

## TRABAJOS ORIGINALES

Presentado: 03/05/2019  
Aceptado: 20/10/2020  
Publicado online: 30/11/2020  
Editor: Leonardo Romero

### Autores

Ángel Ramírez\* <sup>1,3</sup>  
liquenes\_peru@yahoo.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7164-8304>

Niels Valencia <sup>2</sup>  
nvalenciach@unmsm.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0001-7164-8304>

### Correspondencia

#### \*Corresponding author

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

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

3 Asociación Proyectos Ecológicos Perú

### Citación

Ramírez A, Valencia N. 2020. Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú). Revista peruana de biología 27(2): 543- 552 (Noviembre 2020). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i4.19205>

## Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú)

## Saxicolous Lichen biota of the Nevado Pastoruri (Áncash, Peru)

### Resumen

Se presentan los resultados de las evaluaciones de la liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Cordillera Blanca, departamento de Áncash) realizadas en los meses de septiembre de los años 2011 y 2012. La composición de la liquenobiota fue de 28 especies, agrupados en 19 géneros y 14 familias. Las familias Lecanoraceae, Parmeliaceae y Teloschistaceae presentaron el mayor número de géneros, mientras que los géneros *Buellia*, *Lecanora* y *Umbilicaria* registraron mayor riqueza de especies. Los líquenes de biotipo crustáceos fueron los dominantes (61% del total), seguido por los foliosos (32%) y fruticosos (7%).

### Abstract

The saxicolous lichens from Nevado Pastoruri (Cordillera Blanca, Department of Áncash) was evaluated at September month of years 2011 and 2012. We found 28 species, grouped into 19 genera and 14 families. The Families Lecanoraceae, Parmeliaceae and Teloschistaceae presented the greatest number of genera, while the genera *Buellia*, *Lecanora* and *Umbilicaria* recorded higher species richness. Crustacean lichens were dominant (61% of the total), followed by foliose (32%) and fruticose (7%).

### Palabras clave:

Áncash; Andes; diversidad; líquenes; registros nuevos.

### Keywords:

Áncash; Andes; diversity; lichens; new records.

## Introducción

Los primeros reportes de líquenes en ambientes altoandinos en el Perú fueron realizados por Herrera (1941), quien citó las especies *Leptogium menziesii*, *Leptogium phyllolepis*, *Peltigera canina* form. *spongiosa*, *Baeomyces imbricatus* y *Stereocaulon verruciferum* para el nevado Salcantay del departamento de Cusco, entre los 4000 y 4500 m de altitud. Posteriormente, Weberbauer (1945) para los Andes peruanos mencionó a los géneros *Anaptychia*, *Parmelia*, *Ramalina*, *Teloschistes*, *Usnea* y muchos líquenes crustáceos que habitaban sobre roca (saxícolas). En los últimos años se han realizado otros reportes sobre líquenes en la Cordillera Negra, como el de Ramírez y Cano (2005) que reportaron 38 especies y el de Valdivia y Ramírez (2018) que reportaron 42 especies, ambos en el departamento de Áncash.

Los líquenes son usados como bioindicadores pues han sido utilizados para explicar procesos asociados al cambio climático (v.g. Aptroot & Herk 2007), el retroceso de glaciares (v.g. Favero et al. 2012) y cuentan con mecanismos para protegerse de la radiación ultravioleta (Wirtz et al. 2006). En el Perú, han sido utilizados para estudiar la antigüedad de las morrenas glaciares en la Cordillera Blanca (Solomina et al. 2007, Emmer et al. 2019). Sin embargo, para poder usar eficientemente a esos organismos es necesario conocer su identidad, lo cual permite diferenciarlos y buscar antecedentes de esas especies.

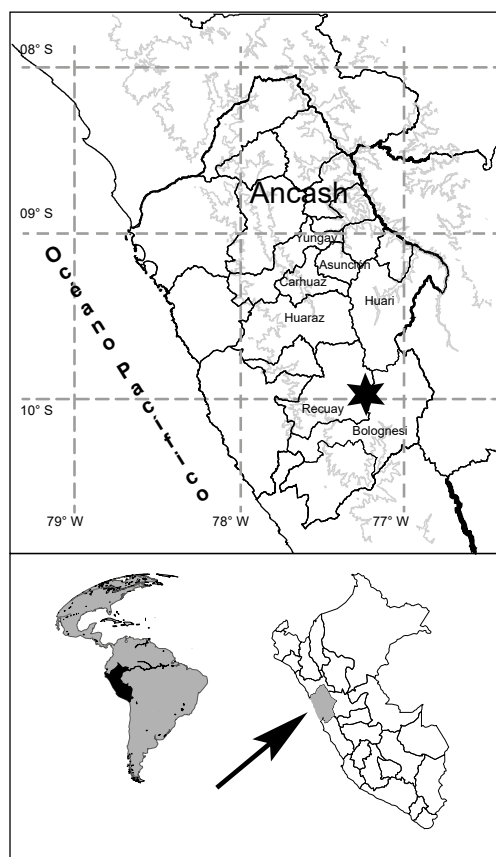
Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial póngase en contacto con: [revistaperuana.biologia@unmsm.edu.pe](mailto:revistaperuana.biologia@unmsm.edu.pe).

Las publicaciones sobre la diversidad de líquenes en el Perú son varias (Ramírez 1969, Ramírez & Cano 2005, Valdivia & Ramírez 2018, Rivas Plata & Lüking 2012), pero no se cuenta con el registro de estos organismos para el nevado de Pastoruri. En el presente trabajo son reportadas 28 especies de líquenes del nevado Pastoruri, y se discute la diversidad encontrada con las reportadas para otras zonas andinas de Perú y Sudamérica.

## Material y métodos

**Área de estudio.**- El estudio fue en la ladera noreste del nevado Pastoruri, entre los 4400 y 4700 m de altitud. El nevado Pastoruri está ubicado entre los distritos de Catac y Aquía, en las provincias de Recuay y Bolognesi respectivamente (Áncash), ( $9^{\circ}52'4.68''$ - $9^{\circ}53'37.43''$ S y  $77^{\circ}10'15.96''$ -  $77^{\circ}11'14.35''$ W) (Fig. 1). Este nevado forma parte de la Cordillera Blanca, y está ubicado dentro del Parque Nacional Huascarán (SERNANP 2011).



