

Primeros aportes al conocimiento de los líquenes en ecosistemas del Paso Pehuenche, Región del Maule, Chile

First contributions to the knowledge of lichens in ecosystems of Paso Pehuenche, Maule Region, Chile

Iris Pereira^{1,*}, Oscar Papú², Sebastián Infante³, Constanza Avendaño³, Catalina Infante³, Fernando Carrasco-Urra¹, Mario Moya-Moraga⁴ & Sofía Papú⁵

¹Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca, Avenida Lircay s/n, Talca, Chile.

²Laboratorio de Paleopalinoología, Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Avenida Boulogne Sur Mer 3550, Ciudad de Mendoza, Argentina.

³Fundación Sendero de Chile, San Pío X 2460, of. 706, Providencia, Santiago Chile.

⁴Centro de Ecología Integrativa, Universidad de Talca, Avenida Lircay s/n, Talca, Chile.

⁵Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA, CONICET), Avenida Ruiz Leal s/n, Mendoza, Argentina.

*Corresponding author: ipereira@utalca.cl

RESUMEN

Este trabajo muestra la diversidad de líquenes que se distribuyen en el Paso Pehuenche (km 121), zona sin registro de este grupo. El objetivo general del trabajo fue contribuir al conocimiento de las comunidades liquénicas y conocer los factores abióticos y bióticos que influyen en su distribución ecológica. Los objetivos específicos fueron: a) conocer la diversidad liquénica, b) determinar las categorías de conservación de las especies liquénicas del lugar y c) caracterizar los sustratos donde crecen. Los resultados muestran que la diversidad liquénica está representada por un total de 19 taxones (17 especies y 2 géneros), creciendo en tres tipos de sustratos: rocas, suelo y cortezas de *Austrocedrus chilensis*. En sustratos rocosos destacan especies saxícolas: *Acarospora strigata*, *Acarospora xanthophana*, *Lecidea atrobrunnea*, *Lecidea* sp., *Melanelixia fuliginosa*, *Ochrolechia austroamericana*, *Rhizocarpon geminatum*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Umbilicaria hyperborea*, *Xanthoparmelia mougeotii* y una especie muscícola correspondiente a *Lepraria membranacea*. Entre las especies cortícolas aparecen: *Canoparmelia austroamericana*, *Collema* sp., *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochromma*, *Physcia adscendens*, *Polycauliona candelaria* y *Rinodina sophodes*. La estrategia de reproducción más frecuente fue la sexual, seguida por reproducción asexual (soredios). Del total de los taxones, solo el 15,8 % de las especies presentan una categoría de conservación para Chile, mientras que el 84,2 % aún no han sido categorizadas. Los resultados obtenidos permitirían posicionar a estos líquenes como bioindicadores bajo un contexto de cambio climático, considerando sus estrategias reproductivas, tipo de fotobionte y los sustratos que colonizan, factores que deberían ser considerados en futuros procesos de categorización de especies liquénicas en Chile.

Palabras claves: *Austrocedrus chilensis*, estrategias de reproducción, líquen saxícola, líquen cortícola, líquen muscícola.

ABSTRACT

This study highlights the diversity of lichens distributed in the Paso Pehuenche area (km 121), a zone with no previous records of this group. The general objective was to contribute to lichen communities' knowledge and understand the abiotic and biotic factors influencing their ecological distribution. The specific objectives were: (a) to know lichen diversity, (b) to determine the conservation status of the lichen

species present in the area, and (c) to characterize the substrates they inhabit. The results reveal that lichen diversity is represented by 19 taxa (17 species and 2 genera), growing on three substrates: rocks, soil, and the bark of *Austrocedrus chilensis*. On rocky substrates, notable saxicolous species include *Acarospora strigata*, *A. xanthophana*, *Lecidea atrobrunnea*, *Lecidea* sp., *Melanelixia fuliginosa*, *Ochrolechia austroamericana*, *Rhizocarpon geminatum*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Umbilicaria hyperborea*, *Xanthoparmelia mougeotii*, and one muscicolous species, *Lepraria membranacea*. Among corticolous species, *Canoparmelia austroamericana*, *Collema* sp., *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochromma*, *Physcia adscendens*, *Polycauliona candelaria*, and *Rinodina sophodes* were identified. The most common reproductive strategy was sexual reproduction, followed by asexual reproduction (soredia). Of the total taxa identified, only 15.8 % have a conservation status in Chile, while 84.2 % remain uncategorized. These findings position these lichens as potential bioindicators in climate change, considering their reproductive strategies, photobiont types, and the substrates they colonize. These factors should be integrated into future efforts to categorize lichen species in Chile.

Keywords: *Austrocedrus chilensis*, reproduction strategies, saxicolous lichen, corticolous lichen, muscicolous lichen.

INTRODUCCIÓN

Los líquenes son organismos bióticos que corresponden a una simbiosis entre un hongo y un alga verde o una cianobacteria o ambas (Honegger 2000, Schwendener 1869) y que habitan diferentes ecosistemas donde cumplen roles bien definidos. En cuanto a las comunidades líquénicas, presentan diferentes asociaciones considerando factores bióticos y abióticos. En comunidades asociadas a ambientes precordilleranos de mediana y alta montaña, frecuentes en la Región del Maule (Chile), los líquenes se encuentran sometidos a variaciones significativas de humedad y temperatura. Los datos agroclimáticos actuales de la localidad de “Baños del Campanario” (35°56'2" S - 70°35'10,8" O, 1000-1200 m s.n.m) muestran en periodos estivales una variación de la temperatura máxima y mínima entre 22,5 °C y 8,1 °C (enero) y en periodos invernales (julio) de 6,2 °C y -1,4 °C y una precipitación media anual de 2282 mm (Santibáñez 2017).

En el contexto del cambio climático, los modelos predicen cambios importantes en factores ambientales, como el aumento de eventos de sequía y de temperaturas extremas (Allen *et al.* 2010). La zona central de Chile, y en específico la Región del Maule, no está ajena a estos modelos. De hecho, se espera que la temperatura media anual aumente entre 0,5 a 1,5 °C y una disminución de la precipitación media anual entre un 20 a un 30 % (IPCC 2018). Bajo el contexto anterior, se espera que grandes extensiones de hábitat cambiarán simultáneamente, lo cual implicaría un gran riesgo

para los líquenes considerando su biología reproductiva y la disponibilidad de sus fotobiontes. Por ejemplo, especies con pesadas diásporas, tendrán bajas posibilidades de alcanzar un nuevo hábitat adecuado, especialmente aquellas que se reproduzcan por medios de isidios, los cuales son difíciles de dispersarse a largas distancias. Como consecuencia, se espera un avance de especies de líquenes que se reproduzcan por esporas o soredios que son más livianas y pueden ser transportadas más fácilmente por el viento, la lluvia o animales. Por lo tanto, se producirá un aumento de especies de distribución subcosmopolita y cosmopolita en áreas templadas y una disminución gradual de líquenes boreal-alpino (Aptroot 2009).

Los estudios de taxonomía y ecología de las comunidades de líquenes saxícolas, cortícolas y muscícola y/o terrícola son escasos en sistemas precordilleranos y cordilleranos de la región del Maule, Chile (por ejemplo, en la ruta Paso Internacional Pehuenche). Estos sitios que se extienden por un total de 230 km, entre Armerillo (Chile) y Malargüe (Argentina), ofrecen diversos ambientes para el desarrollo y crecimiento de líquenes. Un número significativo de las especies que allí habitan, son comunes en zonas polares de la Antártica y el Ártico (Redón 1985, Sancho & Pintado 2004). Entre ellas podemos citar especies de los géneros *Acarospora*, *Lecidea*, *Rhizocarpon*, *Rhizoplaca*, *Umbilicaria* y *Ochrolechia* (Piñeiro *et al.* 2012, Pereira *et al.* 2021a, Pereira *et al.* 2021b, Sancho 2023).

El objetivo general del presente trabajo fue contribuir al

conocimiento de las comunidades líquénicas como también conocer los factores abióticos y bióticos que influyen en su distribución ecológica en el área de estudio. Los objetivos específicos fueron: a) determinar la diversidad líquénica b) conocer las categorías de conservación de las especies líquénicas del lugar y c) caracterizar los sustratos donde se distribuyen los líquenes en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a un sitio precordillerano ubicado en el km 121 de la ruta 115-CH (Paso Internacional Pehuenche), donde se trabajó en tres puntos: Punto 1: 35°53'40,98" S, 70°38'46,42" O; Punto 2: 35°53'40,99" S, 70°38'45,86" O y Punto 3: 35°53'40,08" S, 70°38'46,40" O situados a una altitud entre 1300 y 1500 m s.n.m., Región del Maule, Chile (Fig. 1). El clima predominante corresponde al tipo mediterráneo, caracterizado por precipitaciones entre 1500 a 2100 mm anuales concentradas en periodos invernales principalmente en forma de lluvia, mientras que la temperatura media anual oscila entre los 11,8 y 13° C (Pezosa 2003).

