

Liquenobiota y su uso como bioindicadora de la calidad del aire en el Área de Conservación Privada Lomas de Quebrada Río Seco-Santuario de Amancay (Lima, Perú)

Ángel Manuel Ramírez Ordaya¹ & Emilio Fuentes García²

1 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

2 Área de Conservación Privada Lomas de Quebrada Río Seco – Santuario de Amancay de UNACEM

Correo electrónico de Ángel Ramírez: liquenes_peru@yahoo.com,
<https://orcid.org/0000-0001-9329-5415>

Correo electrónico de Emilio Fuentes: emilio.fuentes@asociacionunacem.org,
emiliofuentesgarcia@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-0396-2200>

Resumen

Los líquenes son un grupo importante de organismos dentro de los ecosistemas, pero es poco considerado en los estudios de biodiversidad, ya que más hacen énfasis en la flora y fauna. Este estudio da a conocer la liquenobiota del ACP Santuario de Amancay, así como la aplicación de una de sus funciones como bioindicadores de la calidad del aire. En el presente estudio se determinaron 27 especies, con siete registros nuevos para el ecosistema de loma y cinco para el país. Adicionalmente, se estableció una estación de biomonitoreo de la calidad del aire.

Palabras clave: hongo liquenizado, registros nuevos, costa.

Abstract

Lichens are an important group of organisms within ecosystems, but they are rarely considered in biodiversity studies, since more emphasis is placed on the flora and fauna. This study reports the lichen biota of the ACP Santuario de Amancay and applies one of its functions as bioindicators of air quality. In the present study, 27 species were determined; five new records are added for the country, and seven for the loma ecosystem. In addition, a biomonitoring station was installed.

Keywords: lichenized fungi, new records, coast.

Introducción

La diversidad de flora y fauna es conocida, por múltiples estudios previos en el ecosistema de loma (Cano et al. 1999, Valeriano & Montesinos 2016, Villegas et al. 2017, Talavera et al. 2017); sin embargo, el estudio de la liquenobiota cuenta con pocos estudios (Ramírez 1969, Delgado 2011, Arenas 2017) y esta comenzado a aumentar (Vargas et al. 2016, Ramírez 2021a, Ramírez & Ramos 2021, Aguirre & Ramírez 2022).

Estos organismos son muy importantes en el ecosistema de loma por ser pioneros en la sucesión ecológica, formadores de suelo y bioindicadores de la calidad del aire (Ferry 2018, Huamani & Ramírez 2021, Taipe 2021, Ramos 2021, Salinas 2021); por ello, se requieren un mayor número de trabajos de investigación que promuevan la conservación de este ecosistema, el cual es considerado frágil y vulnerable, ante amenazas asociadas como la expansión urbana. (Pollack et al. 2020).

En cuanto a los estudios como bioindicadores de la calidad del aire, existen varias investigaciones en el país (Huamán et al. 2022); sin embargo, aún no es obligatoria su inclusión en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), a falta de estándares de calidad de aire líquénico (ECAL) para los diferentes ecosistemas del país. Recientemente se cuenta con una propuesta de ECAL para el ecosistema de loma basada en el número de individuos de líquenes que habitan sobre roca (Huamani y Ramírez 2021).

Los objetivos de la presente investigación son dar a conocer la liquenobiota en el ACP Santuario de Amancay, establecer zonas de biomonitoreo y evaluar de forma biótica la calidad del aire.

Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en el Área de Conservación Privada (ACP) Lomas de Quebrada Río Seco – Santuario de Amancay. El ACP se encuentra al sur de la ciudad de Lima, en el departamento de Lima, provincia de Lima, en los distritos de Pachacamac y Lurín (Fig. 1). Con un área de 787.82 ha., este terreno es propiedad de la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A. – UNACEM. Es reconocido por el Ministerio del Ambiente como espacio de conservación del ecosistema de loma (RM-117-2021-MINAM) y presenta la dinámica anual con una temporada seca (Fig. 2) y una húmeda (Fig. 3).