**Figura 1.** Ubicación del nevado Pastoruri, Áncash, Perú.

La geomorfología de la microcuenca Pastoruri está condicionada por estratificaciones sedimentarias cretácicas, de rocas volcánicas cenozoicas y de depósitos glaciofluviales y morrénicos que rellenan las depresiones, principalmente los fondos de valle del área (Durand et al. 2009). El lugar de estudio presenta características climáticas muy adversas para el desarrollo de la flora y fauna, registrándose temperaturas medias entre  $-0.9$  y  $2.6$  °C, y humedad relativa de 68.1 y 100%, ambos valores para

los años del 2006 al 2009) y precipitación total anual de 334 mm (año 2009) (Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de Huaraz 2009).

**Diseño de muestreo y toma de datos.**- La ladera noreste del nevado Pastoruri entre los 4400 y 4700 m de altitud fue dividida en tres zonas de muestreo por rango altitudinal (cada 100 m) para hacer una mejor evaluación. En cada zona se establecieron 20 cuadrantes de 50 cm x 50 cm, sobre superficies de rocas planas y con pendientes menores de  $35^{\circ}$ . Dentro de cada cuadrante se registró las especies de líquenes mediante fotografías y colectas. Las evaluaciones fueron realizadas en los meses de septiembre de los años 2011 y 2012.

La primera zona estuvo ubicada entre 4400 y 4500 m de altitud ( $9^{\circ}52'8.23''$ S y  $77^{\circ}10'17.41''$ W) sobre roca metamórfica e ígnea (Fig. 2). La segunda estuvo ubicada entre 4500 y 4600 m de altitud ( $9^{\circ}52'53.52''$ S y  $77^{\circ}10'50.99''$ W) sobre rocas ígneas y sedimentarias (Fig. 3). La tercera entre 4600 y 4700 m de altitud ( $9^{\circ}56'36.18''$ S y  $77^{\circ}11'11.11''$ W) sobre rocas metamórficas (Fig. 4).

Los líquenes que no pudieron ser determinados en el campo fueron recolectados fuera de los cuadrantes para realizar estudios morfológicos y químicos que permitan conocer las características de estos organismos para conocer su nombre específico. Las características morfológicas que se consideraron fueron el biotipo, tamaño de los apotecios, tamaño y forma de las ascosporas y tipo de fotobionte (Ramírez & Cano 2005). Los estudios químicos fueron realizados usando hidróxido de potasio al 10% (K), hipoclorito sódico al 5% (C) y parafenilenediamina en solución de alcohol (Pd) (Purvis 2000, Brodo et al. 2001). Posteriormente se revisaron claves para la determinación taxonómica, a nivel de género la de Sipman (2005), para especies las de Elix y Nash (1992), Marcano et al. (1997), Sipman (1998), Brodo et al. (2001), Ramírez y Cano (2005), Nash et al. (2007), Knudsen et al. (2008), Hetsmark (2009) y Truong et al. (2011). Ejemplares también se compararon las muestras con ejemplares del herbario San Marcos y se realizaron consultas a diferentes especialistas. Para la clasificación taxonómica se siguió a Lüking et al. (2016). Todas las muestras colectadas fueron depositadas en el herbario USM.



**Figura 2.** Vista panorámica de la zona 1. Ladera noreste del nevado Pastoruri, Áncash, Perú.



**Figura 3.** Vista panorámica de la zona 2. Ladera noreste del nevado Pastoruri, Áncash, Perú.



**Figura 4.** Vista panorámica de la zona 3. Ladera noreste del nevado Pastoruri, Áncash, Perú.

**Análisis de datos.-** Se construyó la curva de acumulación de especies en base a los datos de presencia/ausencia, empleando el estimador no paramétrico Chao 2 con el programa Estimates (Versión 9.1.0, Colwell 2016) y con la estimación del número de especies potenciales se calculó el porcentaje que representa las especies registradas en este estudio.

## Resultados

La líquenobiota estuvo conformada por 28 especies distribuidas en 19 géneros y 14 familias. En la Tabla 1 (Apéndice 1) se presenta la lista de especies de líquenes encontrados indicando su biotipo y el código de su foto. Se presenta una clave para la determinación de las especies de líquenes del nevado Pastoruri.

**Tabla 1.** Lista de especies de líquenes saxícolas registrados en nevado Pastoruri, Áncash, Perú; indicando su biotipo. Para las letras Código ver Apéndice 1.

Familias	Especies	Biotipos	Código	Registro
Acarosporaceae	<i>Acarospora</i> cf. <i>altoandina</i> H. Magn.	crustáceo	a	Colecta Nº 2934
Caliciaceae	<i>Buellia</i> cf. <i>lacteoidea</i> de Led	crustáceo	d	Fotografía
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 1	crustáceo	e	Fotografía
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp. 2	crustáceo	f	Fotografía
Candelariaceae	<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	crustáceo	i	Colecta Nº 2931
Collemataceae	<i>Leptogium</i> sp.	folioso	o	Colecta Nº 2940
Lecanoraceae	<i>Lecanora albescens</i> (Hoffm.) Branth & Rostr	crustáceo	k	Colecta Nº 2926
Lecanoraceae	<i>Lecanora dispersa</i> (L.) Sommert.	crustáceo	l	Colecta Nº 2927
Lecanoraceae	<i>Lecanora garovaglii</i> (Körber) Zahlbr	crustáceo	ll	Colecta Nº 2932
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i> sp.	crustáceo	m	Fotografía
Lecideaceae	<i>Lecidea</i> sp.	crustáceo	n	Fotografía
Leprocaulaceae	<i>Leprocaulon arbuscula</i> (Nyl.) Nyl.	fruticoso	ñ	Colecta Nº 2937
Megasporaceae	<i>Aspicilia</i> cf. <i>candida</i> (Anzi) Hue	crustáceo	b	Colecta Nº 2930
Megasporaceae	<i>Aspicilia</i> sp.	crustáceo	c	Colecta Nº 2929
Parmeliaceae	<i>Hypotrachyna</i> cf. <i>erythrodes</i> (Zahlbr.) Hale	folioso	j	Fotografía
Parmeliaceae	<i>Psiloparmelia norstictica</i> Elix & T.H. Nash	folioso	q	Colecta Nº 2928
Parmeliaceae	<i>Punctelia stictica</i> (Duby) Nyl.	folioso	r	Colecta Nº 2939
Parmeliaceae	<i>Usnea durietzii</i> Motyka	fruticoso	y	Colecta Nº 2943
Psoraceae	<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	crustáceo	p	Colecta Nº 2935
Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	crustáceo	s	Colecta Nº 2936
Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 1	crustáceo	g	Fotografía
Teloschistaceae	<i>Caloplaca</i> sp. 2	crustáceo	h	Fotografía
Teloschistaceae	<i>Xanthomendoza mendozae</i> (Räsänen) Kondratyuk & Kärnefelt	folioso	u	Fotografía
Teloschistaceae	<i>Rusavskia elegans</i> (Link) S.Y. Kondr. & Kärnefelt	folioso	t	Colecta Nº 2925
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria nylanderiana</i> (Zahlbr.) H. Magn.	folioso	v	Colecta Nº 2942
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria vellea</i> (L.) Ach.	folioso	w	Colecta Nº 2941
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp.	folioso	x	Fotografía
cf. Verrucariaceae	cf. <i>Verrucaria</i> sp.	crustáceo	z	Fotografía

