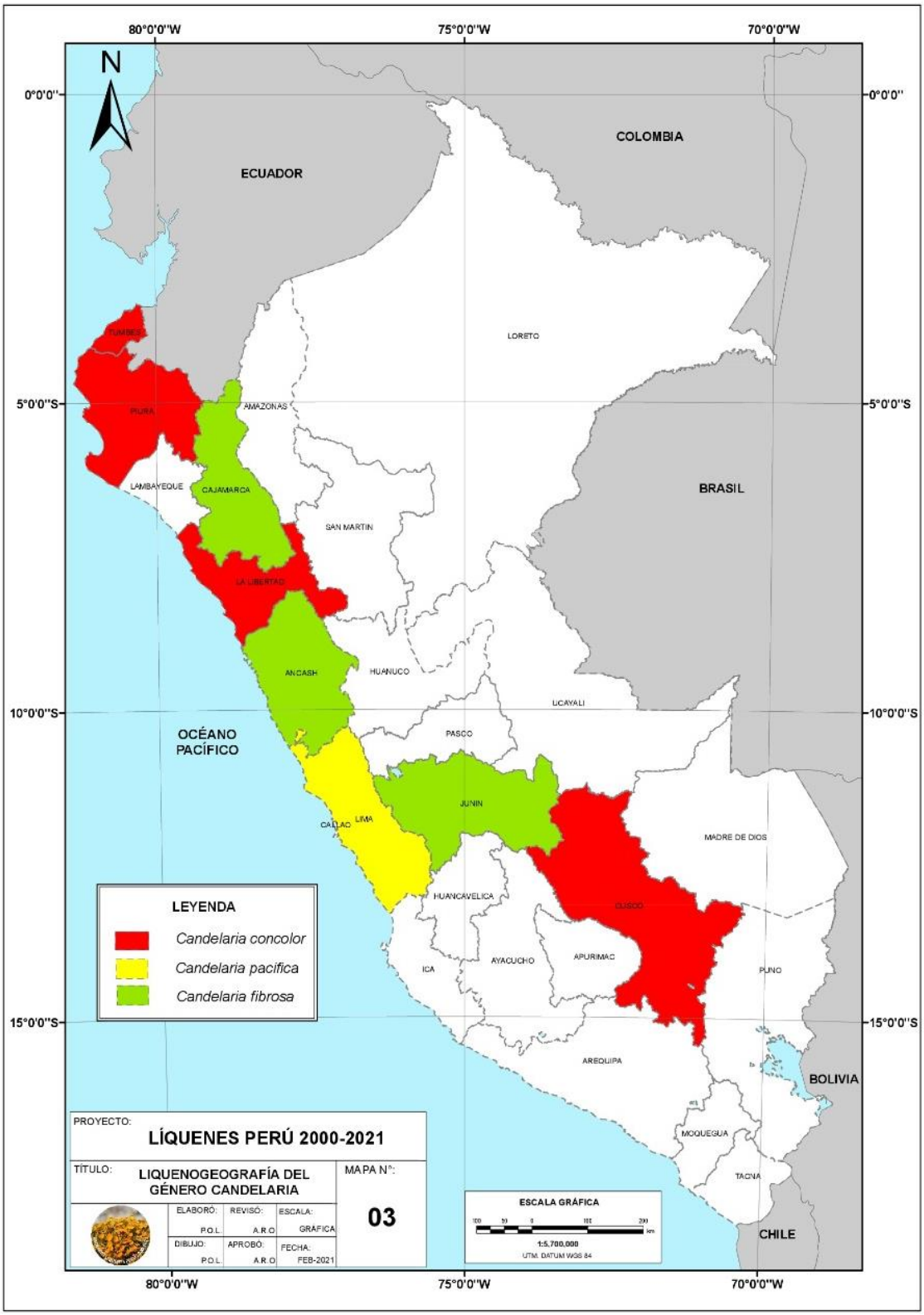


Figura 3. Distribución del género *Candelaria* en el Perú.

Discusión

Especies diversas de líquenes fueron citados para la Reserva Nacional de Lachay, *Ramalina celastri* y *Ramalina peruviana* por Kashiwadani (1987), *Usnea rubicunda* por Truong et al. 2011), *Leucodermia leucomelos* por Ramírez (2018) y *Parmotrema andinum* por Ferry (2018); sin embargo, *Candelaria pacifica* no ha sido citada y es el primer registro para este lugar

En los trabajos de líquenes para lomas del Perú, Ramírez (1969), Delgado 2011) y Arenas (2017) no registraron a *C. pacifica*, por lo tanto, este es el primer registró para las lomas del país.

En las publicaciones de líquenes a nivel nacional, Ramírez & Cano (2005), Cuba & Villacorta (2008), Ramos (2012), Vargas (2012), Huamán (2016) y Ambrosio & Bringas (2017) no citan a *C. pacifica* por lo cual es el primer registro para el Perú

Candelaria pacifica también está presente en las Islas Galápagos, por lo que muy probable esta sea una especie de costa (cerca al mar).

Conclusiones

La especie de *Candelaria* que se encuentra en la Reserva Nacional de Lachay corresponde a *Candelaria pacifica*, la cual es el primer registro para la reserva, lomas y país.

El género *Candelaria* se encuentra registrada para los departamentos de Áncash, Cajamarca, Cusco, Junín, La Libertad, Lima, Piura y Tumbes.

A nivel nacional se cuenta con tres especies del género *Candelaria*, *C. concolor*, *fibrosa* y *pacifica*; y a nivel de Sudamérica *Candelaria pacifica* esta citada para el Ecuador (Islas Galápagos).

Agradecimentos

Al Blgo. Miguel Antonio y al Blgo. David Orozco (actual jefe de la Reserva Nacional Lomas de Lachay) por las facilidades al permiso de investigación; al Dr. Asunción Cano, jefe del laboratorio de florística por las facilidades de los equipos y bibliografía del Museo de Historia Natural-UNMSM; asimismo, al Dr. Pradeep Divakar y a la Lic. Loreto López por facilidades de literatura, y a la Lic. en geografía Pierina Oliva por la elaboración del mapa.

Literatura citada

Ambrosio M, Bringas B. 2017. Evaluación de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de

Cajamarca en el año 2017. Tesis (Cajamarca, Perú): Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Arenas J. 2017. Diversidad de la liquenobiota de las lomas de Tacahuay en el departamento de Tacna. Tesis (Tacna, Perú): Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

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

Calvelo S, Liberatore S. 2002. Catálogo de los líquenes de Argentina. Revista Kurtziana 29(2):1-173.

Crespo A, Divakar P, Lumbsch T. 2014. Hyperdiversity diversity closer to Animals Than to Plants. Fungi 15:169-181.

Cuba A, Villacorta R. 2008. Líquenes epífitos como indicadores de la contaminación atmosférica en la baja tropósfera del Centro Histórico del Cusco. Tesis (Cusco, Perú): Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Ferry G. 2018. Calidad del aire mediante la liquenobiota saxìcola en la zona arqueológica de Teatino de la Reserva Nacional de Lachay, Huacho-Lima Perú. Tesis (Lima, Iquitos): Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Feuerer T. 2017a. Cheklist of lichens of Venezuela. Acceso: 01/01/2017. http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/venezuela_mainland_l.htm.

Feuerer T. 2017b. Cheklist of lichens of Galapagos Islands (Ecuador). Acceso: 01/01/2017. http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/galapafos_islands_mainland_l.htm.

Feuerer T. 2017c. Cheklist of lichens of Uruguay. Acceso: 01/01/2017. http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/uruguay_mainland_l.htm.

Feuerer T. 2018. Cheklist of lichens of Paraguay. Acceso: 01/01/2018. http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/paraguay_mainland_l.htm.