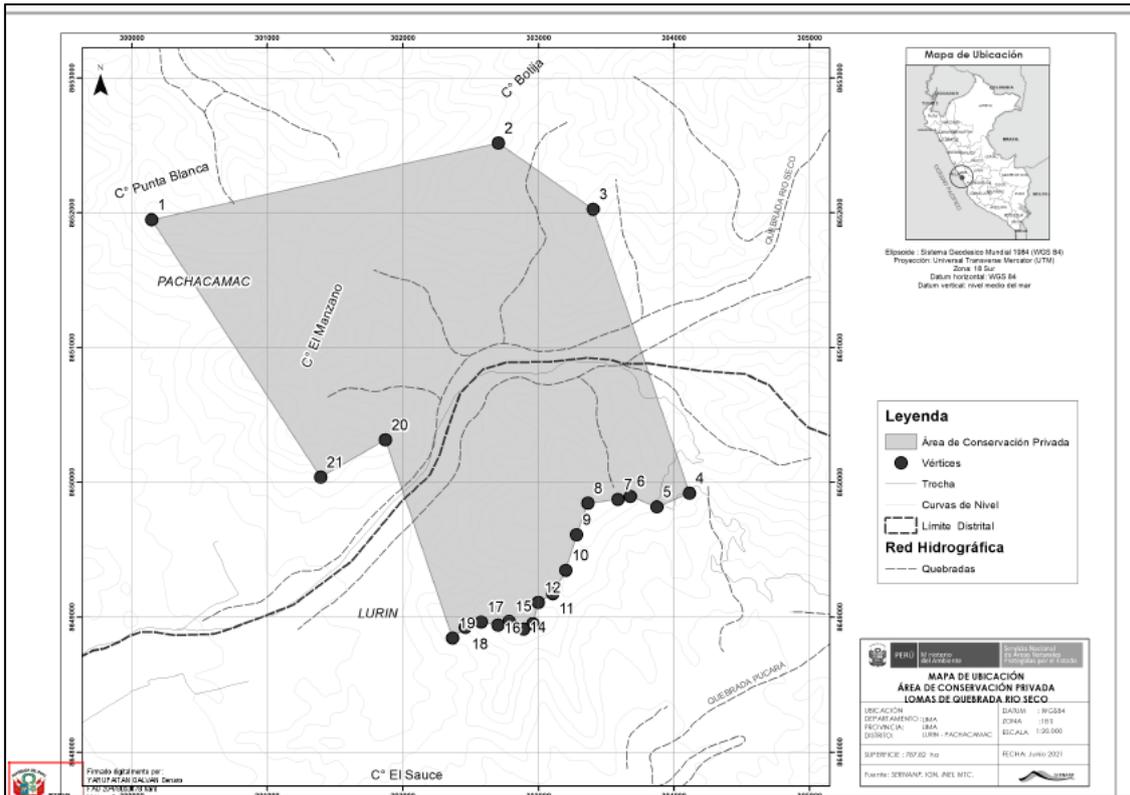


Fig. 1. Ubicación del Área de Conservación Privada (ACP) Lomas de Quebrada Río Seco – Santuario de Amancay (Ministerio del Ambiente 2021).



Fig. 2. ACP Santuario de Amancay en temporada seca.



Fig. 3. ACP Santuario de Amancay en temporada húmeda.

Materiales y métodos

En el estudio de la liquenobiota se hicieron recorridos en campo en los caminos preestablecidos, se tomaron registros fotográficos y muestras mínimas de líquenes, y se consultó literatura especializada para poder determinar las muestras (Kashiwadani 1987, Moberg 1990, Nash et al. 1995, Brodo et al. 2001, Nash et al. 2004, Sipman 2005, Nash et al. 2007, Hetsmark 2009, Davydov et al. 2019, Ramírez 2021a y Ramírez 2021b).

El establecimiento de la estación para la evaluación de la calidad del aire consideró seleccionar dos zonas (Fig. 4), ubicadas cerca a la entrada del ACP, a una distancia al mar de 12 km, en dirección SO y a una altitud de 600 m.s.n.m. aproximadamente. En cada zona se seleccionaron dos rocas, y en cada roca se realizaron de dos a tres transectos; los transectos se hicieron en la vista frontal de la roca frente al mar y se anotaron la orientación cardinal y el ángulo de inclinación. En la primera zona, para la primera roca (R1) se trazaron dos transectos y para R2 tres transectos; en la segunda zona, para R3 se trazaron dos transectos y para R4 tres transectos (Tabla 1). Los transectos 1,3,4,5 y 9 fueron utilizados para determinar la calidad del aire, por presentar la mayor cantidad de individuos; los otros transectos fueron señalizados para un posterior monitoreo.

La calidad de aire se determinó en base a la propuesta Estándar de Calidad de Aire Liguénico (ECAL) para el ecosistema de loma propuesto por Huamani y Ramírez (2021), la cual tiene como base el número de individuos de líquenes (*Parmotrema andinum*, *Ramalina peruviana* y *Usnea* sp.) en transectos de 50 cm sobre roca, mirando hacia el mar (lugar de donde viene la neblina) a una distancia entre 10 y 12 km y ubicados a una altitud de 600 m.s.n.m. aprox.



Fig. 4. Estación de biomonitoreo de la calidad del aire. Zona 1 (R1 y R2) y zona 2 (R3 y R4). R= roca. (Google earth, 2023).