La familia más diversa fue Parmeliaceae con cuatro géneros y cuatro especies; seguida por la familia Teloschistaceae (3/4) y Lecanoraceae (1/4). Solo 8 familias presentaron un género con una especie (Tabla 2). El género más diverso fue *Lecanora* con 4 especies, seguido por *Buellia* y *Umbilicaria* con 3 especies cada una. El resto de géneros solo tuvieron una sola especie (Tabla 3).

**Tabla 2.** Número de géneros y especies por familias

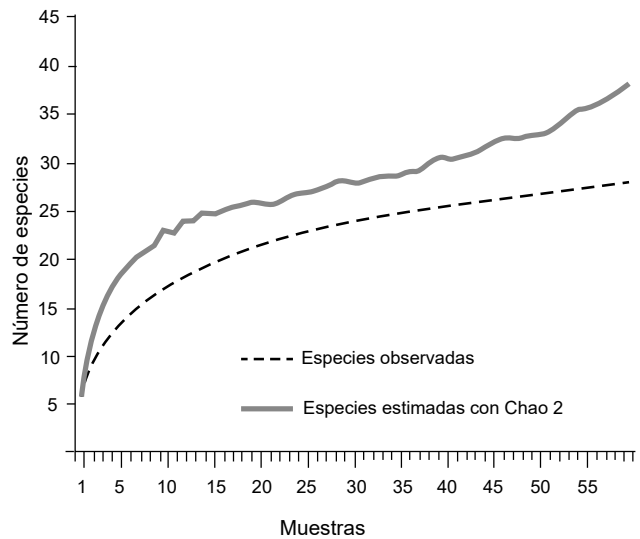
Familias	Número de géneros	Número de especies
Parmeliaceae	4	4
Teloschistaceae	3	4
Lecanoraceae	1	4
Caliciaceae	1	3
Umbilicariaceae	1	3
Megasporaceae	1	2
Psoraceae	1	1
Acarosporaceae	1	1
Candelariaceae	1	1
Collemataceae	1	1
Lecideaceae	1	1
Rhizocarpaceae	1	1
Leprocaulaceae	1	1
cf. Verrucariaceae	1	1
Total	19	28

**Tabla 3.** Número de especies por género

Géneros	Número de especies
<i>Lecanora</i>	4
<i>Buellia</i>	3
<i>Umbilicaria</i>	3
<i>Aspicilia</i>	2
<i>Caloplaca</i>	2
<i>Acarospora</i>	1
<i>Candelariella</i>	1
<i>Leptogium</i>	1
<i>Lecidea</i>	1
<i>Hypotrachyna</i>	1
<i>Psiloparmelia</i>	1
<i>Punctelia</i>	1
<i>Usnea</i>	1
<i>Protoblastenia</i>	1
<i>Rhizocarpon</i>	1
<i>Leprocaulon</i>	1
<i>Xanthomendoza</i>	1
<i>Rusavskia</i>	1
cf. <i>Verrucaria</i>	1

En el nevado de Pastoruri se registraron 28 especies y según los valores de Chao 2 se obtuvo un valor de 38.33 (38 spp.) por ende se ha registrado el 73.04% de las especies esperadas, siendo representativo para la comunidad de líquenes. (Fig. 5).

Los biotipos registrados fueron crustáceo, folioso y fruticoso, de los cuales el más abundante fue el crustáceo con 18 especies (64.2%) seguido por el folioso con 8 especies (28.6%) y fruticoso con 2 especies (7.2%) (Tabla 4).



**Figura 5.** Curva de acumulación de especies para líquenes saxícolas del nevado Pastoruri.

**Tabla 4.** Número y porcentaje de los biotipos de las especies registradas.

Biotipos	Número de especies	Porcentaje
crustáceos	18	64.2
foliosos	8	28.6
fruticosos	2	7.2
Total	28	100

Clave para la determinación de la liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri

- 1a. Líquen crustáceo 2
- 1b. Líquen folioso o fruticoso 18
- 2a. Líquen endolítico 3
- 2b. Líquen epilítico 4
- 3a. Apotecio negro *Buellia* sp. 2
- 3b. Apotecio anaranjado *Protoblastenia rupestris*
- 4a. Líquen K+ (color púrpura), con talo o sin talo 5
- 4b. Líquen K-, con talo 6
- 5a. Talo presente *Caloplaca* sp. 1
- 5b. Talo ausente *Caloplaca* sp. 2
- 6a. Talo amarillo 7
- 6b. Talo no amarillo 8
- 7a. Apotecio de forma irregular *Rhizocarpon geographicum*
- 7b. Apotecio de forma regular (circular) *Candelariella vitellina*
- 8a. Líquen con peritecio cf. *Verrucaria*
- 8b. Líquen con apotecio 9
- 9a. Apotecio de forma irregular 10
- 9b. Apotecio de forma regular (circular) 11
- 10a. Apotecio del mismo tamaño que las areolas del talo *Buellia* cf. *lacteoides*
- 10b. Apotecio más pequeño que las areolas *Buellia* sp. 1