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

Lücking R, Hodkinson B, Leavitt S. 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand

genera. The Bryologist 119(4):361-416.

Lumbsch T, Huhndorf S. 2000. Fieldiana, Life and Earth Sciences 1, Myconet (14):1-64.

Nash T, Ryan B, Gries C, Bungartz F. 2002. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Volume 1. Printed in the United States of America by Thomson-Shore, Inc., Dexter, MI.

Quilhot W, Pereira I, Guzmán G, Rodríguez R, Serey I. 1998. Categorías de Conservación de líquenes Nativos de Chile (47):9-22.

Quilot W, Cuellar M, Díaz R, Riquelme F, Rubio C. 2010. Estudio preliminar de la flora liquénica de Isla Mocha, sur de Chile. Gayana Bot. 67(2):206-212.

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

Ramírez A, Cano A. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Áncash, Perú). Revista peruana de biología 12 (3): 383-396.

Ramírez A. 2018. Taxonomía, ecología y liquenogeografía del liquen *Heterodermia leucomela* (L.). Poelt, 1965. The biologist (Lima) 16(1):97 - 103.

Ramos D. 2012. Diversidad y Distribución de líquenes en el Parque Nacional Cerros de Amotape. Tumbes-Perú. Tesis (Arequipa, Perú) Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Sipman H, Hekking W, Aguirre J. 2008. Checklist of Lichenized and Lichenicolus fungi from Colombia. ARFO Editores e Impresiones Ltda.

Stapper N. 2012. Illustrierte Bestimmungshilfe zur Unterscheidung von *Candelaria concolor* und *Candelaria pacifica*. Archive for lichenology 7:1-2.

Truong C, Bungartz F, Clerc P. 2011. The lichen genus *Usnea* (Parmeliaceae) in the tropical Andes and the Galapagos: species with a red-orange cortical or subcortical pigmentation. The Bryologist 114(3):477–503. https://doi.org/10.1639/0007-2745-114.3.477.

Vargas A. 2013. Calidad atmosferica del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona sur) mediante el uso de líquenes epífitos. Tesis (Piura, Perú) Universidad Nacional de Piura.

Liquenobiota 1(4):38-46 (2021) ISSN: 2788-5933
http://www.liquenesperu.com/revistas

Taxonomía, ecología y liquenogeografía de *Everniopsis trulla* (Parmeliaceae)

Ángel Ramírez[1,3] & John Herrada[2]

1. Universidad Nacional Mayor San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Dicotiledóneas, Av. Arenales 1256, Lima 14- Perú.
2. Universidad Nacional Federico Villareal-Museo de Historia Natural, Laboratorio de Diversidad Vegetal
3. Asociación Proyecto Ecológicos Perú.

Correo electrónico de Ángel Ramírez: liquenes_peru@yahoo.com

Correo electrónico de John Herrada: johndavehz@gmail.com

Resumen

Everniopsis trulla es un liquen de biotipo fruticuloso, de color verde amarillo, habita sobre corteza y roca. En el Perú está distribuido en los departamentos de Áncash, Apurímac, Arequipa, Cusco, La Libertad y Lima; entre los 2 600 y 4 000 m.s.n.m.

Palabras clave: distribución, foliáceo, Perú.

Abstract

Everniopsis trulla is a fruticose species, yellow green color, habitat in tree bark and rock. In the Peru it is distributed in the departments of Ancash, Apurimac, Arequipa, Cusco, La Libertad and Lima; between 2 600 and 4 000 m.a.s.l.

Keywords: distribution, foliose, Peru.

Introducción

Los estudios taxonómicos son muy importantes porque permiten determinar las especies; si se aplica bien a los líquenes permitirá realizar estudios ecológicos, biogeográficos, de calidad de aire y químicos; sino no se determina correctamente se puede estar plasmando erróneamente la distribución geográfica de la especie, se puede estar cuantificando metales y sustancias en dos individuos de diferentes especies.

Los líquenes están siendo usados de diferentes formas, poblacionales (Hestmark et al. 2004), liquenogeográficos (Ramírez 2018), químicamente (Castro et al. 2017a, Castro et al. 2017b) y cuantificando metales (Pedregal et. 2009).

El estudio presenta a *Everniopsis trulla*, dando a conocer sus características taxonómicas (macroscópicas, microscópicas y de coloración), su ecología y su distribución en el Perú y en Sudamérica. Esta investigación permitirá conocer bien la especie antes usarla en un estudio ecológico, biogeográfico y químico.

Materiales y métodos

Un ejemplar de este liquen fue colectado en el departamento de Áncash, provincia de Huaylas, distrito de Pueblo Libre.

Las características macroscópicas y microscópicas del liquen fueron conocidas mediante la observación en el estereoscopio y en el microscopio. Las reacciones químicas de coloración se evidenciaron mediante el reactivo hidróxido de potasio (K).

El liquen fue determinado a nivel de género mediante la clave de Ramírez & Cano (2004) y a especie por consulta al herbario USM; la determinación fue corroborada por el Dr. Sipman.

La distribución geográfica departamental de este liquen se conoció mediante la revisión de la información de las etiquetas de muestras de líquenes del herbario San Marcos (USM) y mediante literatura especializada: Merril (1927), Herrera (1941), Soukup (1965), Tokumine (1980), Bennett & Almenara (2004), Ramírez & Cano (2005), (Ramos et al. 2013) y Castro et al. (2017c). Los departamentos potenciales de registro considerados fueron los que estuvieron entre dos departamentos con registro o en la misma región de los departamentos con registro.

La ecología de este liquen se conoció describiendo su hábitat, su rango altitudinal y su presencia en las ecorregiones (Brack & Mendiola 2004).

Resultados

Características taxonómicas

Everniopsis trulla es de biotipo fruticuloso, color amarillo claro y crece sobre roca o arbusto; presenta un apotecio de forma circular (diámetro de 5 a 15 mm), cóncavo, cortamente pedicelado, con borde talino (apotecio de tipo lecanorino) y epitecio de color marrón oscuro. El talo es sólido, con presencia de córtex; de tipo heterómero con clorobionte (*Trebouxia* sp). El asca presenta

ocho ascosporas de forma elipsoidal; la ascospora es hialina, sin septo y de 11 x 6 µm; la paráfisis presenta septo y no es ramificada (Fig. 1).

Reacciones de coloración

El talo con el reactivo hidróxido de potasio no da coloración púrpura (K-).

Clasificación taxonómica

El liquen presenta la siguiente clasificación taxonómica según Crespo et al. (2014) y Lücking et. al. (2016).

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Lecanoromycetes

Orden: Lecanorales

Familia: Parmeliaceae

Género: *Everniopsis*

Especie: *Everniopsis trullla*

Liquenogeografía

El liquen fue registrado para ocho departamentos del Perú: Áncash (Herrera 1941, Soukup 1965, Bennett & Almenara 2004, Ramírez 2004, Ramírez & Cano 2005), Apurímac (Herrera 1941, Soukup 1965), Arequipa (Ramos et al. 2013), Ayacucho (Tokumine 1980), Cajamarca (Ramírez 2010), Cusco (Merril 1927, Herrera 1941, Soukup 1965), La Libertad (Rodríguez et al. 2017) y Lima (Herrera 1941) (Fig. 2).

Los registros potenciales departamentales serían Huancavelica, Huánuco, Junín, Ica, San Martín, Pasco y Puno, correspondiente a la región de la sierra.

Ecología

Liquen de biotipo fruticuloso, de color verde a amarillo claro; habita sobre corteza de arbustos (corticícola) y sobre rocas (saxícola) de la sierra, entre los 2600 y 4000 m.s.n.m. El tamaño de largo es de 5 cm (aproximadamente); sirve de hábitat para alacranes, por lo que su colecta debe de ser con guantes gruesos.