La estación de monitoreo de la calidad del aire tiene dos zonas, y en cada una hay cinco transectos (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de transectos

Zona	Transecto	Coordenada en UTM		Altitud (m.s.n.m.)	Orientación cardinal
1	1	301112	8650870	674	SO
	2	301112	8650870	674	SO
	3	301193	8650962	675	SO
	4	301193	8650962	675	SO
	5	301193	8650962	675	SO
2	6	302919	8649757	650	SO
	7	302919	8649757	650	SO
	8	302919	8649757	650	SO
	9	302828	8649773	623	SO
	10	302828	8649773	623	SO

Resultados

La liquenobiota del ACP Santuario de Amancay está conformada por 27 especies, agrupadas en 14 familias. Las familias predominantes son Teloschistaceae con siete especies y Physciaceae con cuatro especies (Tabla 2, Figs. 5 y 6).

Tabla 2. Especies de la liquenobiota del ACP Santuario de Amancay. b (biotipo), h (hábitat), cr (crustáceo), fo (foliáceo), fr (fruticuloso), es (escumuloso), s (saxícola), c (corticícola), m (muscícola) y t (terrícola).

Nº	Familia	Especie	b	h
1	Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> sp. cf.	cr	s
2	Arthoniaceae	<i>Arthonia</i> sp. cf.	cr	s
3	Caliaceae	<i>Buellia triseptata</i> A. Nordin	cr	c
4	Caliaceae	<i>Buellia</i> sp. cf.	cr	s
5	Candelariaceae	<i>Candelaria pacifica</i> Westberg.	fo	s
6	Collemataceae	<i>Leptogium</i> cf. <i>acutisporum</i> P.M. Jørg.	fo	s
7	Chrysothrichaceae	<i>Chrysothrix granulosa</i> G. Thor	cr	c
8	Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp.	cr	c
9	Lecanographaceae	<i>Lecanographa</i> sp. cf.	cr	c
10	Parmeliaceae	<i>Parmotrema andinum</i> (Müll. Arg.) Hale	fo	s
11	Parmeliaceae	<i>Punctelia stictica</i> Delise ex Duby) Krog	fo	s
12	Parmeliaceae	<i>Xanthoparmelia ferraroiana</i> T. H. Nash, Elix & J. Johnst.	fo	s
13	Physciaceae	<i>Heterodermia</i> sp.	fo	c
14	Physciaceae	<i>Leucodermia leucomelos</i> (Linnaeus) K. Kalb	fo	m
15	Physciaceae	<i>Physcia undulata</i> Moberg	fo	s
16	Physciaceae	<i>Tornabenia ephebea</i> (Ach.) Østh	fr	t
17	Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i> (Sprengel) Krog & Swinscow	fr	s
18	Ramalinaceae	<i>Ramalina peruviana</i> Ach.	fr	s c
19	Stereocaulaceae	<i>Lepraria</i> sp.	cr	s
20	Teloschistaceae	<i>Aridoplaca peltata</i> Wilk & Lucking,	es	s
21	Teloschistaceae	<i>Biatora</i> sp. cf.	cr	s
22	Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 1	cr	c
23	Teloschistaceae	<i>Leproplaca chrysodeta</i> (Vain.) J. R. Laundon	cr	s
24	Teloschistaceae	<i>Seirophora villosa</i> (Ach.) Frödén	fo	t
25	Teloschistaceae	<i>Wetmoreana brouardii</i> (B. de Lesd.) Wilk & Søchting	cr	s
26	Teloschistaceae	<i>Xanthomendoza fulva</i> (Hoffm.) Søchting, Kärnefelt & S. Y. Kondr.	fo	s
27	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria polyphylla</i> (L.) Baumg.	fo	s