11a. Apotecio criptolecanorino o inmerso, nunca sésil, de color gris o negro		12
11b. Apotecio sésil		14
12a. Apotecio criptolecanorino	<i>Acarospora cf. altoandina</i>	
12b. Apotecio no criptolecanorino		13
13a. Apotecio inmerso de color gris	<i>Aspicilia cf. candida</i>	
13b. Apotecio inmerso de color negro	<i>Aspicilia sp.</i>	
14a. Apotecio lecidéino	<i>Lecidea sp.</i>	
14b. Apotecio lecanorino		15
15a. Talo no lobado		16
15b. Talo lobado		17
16a. Apotecio de diámetro igual a 0.1 mm	<i>Lecanora albescens</i>	
16b. Apotecio de diámetro menor a 0.1 mm	<i>Lecanora dispersa</i>	
17a. Talo verde	<i>Lecanora garovaglii</i>	
17b. Talo blanco	<i>Lecanora sp.</i>	
18a. Liqueen folioso		19
18b. Liqueen fruticoso		27
19a. Talo homómero	<i>Leptogium sp.</i>	
19b. Talo heterómero		20
20a. Talo con ombligo		21
20b. Talos sin ombligo		24
21a. Talo K + (color púrpura)	<i>Xanthomendoza mendozae</i>	
21b. Talo K -		22
22a. Talo marrón, con rizinas	<i>Umbilicaria vellea</i>	
22b. Talo plomo o gris, con o sin rizinas		23
23a. Talo plomo, sin rizinas	<i>Umbilicaria nylanderiana</i>	
23b. Talo gris	<i>Umbilicaria sp.</i>	
24a. Talo K + (color púrpura)	<i>Rusavskia elegans</i>	
24b. Talo K -		25
25a. Talo con pseudocifelas	<i>Punctelia stictica</i>	
25b. Talo sin pseudocifelas		26
26a. Talo sin rizinas	<i>Psiloparmelia norstictica</i>	
26b. Talo con rizinas	<i>Hypotrachyna cf. erythrodes</i>	
27a. Talo amarillo y negro	<i>Usnea durietzii</i>	
27b. Talo blanco	<i>Leprocaulon arbuscula</i>	

## Discusión

La especie *Rhizocarpon geographicum* es registrada por primera vez para el nevado Pastoruri. En los trabajos de Solomina et al. (2007) y Emmer et al. (2019) citan dicha especie para otros nevados de la Cordillera Blanca (Parque Nacional Huascarán).

Los líquenes *Aspicilia candida*, *Lecanora albescens*, *Protoblastenia rupestris* y *Umbilicaria vellea* son registros nuevos para el Parque Nacional Huascarán y para el Perú. En las publicaciones de Elix y Nash (1992), Kondratyuk y Karnefelt (1997), Sipman (1998), Ramírez y Cano (2005), Rivas Plata (2006), Solomina et al. (2007), Truong et al. (2011), Zelada y Pastor (2012), Ramos et al. (2013), Rodríguez et al. (2017) y Valdivia y Ramírez (2018) no están reportados; tampoco están en el Herbario USM.

La presencia de *Aspicilia candida*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora dispersa*, *Lecanora garovaglii*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rusavskia elegans* (*Xanthoria elegans*) y *Umbilicaria vellea* en el área de estudio indicaría su asociación a los glaciares. Esas mismas especies las observaron DeBolt y McCune (1993) en el Parque Nacional de los Glaciares (Montana, Estados Unidos). *Candelariella vitellina*, *Rhizocarpon geographicum* y *Rusavskia elegans* también fueron reportadas por Wietrzyk et al. (2017) para las morrenas glaciares del archipiélago situado en el del océano glacial Ártico. Mientras que *Rhizocarpon geographicum* también fue reportado por Garibotti et al. (2011) en el glaciar Frías (Argentina).

La riqueza de líquenes saxícolas (28 especies) observada en el nevado Pastoruri es menor comparada con la reportada por Valdivia y Ramírez (2018), 42 especies de líquenes saxícolas, en un pasivo minero de la provincia Huaraz, Áncash (Cordillera Negra) aproximadamente 65 km al sur del área de estudio. La diferencia encontrada podría deberse a que Valdivia y Ramírez trabajaron en un mayor rango altitudinal (3450 – 4250 m vs 4400 – 4600 m).

Por otro lado Ramírez y Cano (2005) en la provincia de Huaylas, Áncash (Cordillera Negra), entre 2200 y 4450 m, a 116 km del área de estudio, encontraron 18 especies de líquenes saxícolas, y además, encontraron otras 20 especies de líquenes en el suelo, musgo y corteza de plantas. El estudio de Ramírez y Cano (2005) y el nuestro tienen tres especies comunes, *Buellia* p. 1, *Lecanora garovaglii* y *Rhizocarpon geographicum*.

Las especies de líquenes saxícolas estudiados por Ramírez (1969) en las lomas de Trujillo (altitudes menores de 1000 m) son diferentes a los reportados en nuestro trabajo; y solamente se han encontrado tres géneros presentes en ambos estudios, *Buellia*, *Candelariella* y *Lecanora*.

En el bosque montano del Santuario Histórico de Machupicchu (vertiente oriental de los Andes) a una altitud de 2750 m aproximadamente, Núñez et al. (2015) reportaron 67 especies en diferentes sustratos, ninguna de estas es compartida con el presente estudio, y solamente el género *Hypotrachyna* de hábitat saxícola, fue reportado en esta investigación. En el bosque amazónico de la estación biológica Los Amigos (Madre de Dios) entre los 200 y 250 m, Rivas Plata y Lucking (2012) reportaron 116 especies de líquenes de hábito corticícola; ninguna de las cuales fue compartida con la presente publicación. Probablemente, no se reportaron especies saxícolas debido a que este lugar los ambientes rocosos son escasos.