Las ecorregiones en el que está presente son la serranía esteparia y selva alta de los departamentos en los que fueron registrados (Fig. 3).

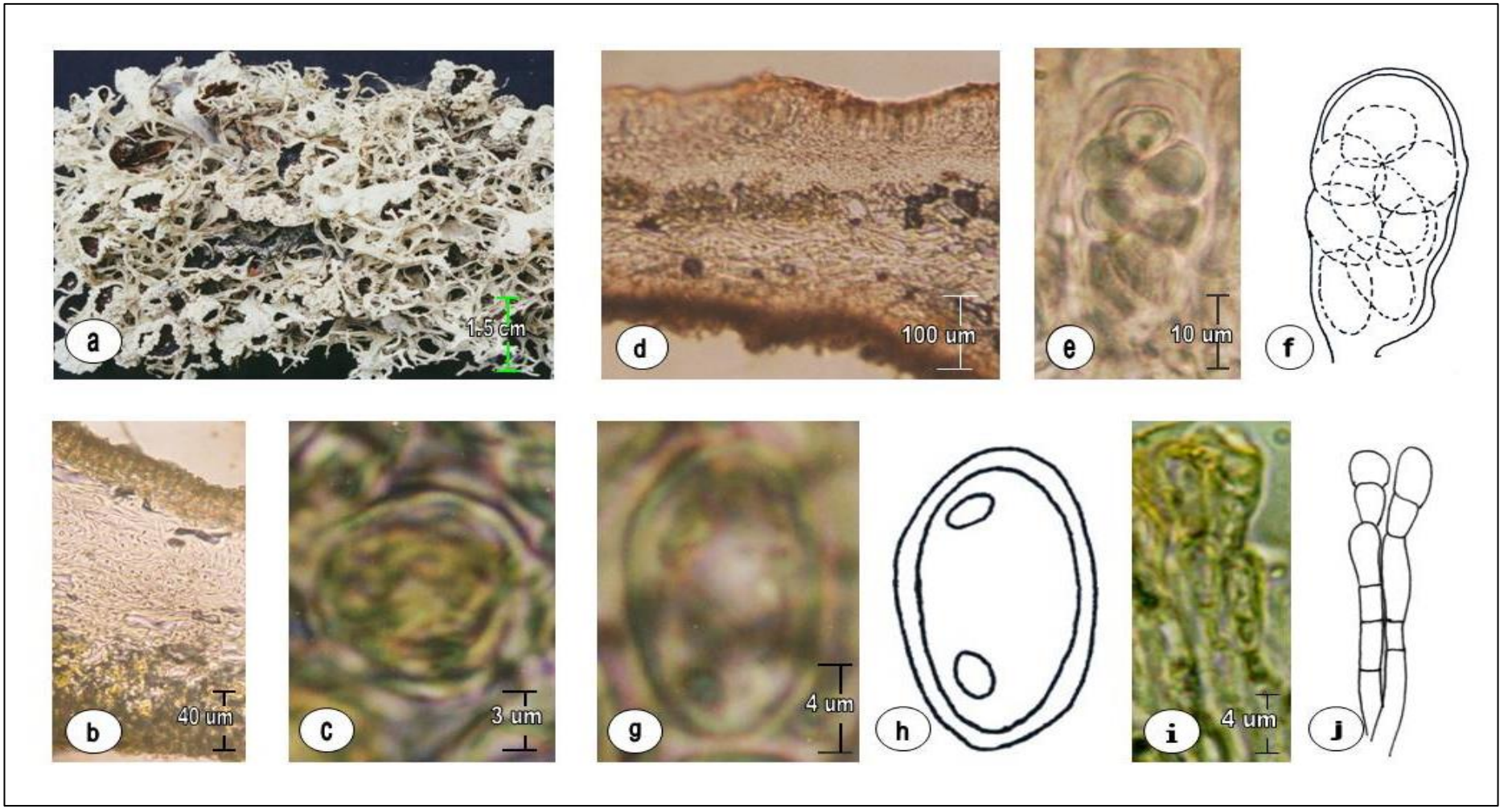


Figura 1. *Everniopsis trulla* (Ach.) Nyl. a) Vista macroscópica, b) corte transversal del talo (parte media), c) fotobionte, d) corte transversal del apotecio, e) asca, f) dibujo del asca, g) ascospora, h) dibujo de la ascospora, i) paráfisis y j) dibujo de la paráfisis (Ramírez 2004).

Figura 2. Distribución de *Everniopsis trulla* (Ach.) Nyl. por departamentos.

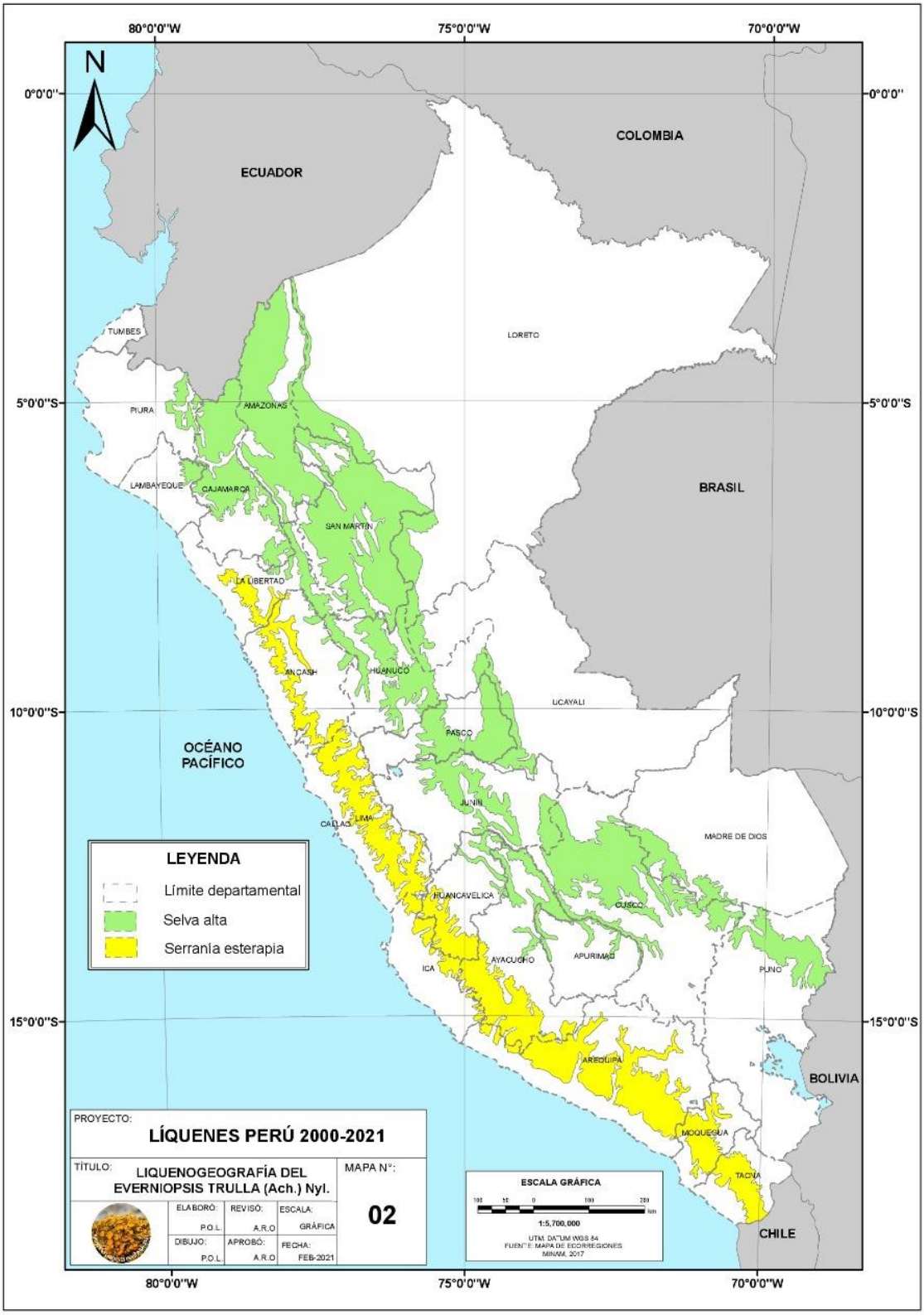


Figura 3. Distribución de *Everniopsis trulla* (Ach.) Nyl. por ecorregiones.