En cuanto a la descripción de la geomorfología, el sitio de estudio está emplazado en el kilómetro 121, a un costado de la ruta 115-CH teniendo al este un remanso del Río Maule y un paredón del cordón montañoso de la Cordillera de los Andes, teniendo una abundancia importante de sistemas rocosos graníticos de origen magmático. Por su parte, la flora y vegetación del sitio está asociada al piso vegetal de Matorral bajo mediterráneo andino de *Chuquiraga oppositifolia* D. Don (Asteraceae) y *Discaria articulata* (Phil.) Miers (Rhamnaceae) (Piso 113, Luebert & Pliscoff 2017); donde se presenta un matorral bajo dominado por subarbustos espinosos de las especies *C. oppositifolia*, *D. articulata*, *Baccharis neaei* DC. (Asteraceae), *Azorella prolifera* (Cav.) G.M. Plunkett & A.N. Nicolas (Apiaceae), las cuales se asocian a especies acompañantes como *Guindilia trinervis* Gillies ex Hook. & Arn. (Sapindaceae), *Ephedra chilensis* C. Presl (Ephedraceae) y *Fabiana imbricata* Ruiz & Pav. (Solanaceae) (Luebert & Pliscoff 2017). En el sitio también se presenta un estrato arbóreo bajo, donde están agrupados individuos de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri (Cupressaceae). Es importante señalar, que, si bien se presenta un importante número de arbustos en el sitio, los líquenes estaban asociados a las cortezas de *A. chilensis* y a los sustratos rocosos del área.

COLECTA DEL MATERIAL LIQUÉNICO

Los líquenes fueron colectados en el km 121, ruta 115 CH, (ruta Internacional Paso Pehuenche), durante la estación estival, específicamente el día 6 de febrero del año 2023. Los líquenes se colectaron en sustratos bióticos y abióticos presentes en el área de estudio, predominando sustratos rocosos silíceos (granitos), sustrato cortícola (corteza de individuos de *A. chilensis*) y musgo y suelo.

MÉTODO DE MUESTREO

Específicamente, los especímenes saxícolas fueron colectados aleatoriamente a partir de sistemas rocosos silíceos (granitos), musgo y suelo, utilizando martillo y cincel. Por su parte, los líquenes cortícolas en *A. chilensis* fueron colectados entre 0,5-1,5 m del fuste y ramas, de forma manual o mediante una espátula. Posterior e independiente del tipo de sustrato, el material fue georreferenciado y guardado en bolsas de papel rotuladas. En forma simultánea, 2 g de corteza de cada ejemplar de *A. chilensis* fueron guardados para la posterior determinación del pH.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA LIQUÉNICA

Las muestras colectadas en terreno fueron llevadas al laboratorio e identificadas, analizando caracteres morfológicos, anatómicos y ecológicos, estrategias reproductivas, determinación del fotobionte y test colorimétricos. Mediante lupa binocular marca L&T OPTIS, se determinaron los caracteres vegetativos como forma de vida (textura, color del talo), y estructuras anexas al talo (cilios, rizines) y reproductivos (presencia de soredios, isidios o ascocarpos y picnidios, especificando forma y color). Para el análisis del fotobionte y los caracteres internos de las estructuras reproductivas (tipo, forma, color y tamaño de esporas, altura y color del tecio, color del epitecio e hipotecio y reacciones químicas) se usó un microscopio óptico binocular MOTIC modelo BA210, equipado con ocular graduado y cámara microfotográfica. Además, se realizaron test colorimétricos en córtex superior y médula del talo (K, C, KC, Pd) y en epitecio (ácido nítrico, lugol). Para la identificación de los taxones encontrados, se utilizaron revisiones y monografías clásicas tales como: De la Rosa & Mesutti 2015, Ertz *et al.* 2016, Elsebakk *et al.* 2014, Hertel & Leuckert 2008, Knudsen *et al.* 2008, Messuti & Lumbsch 2000, Michlig 2014, Nash *et al.* 1995, Nurtal *et al.* 2017, entre otras. La nomenclatura taxonómica sigue a Index Fungorum. Los vouchers fueron ingresados al Herbario UTAL de la Universidad de Talca, sección Criptogamia, Líquenes entre los números 1960 a 1985.

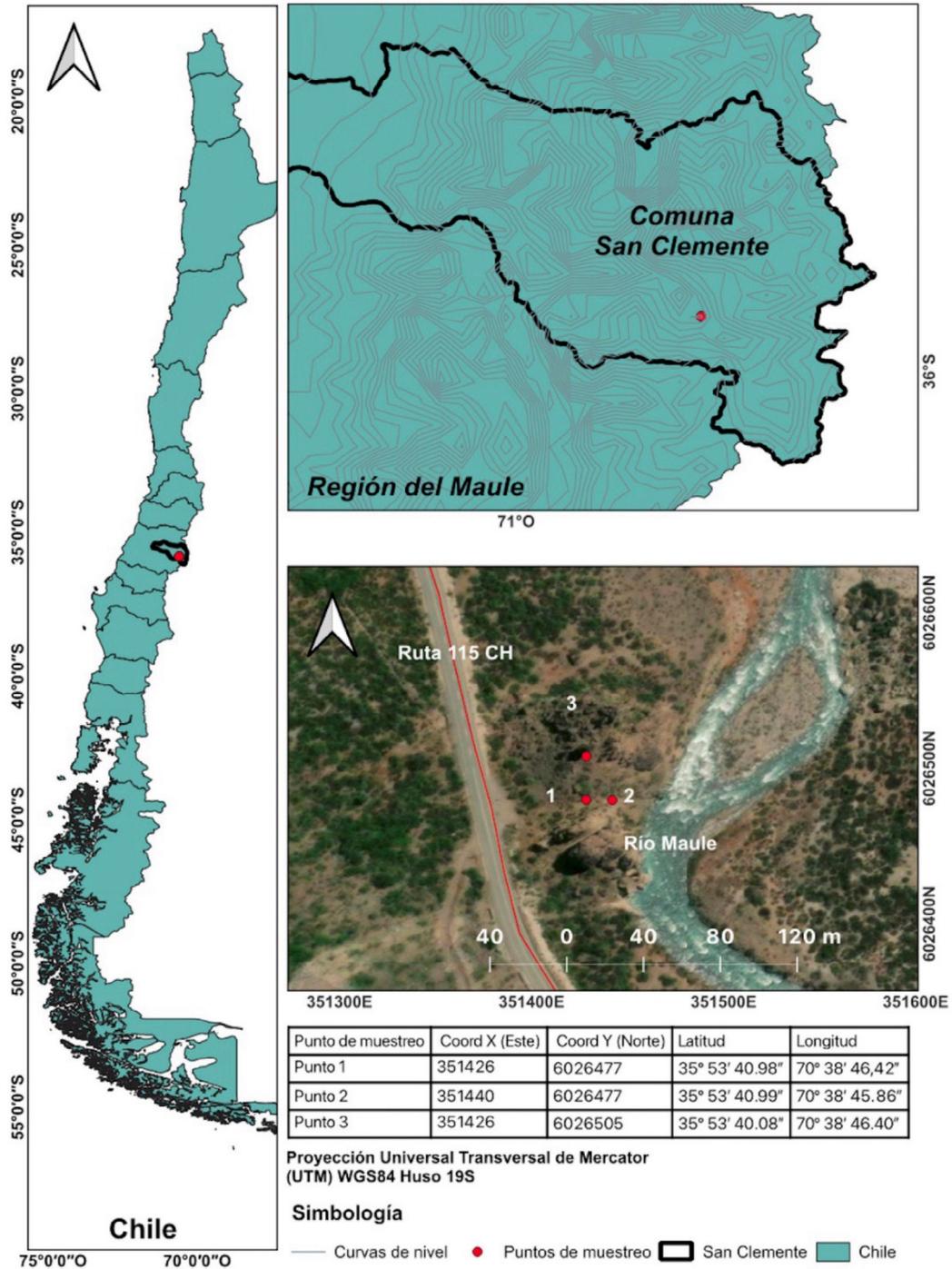


FIGURA 1. Localización geográfica del área de estudio. Los puntos de color rojo corresponden a los sitios donde se colectaron las muestras de líquenes en diferentes sustratos, cortezas de *A. chilensis* para determinación de pH y tarugos de barreno para datar la edad de los mismos. / Geographic location of the study area. The red dots correspond to the sites where samples of lichens were collected from different substrates, *A. chilensis* bark for pH determination and drill increment bore to date their age.

DETERMINACIÓN DEL pH

Se determinó el pH en cuatro muestras de corteza de *A. chilensis*, mediante el método establecido por Mezger's (1996). Para ello, 2 g de muestra fue desmenuzada, remojada en 30 ml de agua destilada por 24 h, ajustando previamente el pH a 7,0. Del extracto resultante se midió el pH mediante peachímetro Vision 246071 Exttech Instruments. Este procedimiento fue repetido 3 veces por cada forófito, para obtener un valor promedio.

DATACIÓN DE *A. CHILENSIS*

Mediante barrenos de incremento, se obtuvo una muestra de madera a partir de 6 ejemplares ubicados en el área de estudio. Estas fueron montadas en soportes de madera con prensa lateral, y se las dejó secar durante dos días. Luego fueron pulidas con lijas de granulometría progresiva (60 a 700), con el fin de resaltar el límite de cada anillo de crecimiento. Mediante lupa binocular, se realizó el conteo de estos anillos, dando por resultado las edades de los individuos. Se considera cada anillo como un año calendario, comenzando el conteo desde la corteza hacia la medula, es decir, desde el exterior hacia el centro del árbol.

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

A continuación, se muestra el listado de taxones encontrados en sustratos cortícolas (*A. chilensis*), saxícolas y muscícola. Los géneros se presentan en orden alfabético, dentro de cada tipo de sustrato, indicando para cada taxón, forma de vida, tipo de fotobionte, estrategia reproductiva, ecología, material estudiado, distribución en Chile y global, categorías de conservación y reacciones químicas. El total de los taxones encontrados pertenecen a la clase Lecanoromycetes. El orden mejor representado entre las especies cortícolas fue

Lecanorales (3 especies), seguido por Caliciales (2 especies) y Teloschistales y Peltigerales (1 especie cada uno). Entre los taxones saxícolas destaca el orden Lecanorales con 4 especies, Acarosporales, Lecideales y Rhizocarpales con 2 especies cada uno y finalmente Pertusariales y Umbilicariales con 1 especie (Tabla 1).