En la vertiente occidental del distrito de Pocsi (departamento de Arequipa) a los 3043 m, Ramos et al. (2013) reportaron 34 taxas, de las cuales las dos especies *Usnea durietzii* y *Xanthomendoza mendozae* y siete géneros *Acarospora*, *Aspicilia*, *Buellia*, *Caloplaca*, *Hypotrachyna*, *Psiloparmelia* y *Punctelia* fueron compartidas con en el presente estudio.

De las 28 especies que se registran, 12 han sido reportados en otras localidades del Perú, principalmente en zonas andinas. *Acarospora altoandina* en Áncash (Val-

divia & Ramírez 2018). *Candelariella vitellina* en Áncash (Valdivia & Ramírez 2018) y Junín (Rivas Plata 2006). *Lecanora dispersa* en Áncash (Herbario USM). *Lecanora garovaglii* en Áncash (Ramírez & Cano 2005). *Leprocaulon* cf. *arbuscula* en La Libertad (Rodríguez et al. 2017). *Hypotrachyna erythrodes* registrado en Perú (Sipman 1998). *Psiloparmelia norstictica* Áncash (Valdivia & Ramírez 2018) y Puno (Elix & Nash 1992). *Punctelia stictica* en Áncash (Valdivia & Ramírez 2018) y Junín (Rivas Plata 2006). *Usnea diuretzii* en Áncash (Ramírez & Cano 2005, Valdivia & Ramírez 2018), en Arequipa (Ramos et al. 2013), Cusco y Puno (Truong et al. 2011), La Libertad (Rodríguez et al. 2017) y Junín (Zelada & Pastor 2012). *Rhizocarpon geographicum* en Áncash (Ramírez & Cano 2005, Solomina et al. 2007). *Umbilicaria nylanderiana* en Áncash (Herbario San Marcos USM). *Xanthomendoza mendozae* en Arequipa (Kondratyuk & Karnefelt 1997, Ramos et al. 2013), Cusco, Junín y Puno (Kondratyuk & Karnefelt 1997).

Del total de especies registradas en este trabajo, 18 se han determinado al nivel de especie o por confirmar y han sido registrados en diferentes países de Sudamérica, la mayoría reportadas en localidades andinas de Sudamérica. *Acarospora altoandina* en Argentina y Bolivia (Knudsen et al. 2008). *Candelariella vitellina* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Rodríguez et al. 2016), Colombia (Sipman et al. 2008), Chile (Feuerer 2017a), Uruguay (Osorio 1992) y Venezuela (Marcano et al. 1996). *Hypotrachyna erythrodes* en Brasil y Venezuela (Sipman 1998). *Lecanora albescens* en Argentina (Rosato 2006). *Lecanora dispersa* en Argentina (Rosato 2006), Bolivia (Rodríguez et al. 2016) y Chile (Galloway & Quilhot 1998). *Lecanora garovaglii* en Bolivia (Rodríguez et al. 2016) y Chile (Galloway & Quilhot 1998). *Leprocaulon arbuscula* en Bolivia (Flakus et al. 2015), Colombia y Venezuela (Marcano 1997), y Chile (Galloway & Quilhot 1998). *Psiloparmelia norstictica* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Flakus et al. 2013) y Ecuador (Elix & Nash 1992). *Punctelia stictica* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Flakus 2012), Colombia (Sipman et al. 2008), Chile (Nelson & Wheeler 2016) y Venezuela (Marcano et al. 1996). *Rhizocarpon geographicum* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Flakus 2012), Colombia (Feuerer 2016), Chile (Quilhot et al. 2012) y Venezuela (Marcano et al. 1996). *Rusavskia elegans* en Argentina (Calvelo & Liberatore, 2002), Bolivia (Flakus et al. 2012), Colombia (Sipman et al. 2008), Chile (Quilhot et al. 2012) y Venezuela (Marcano et al. 1996). *Umbilicaria nylanderiana* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Hetsmark 2009), Colombia (Sipman et al. 2008), Chile (Quilhot et al. 2012), Ecuador (Feuerer 2017b) y Venezuela (Marcano et al. 1996). *Umbilicaria vellea* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Rodríguez et al. 2016) y en Ecuador (Hetsmark 2009). *Usnea diuretzii* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Colombia (Sipman et al. 2008), y Bolivia, Chile, Ecuador y Venezuela (Truong et al. 2011). *Xanthomendoza mendozae* en Argentina (Calvelo & Liberatore 2002), Bolivia (Flakus et al. 2012), Chile (Quilhot et al. 1998) y Ecuador (Feuerer 2017b).

Las especies de líquenes observadas en el área de estudio fueron el 73.04% de la estimación con Chao 2, siendo el resultado significativo. Un caso similar fue realizado por Díaz (2015) con los líquenes corticícolas de Paraguay quienes usaron Chao 2 y obtuvieron un muestreo suficiente (100%).

La distribución de los biotipos en el área de estudio (Cordillera Blanca) fue diferente y estuvo dominada por los crustáceos con 17 especies (61%), caso similar fue observado en el trabajo de Valdivia & Ramírez (2018) en Cordillera Negra, donde el biotipo dominante fue el crustáceo con 25 especies (60%).