Discusión

Las descripciones realizadas son las adecuadas para reconocer a este liquen en campo. Características similares son realizadas en http://fschumm.bplaced.net, donde el liquen tiene un talo gris a marrón pálido, que se adhiere por un disco adhesivo basal; tiene, además, lóbulos en forma de cinta, dicotómicamente ramificados de 2 a 3 mm de ancho, canaliculados. Las rizinas, cilios, isidios y soredios no se forman en este simbionte.

El hábitat de este liquen es la región de la sierra y no fue registrado en la costa (Ramírez 1969), ni en selva (Nuñez et al. 2015, Rivas Plata & Lücking 2012). La distribución geográfica de este liquen pudiera estar asociada a *Psiloparmelia denotata* por la cercanía filogenética (Crespo et al. 2019).

La tasa de crecimiento de *Everniopsis trulla* es desconocido, pero se estima que puede llegar a los 5 cm en tres años. Los líquenes fruticulosos son los que pueden crecer más rápido.

Conclusiones

Everniopsis trulla es un macroliquen y de fácil reconocimiento, por sus características macroscópicas y biotipo característico. Los sustratos de crecimiento son roca y corteza. La distribución actual es en ocho departamentos, entre los 2 600 y 4 000 m.s.n.m., en la región de la sierra y en las ecorregiones de serranía esteparia y selva alta.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecen al Dr. Harrie Sipman (Botanischer Garten und Botaniches Museum) por la corroboración del espécimen, al Dr. Asunción Cano, jefe del herbario San Marcos (USM) por el permiso otorgado a los autores para acceder a la colección de los líquenes, al Dr. Lumbsch por la revisión del abstract y a la Lic. en geografía Pierina Oliva por la elaboración de los mapas.

Literatura citada

Bennett J, Almenara I. 2004. Common lichens of Huascarán National Park, Peru. Libro de resúmenes del II Congreso de la Red Mundial de Científicos Peruanos (Lima, Perú).

Brack A, Mendiola C. 2004. Ecología del Perú. Segunda edición. Perú.

Castro N, Benites J, Rodilla J, Santiago J, Simirgiotis M, Sepulveda B, Areche C. 2017a. Metabolomic Analysis of the Lichen *Everniopsis trulla* Using Ultra

High Performance Liquid Chromatography-Quadrupole- Orbitrap Mass Spectrometry (UHPLC-Q-OT-MS). Chromatographia 80: 1-8. DOI: https://doi.org/10.1007/s10337-017-3304-4.

Castro M, Santiago J, Álvarez J. 2017b. Aislamiento y elucidación estructural de un compuesto nitrogenado y del Haematomato de Etilo del liquen *Everniopsis trulla*. Revista de la Sociedad de Química del Perú 83(2):131-142.

Castro N, Peralta F, Chávez J, Santiago J. 2017c. Estudio fotoquímico del Liquen *Everniopsis trulla* y la determinación de la actividad antioxidante. Aporte Santiaguino 10(1):131-142.

Crespo A, Divakar P, Lumbsch T. 2014. Hyperdiversity diversity closer to Animals Than to Plants. Fungi 15:169-181.

Crespo A, Kauff F, Divakar P, Del Prado R, Pérez S, Amo de Paz G, Ferencova Z, Blanco O, Roca B, Núñez J, Cubas P, Argüello A, Elix J, Esslinger T, Hawksworth D, Millanes A, Molina M, Wedin M, Ahti T, Aptroot A, Barreno E, Bungartz F, Calvelo S, Candan M, Cole M, Ertz D, Goffinet B, Lindblom L, Lücking R, Lutzoni F, Mattsson J, Messuti M, Miadlikowska J, Piercey M, Rico V, Sipman H, Schmitt I, Spribille T, Thell A, Thor G, Upreti D, Lumbsch T. 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. Taxon 59(6):1735–1753.

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

Hestmark J, Skogesal O, Skullerud Ø. 2004.Growth, reproduction, and population structure in four alpine lichens during 240 years of primary colonization. Can. J. Bot. 82:1356–1362.

Lücking R, Hodkinson B, Leavitt S. 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. The Bryologist 119(4):361-416. DOI: https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361

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

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. DOI: http://dx.doi.org/10.15381/ rpb.v22i3.11438

Pablo P, Ubillus M, Torres B, Hurtado J, Maza I, Espinoza R. 2009. El uso de *Usnea* sp. y *Tillandsia capillaris* como biomonitores de la contaminación ambiental en la ciudad de Lima, Perú. Rev Soc Quím Perú 75(4):479-487.

Ramírez A, Cano A. 2004. Clave preliminar para la determinación de los Líquenes del Perú. Libro de resúmenes del X Congreso Nacional de Botánica. (Trujillo, La Libertad).

Ramírez A. 2004. Estudio taxonómico de los líquenes de Pueblo Libre, Huaylas, Ancash. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

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

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

Ramírez A. 2018. Taxonomía, ecología y liquenogeografía del liquen *Heterodermia leucomela* (l.) poelt, 1965. The Biologist (Lima), 16(1):97-103.

Ramos D, Ramírez A, Quipuscoa V, Durand K, Huallpa J. 2013. Diversidad de Líquenes en el Anexo de Tuctumpaya, Distrito de Pocsi, Arequipa, Perú. Arnaldoa 20(1):129-154.

Rivas Plata E, Lucking R. 2012. High diversity of Graphidaceae (lichenized Ascomycota: Ostropales) in Amazonian Peru. Fungal diversity. Research Gate. DOI: http://doi.org/10.1007/s13225-012-0172-y.

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. DOI: http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24205

Soukup J. 1965. Lista de Líquenes del Perú. Lima. Biota.

Tokumine J. 1985. Líquenes del Herbario de San Marcos. Informe pre-profesional (Lima, Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

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

Liquenobiota 1(5):47-60 (2021) ISSN: 2788-5933
http://www.liquenesperu.com/revistas

Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica de origen vehicular en tres zonas del distrito de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2017

Marcia Ximena Ambrosio Mantilla, Bruno Bringas Becerra & Felipe Baltazar Gutiérrez Arce

Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo (UPAGU), Cajamarca, Perú

Correo electrónico de Marcia Ambrosio: marcia191993@hotmail.com

Correo electrónico de Bruno Bringas: bbringas12@gmail.com

Correo electrónico de Felipe Gutiérrez: felipegutierrezarce@upagu.edu.pe

Resumen

La investigación se realizó en el distrito de Cajamarca, en donde evaluó la calidad de aire a través de bioindicadores atmosféricos y se correlacionó con el tráfico vehicular, para lo cual se seleccionaron tres zonas: Plaza Amalia Puga, Plaza Mario Urteaga y Parque de la Urbanización Cajamarca, con flujos vehiculares alto, medio y bajo; respectivamente. La finalidad de la presente investigación fue validar a los líquenes como alternativa de bioindicadores atmosféricos para determinar la pureza atmosférica de las zonas de estudio y proponer una metodología sostenible y menos costosa para el monitoreo de contaminantes atmosféricos. Los indicadores utilizados fueron la riqueza y área de líquenes, datos que se obtuvieron a partir de una rejilla de 10 cm x 50 cm dividida en 20 cuadriculas. El área que ocuparon las especies fue calculada con el programa Adobe Photoshop CS6 Extended – Versión 13.0 64bits. El conteo de vehículos fue registrado por minuto en un lapso de 5 minutos durante una hora. El análisis de varianza de los indicadores estudiados se realizó a través del software estadístico InfoStat y este determinó diferencias significativas de los indicadores entre los lugares de estudio ($p<0.0001$). La zona con mayor flujo vehicular (Plazuela Amalia Puga, 36 veh/min) presentó menor área liquénica (34,8 cm^2), baja riqueza de líquenes (1.8 sp) y un valor menor de IPA (13,8), a diferencia de la zona con menor flujo vehicular (Parque Urbanización Cajamarca, 0 veh/min) tuvo mayor área liquénica (192.7 cm^2), alta riqueza de especies y un valor mayor de IPA (64,1). (menor contaminación atmosférica).