ESPECIES CORTÍCOLAS

Canoparmelia austroamericana Adler (Fig. 2A)

Forma de vida: Talo folioso, amplio, verde grisáceo, algo granuloso en el centro. Cara inferior oscuro a clara.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecanorinos, de 1-4 mm de diámetro; borde talino, crenado; disco café oscuro, pruinoso. Epitecio pardo claro. Tecio incoloro, de 55-60 µm. de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas incoloras, anchamente elipsoidales, de 14-18 x 8-9 µm. Con soredios, granuloso en los márgenes.

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis*.

Material estudiado: CHILE, Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1160 y 1161 (UTAL). 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Sólo conocida en rocas del Altiplano, I Región (Quilhot *et al.* 1998) y epífita en la Región Metropolitana (Vargas 2017).

Distribución global: Sudamérica (Argentina provincia de Buenos Aires (Adler 1987) y Santiago del Estero (Adler 1987, 2013) y en Chile (Vargas 2017, Quilhot *et al.* 2012).

Categoría de conservación: EN: (En peligro). Según Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) en base de datos actualizada al Proceso N°19 mayo 2024.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ amarillo. Medula: K-, KC+ rosa pálido.

Nota: Se registra por primera vez en la Región del Maule.

TABLA 1. Clasificación taxonómica de los taxones encontrados en el área de estudio del km 121, Ruta 115-CH, Paso Internacional Pehuenche, Región del Maule, Chile. / Taxonomic classification of the taxa found in the study area of km 121, Route 115-CH, Pehuenche International Pass, Maule Region, Chile.

N°	Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Sustrato o hábito
1	Lecanoromycetes	Acarosporales	Acarosporaceae	<i>Acarospora strigata</i> (Nyl.) Jatta	Saxícola
2	Lecanoromycetes	Acarosporales	Acarosporaceae	<i>Acarospora xanthophana</i> (Nyl.) Jatta	Saxícola
3	Lecanoromycetes	Caliciales	Physciaceae	<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
4	Lecanoromycetes	Caliciales	Physciaceae	<i>Rinodina sophodes</i> (Ach.) A. Massal.	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
5	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
6	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i> (DC) Leuckert	Saxícola
7	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia austroamericana</i> Adler	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
8	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Xanthoparmelia mougeotii</i> (Schaer. ex D. Dietr.) Hale	Saxícola
9	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Melanelixia fuliginosa</i> (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (= <i>Melanelia fuliginosa</i> (Fr. ex Duby) Essl.)	Saxícola
10	Lecanoromycetes	Lecanorales	Stereocaulaceae	<i>Lepraria membranacea</i> (Dicks.) Vain	Muscícola y saxícola
11	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach.	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
12	Lecanoromycetes	Lecideales	Lecideaceae	<i>Lecidea atrobrunnea</i> (DC.) Schaer.	Saxícola
13	Lecanoromycetes	Lecideales	Lecideaceae	<i>Lecidea</i> sp.	Saxícola
14	Lecanoromycetes	Peltigerales	Collembataceae	<i>Collema</i> sp.	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
15	Lecanoromycetes	Pertusariales	Ochrolechiaceae	<i>Ochrolechia austroamericana</i> (Räsänen) Räsänen	Saxícola
16	Lecanoromycetes	Rhizocarpales	Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon geminatum</i> Körb.	Saxícola
17	Lecanoromycetes	Rhizocarpales	Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC	Saxícola
18	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	<i>Polycauliona candelaria</i> (L.) Frödén, Arup & Söchting	Cortícola en <i>A. chilensis</i>
19	Lecanoromycetes	Umbilicariales	Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria hyperborea</i> (Ach.) Hoffm.	Saxícola

Collema sp. (Fig. 2B)

Forma de vida: Talo folioso, verde oscuro a negruzco, en estado seco. Con estructura homómera, sin córtex, de 1 a 10 mm de diámetro.

Fotobionte: Cianobacteria: *Nostoc* sp.

Estrategia reproductiva: Estéril, no se observa ni apotecios ni soledios, ni isidios ni filidias.

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis* en lugares abiertos.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1162 (UTAL), 06-02-2023. Det. I. Pereira.

Distribución en Chile: No es posible de definir por falta de caracteres vegetativos y reproductivos que conduzcan a una clara identificación taxonómica a nivel específico.

Distribución mundial: No es posible definir.

Categoría de conservación: No definida.

Rx. Químicas: Todas negativas.

Nota: Sólo se pudo determinar este material a nivel de género, por medio de la estructura homómera del talo y a la carencia de córtex. La falta de estructuras reproductivas tanto de origen sexual como asexual imposibilitaron la determinación a nivel de especie.

Lecanora albella (Pers.) Ach. (Fig. 2C)

Forma de vida: Talo crustáceo, blanquecino, poco aparente.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecanorinos, de 1-3 mm de diámetro. Borde talino permanente, continuo, blanquecino, disco plano, algo convexo, de color variable,

en este caso fuertemente gris blanquecino, pruinoso. Ascosporas octosporadas. Epitecio café negruzco. Tecio incoloro, de 60-70 μm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas simples, elipsoidales, incoloras, de 10-14 x 6-7 μm .

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis*. Muy frecuente en cortezas de *Nothofagus* en diferentes regiones de Chile.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m.. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1163 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Presentes en diferentes especies arbóreas del bosque nativo, pero principalmente en diversas especies de *Nothofagus*. Aparece en Argentina, en las provincias de Río Negro y Chubut y Región del Maule, Chile (De la Rosa & Messuti 2015).

Distribución global: Cosmopolita.

Categoría de conservación: No definida, sin embargo, podría ser **LC:** (Preocupación menor), ya que aparece frecuentemente en el bosque mixto en cortezas de *Nothofagus*. Su categoría de conservación podría ser alterada bajo manejo no adecuado del bosque nativo y la amenaza latente de incendios en los bosques nativos.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ amarillo o volviéndose más tarde, rojizo, C-, KC-, P+ naranja o rojo.

Nota: Se registra por primera vez en cortezas de una gimnosperma en Chile.

***Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy (Fig. 2D)**

Forma de vida: Talo crustáceo, areolado a granular, blanquecino a beige.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecideínicos, de 1-3 mm de diámetro. Epitecio pardo negruzco. Tecio incoloro, 60-70 μm . Hipotecio incoloro. Ascosporas simples, elipsoidales, de 10-14 x 6-9 μm .

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis*.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1164 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Conocida de las regiones del L.B. O'Higgins y del Maule.

Distribución global: Australasia, Europa y Norteamérica.

Categoría de conservación: No definida, pero podría ser de **LC:** (Preocupación menor), ya que esta especie es muy frecuente en especies arbóreas del bosque mixto de *Nothofagus* en diferentes regiones de Chile.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ amarillo, C+ naranja, KC+ amarillo, P+ amarillo.

***Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier (Fig. 2E).**

Forma de vida: Talo folioso, gris blanquecino, ciliado. Cilios blancos y negros.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Asexual: Soredios labriformes (en forma de labios).

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis* en sitios abiertos e iluminados.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1165 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Se extiende entre la región de Valparaíso a Magallanes (Quilhot *et al.* 2012).

Distribución mundial: Cosmopolita.

Categoría de conservación: Clasificada como **LC** (preocupación menor) para Chile y para la Región del Maule según Proceso N°19 actualizado a mayo del 2024.

Rx. Químicas: Córtex superior K + amarillo, C-, KC-, P + amarillo. Médula K-, C-, KC-, P-.

***Polycauliona candelaria* (L.) Frödén, Arup & Søchting (Fig. 2F)**

Forma de vida: Talo folioso, hasta 5-6 cm, con bordes sorediados.

Fotobionte: Alga verde: *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Asexual: Soredios anaranjados y a veces apotecios escasos, laminares, 0,1-0,2 mm. Epitecio café amarillento. Tecio incoloro, 60-90 μm de altura. Hipotecio incoloro a café claro. Ascosporas elipsoidales, polariloculares, incoloras, 12-15 x 5.5-8 μm ; ancho del septo 3-6 μm (no observadas en el material estudiado).

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis*. Crece junto a *Physcia adscendens*.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1166, 1167, 1168, 1169 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Llanquihue a Isla Navarino y Territorio Antártico (Quilhot *et al.* 2012) y RM (Vargas 2014).

Distribución global: Cosmopolita (Sancho *et al.* 1990).

Categoría de conservación: No definida aún, pero podría ser considerada **DD: (Datos insuficientes)**. Especie nitrófila y con influencia antrópica. No evaluada ni clasificada aún, en ninguna categoría de amenaza de la UICN, ni Proceso de Clasificación de Especies en Chile.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ purpura.

Rinodina sophodes (Ach.) A. Massal. (Fig. 2G)

Forma de vida: Talo crustáceo, blanquecino grisáceo, areolado, algo granuloso.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecanorinos, numerosos, de 2-3 mm de diámetro. borde talino del mismo color del talo; disco negro. Epitecio pardo claro, Tecio incoloro, de 95-115 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas café claro a moradas, uniseptadas, elipsoidales, constreñidas a nivel del septo, pigmentadas, de 24-28 x 10-14 µm.