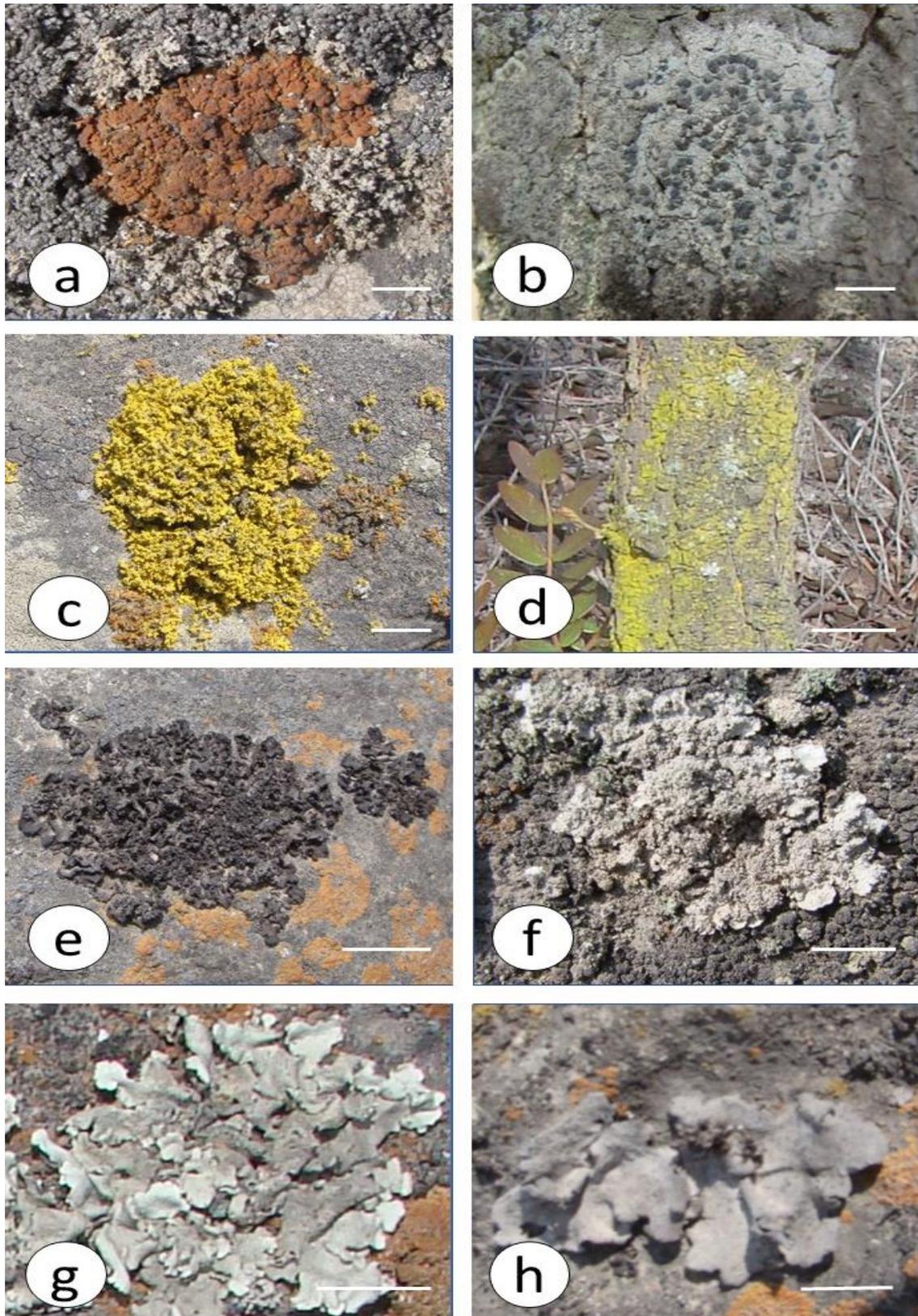


Figura 5. a) *Aridoplaca peltata* Wilk & Lucking, b) *Buellia triseptata* A. Nordin, c) *Candelaria pacifica* Westberg, d) *Chrysothrix granulosa* G. Thor, e) *Leptogium* cf. *acutisporum* P. M. Jørg., f) *Parmotrema andinum* (Müll. Arg.) Hale, g) *Xanthoparmelia ferraroniana* T. H. Nash, Elix & J. Johnst. y h) *Umbilicaria polyphylla* (L.) Baumg. La barra blanca mide 1 cm.