Palabras clave: contaminación, bioindicador, líquenes, parque automotor, pureza atmosférica.

Abstract

The research was carried out in the Cajamarca district, where the air quality was evaluated through atmospheric bioindicators and it was correlated with traffic, for which three zones were selected: Small square Amalia Puga, small square Mario Urteaga and Parque Urbanizacion Cajamarca, with high, medium and low traffic flows; respectively. The purpose of this study was to validate lichens as an atmospheric bioindicators to determine the atmospheric purity of the study areas and to propose a sustainable and less expensive methodology for the monitoring of atmospheric pollutants. The indicators used were the richness and area of lichens, data that were obtained from a 10 cm x 50 cm grid divided into 20 squares. The area occupied by the species was calculated with the Adobe Photoshop CS6 Extended - Version 13.0 64bits program. The vehicle count was recorded per minute in a 5-minute period for one hour. The analysis of variance of the studied indicators was carried out through the statistical software InfoStat and this determined significant differences of the indicators between the study places ($p < 0.0001$). The zone with the highest traffic (Small square Amalia Puga, 36 veh/min) presented less lichen area (34.8 cm2), low richness of lichens (1.8 sp) and a lower value of IPA (13.8), unlike the area with the lowest vehicular flow (Parque Urbanizacion Cajamarca, 0 veh/min) presented greater lichen area (192.7 cm2), high species richness and a higher IPA value (64.1).

Keywords: pollution, bioindicator, lichen, automotive park, atmospheric purity.

Introducción

La actividad del transporte de pasajeros y carga por vía terrestre en la ciudad de Cajamarca, ha logrado un gran auge en su desarrollo en los últimos años debido al crecimiento sostenido de la economía nacional. Esta ha sido un factor preponderante para el aumento del parque automotor; sin embargo, eso trae consigo el incremento de emisiones de concentración de gases tóxicos, que es uno de los problemas principales de contaminación del aire de la ciudad y de nuestro país, y afecta en la salud de la población. La falta de un plan interinstitucional para enfrentar esta situación permite que los índices de daños al aire cajamarquino se hallan incrementado últimamente (Grufides 2007).

Los contaminantes atmosféricos son compuestos tóxicos que pueden reflejar características y variaciones existentes en su ambiente, y que se manifiestan a partir de la reacción en los organismos, esto puede usarse como criterio de indicación. De este modo un bioindicador es un organismo o comunidad de organismos que responden a la contaminación de sustancias nocivas, ya sea con alteración a sus funciones vitales o la acumulación a tales sustancias, proporcionando de este modo información sobre el medio en que se encuentran (Vásquez et al. 2006).

Los líquenes tienen un importante papel como bioindicadores de lectura inmediata de la contaminación ambiental y de los cambios climáticos. Al absorber sus nutrientes de la atmósfera y no contar con un sistema excretor, tienden acumular contaminantes los cuales generan un impacto negativo en su reproducción, abundancia y número de especies. Estos organismos presentan mayor sensibilidad a contaminantes como hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y dióxido de azufre (SO_2); sustancias producidas en su mayoría por el parque automotor (Lijteroff et al. 2009) (Hawksworth et al. 2005)

De acuerdo a la investigación bibliográfica consultada se ha podido encontrar estudios aplicados en Argentina (Estrabou 2004, Giacobone & Cabrera 2009), Bolivia, Chile, Uruguay y Perú (Méndez Monge 2011); los mismos que fueron realizados en zonas urbanas y consideraron el flujo vehicular para la determinación de la alteración que genera en estos organismos; estas investigaciones aplican la metodología del índice de pureza atmosférica (IPA) (Rubiano & Chaparro 2006) para determinar la calidad atmosférica en cuatro zonas de estudio.

Es por esto que el objetivo principal de esta investigación fue validar el uso de líquenes para determinar la contaminación atmosférica en tres zonas del distrito de Cajamarca, cada una con diferentes flujos vehiculares; para así proponer a estos organismos como alternativa de bioindicadores atmosféricos.

Área de estudio

La ciudad de Cajamarca, capital de la región Cajamarca, ubicada en las coordenadas 9207327 y 774949 17M UTM entre los 2400 y 2600 m.s.n.m. (Fig. 1). Las zonas fueron: 1) Plazuela Mario Urteaga (jr. Mario Urteaga), 2) Parque Urbanización Cajamarca y 3) Plazuela Amalia Puga (jr. Amalia Puga).

Figura 1. Área de estudio: a) Plazuela Mario Urteaga, b) Parque Urbanización Cajamarca y c) Plazuela Amalia Puga. Fuente: Google Earth año 2020.

Materiales y métodos

a) Método de investigación

La investigación fue de tipo **aplicativa** ya que se ponen en práctica los conocimientos que se tiene y de nivel **correlacional** dado que se analizarán dos variables y su relación.

b) Diseño de investigación

El tipo de diseño de investigación fue **no experimental** (de tipo transversal) debido a que no se manipuló ninguna variable independiente y solo se observó el área de estudio.

c) Unidad de análisis, universo y muestra

a. **Unidad de análisis:** Cada árbol de las zonas que fueron muestreadas.

b. **Universo:** Parque o plazuelas del distrito de Cajamarca que contaron con las especies arbóreas en estudio, dentro de un diseño de muestra no probabilístico.

c. **Muestra:** Tres zonas urbanas de Cajamarca

La primera zona denominada Plazuela Amalia Puga (flujo vehicular alto), comprendida en la zona arbórea de la Av. El Maestro, entre el Jr. Amazonas y Jr. Amalia Puga. La segunda zona denominada Plazuela Mario Urteaga (flujo vehicular medio), que fue la Plazuela Miguel Grau. La tercera zona denominada Parque Urbanización

Cajamarca (flujo vehicular bajo), que comprendió el Parque del mismo nombre (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas UTM de las zonas de estudio

ZONAS	COORDENADAS		ALTITUDES (m.s.n.m.)
	Sur	Este	
Plazuela Amalia Puga	9207775	774713	2721
Plazuela Mario Urteaga	9208110	774862	2709
Parque Urbanización Cajamarca	9207871	774957	2709

d) Metodología de Campo:

El muestreo se realizó en las tres zonas, se determinó la riqueza de los líquenes, se contabilizó el flujo vehicular y se relacionó estas variables.

a. Monitoreo de líquenes

En el monitoreo de estos organismos se tomaron en cuenta siete árboles de la misma especie (Fresno *Fraxinus excelsior* L.) con similares características, ubicados de manera aleatoria en cada zona; durante el muestreo se determinó la riqueza y se tomaron fotografías para calcular el área de cada liquen en cada árbol seleccionado, utilizando la rejilla de 50 cm x 10 cm (Darré 2011). La base de la rejilla se colocó a una altura de 1.5 m del suelo (Fig. 2) y en la cara norte del árbol.

b. Monitoreo vehicular

En el registro de este dato, se contaron el número de vehículos que pasaron por minuto (veh/min), en lapsos de cinco minutos, durante una hora. Las horas punta elegidas fueron: 7:00 a.m., 12:30 p.m. y 6:00 p.m.