Ecología: Cortícola, en cortezas de *A. chilensis*. En áreas altas y expuestas al sol.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,99" S; 70°38'45,86" O, 1302 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1170, 1171 (UTAL), 06-02-2023, Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Ampliamente distribuida en la Región del Maule, especialmente en los bosques *Nothofagus*. localizado a una altura entre 1200-1400 m s.n.m.

Distribución global: Cosmopolita (Norteamérica, Sudamérica, Europa, África, Nueva Zelanda y Australia).

Categoría de conservación: No definida. Podría proponerse como **DD:** (Datos insuficientes) debido a tala de bosques e incendios del bosque nativo. Además, esta especie es poco frecuente en los bosques de *Nothofagus* en Chile.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ amarillo.

LÍQUENES SAXÍCOLAS

Acarospora strigata (Nyl.) Jatta (Fig. 2H)

Forma de vida: Talo crustáceo, café grisáceo a blanquecino, areolado.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios hundidos en las areolas del talo, negros, alargados o redondeados, generalmente un por areola o más, de 2-5 por areola, de 0,1-0,8 mm de diámetro. Disco negro, no pruinoso. Epitecio café oscuro. Tecio incoloro, de 30-70 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas elipsoidales, incoloras, anchamente elipsooidal, de 3-7.5 x 2-3.5 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas, ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m., en rocas graníticas. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1172 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: En Sudamérica, citada en Chile (de Los Andes) y Argentina.

Distribución global: En Sudamérica conocida de colecciones de Argentina (Magnusson 1929) y en Chile descrita de los

Andes (Nylander 1855). Su centro de distribución parece estar en el oeste de América del Norte (Knudsen 2007), pero también se conoce en Asia (Magnusson 1944).

Categoría de conservación: No definida, pero se podría proponer provisoriamente como **R** ó **DD:** (Rara o Datos insuficientes).

Nota: Sin embargo, es rara en Sudamérica, donde ha sido colectada en rocas calcáreas (Knudsen *et al.* 2008). La descripción anterior de *Acarospora strigata* está basada en material colectado en este lugar y se ajusta al concepto de especie de *A. strigata* (Golubkova 1988, Knudsen 2007, Magnusson 1929).

Acarospora xanthophana (Nyl.) Jatta (Fig. 2I)

Forma de vida: Talo crustáceo, verde amarillo, areolado, raramente con lóbulos anchos

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios hundidos en las areolas del talo. Epitecio amarillento. Tecio incoloro, de 130-150 µm de altura. Hipotecio amarillento en la parte superior e incoloro en la parte inferior. Ascosporas incoloras, estrechamente elipsoidales, de 3-5 x 1.5-2 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas (volcánicas) ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m., granito. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1173 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Islas Juan Fernández, Región de Valparaíso, Región de Tarapacá (Knudsen & Elix 2008).

Distribución global: Parece ser endémica en montañas de Sudamérica por encima de los 2000 m snm en Argentina, Bolivia, Chile y Perú.

Categoría de conservación: No definida, pero provisoriamente podría clasificarse como **DD:** Datos insuficientes, ya que no ha sido citada con frecuencia en Chile.

Rx. Químicas: Córtex superior: K-, C-, KC-, P-.

Lecidea atrobrunnea (DC.) Schaer. (Fig. 2J)

Forma de vida: Talo crustáceo, areolado, Areolas amarillentas, café claro a oscuro. Areolas angulares, de bordes irregulares

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecideínos, numerosos, negros, borde talino del mismo color del talo, disco negro, de 2-3 mm de diámetro. Epitecio incoloro a azul-verdoso claro. Tecio incoloro, de 40-60 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas elipsooidal-oblongas, de 6-12 x 3-5 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas (volcánicas), ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1174, 1175, 1176 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Previamente ha sido reportada de zonas montañosas de la Laguna del Maule, Región del Maule.

Distribución global: Antártica, Nueva Zelanda o en montañas de África tropical (Hertel 2006) y República checa. Cosmopolita.

Categoría de conservación: No definida, pero se propone, de acuerdo a observaciones frecuentes en zonas de alta montaña sobre sustratos rocosos como LC: (Preocupación menor).

Rx. Químicas: Córtex superior K-, C-, KC-, P-. Medula K-, C-, KC-, P-.

Lecidea sp. (Fig. 2K).

Forma de vida: Talo crustáceo, areolado fisurado, grisáceo. Areolas pequeñas, reborde de las areolas blanquecinas.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecideíños, negros, borde talino del mismo color del talo, disco negro, de 2-3 mm de diámetro. Epitecio pardo. Tecio incoloro, de 50-60 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas incoloras, elipsoidal-oblongas, de 7-8 x 3-4 µm entre las areolas.

Ecología: Saxícola, rocas volcánicas y ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1177 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: No definida.

Categoría de conservación: No definida.

Rx. Químicas: Córtex superior K-, C-, KC-, P-. Medula K-, C-, KC-, P-.

Lepraria membranacea (Dicks.) Vain. (Fig. 2L).

Forma de vida: Talo leproso, algo membranoso, granular, blanquecino.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Asexual: Soredios, No presenta apotecios, superficie cubierta por soredios granulosos.

Ecología: muscícola y saxícola, crece entre y sobre musgos, y en rocas donde se acumula suelo.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, en rocas y suelo, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1179 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Desconocida.

Distribución global: Europa (Italia y Rumania) Norte América de México. (Lendemer 2013).

Categoría de conservación: No definida. Se propone como R: Rara, especie no conocida en Chile.

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ Amarillo a anaranjado más raramente K-, C- ó C+ amarillo, P+ rojo anaranjado.

Melanelixia fuliginosa (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (= *Melanelia fuliginosa* (Fr. ex Duby) Essl.) (Fig. 2M).

Forma de vida: Talo folioso, algo lobulado verde oscuro, café oscuro a negruzco, arrugado en el centro, algo brillante, muy adherida al sustrato.

Fotobionte: Alga verde, Clorococoides.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecanorinos, escasos a numerosos. Ascosporas octosporadas. Epitecio café a azul negruzco. Tecio incoloro, 40-60 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas, de 7-10 x 4-6 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas y ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m., Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1179 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Desconocida en Chile.

Distribución global: Oeste y este de América del Norte, sur en las montañas, Europa.

Categoría de conservación: No definida, se propone como DD: (Datos insuficientes).

Rx. Químicas: Córtex superior K-, C-, KC-, P-, N-, Medula: K+ púrpura o K-, C+ roja, KC+ rojo, P-.

Ochrolechia austroamericana (Räsänen) Räsänen (= *O. pallescens* var. *austroamericana* Räsänen) (Fig. 2N).

Forma de vida: Talo crustáceo, areolado. Areolas gruesas, de forma rectangular o irregular, de color beige o crema.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecanorinos, esféricos, Borde talino grueso, permanente, del mismo color del talo; disco algo amarillento, muy pruinoso. Epitecio incoloro a amarillento. Tecio incoloro, de 170-180 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas octosporadas. Ascosporas oblongas a elipsoidales, incoloras, de 20-24 x 10-14 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas (volcánicas) y ácidas. Según Messuti & Lumbsch 2000, se ha encontrado comúnmente a una altitud de 1600 m, en roca y suelo.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, roca volcánica,

35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1180 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Citada en las provincias del Bío-Bío, Malleco, Petorca y Talca (Messuti & Lumbsch 2000).

Distribución global: Centro y sur de Argentina y Chile. En Argentina encontrada entre 700 y 1.800 m s.n.m. en las provincias de Mendoza y Neuquén (Messuti & Lumbsch 2000).

Categoría de conservación: No definida, se propone como IC: (Insuficientemente conocida).

Rx. Químicas: Córtex superior: C+ amarillo, C+ rojo, KC+ rojo, P-.

Nota: El material responde muy bien a las características ecológicas, morfológicas y reproductivas correspondientes a este taxón. El tamaño de las esporas, se ajusta al rango de esta especie, según Messuti & Lumbsch (2000) al igual que las reacciones químicas del talo. De acuerdo a los resultados obtenidos podríamos afirmar, en primera instancia, que el material correspondería a *O. austroamericana*, a pesar de no haber realizado por el momento TLC.

Rhizocarpon geminatum Körb. (Fig. 2Ñ).

Forma de vida: Talo crustáceo, gris, areolado. Areolas numerosas, algo redondeadas, de color té con leche, con superficie convexa.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecideíneos, esféricos o irregulares, café oscuro o negros, entre areolas, más o menos redondeados. Epitecio verdeazulado. Tecio incoloro, de 95-120 µm de altura. Hipotecio incoloro. Ascosporas muriformes, verde claro a café oliva, elipsoidales a casi oblongas, de 35-65 x 15-28 µm.

Ecología: Saxícola. Rocas volcánicas y ácidas. Crece junto a *Umbilicaria hyperborea* y *Xanthoparmelia mougeotii*.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1181 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: No existen citas de esta especie en el país.

Distribución global: Oeste y norte de América del Norte y Groenlandia, Europa y América del Sur.

Categoría de conservación: No definida, dado el escaso conocimiento acerca de la distribución de esta especie en el país, se podría señalar como R: (Rara) hasta la fecha.

Rx. Químicas: Medula K+ débilmente amarillo, o en ocasiones K+ rojo, raramente K-, C-, KC-, P+ amarillo a rojo, P-.

Nota: Esta especie se cita por primera vez para Chile.

Rhizocarpon geographicum (L.) DC (Fig. 2O).