## Literatura citada

- Aptroot A, Herk V. 2007. Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with Trentepohlia phycobionts. *Environmental Pollution* 146 (2007):293-298. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.018>
- Brodo I, Durand S, Sharnoff S. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven and London. 795 pp.
- Calvelo S, Liberatore S. 2002. Catálogo de los líquenes de Argentina. *Revista Kurtziana* 29 (2):1- 173.
- Colwell 2016. Statistical Estimation of Species Richness and Shares Species from Samples. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acceso: 20/11/2018.
- DeBolt A, McCune B. 1993. Lichens of Glacier National Park, Montana. *The Bryologist* 96(2), pp.192-204. <https://doi.org/10.2307/3243801>
- Díaz R. 2015. Estudio sobre ecología de líquenes corticícolas en dos áreas verdes urbanas: el campus de la Universidad Nacional de Asunción y el jardín botánico de Asunción, Paraguay. Pp.91.
- Durand D, La Torre F, Villon C, Pasapera J. 2009. Geomorfología de la microcuenca Pastoruri-Cordillera Blanca. *Geografía*. UNMSM/IIHS, Lima, Perú. *Investigaciones sociales* 13 (23):59-77. <https://doi.org/10.15381/is.v13i23.7223>
- Elix J, Nash T. 1992. A synopsis of lichen genus *Psiloparmelia* (Ascomycotina, Parmeliaceae). *The Bryologist* 95 (4): 377-391. <https://doi.org/10.2307/3243562>
- Emmer A, Juřicová A, Veettil BK. 2019. Glacier retreat, rock weathering and the growth of lichens in the Churup Valley, Peruvian Tropical Andes. *J Mt Sci*. 16(7):1485-1499. <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5431-x>.
- Feuerer T. 2016. Checklist of lichens of Colombia. [http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/colombia\\_mainland\\_l.htm](http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/colombia_mainland_l.htm). Acceso: 28/01/2019.
- Feuerer T. 2017a. Checklist of lichens of Easter Island (Chile). [http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/chile\\_easter-island\\_l.htm](http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/chile_easter-island_l.htm). Acceso: 28/01/2019.
- Feuerer T. 2017b. Checklist of lichens of mainland Ecuador. [http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/ecuador\\_mainland\\_l.htm](http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/south-america/ecuador_mainland_l.htm). Acceso: 28/01/2019.
- Flakus A, Etayo J, Schiefelbein U, Ahti T, Jablonska A, Oset M, Bach K, Flakus PR, Kukwa M. 2012. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 4. *Polish Botanical Journal* 57(2):427-461.

- Flakus A, Sipman HJM, Bach K, Rodríguez-Flakus P, Knudsen K, Ahti T, Schiefelbein U, Palice Z, Jablonska A, Oset M, et al. 2013. Contributions to the knowledge of the lichen biota of Bolivia 5. Polish Botanical Journal 58(2):697-733. <https://doi.org/10.2478/pbj-2013-0073>
- Flakus A, Sipman HJM, Flakus PR, Jabłońska A, Oset M, Kukwa M, Q RIM. 2015. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia. 7. Polish Botanical Journal. 60(1):81-98. <https://doi.org/10.1515/pbj-2015-0001>.
- Galloway D, Quilhot W. 1998. Lista patrón de los líquenes y hongos liquenícolas de Chile. En Gayana Botánica 55 (2):111-186.
- Garibotti I, Pissolito C, Villalba R. 2011. Vegetation Development on Deglaciated Rock Outcrops from Glaciar Fri'as, Argentina. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 43 (1):35-45. <https://doi.org/10.1657/1938-4246-43.1.35>
- Herrera F. 1941. Sinopsis de la flora del Cusco. Tomo I. Parte sistemática. Publicado bajo los auspicios del Supremo Gobierno. pp. 50 - 64.
- Hestmark G. 2009. New observations and records for Umbilicaria (Umbilicariaceae) in Bolivia. The Bryologist 112(4), pp. 833-838. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-112.4.833>
- Knudsen K, Elix JA, Reeb V. 2008. A Preliminary study of Aca-rospora and Pleosidium in South America. Opuscula Philolichenum (5): 1-22.
- Kondratyuk S, Kärnefelt I. 1997. Josefpoeltia and Xanthomendoza, two new genera in the Teloschistaceae (lichenized Ascomycotina). Eds: Türk R. & R. Zorer. Bibliotheca Lichenologica (68): 19 - 44.
- Lücking R, Hodkinson BP, Leavitt SD. 2017. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota - Approaching one thousand genera. bryo. 119(4):361-416. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>.
- Marcano V, Méndez AM, Sipman H, Calderon L. 1996. A first checklist of the lichen-forming fungi of the Venezuelan Andes. Bryophyte Diversity and Evolution. 12(1):193-235. doi:10.11646/bde.12.1.19.
- Marcano V, Galiz L, Mohali S, Méndez AM, Palacios-Prü E. 1997. Revision del genero Leprocaulon Nyl. ex Lamy (Lichenes Imperfecti) en Venezuela. Tropical bryology 13:47-56. <https://doi.org/10.11646/bde.13.1.6>
- Nash T, Gries C, Bungartz F. 2007. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Volume 3. Printed in the United States of America by Thomson-Shore, Inc., Dexter, MI. 567 pp.
- Nelson P, Wheeler T. 2016. Persistence of epiphytic lichens along a tephra-depth gradient produced by the 2011 Puyehue-Cordón Caulle eruption in Parque Nacional Puyehue, Chile. BOSQUE 37(1): 97-105. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100010>
- Núñez-Zapata J, Divakar PK, Huallparimachi G, Holgado ME, Clavo ZV, 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. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11438>.
- Osorio H. 1992. Contribución a la flora líquénica de Uruguay XXV. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo, (2a Serie) 8:43-70
- Purvis W. 2000. Lichens. Published by the Natural History Museum, London. 112 pp.
- Quilhot W, Pereira I, Guzmán G, Rodríguez R, Serey I. 1998. Categorías de Conservación de líquenes Nativos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 47: 9-22.
- Quilhot W, Cuellar M, Díaz R, Riquelme F, Rubio C. 2012. Lichens of Aisen, Southern Chile. Gayana Botanica 69(1):57-87. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432012000100007>
- 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. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i3.2414>
- 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.
- Rabatel A, Francou B, Soruco A, Gomez J, Cáceres B, Ceballos JL, Basantes R, Vuille M, Sicart J-E, Huggel C, et al. 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. The Cryosphere. 7(1):81-102. doi:<https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>.
- Ramos D, Ramírez A, Quipuscoa V, Durand K, Huallpa J. 2013. Diversidad de Líquenes en el Anexo de Tuctumpaya, Distrito de Pocsí, Arequipa, Perú. Arnaldoa 20 (1): 129-154.
- Rivas Plata E. 2006. Uso de líquenes como bioindicadores de presencia de metales pesados en áreas cercanas a empresas mineras en altura de Perú. Junín. Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Nacional de Ingeniería. 173 pp. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/643>
- Rivas Plata E, Lücking R. 2012. High diversity of Graphidaceae (lichenized Ascomycota: Ostropales) in Amazonian Peru. Fungal diversity. 21 pp. <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0172-y>
- Rodríguez de Flakus P, Kukwa M, Etayo J, Lücking R, Meneses R, Rivas Plata E, Stanton D, Truong C, Vargas R, Flakus A. 2016. Catálogo preliminar de líquenes y hongos liquenícolas de Bolivia. <http://bio.botany.pl/lichens-bolivia/es,stroma,catlogo-,5.html>. Acceso: 06/03/2019.
- Rodríguez F, Ramírez A, Alvéz E, Pollack L, Leiva S, Aguirre R. 2017. Catálogo de la liquenobiota de la región La Libertad, Perú. Arnaldoa 24(2):497-522. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24205>
- Rosato V. 2006. Diversity and distribution of lichens on Mortar and Concrete In Buenos Aires Province, Argentina. Darwiniana 44(1):89-97.
- SERNANP. 2011. Plan Maestro del Parque Nacional Huascarán 2010-2015. Lima. 271 pp.
- Sipman H. 1998. Revised key to Hypotrachyna (Parmeliaceae) in Tropical America. <http://nhm2.uio.no/botanisk/lav/LichenKey/Current/Sipman/nehypot.htm>. Acceso: 10/07/2012.
- Sipman H. 2005. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics. <http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.htm>. Acceso: 20/03/2017.
- Sipman H, Hekking W, Aguirre J. 2008. Checklist of Lichenized and Lichenicolous fungi from Colombia. ARFO Editores e Impresiones Ltda. 242 pp.