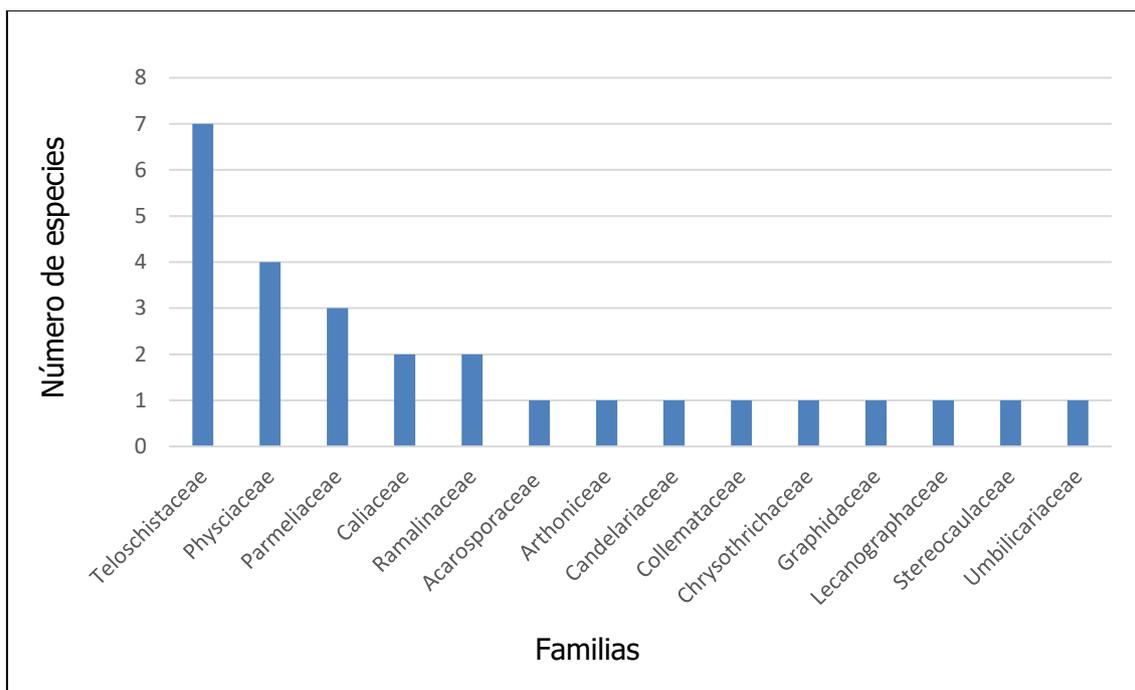


Figura 6. Familias de líquenes presentes en el ACP.

El biotipo predominante es el crustáceo con 12 especies (44.4%), seguido del foliáceo con 11 especies (40.7%), el fruticuloso con tres especies (11.1%) y finalmente el escuamuloso con una especie (3.7%).

El hábitat dominante de los líquenes fue el saxícola con 17 especies (63%), seguido de corticícola con siete especies (25.9%), saxícola y corticícola 1 especie (3.7%), muscícola 1 especie (3.7%) y terrícola 1 especie (3.7%).

La estación de monitoreo de la calidad del aire tiene dos zonas, y en cada una hay cinco transectos; los primeros cuatro transectos son presentados (Figura 7).