Forma de vida: Talo crustáceo, areolado. Areolas numerosas, verde amarillento, con hipotalo negro.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios lecideíneos, negros, esféricos o irregulares entre areolas, más o menos. Epitecio verdeazulado. Tecio incoloro a levemente verdoso, de 100-160 µm de altura. Hipotecio café oscuro. Ascosporas submuriformes a muriformes, anchamente elipsoidales, de 20-36 x 10-20 µm, halonadas.

Ecología: Saxícola. Rocas graníticas y ácidas, en bosques de coníferas, *A. chilensis*.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1500 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1182 (UTAL), 06-02-2023. Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: desde la zona central del país a los 32° Sur, y hasta el extremo sur siguiendo la Cordillera de los Andes (Galloway & Quilhot 1998, Quilhot *et al.* 2012).

Distribución global: Cosmopolita.

Categoría de conservación: No definida, se propone como LC: Preocupación menor, debido a alta frecuencia en zonas precordillerana de los Andes, de mediana a alta montaña.

Rx. Químicas: Medula K-, C- ó raramente C+ rojo, P+ amarillo.

Rhizoplaca melanophthalma (DC) Leuckert (Fig. 2P).

Forma del Talo: Talo folioso, creciendo en rosetas irregulares, amarillento a café claro.

Fotobionte: Alga verde *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Apotecios lecanorinos, numerosos, redondos o irregulares, borde entero o levemente crenado del mismo color del talo, disco grisáceo a negro, pruinoso. Tecio, incoloro, de 50-60 µm de altura. Epitecio amarillento. Ascosporas elipsoidales a subglobosas, de 7-12 x 4-8 µm.

Ecología: saxícola, en rocas graníticas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, granito, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1400 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1183 (UTAL), 06-02-2023, Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Conocida de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Región Metropolitana, del Libertador B. O'Higgins, del Maule, del Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes y la Antártica Chilena.

Distribución global: Circumbipolar, circumboreal, circumaustral excepto para Australasia; extendiéndose a los trópicos en áreas alpinas; Europa, Asia, África noroccidental y oriental, América del Norte y del Sur, Antártida.

Categoría de conservación: LC: (Preocupación menor), según criterios de RCE actualizado a mayo del 2024.

Umbilicaria hyperborea (Ach.) Hoffm. (Fig. 2Q y 2R)

Forma de vida: Talo umbilicado. Cara superior café claro a gris negruzco y cara inferior negro o marrón negruzco. Sin rizomorfos, Picnidios café negruzco, en márgenes de los lóbulos.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Sexual: Apotecios numerosos, girofóricos, negros, de 0,2-0,4 mm de diámetro. Ascosporas incoloras, simples, elipsoidales, de 10-12 x 8-10 µm. Picnidios puntiformes, con un ostiolo café negruzco. Ubicados en los márgenes de los lóbulos. Picnidiosporas bacilares, unicelulares, incoloras, de 2-3 x 1-1,5 µm.

Ecología: Saxícola, rocas graníticas. Crece junto *Xanthoparmelia mougeotii* y *Acarospora xanthophana*.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, rocas volcánicas, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1500 m s.n.m. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1184 (UTAL), 06-02-2023, Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Ha sido citado para Chile por Galloway & Quilhot (1998) sin precisar localidad.

Distribución global: Europa, Norte y Sudamérica.

Categoría de conservación: No definida. Faltan antecedentes para definir su categoría de conservación.

Rx. Químicas: Medula: C+ rojo, KC+ rojo, P-.

Nota: Difiere de *U. nylanderiana* por la ausencia de taloconidia y de *U. polyphylla* por la ausencia de taloconidia y rizomorfos, pero comparten el tipo de apotecios (girofóricos) y color, forma y tamaño de las esporas.

Xanthoparmelia mougeotii Hale (Fig. 2S).

Forma de vida: Talo folioso, lobulado, verde amarillento, a veces algo pardo claro. Lóbulos estrechos, cortos, dicotómicamente ramificados, café por los bordes.

Fotobionte: Alga verde, *Trebouxia* sp.

Estrategia reproductiva: Asexual: con escasos y finos soredios. A veces con apotecios.

Ecología: Saxícola. Rocas volcánicas y ácidas.

Material estudiado: CHILE: Región del Maule, San Clemente, ruta Paso Internacional Pehuenche, km 121, rocas volcánicas, 35°53'40,08" S; 70°38'46,40" O, 1500 m s.n.m., rocas volcánicas. Leg. I. Pereira, C. Avendaño y O. Papú 1185 (UTAL), 06-02-2023, Det: I. Pereira.

Distribución en Chile: Conocida de la Región de Magallanes (Elsebakk *et al.* 2014)

Distribución global: Pantemplada a subártica en Europa, Asia, África meridional y América del Norte occidental.

Categoría de conservación: No definida, sin embargo, dado su alta frecuencia en zonas precordilleranas de los Andes, se puede proponer como LC: (Preocupación menor).

Rx. Químicas: Córtex superior: K+ amarillo a naranja C-, KC-, P+ naranja. Medula K+ amarillo llegando a rojo oscuro, C-, KC-, P+ naranja.

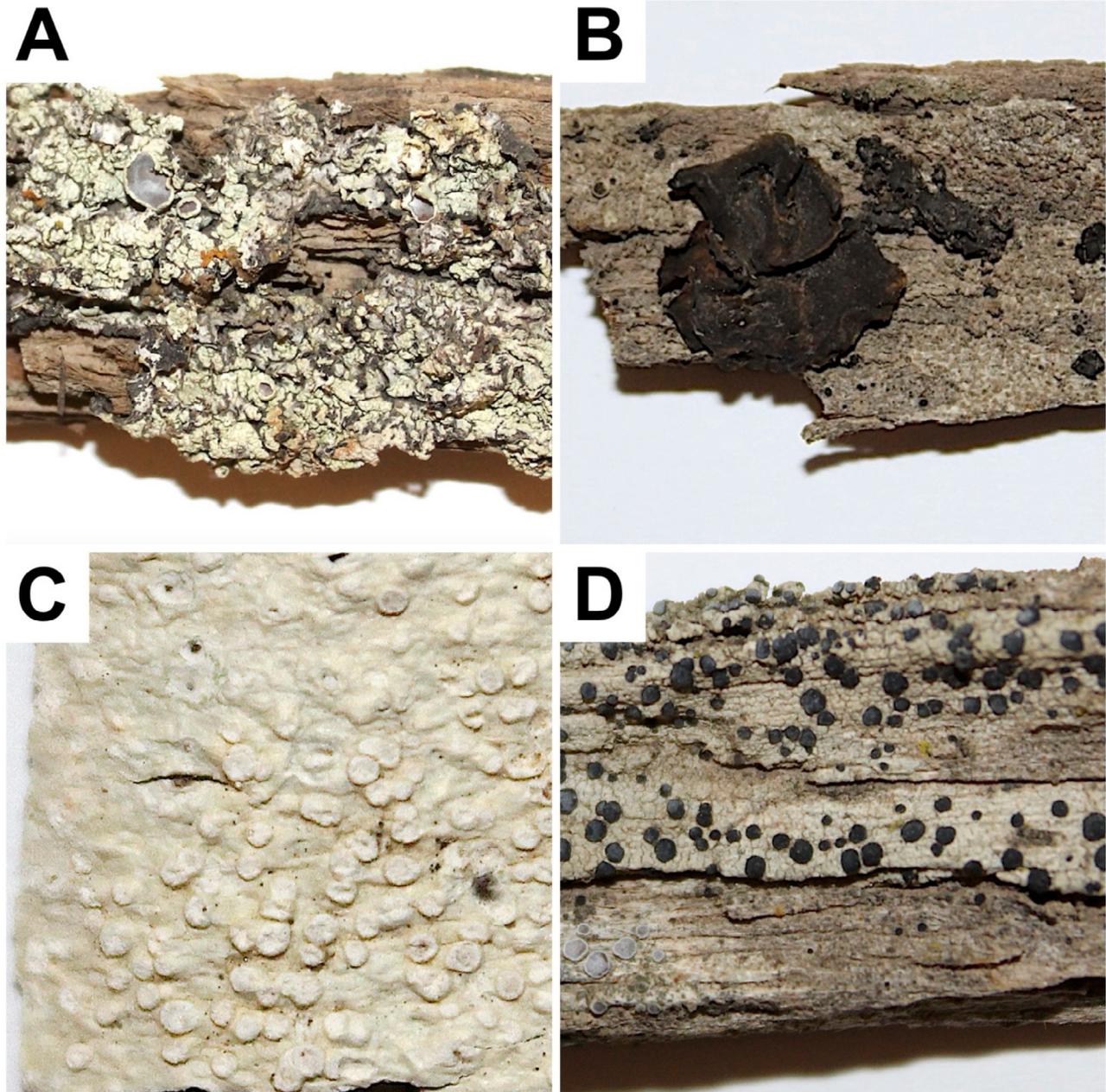


FIGURA 2. Especies cortícolas: A: *Canoparmelia austroamericana*, B: *Collema* sp., C: *Lecanora albella*, D: *Lecidella elaeochroma* ./ **Corticolous Species:** A: *Canoparmelia austroamericana*, B: *Collema* sp., C: *Lecanora albella*, D: *Lecidella elaeochroma*. (Ver continuación en las siguientes páginas).