El registro vehicular y la riqueza y el área de los líquenes en cada zona de estudio se realizaron durante los mismos días.

Figura 2. Ubicación de la rejilla sobre los árboles.

e) Metodología de gabinete

a. Medición de riqueza y área

En este punto se procesaron cada una de las fotografías obtenidas en campo, utilizando el programa: Adobe Photoshop CS6 Extended – Versión 13.0 64x (Fig. 3).

b. Procesamiento de la información.

Luego de la obtención de los resultados de riqueza y área liquénica y flujo vehicular, se realizó el análisis de varianza de datos con el Programa InfoStat (Balzarini et al. 2008).

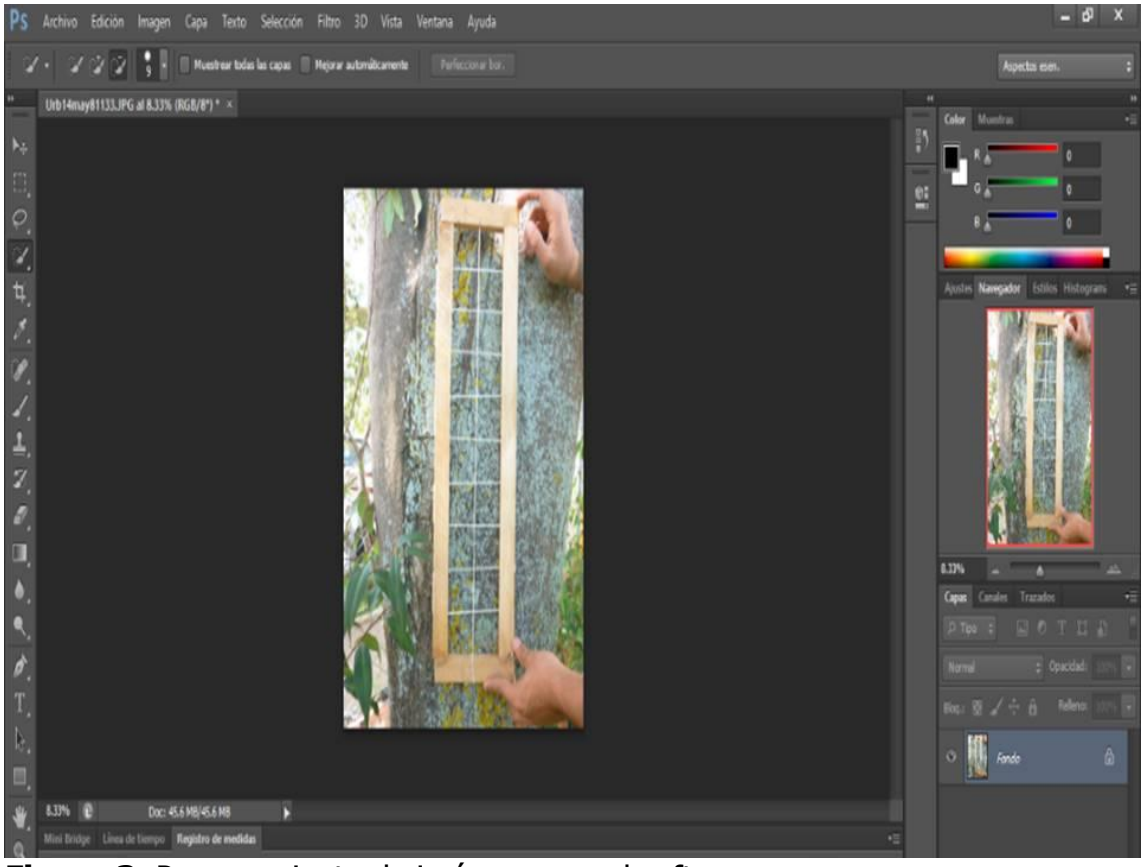


Figura 3. Procesamiento de imágenes en el software.

f) Determinación de especies

Las especies liquénicas registradas en campo fueron analizadas en el laboratorio de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para lo cual se utilizó un estereoscopio para conocer sus características y literatura especializada (Sipman 1999).

g) Cálculo del IPA

El cálculo del IPA se hizo según literatura en Darré (2011).

Resultados y discusión

a) Número de especies (riqueza)

Las especies de líquenes fueron tres foliáceas: *Physcia* sp. (Physciaceae) (Fig. 4a), *Flavopunctelia flaventior* (Parmeliaceae) (Fig. 4c) y *Candelaria fibrosa* (Candelariaceae) (Fig. 4e), siendo la primera especie la más resistente y persistente. El mayor número de individuos se registró en el Parque Urbanización Cajamarca con 2.3 especies por árbol, seguido por Plazuela Mario Urteaga con 2.0 especies por árbol y por último Plazuela Amalia Puga con 1.8 especies por árbol. Estas diferencias fueron significativas ($p<0.05$).