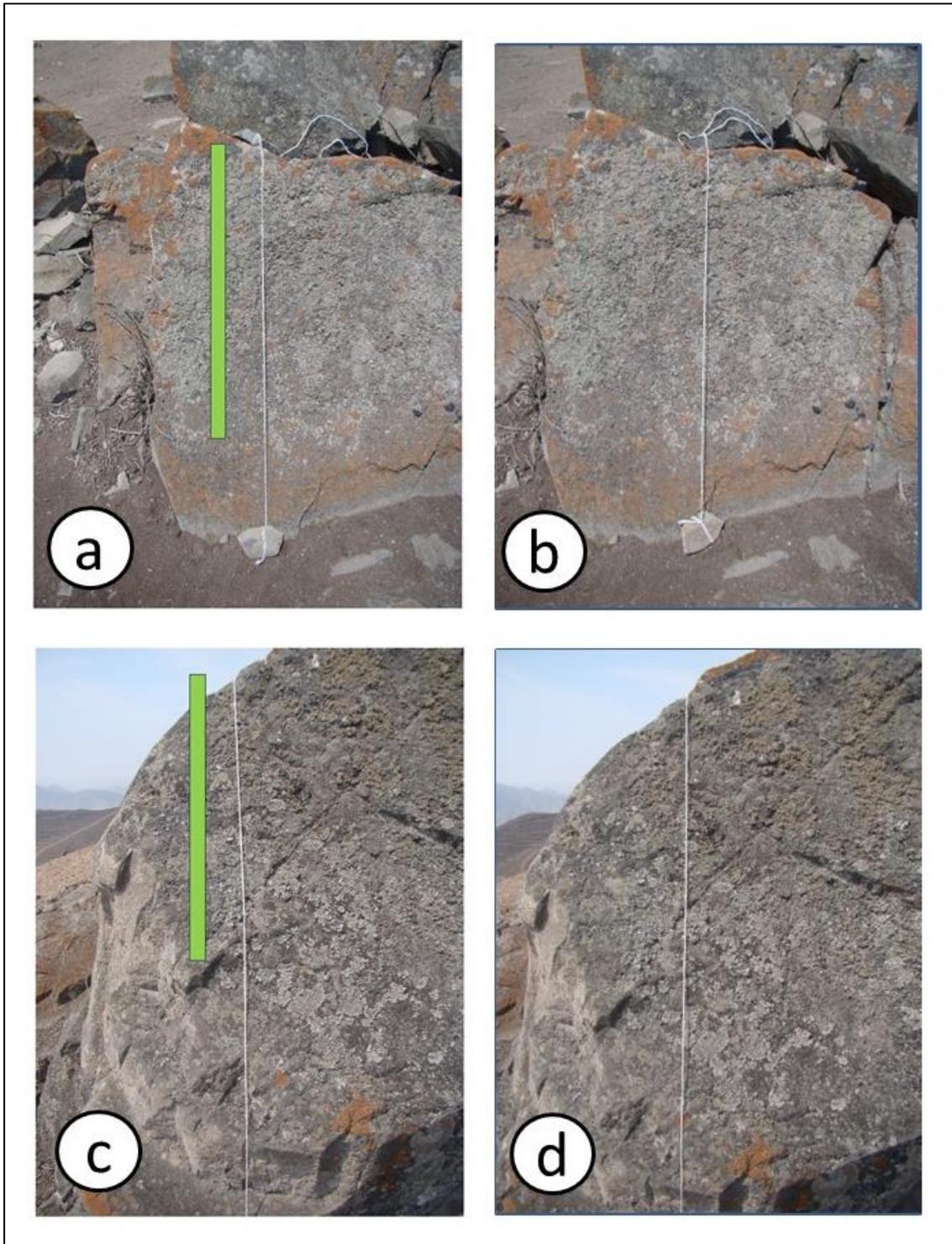


Figura 7. Establecimiento de transectos de 50 cm (línea verde) en la zona 1. a) Transecto 1, b) transecto 2, c) transecto 3 y d) transecto 4.

Las especies registradas en la estación de biomonitorio de la calidad del aire fueron *Parmotrema andinum* con cinco individuos, *Punctelia stictica* con 16 individuos y *Ramalina peruviana* con un individuo (Tabla 3).

Tabla 3. Número de individuos de líquenes bioindicadores en ACP Santuario de Amancay

Intervalo de tamaño del talo (cm)	Nº de individuos por tamaño		
	<i>Parmotrema andinum</i>	<i>Punctelia stictica</i>	<i>Ramalina peruviana</i>
<0.5	0	0	0
0.5 a < 1	0	0	1
1 a < 1.5	3	4	0
1.5 a < 2	1	3	0
2 a < 2.5	1	2	0
2.5 a < 3	0	2	0
3 a < 3.5	0	4	0
3.5 a < 4	0	0	0
4 a < 4.5	0	0	0
4.5 a < 5	0	0	0
5 a < 5.5	0	1	0
Nº total de individuos	5	16	1

Discusión y conclusiones

La presencia líquenes determinados a nivel de especie para el ecosistema de loma son reportados en las publicaciones de Ramírez R. (1969), quien reportó 34 especies (lomas de Trujillo-La Libertad) y comparte tres especies con este trabajo; y Ramírez A. (2021a), quien reportó 12 especies (ecosistema de loma del país) y comparte cinco especies con este trabajo; por tanto, los registros nuevos para este ecosistema son *Aridoplaca peltata*, *Buellia triseptata*, *Leproplaca chrysodeta*, *Punctelia stictica*, *Umbilicaria polyphylla*, *Wetmoreana brouardii* y *Xanthomendoza fulva*.

En cuanto al número de géneros para el ecosistema de loma, Ocrospoma (1990) citó 5, Ramírez (2021a) citó 30, Salinas (2021) citó 22 y Aguirre & Ramírez (2022) 33, este trabajo adiciona dos géneros nuevos (*Aridoplaca* y *Wetmoreana*) para este ecosistema. Los nuevos registros se deben al realizar una determinación a nivel de especie y al explorar esta área de conservación.

El listado de líquenes del Perú (Ramírez 2021c) citó nueve especies de *Umbilicaria* y 12 especies de *Buellia*, sin embargo, no se han registrado a *Buellia triseptata* y *Umbilicaria polyphylla*, ni a *Leproplaca chrysodeta*, *Wetmoreana brouardii* y *Xanthomendoza fulva*, por lo cual estas cinco especies son registros nuevos para el país.

Los géneros comunes para la loma de Trujillo (Ramírez R. 1969), loma de Lachay (Antonio et al. 2021, Méndez & Ramírez 2021), lomas de Amancaes (Meza & Ramírez 2021), loma de Atiquipa (Delgado 2011) y loma de Tacahuay (Arenas 2017 y Salinas 2021) son *Caloplaca*, *Chrysothrix* y *Lepraria*; los mismos que son reportados en este trabajo, reafirmando la amplia distribución de estos taxones. La presencia de *Chrysothrix* y *Lepraria* puede deberse al rápido desarrollo y crecimiento y el de *Caloplaca* a su gran resistencia ambiental y longevidad.

Ramírez (1969) citó como hábitat dominante el terrícola con 15 especies, seguido por el saxícola con ocho especies, el corticícola también con ocho especies, el lignícola con seis, el epifloédico con tres especies y el cactícola con una especie. En el ACP Santuario de Amancay, el hábitat dominante de los líquenes fue el saxícola con 17 especies (63%), seguido de corticícola con 7 especies (25.9%), saxícola y corticícola 1 especie (3.7%), muscícola 1 especie (3.7%) y terrícola 1 (3.7%). Probablemente faltaría registrar en la loma de Trujillo más especies de hábito saxícola o varias de las especies registradas como terrícolas sean realmente saxícolas y se hallan desprendido de la roca.