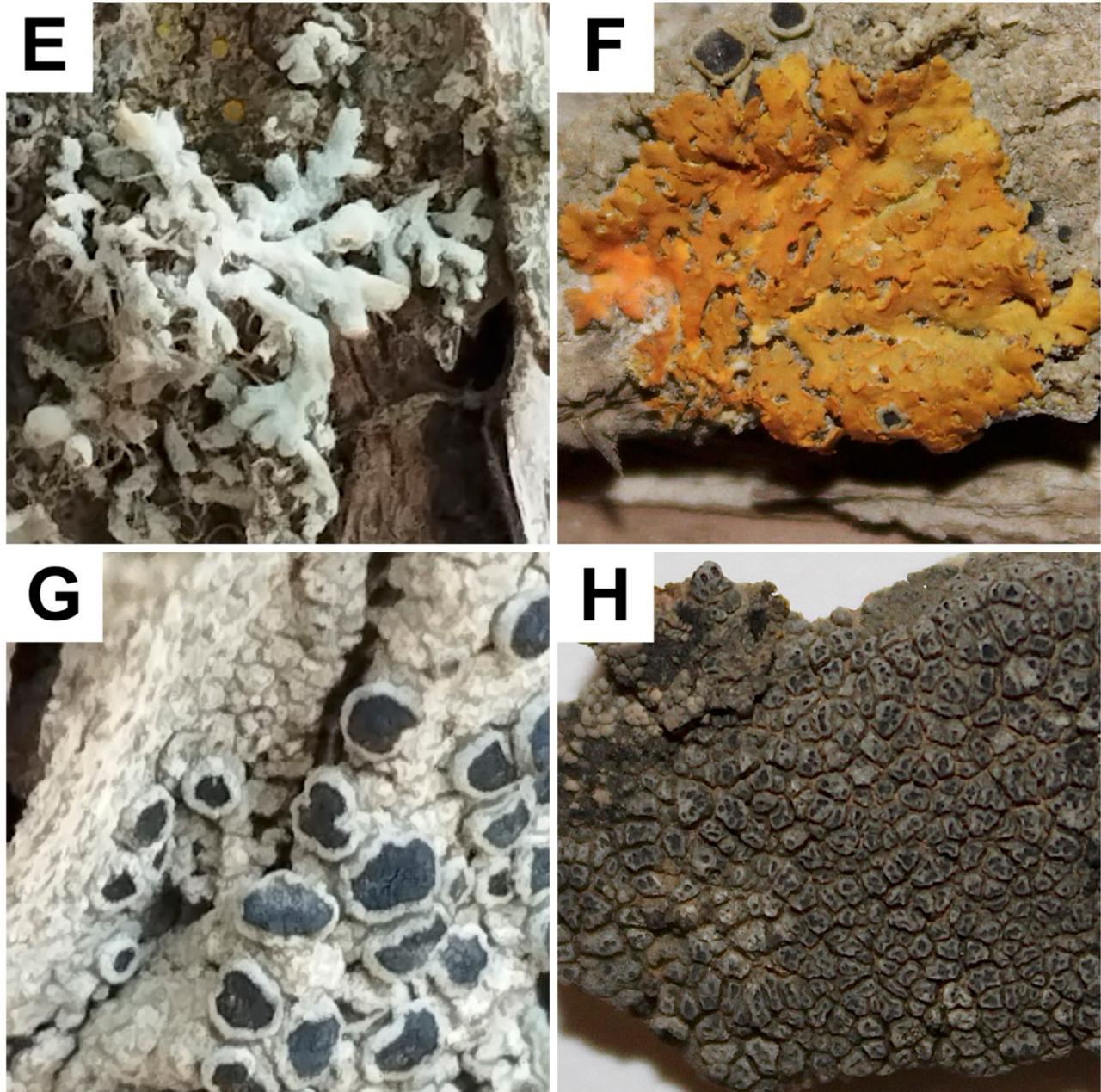


FIGURA 2. (continuación) Especies cortícolas: E: *Phycia adscendens*, F: *Polycauliona candelaria*, G: *Rinodina sophodes*. **Especies saxícolas y muscícola:** H: *Acarospora strigata* / **Corticolous Species:** E: *Phycia adscendens*, F: *Polycauliona candelaria*, G: *Rinodina sophodes*. **Saxicolous and Muscicolous Species:** H: *Acarospora strigata*. (Ver continuación en las siguientes páginas).

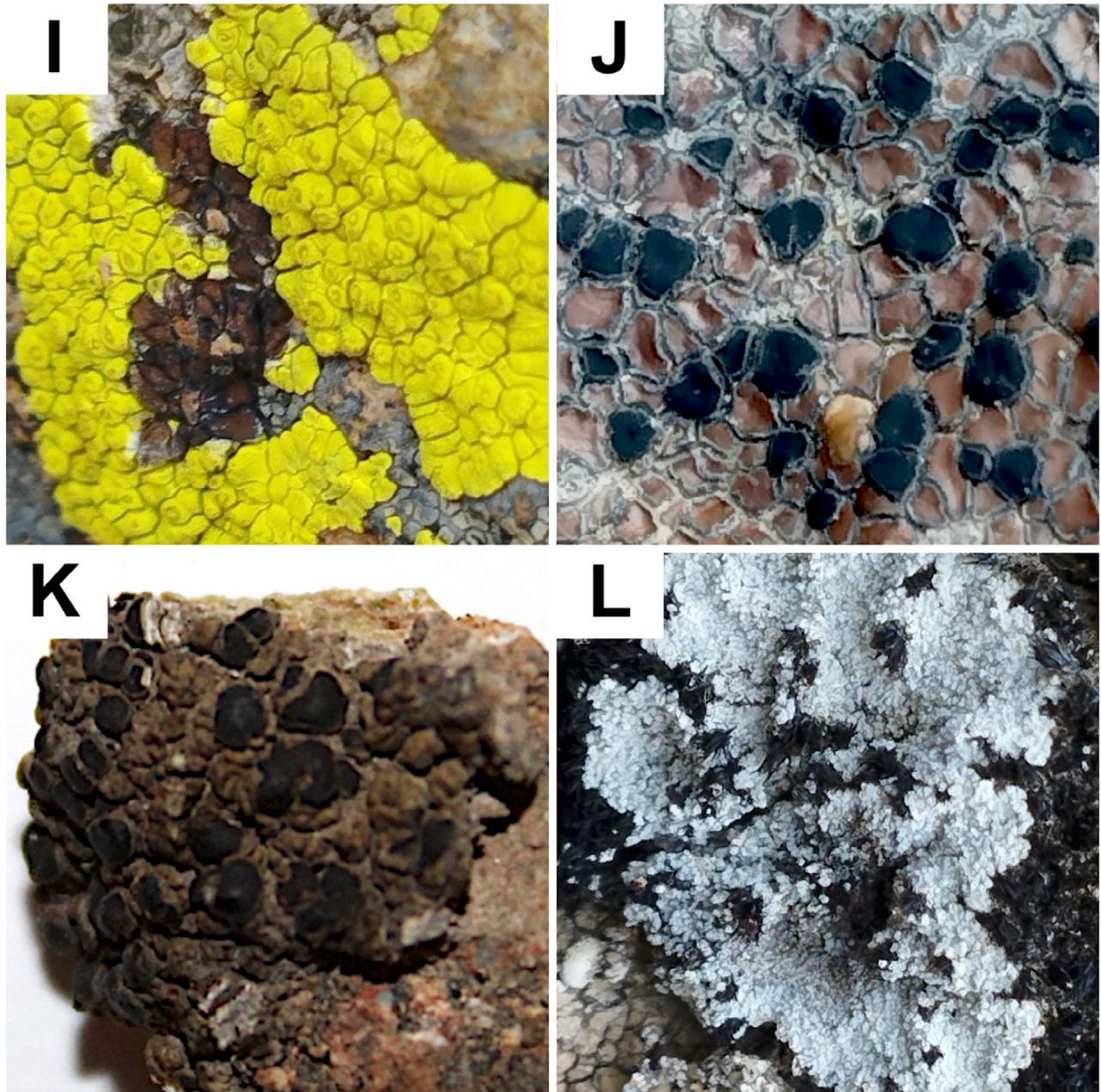


FIGURA 2. (continuación) Especies saxícolas y muscícola: I: *A. xanthophana*, J: *Lecidea atrobrunnea*, K: *Lecidea* sp., L: *Lepraria membranacea*. / **Saxicolous and Muscicolous Species:** I: *A. xanthophana*, J: *Lecidea atrobrunnea*, K: *Lecidea* sp., L: *Lepraria membranacea*. (Ver continuación en las siguientes páginas).