- Solomina O, Jomelli V, Kaser G, Ames A, Berger B, Pouyaud B. 2007. Lichenometry in the Cordillera Blanca, Peru: "Little Ice Age" moraine chronology. *Global and Planetary Change*. 59(1):225–235. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.016>.
- 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>.
- Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de Huaraz. 2009. Reportes de humedad relativa de la estación climatológica Huarapasca y precipitación mensual de la estación climatológica Carpa.
- 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. <https://doi.org/10.24039/rtb2018161223>
- Weberbauer A. 1945. *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estudio fitogeográfico. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 776 pp.
- Wietrzyk P, Węgrzyn M, Lisowska M. 2017. Lichen Diversity on Glacier Moraines in Svalbard. *Cryptogamie, Mycologie* 38(1):67–80. <https://doi.org/10.7872/crym/v38.iss1.2017.67>.
- Wirtz N, Printzen C, Sancho LG, Lumbsch HT. 2006. The Phylogeny and Classification of *Neuropogon* and *Usnea* (Parmeliaceae, Ascomycota) Revisited. *Taxon*. 55(2):367–376. <https://doi.org/10.2307/25065584>.
- Zelada R, Pastor A. 2012. Estudio fitoquímico de *Usnea duriezii* MOT. (Usneaceae). *Revista de la Sociedad Química del Perú* 78 (4):264-276.

#### Agradecimientos / Acknowledgments:

Agradecemos la literatura científica proporcionada por Adam Flakus, Blanca León, Diego Paredes, Edgardo Ortiz, Cecilia Estrabou, Gregory Insarov, Hetsmark Geir, Juan Rodríguez, Kerry Knudsen, Loreto López, Patrick Frödén, Richard Armstrong y Susana Calvelo; por literatura, determinaciones y corroboraciones de líquenes a Thorsten Lumbsch y Harrie Sipman; por la información climática (Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de Huaraz) y permisos del Parque Nacional Huascarán a Ricardo Villanueva y Marco Arenas; por las facilidades de ingreso al herbario San Marcos (USM) y al laboratorio de florística a Asunción Cano; por la revisión del manuscrito a Paúl Gonzáles y del resumen del inglés a José Roque.

#### Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

#### Rol de los autores / Authors Roles:

AMR: Conceptualización, Redacción: revisión y edición. NMVCH: Conceptualización, Redacción: revisión y edición.

#### Fuentes de financiamiento / Funding:

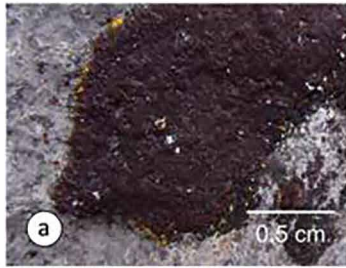
Los autores declaran no haber tenido un financiamiento específico.

#### Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

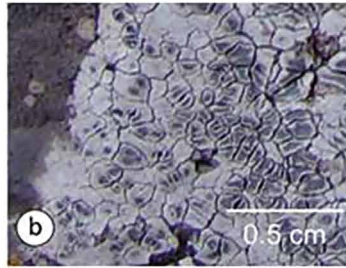
Resolución Jefatural N°0012-2010-SERNANP-PNH.



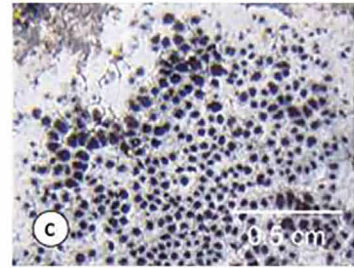
**Apéndice 1a.** Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú).