Marmanillo & Ramírez (2021) registraron como especie común en la Reserva Nacional de Lachay a *Hypotrachyna cirrhata*, pero esta especie no es reportada para este lugar de estudio, debido a que la especie en mención es corticícola y en el ACP Santuario de Amancay el sustrato corteza es escaso, siendo dominante el sustrato rocoso, en donde habita como frecuentemente *Wetmoreana brouardii*

Ferry (2018) mencionó la presencia de *Parmotrema andinum* para la Reserva Nacional de Lachay y la usó como bioindicador del aire, y Hurtado (2013) en Venezuela evaluó un representante del mismo género como potencial biomonitor activo de la contaminación; en el presente estudio también se ha registrado la misma especie, por lo que consideramos que en el ACP Santuario de Amancay hay el potencial de realizar biomonitoreos de la calidad del aire para la evaluación de metales pesados y compararlos con los estudios previos.

Ramírez & Ramos (2021) citaron líquenes epífitos para la Reserva Nacional de Lachay, entre ellos a *Chrysothrix granulosa* y *Ramalina peruviana*, en el estudio se ha registrado esos dos líquenes epífitos, por lo cual el ACP Santuario de Amancay, sería un espacio idóneo para implementar un programa de reforestación para la conservación de líquenes y otras especies.

Huamani & Ramírez (2021) en su propuesta de buena calidad del aire líquénico indicaron la presencia del trinomio *Parmotrema andinum* con 42 individuos, *Ramalina peruviana* con 41 individuos y *Usnea* sp. con ocho individuos; en este estudio se ha registrado para *P. andinum* cinco individuos y *Ramalina peruviana* con un individuo, lo que indicaría que la calidad del aire es

regular, sin embargo, con la presencia de *Punctelia stictica* con 16 individuos, el cuál estructuralmente es más sensible que el trinomio por la presencia de pseudocifelas (abertura del talo para el intercambio gaseoso) indicaría que la calidad del aire estaría entre buena y regular, por lo que es necesario ampliar los criterios bióticos de calidad del aire en muy bueno (Reserva Nacional de Lachay), bueno (Santuario de Amancay), regular (lomas de Amancaes), malo y muy malo.

En los trabajos de tesis de Ferry (2018), Taipe (2021), Ramos (2021) y Salinas (2021) para evaluar la calidad del aire con líquenes no usan un estándar biótico de calidad del aire (ECAL), este trabajo compara con una propuesta de estándar para el ecosistema de loma (Huamán & Ramírez 2021).

Finalmente, se cumplieron los objetivos registrando 27 especies de líquenes en el ACP lomas de quebrada Rio Seco-Santuario de Amancay, lo cual amplía el conocimiento para conocer la liquenobiota de más lomas; asimismo, se evaluó la calidad del aire de forma abiótica estableciendo nuevos criterios para este ecosistema.

Agradecimientos

A la Asociación UNACEM por las gestiones administrativas y logísticas. A los doctores en liquenología Manuela Dal Forno (Fort Worth Botanical Garden), Frank Bungartz (Arizona State University), Karina Wilk (W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences) y Jesús Hernández (Instituto Experimental jardín botánico Dr. Tobías Lasser., Universidad Central de Venezuela) por compartir literatura especializada. La presente investigación contó con la Resolución administrativa N° D000133-2023-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS.

Literatura citada

Aguirre M, Ramírez A. 2022. Educación y comparación de líquenes en las lomas, Perú. Trabajos científicos del VI Congreso Nacional de Liquenología del Perú. <https://liquenesperu.com/libros>

Antonio M, Ramos D, La Rosa M, Niño de Guzmán P. 2021. Diversidad de líquenes asociados a *Vasconcellea candicans* (A. gray) A. DC (mito) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú. Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de liquenología y I Congreso Nacional de lomas del Perú. <https://liquenesperu.com/libros>

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. 795 pp.
- Cano A, Roque J, Arakaki M, Arana C, La Torre M, Llerena N, Refulio N. 1999. Diversidad Florística de las lomas de Lachay (Lima) durante el evento " El Niño 1997-1998". Revista Peruana de biología. Volumen Extraordinario:125-132.
- Davydov E, Blum O, Kashevarov G, Grakhov V. 2019. *Umbilicaria subpolyphylla* Oxner: the correct name for *U. iberica* Sancho & Krzewicka and its bipolar distribution pattern. The Lichenologist 51(3):205–220. <http://doi:10.1017/S002428291900015X>
- 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 Agustín de Arequipa.
- 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.
- Google earth. Acceso: 06/05/2024. <https://google.es/intl/es/earth/index.html>
- Hestmark G. 2009. New observations and records for *Umbilicaria* (Umbilicariaceae) in Bolivia. The Bryologist 112(4):833–838.
- Huamán M, Cuba A, Ramírez A. 2022. Proyecto Bioindicadores Perú. Trabajos científicos del VI Congreso Nacional de Liquenología del Perú. <https://liquenesperu.com/libros>
- Huamani S, Ramírez A. 2021. Propuesta de estándar biótico liquénico para evaluar la calidad del aire en la ciudad de Lima, Perú. Trabajos científicos del V Congreso Nacional de Liquenología del Perú. <https://liquenesperu.com/libros>
- Hurtado W, Gómez H, Fernández R, Galarraga F, Hernández J, González R. 2013. Lichen *Parmotrema sancti angelii* como Biomonitor de los Metales Provenientes de la Mina Loma de Níquel, Estado Aragua. Geos 44:5-12.
- Kashiwadani H. 1987. Peruvian Species of *Ramalina* (Lichens). Studies on Cryptogams in Southern Peru. (ed. H. Inoue). Tokai University Press. Pp. 129-144.
- Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). 2021. Resolución Ministerial N° 117-2011.