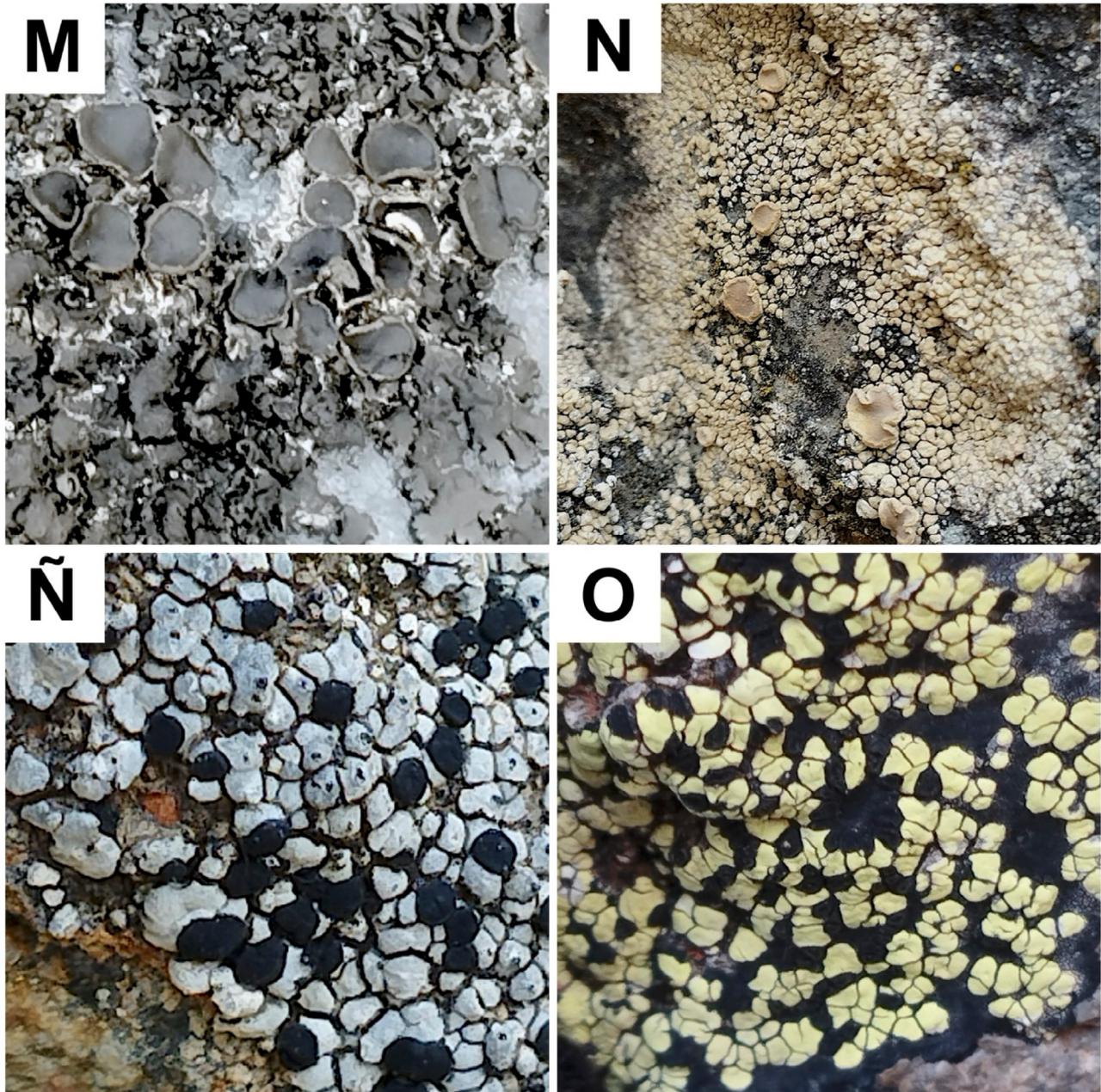


FIGURA 2. (continuación) Especies saxícolas y muscícola: M: *Melanelixia fuliginosa*, N: *Ochrolechia austroamericana*, Ñ: *Rhizocarpon geminatum*, O: *R. geographicum*. / **Saxicolous and Muscicolous Species:** M: *Melanelixia fuliginosa*, N: *Ochrolechia austroamericana*, Ñ: *Rhizocarpon geminatum*, O: *R. geographicum*. (Ver continuación en las siguientes páginas).

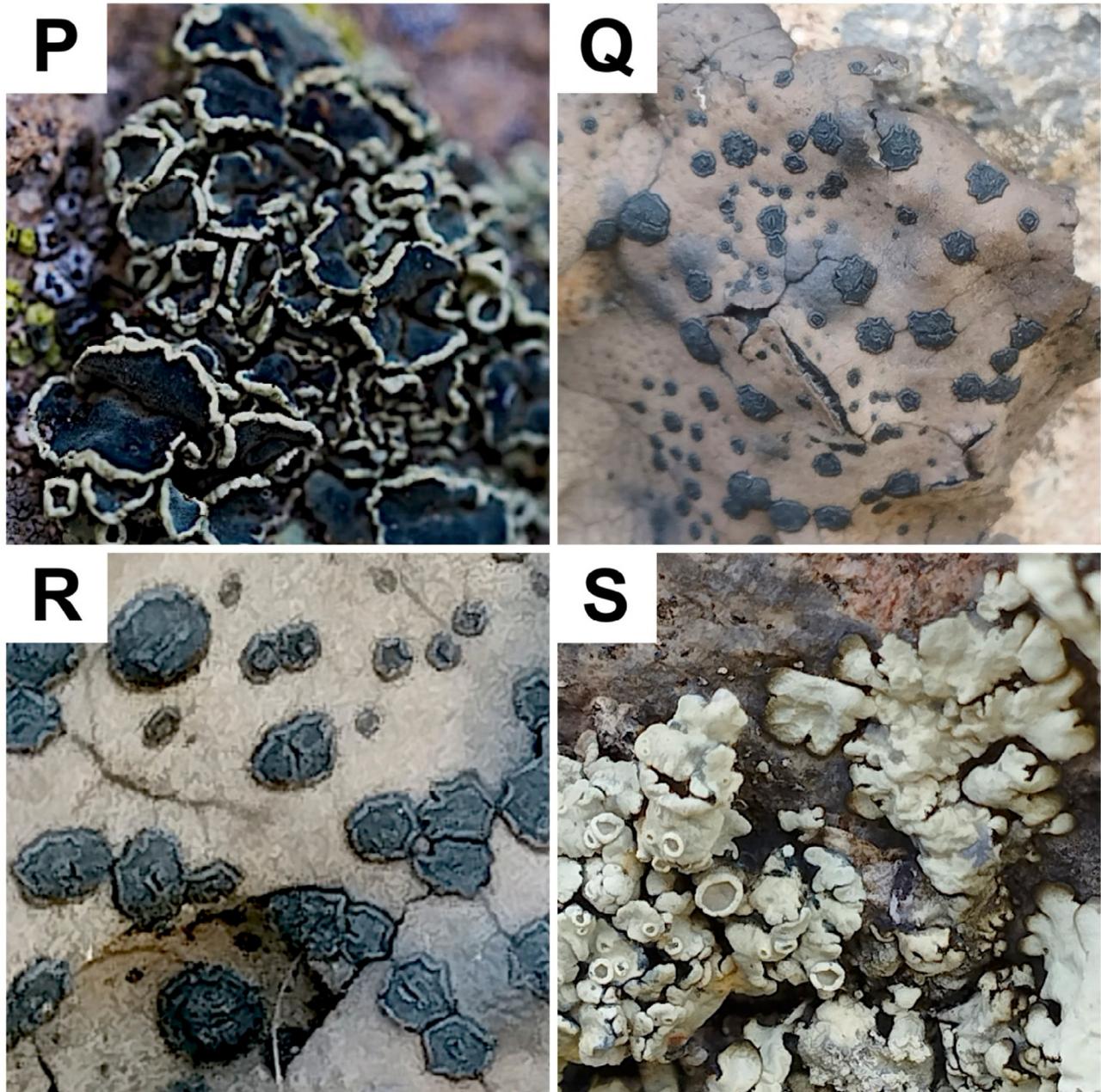


FIGURA 2. Especies saxícolas y muscícola: P: *Rhizoplaca melanophthalma*, Q: Talo de *Umbilicaria hyperborea* R: Apotecios girofóricos de *Umbilicaria hyperborea*, S: *Xanthoparmelia mougeotii*. / **Saxicolous and Muscicolous Species:** P: *Rhizoplaca melanophthalma*, Q: Thallus of *Umbilicaria hyperborea*, R: Gyrophoric apothecia of *Umbilicaria hyperborea*, S: *Xanthoparmelia mougeotii*.

TAXONOMÍA, DIVERSIDAD LIQUÉNICA Y ECOLOGÍA

La mayoría de las especies encontradas corresponden a Clorolíquenes, exceptuando *Collema* sp. (Cianolíquen bipartita) viviendo como epífita en *A. chilensis*.

Considerando ambos tipos de sustratos disponibles en el sitio de estudio, la diversidad de líquenes encontradas fue de 19 taxones, 17 determinados a nivel de especie y 2 a nivel de género (*Collema* sp. y *Lecidea* sp.).

Del total de los taxones encontrados en el área de estudio, un 57,9 % corresponde a formas de vida crustosa, el 31,6 % a formas foliosas, un 5,25 % a forma leprosa y un 5,25 % a forma umbilicada, considerando los diferentes tipos de sustratos disponibles.

En sustratos rocosos graníticos ácidos, según su forma de vida destacan 8 taxones crustosos como: *Acarospora strigata*, *Acarospora xanthophana*, *Lecidea atrobrunnea*, *Lecidea* sp., *Ochrolechia austroamericana*, *Rhizocarpon geminatum*, *R. geographicum*, *Rhizoplaca melanophthalma*, 2 foliosas: *Melanelixia fuliginosa* y *Xanthoparmelia mougeotii*, una leprosa, granulosa y membranosa: *Lepraria membranacea* y una umbilicada *Umbilicaria hyperborea*.

Entre las especies cortícolas se encontraron 3 especies crustosas: *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochroma*, *Rinodina sophodes* y 4 especies foliosas *Canoparmelia austroamericana*, *Collema* sp., *Physcia adscendens* y *Polycauliona candelaria*.

Acarospora strigata y *Rhizocarpon geminatum* se cita por primera vez para el país, *Xanthoparmelia mougeotii* por primera vez para la región del Maule y *Ochrolechia austroamericana* por segunda vez para la Región del Maule.

CARACTERÍSTICAS DE *A. CHILENSIS*

El pH de la corteza fue ligeramente ácido variando de 5,0 a 5,2. Mientras que la edad de estos individuos abarcó los 40 y 135 años. Precisamente, dos de los ejemplares arrojaron una edad de 110 años, en tanto que los restantes cuatro correspondieron a edades de 40; 58; 67 y 135 años.