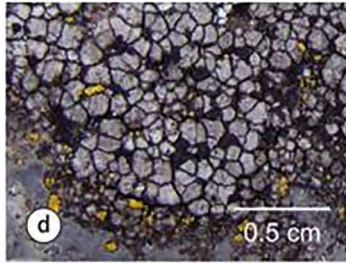
*Acarospora cf. altoandina*



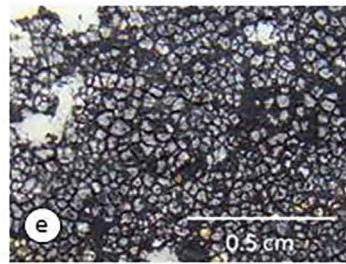
*Aspicilia cf. candida*



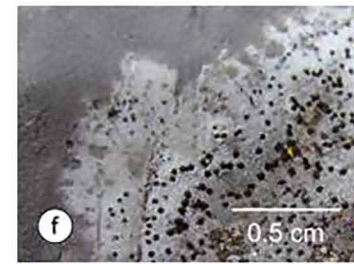
*Aspicilia sp.*



*Buellia cf. lacteoides*



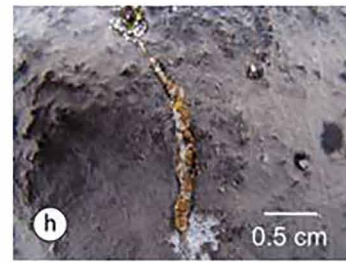
*Buellia sp. 1*



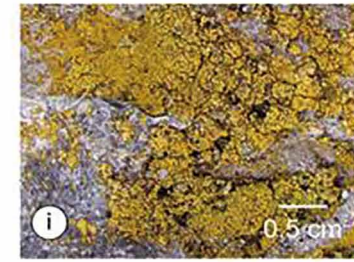
*Buellia sp. 2*



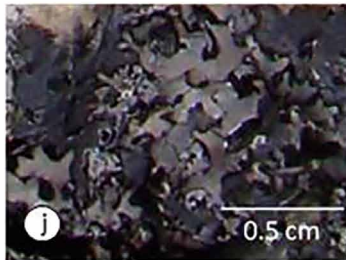
*Caloplaca sp. 1*



*Caloplaca sp. 2*



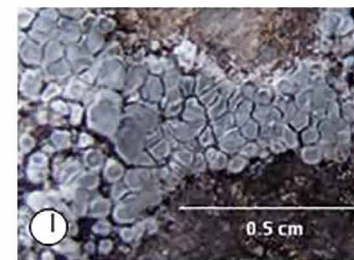
*Candelariella vitellina*



*Hypotrachyna cf. erythrodes*



*Lecanora albescens*



*Lecanora dispersa*



*Lecanora garovaglii*

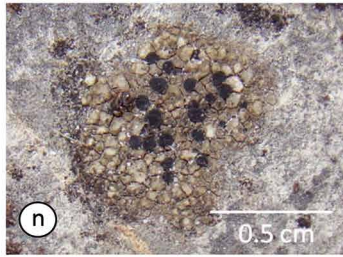


*Lecanora sp.*

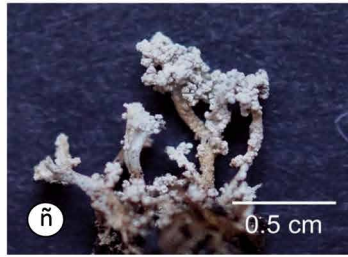
Fotografías de  
líquenes saxícolas  
en las cercanías del nevado  
Pastoruri (Áncash, Perú)



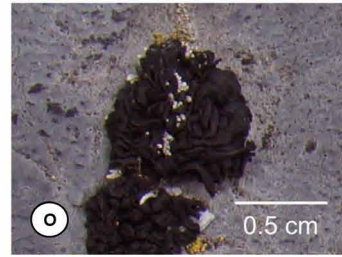
**Apéndice 1b.** Liquenobiota saxícola del nevado Pastoruri (Áncash, Perú).



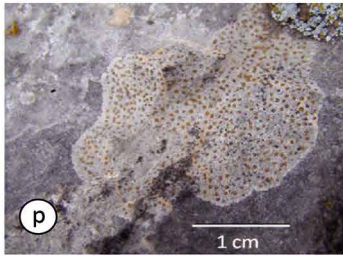
*Lecidea* sp.



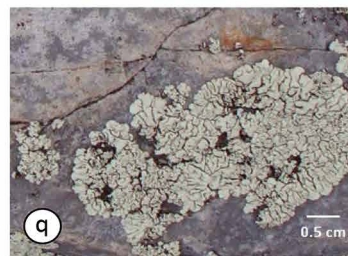
*Leprocaulon arbuscula*



*Leptogium* sp.



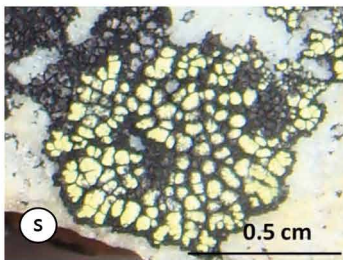
*Protoblastenia rupestris*



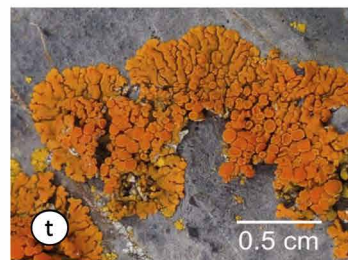
*Psiloparmelia norstictica*



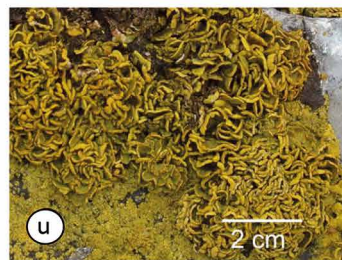
*Punctelia stictica*



*Rhizocarpon geographicum*



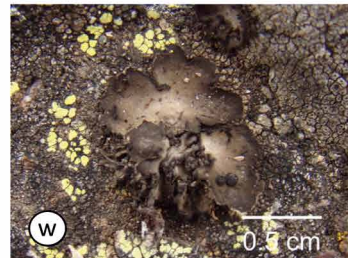
*Rusavskia elegans*



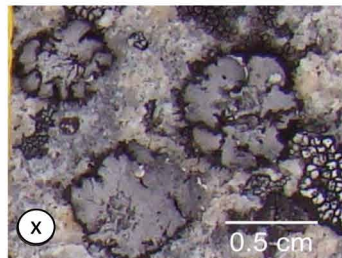
*Xanthomendoza mendozae*



*Umbilicaria nylanderiana*



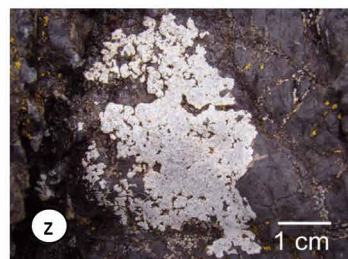
*Umbilicaria vellea*



*Umbilicaria* sp.



*Usnea durietzii*



Cf. *Verrucaria*

Fotografías de  
líquenes saxícolas  
en las cercanías del Nevado  
Pastoruri (Áncash, Perú)