- Moberg R. 1990. The lichen genus *Physcia* in Central and South America. – Nord. J. Bot. (10):319-342.
- Nash T, Gries C, Elix J. 1995. A Revisión of the Lichen Genus *Xanthoparmelia* in South America. Berlin – Stuttgart.
- Nash T, Ryan D, Diederich P, Gries C, Bungartz F, eds. 2004. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol. 2. Most of the microlichens, balance of the macrolichens, and lichenicolous fungi. Tempe: Lichens Unlimited, Arizona State University, Department of Plant Biology.
- Nash T, Gries C, Bungartz F. 2007. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert region. Vol. 3. Balance of the microlichens, and the lichenicolous fungi. Tempe: Lichens Unlimited, Arizona State University, Department of Plant Biology.
- Ocrospoma M. 1990. Liqueños de las lomas de Lurín, Lima. Boletín de Lima 72. <https://es.scribd.com/doc/55933492/LIQUENES-DE-LAS-LOMAS-DE-LURIN>
- Pollack L, Rodríguez E, Leiva S, Saldaña I, Alvítez E, Briceño J, Gayoso G. 2020. Amenazas y desastres antrópicos frecuentes en el Área de Conservación Privada (ACP) Lomas Cerro Campana (provincias Trujillo y Ascope, región La Libertad, Perú). *Arnaldoa* 27(1):83-98.
- 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. 2021a. Introducción a la liquenobiota de lomas del Perú. *Liquenobiota* 1(1):5-16. <https://liquenesperu.com/revistas>
- Ramírez A. 2021b. *Candelaria pacifica* (Candelariaceae) en la Reserva Nacional de Lachay, Lima, Perú. *Liquenobiota* 1(3):29-38.
- Ramírez A. 2021c. Listado de especies de líquenes del Perú 2012-2021. Acceso: 01/07/24. <https://liquenesperu.com/proyectos-liquenes-peru>
- Ramírez A, Ramos D. 2021. Epífitos de la Reserva Nacional de Lachay. Trabajos científicos del II Congreso Nacional de Lomas. <https://liquenesperu.com/libros>
- Ramos A. 2021. Evaluación de la calidad del aire por medio de la Liquenobiota saxícola como bioindicador en el AA. HH Quebrada Alta, Lomas de Paraíso, Villa María Del Triunfo, Lima. Tesis (Lima, Perú): Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

- Salinas A. 2021. Biodiversidad, Índice de Pureza Atmosférica (IPA) y bioacumulación de metales (Pb, Cr, Cd, Cu, Ni y Zn) en los líquenes presentes en las lomas de Amoquinto, Huacaluna (Moquegua) y Tacahuay (Tacna), 2020 y 2021. Tesis (Moquegua, Perú): Universidad de Moquegua.
- Sipman H. 2005. Key to *Parmotrema* revised edition: key to wide-lobed parmelioid species occurring in Tropical America (genera *Canomaculuna*, *Parmotrema*, *Rimelia*, *Rimeliella*). Acceso: 01/12/2018. <https://archive.bgbm.org/sipman/keys/Neoparmo.htm>
- Talavera C, Pauca A, Fernández P, Villasante F, Villegas L, Delgado A. 2017. Flora de las lomas de Atiquipa. Editorial UNSA.
- Taipe L. 2021. Influencia del relieve y el clima en la dispersión de partículas de las emisiones industriales pesqueras Coishco 2017, medido por *Ramalina peruviana* Ach., Áncash, Perú. Trabajos científicos del IV Congreso Nacional de Liquenología del Perú y I Congreso Nacional de lomas. Pag. 212. <https://liquenesperu.com/libros>
- 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.
- Vargas R, Stanton D, Nelson P. 2016. Aportes al conocimiento de la biota líquénica del oasis de neblina del Alto Patache, Desierto de Atacama. Revista de Geografía Norte Grande 68:49-64. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022017000300049>
- Villegas L, Caballero K, Luque C. 2017. Fauna silvestre de las Lomas de Atiquipa. Primera edición. Editorial UNSA. 174 pp.