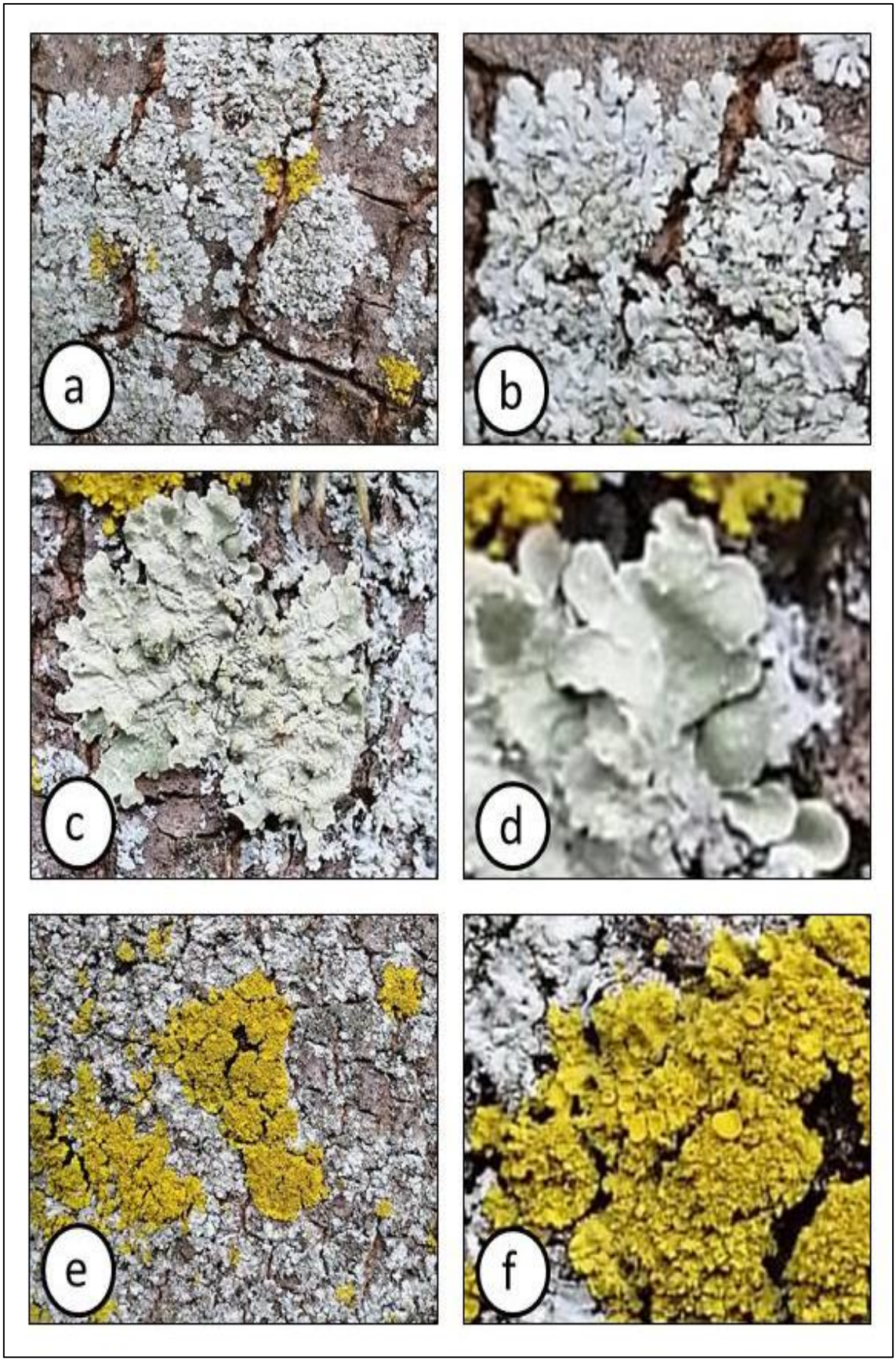


Figura 4. a) y b) Visualización de *Physcia* sp.*,* c) visualización de *Flavopunctelia flaventior* (Stirt.) Hale y d) visualización de sus pseudocifelas, e) visualización de *Candelaria fibrosa* (Fr.) Müll. Arg. y f) visualización de sus apotecios.

b) Área ocupada por los líquenes

El análisis de varianza (tabla 8) permitió encontrar diferencias significativas ($p<0.05$) para esta variable (cm^2/árbol) y entre cada uno de los lugares estudiados. A diferencia de la tasa vehicular, se encontró mayor área promedio ocupada por los líquenes en el Parque Urbanización Cajamarca (192.7 cm^2), que fue mayor de manera significativa si lo comparamos con el promedio de área ocupada por los líquenes en Plazuela Mario Urteaga (164.1 cm^2) y en Plazuela Amalia Puga (34.8 cm^2) (Tabla 3, 4 y 5).

Tabla 3. Frecuencia y áreas de los líquenes del Parque Urbanización Cajamarca

FÓROFITO	ESPECIE	FRECUENCIA	ÁREA (cm^2)
1	*Physcia* sp.	19	72.816801
1	*Candelaria fibrosa*	4	1.506133
2	*Physcia* sp.	20	104.2615
2	*Candelaria fibrosa*	8	8.063461
3	*Physcia* sp.	19	30.657026
3	*Candelaria fibrosa*	19	102.345397
3	*Flavopunctelia flaventior*	2	3.311046
4	*Physcia* sp.	11	90.89703
4	*Candelaria fibrosa*	8	32.314023
4	*Flavopunctelia flaventior*	1	9.450878
5	*Physcia* sp.	20	77.334412
5	*Candelaria fibrosa*	15	3.684074
6	*Physcia* sp.	20	311.779212
6	*Candelaria fibrosa*	14	9.038015
7	*Physcia* sp.	20	280.667138
7	*Candelaria fibrosa*	18	46.17222
7	*Flavopunctelia flaventior*	2	10.471019

Tabla 4. Frecuencia y áreas de los líquenes de Plazuela Amalia Puga

FÓROFITO	ESPECIE	FRECUENCIA	ÁREA (cm^2)
8	*Physcia* sp.	14	64.13884
9	*Physcia* sp.	6	2.052812
9	*Candelaria fibrosa*	1	0.760574
10	*Physcia* sp.	12	8.330183
10	*Candelaria fibrosa*	12	2.007595
11	*Physcia* sp.	14	8.707341
11	*Candelaria fibrosa*	9	3.294218
12	*Physcia* sp.	20	87.236983
12	*Candelaria fibrosa*	17	20.859887
13	*Physcia* sp.	9	6.987427
13	*Candelaria fibrosa*	1	0.058089
14	*Physcia* sp.	10	9.326594
14	*Candelaria fibrosa*	8	13.518738

Tabla 5. Frecuencia y áreas de los líquenes de Plazuela Mario Urteaga

FÓROFITO	ESPECIE	FRECUENCIA	ÁREA (cm^2)
15	*Physcia* sp.	16	53.417304
15	*Candelaria fibrosa*	1	0.111383
16	*Physcia* sp.	20	137.950698
16	*Candelaria fibrosa*	3	2.706576
17	*Physcia* sp.	20	192.44481
17	*Candelaria fibrosa*	9	1.898918
18	*Physcia* sp.	20	239.007051

FÓROFITO	ESPECIE	FRECUENCIA	ÁREA (cm^2)
19	*Physcia* sp.	16	18.160939
19	*Candelaria fibrosa*	5	1.02614
20	*Physcia* sp.	20	213.65261
20	*Candelaria fibrosa*	4	0.466866
21	*Physcia* sp.	20	214.598328
21	*Candelaria fibrosa*	3	0.567262
21	*Flavopunctelia flaventior*	4	10.855663

c) Tasa vehicular (Flujo Vehicular)

Los resultados obtenidos del monitoreo de vehículos responden a los resultados de monitoreo de ruido (Grufides 2007). La Plazuela Amalia Puga presentó el flujo vehicular más alto (36 veh/min), explicado probablemente porque el estudio de monitoreo demostró que éste es uno de los lugares más ruidosos (70 dB), mientras que en el Parque Urbanización Cajamarca el flujo vehicular fue de 0 veh/min, dado que los decibeles registrados en el estudio de monitorio fueron casi nulos. Estos resultados concuerdan con las conclusiones de dicho estudio de monitoreo de ruido.

d) Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

Los resultados del IPA fueron los siguientes para cada zona de estudio: Plazuela Amalia Puga = 13.8 (Tabla 6), Plazuela Mario Urteaga = 50.1 (Tabla 7) y Parque Urbanización Cajamarca = 64.1 (Tabla 8). Estos fueron calculados a partir de la riqueza y área. Cabe resaltar que para el Parque Urbanización Cajamarca se obtuvo un IPA mayor (mayor riqueza y abundancia) y al mismo tiempo fue la zona con flujo vehicular mínimo (0 veh/min). La Plazuela Amalia Puga obtuvo el IPA más bajo (menor riqueza y abundancia) con el flujo vehicular más alto (36 veh/min).

Tabla 6. Índice de Pureza Atmosférica – zona Plazuela Amalia Puga

ESPECIE	Fi	Aj	Nj	Aj-1/Nj	Qi.	qi*fi	IPA ESTACIÓN
Physcia sp.	11.25	2	3	0.33	0.67	7.50	13.8
Candelaria fibrosa	9.4	2	3	0.33		6.27	

Tabla 7. Índice de Pureza Atmosférica – zona Plazuela Mario Urteaga

ESPECIE	Fi	Aj	Nj	Aj-1/Nj	Qi.	qi*fi	IPA ESTACIÓN
Physcia sp.	13.60	3	3	0.667	2	27.2	50.1
Candelaria fibrosa	8.25	3	3	0.667		16.50	
Flavopunctelia flaventior	7.2	3	3	0.667		14.40	

Tabla 8. Índice de Pureza Atmosférica – zona Parque Urbanización Cajamarca

ESPECIE	Fi	Aj	Nj	Aj-1/Nj	Qi.	qi*fi	IPA ESTACIÓN
Physcia sp.	13.55	3	3	0.667	2	27.1	64.1
Candelaria fibrosa	12.15	3	3	0.667		24.3	
Flavopunctelia flaventior	7.15	3	3	0.667		14.3	

Tabla 9. Promedio de las tasas vehicular, área de líquenes, número de especies e IPA en cada uno de los lugares estudiados.

Zona	Condición de estudio	Tasa vehicular (vehículo/ minuto)	Área de liquen (cm^2/árbol)	Núm. especies (especies/ árbol)	IPA*
Amalia Puga	Flujo vehicular alto	36.0 *a*	34.8 *b*	1.8 *c*	13.8 *c*
Mario	Flujo vehicular	22.0 *b*	164.1 *a*	2.0 *b*	50.1 *b*

Urteaga	medio				
Urbanización Cajamarca	Flujo vehicular bajo	0.0 *c*	192.7 *a*	2.3 *a*	64.1 *a*
E.E.		0.13	11.61	0.06	3.34
p – valor		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
C.V.		4.97	66.56	22.62	22.14

* Índice de Pureza Atmosférica
E.E.: Error estándar. C.V.: Coeficiente de variabilidad.
Letras diferentes señalan diferencias entre columnas (p<0,05).

Los resultados se asemejan a los de Quispe et al. (2013), Canseco et al. (2006) y Darré (2011); dado que obtuvieron valor de IPA menores a 15 en zonas de mayor flujo vehicular y al mismo tiempo menor presencia de área y riqueza liquénica. Así mismo presentaron un valor de IPA mayor a 30 en zonas de mayor número de especies y abundancia de líquenes, y con menor presencia vehicular.

Conclusiones

Los valores de IPA están en relación indirecta con el flujo de tránsito vehicular. El Parque Urbanización Cajamarca presentó menor flujo vehicular y tuvo un mayor valor de IPA, y la Plazuela Amalia Puga presentó mayor flujo vehicular y tuvo un menor valor de IPA.

Agradecimientos

Agradecemos a los Docentes y Personal de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, de igual manera al Ing. Walter Grau del laboratorio de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, quien nos apoyó en el desarrollo de la investigación y presentación de esta.

Literatura citada

Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Casanoves F, Di Rienzo JA, Robledo CW. 2008. Manual del Usuario. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Canseco A, Anze R, Franken M. 2006. Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. Revista Acta Nova 3(2):285-307.

Darré E. 2011. Líquenes como Bioindicadores de contaminación Atmosférica en Montevideo – Uruguay. Tesis de maestria (Montevideo,Uruguay): Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias.

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.

Giacobone G, Cabrera S. 2009. Informe de resultados: Líquenes como bioindicadores de calidad del aire, Buenos Aires, Argentina. Agencia de Protección Ambiental-Ministerio de Ambiente y Espacio Público.

Grufides. 2007. Cajamarca, respirando veneno. El Clarín. Acceso: 01/01/2017. http://grufidesinfo.blogspot.com/2007/08/cajamarca.html.

Hawksworth D, Iturriaga T, Crespo A. 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los Trópicos. Madril, España. Revista Iberoamericana de Micología 22:71-82.

Lijteroff R, Lima L, Prieri B. 2009. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en. San Luis. Revista Nacional de Contaminación Ambiental 25(2):111-120.

Méndez V, Monge J. 2011. El uso de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial. Biocenosis 25(1-2):51-67.

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

Rubiano L, Chaparro M. 2006. Delimitación de áreas de isocontaminación atmosférica en el campus de la universidad nacional de colombia mediante el análisis de bioindicadores (líquenes epifitos). Acta Biológica Colombiana 11(2):87-102.

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

Vásquez G, Mejía G, Gonzáles I. 2006. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. Contactos 60:41-48.

INDICACIONES PARA EL AUTOR(ES) DE ARTÍCULOS

La revista nacional ‘’Liquenobiota’’ difunde el conocimiento de la liquenología, tanto a nivel nacional como internacional. Es publicada por la Asociación Proyectos Ecológicos Perú durante cualquier mes del año. La revista está dirigida a profesionales, estudiantes y público en general. Los artículos deben ser originales y no deben estar sometidos a otra revista en paralelo. Una vez recepcionado el trabajo, será sometido a pares académicos anónimos. Los manuscritos pueden ser presentados en español o inglés; si fuera en español con un resumen en inglés. No hay límite de número de páginas publicadas, aunque se sugiere como mínimo 5 y máximo 20 páginas. Son importantes publicaciones de investigación básica y aplicada, como listados de especies, taxonomía y sistemática, química, genética y ecología; bioindicadores de la calidad del aire, liquenogeografía, etnoliquenología y líquenes tintóreos. Los manuscritos deberán ser enviados en formato Word (doc.) al editor a cargo quien lo remitirá a los editores, para ello deberá adjuntar una carta de presentación y hoja de vida.

Ángel Manuel Ramírez Ordaya

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico: liquenes_peru@yahoo.com

María Encarnación Holgado Rojas

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Correo electrónico: mariholgado@yahoo.es

Alicia Cuba Villena

Universidad Tecnológica de los Andes

Correo electrónico: aliciacuba1@hotmail.com

Ana Josefina Vargas Celi

Bq Innova Consultores S.A.C.

Correo electrónico: ana.serum18@gmail.com

Jano Nuñez Zapata

Asociación Proyectos Ecológicos Perú

Correo electrónico: janoalexnz@gmail.com

Carta de presentación

El trabajo será acompañado de una carta de presentación dirigida al editor a cargo, indicando haber leído las presentes pautas para presentación del trabajo, augurando la originalidad, carácter inédito, totalidad del trabajo presentado y su disposición para que sea revisado y editado.

Cada autor del trabajo deberá de enviar por correo electrónico al editor o editores, dando las garantías mencionadas anteriormente.

Prueba final y carta de consentimiento

Una vez que el manuscrito haya sido aceptado, el editor que haya recibido el artículo enviará al autor(es) una prueba final del trabajo en formato PDF para su revisión final; los autores deberán efectuar los cambios pertinentes corrigiendo los errores de forma y fondo, y una vez subsanados el autor responsable enviará la carta de consentimiento para publicación del artículo, en el cual: acepta la publicación del trabajo en la revista ‘’Liquenobiota’’ y está de acuerdo con la licencia de su uso.

Formato de texto

- Tamaño de página: A4 (21 cm × 29.7 cm); márgenes: arriba 3 cm, abajo 2.5 cm, izquierda 3 cm y, derecha 3 cm.
- Espacio: anterior 0 pto., posterior 10 pto., interlineado múltiple 1.15.
- El trabajo con los siguientes datos en el orden mencionado:
- Título (En minúscula, tahoma 14, centrado y en negrita), Autores (Tahoma 13 y centrado), Afiliaciones de los autores (Tahoma 11), Resumen, Abstract y Keywords (Tahoma 12, en negrita con izquierda a 4 cm y derecha a 3 cm). Palabras clave cinco como máximo.
- División del texto: Introducción, Área de estudio, Material y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Literatura citada (según: Style Scientific and format: https://www.scientificstyleandformat.org).
- Todos los nombres de taxones en itálica.

Ilustraciones

Las ilustraciones deben ser creación de los autores, en caso contrario deben de indicar los permisos necesarios, procedencia y créditos. Las figuras (mapas, esquemas, diagramas, dibujos, gráficos, fotos, etc.) serán numeradas correlativamente con números arábigos; de igual manera las tablas.

Las leyendas de las figuras y tablas deben presentarse a continuación del texto y ser suficientemente explicativas, y con toda la información necesaria para que se puedan entenderse independientemente del texto.

Las fotos y dibujos escaneados deben guardarse en archivos JPG tamaño del original a 300 dpi. Los gráficos estadísticos y diagramas deben enviarse en formato nativo editable (archivo xls, archivo.svg, archivo.eps), NO COMO IMÀGENES (JPG, TIFF, PNG). Los mapas deben enviarse

en alta resolución y en JPG). Una vez aceptado el trabajo, de ser necesario se debe enviar las imágenes en formato editable.