MODALIDAD DE REPRODUCCIÓN

De las especies saxícolas encontradas, 10 mostraron reproducción sexual, adoptando distintas estrategias para soslayar las condiciones climáticas presentes a esas altitudes y latitudes. Por ejemplo, *Rhizoplaca melanophthalma* produce muchos apotecios, con 8 ascosporas por ascas, aumentando la probabilidad de sobrevivencia de al menos una de ellas. Otras especies producen esporas muriformes, donde cada célula integrante, es capaz de germinar, aumentando las posibilidades de encontrar su patrón fotosintético para establecerse como nuevos individuos. A su vez, estas esporas producen halos mucilaginosos que les permiten evitar la desecación y aumentar el éxito de su sobrevivencia y restablecimiento como

son los casos de *Rhizocarpon geminatum* y *R. geographicum*. Otras especies producen ascos multiesporados, con una gran cantidad de esporas pequeñas como es el caso de *Acarospora strigata* y *A. xanthophana*. El género *Lecidea* y las especies como *Melanelixia fuliginosa*, *Ochrolechia austroamericana* y *Umbilicaria hyperborea* son capaces de producir 8 esporas por ascas y *Lepraria membranacea*, especie creciendo sobre musgos, en roca y algo de suelo, lo hace por soredios al igual que *Xanthoparmelia mougeotii*.

Del total de las especies cortícolas (7) halladas en *A. chilensis*, 4 de ellas mostraron reproducción sexual, *Canoparmelia austroamericana*, *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochroma* y *Rinodina sophodes*, otras 2 asexual (soredios), *Physcia adscendens* y *Polycauliona candelaria* y en una no se observó ninguna modalidad, dado su exiguo desarrollo, *Collema* sp.

CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

De acuerdo al Proceso de Clasificación de Especies para Chile, (N° 19 actualizado a mayo de 2024), de los 19 taxones encontrados en esta área de estudio, sólo para 3 de ellos (15,8 %), sus categorías de conservación han sido ya definidas: *Canoparmelia austroamericana* **EN**: (En peligro), *Physcia adscendens* **LC**: (preocupación menor) y *Rhizoplaca melanophthalma* **LC**: (Preocupación menor) mientras que para el resto (84,2 %) aún no han sido definidas.

DISCUSIÓN

Este estudio es uno de los primeros en caracterizar y registrar desde un punto de vista taxonómico y ecológico las especies y comunidades líquénicas en la precordillera de la Región del Maule, Chile. En cuanto a la riqueza taxonómica, se registraron 19 taxones, 17 a nivel de especie y 2 a nivel de género.

En sustratos rocosos graníticos se hallaron especies como: *Acarospora strigata*, *A. xanthophana*, *Lecidea atrobrunnea*, *Lecidea* sp., *Lepraria membranacea* (muscícola), *Melanelixia fuliginosa*, *Ochrolechia austroamericana*, *Rhizocarpon geminatum*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Umbilicaria hyperborea* y *Xanthoparmelia mougeotii*.

Entre las especies cortícolas encontradas en las cortezas de *A. chilensis* (especie arbórea dominante en el área de estudio) se destaca: *Canoparmelia austroamericana*, *Collema* sp., *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochroma*, *Physcia adscendens*, *Polycauliona candelaria* y *Rinodina sophodes*.

Para el caso del sitio de estudio analizado, en las inmediaciones del km 121 de la ruta Internacional Paso Pehuenche que bordea el cauce del Río Maule, se encontraron individuos de *A. chilensis* con una media de 80 años de

edad, por debajo de la edad esperada para estos sitios. De acuerdo a lo anterior, esto indicaría la presencia de bosques secundarios con gran abundancia de individuos juveniles que se reestablecieron luego de un disturbio, ya sea antrópico o natural (Roig & Villalba 2003). Esto demuestra la gran versatilidad de las comunidades liquénicas cortícolas, las cuales son capaces de recolonizar estas zonas afectadas. A su vez, los microambientes que provee la corteza de *A. chilensis* generan condiciones ideales para el desarrollo de los líquenes que se diferencian de otros ecosistemas presentes en la Región del Maule.

Dos de las especies cortícolas encontradas denotan los efectos de contaminación atmosférica producidos por una alta concentración de nutrientes. Por un lado, *Physcia adscendens* un líquen nitrófilo, resistente a la contaminación del aire asociada a presiones antrópicas progresivas, mientras que *Polycauliona candelaria* crece en lugares ricos en nutrientes y expuestos al sol. La presencia de estas 2 especies de líquenes cortícolas podría estar asociada al aporte de amonio por parte de aves que habitan en esos ambientes (van Herk 1999, Pinho et al. 2011). Ambas especies comparten la misma modalidad de reproducción asexual (por soredios).

La presencia de las especies cortícolas halladas como: *Lecanora albella*, *Lecidella elaeochroma*, *Rinodina sophodes* se correlaciona con el pH ligeramente ácido detectado en la corteza de *A. chilensis* (5,0-5,2), al igual que lo que ocurre a altitudes similares en *Nothofagus dombeyi*, siendo ambas especies arbóreas de follaje siempreverde. Sin embargo, la presencia de esas especies de líquenes es más común y abundante en otras especies de *Nothofagus* con follaje caducifolio y con un pH más cercano a la neutralidad (Pereira et al. 2014). Por lo tanto, la predominancia de diversas formas de vida en ejemplares de esta especie arbórea parece estar relacionada con la textura rugosa de la corteza y un pH ligeramente ácido (5,0-5,2).

La modalidad de reproducción sexual observada en la mayoría de las especies, implica una estrategia eficiente para sobrevivir, mantener su categoría de conservación y aumentar su acervo genético. Sin embargo, el éxito de su restablecimiento pudiera depender de varios otros factores externos, tales como factores climáticos (humedad, temperatura, viento), disponibilidad de nutrientes, tiempo de reencuentro con su patrón fotosintético (fotobionte o cianobionte) y la sobrevivencia de sus patrones fotosintéticos. De acuerdo a estudios realizados en diferentes ambientes por Aptroot & van Herk (2007), los líquenes más exitosos en sobrevivir y aumentar, serían aquellos que tienen como fotobionte un alga verde como *Trentepohlia*, capaz de soportar altas radiaciones y temperaturas. Esto lo permiten las gruesas

paredes celulares que conforman sus filamentos y la capacidad de formar autoesporas resistentes al estrés hídrico y térmico. A su vez los micobiontes de estos líquenes que pertenecen a diferentes grupos taxonómicos, brindan un mayor espectro de liquenización frente a diferentes condiciones de estrés. Y finalmente la composición cualitativa y cuantitativa de polioles, representan importantes compuestos protectores contra diversas condiciones de estrés (Holzinger et al. 2023). Cabe señalar, que las especies de líquenes encontradas hasta ahora en el área de estudio presentan fotobiontes pertenecientes a las clases Chlorophyceae (*Trebouxia* sp.) y Cyanophyceae (*Nostoc* sp.), no encontrándose especies de líquenes que contengan como fotobiontes especies del género *Trentepohlia*. Lo anterior, estaría indicando que el área de estudio podría convertirse en un observatorio natural para evaluar los impactos del cambio climático en el Paso Pehuenche.

De acuerdo al último proceso de Clasificación de especies para Chile (N° 19 actualizado a mayo de 2024), la mayoría de las especies encontradas en este estudio, no tienen sus categorías de conservación definidas, razón por la cual, en este trabajo, se sugieren posibles categorías de acuerdo al conocimiento de la distribución conocida de las especies en la literatura nacional e internacional. Las categorías que se sugieren son de orden provisoria en este estudio, a la espera de mayores antecedentes recabados acerca de estos taxones en Chile.

En cuanto a la proyección de próximos estudios, hay evidencias que afirman que los efectos del cambio climático a nivel global influyen sobre la distribución de los líquenes, en países del hemisferio Norte (Aptroot 2009). Sin embargo, poco se sabe de los alcances que podrían tener sobre la flora liquénica en el hemisferio Sur, especialmente en las zonas templadas. Por lo tanto, información preliminar acerca de la diversidad liquénica presente en zonas colindantes al km 121 de la ruta 115-CH podrá ser comparada en el futuro con otros sitios localizados a lo largo de la ruta Paso Pehuenche, que serán definidos próximamente. Así, el conocimiento sobre la diversidad de los líquenes permitirá establecer un punto de partida para identificar cambios en las comunidades liquénicas saxícolas, cortícolas, muscícolas y terrícolas provocados por el actual proceso de cambio climático y la contaminación antrópica o ganadera.

Se espera considerar en futuros estudios evaluar otros sitios como lugares que difieran en la geomorfología como remanso del río Maule o que presenten similitudes como “La Laguna de la Invernada” porque este último guarda similitud con el lugar estudiado en el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades logísticas y financiamiento para llevar a cabo este estudio otorgadas por la Fundación Sendero de Chile, Universidad de Talca (Chile), a la Oficina de la Dirección de Turismo del Municipio de Malargüe y al Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (Argentina).

REFERENCIAS

- Adler, M. 1987. A new species of the genus *Canoparmelia* from Argentina. *Mycotaxon* 28: 251-254.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitz-berger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J-H., Allard, G., Running, S., Semerci, A., Cobb, N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259(4): 660-684.
- Aptroot, A. 2009. Lichens as an Indicator of Climate and Global Change. Chapter 23. ABL Herbarium, Gerrit van der Veenstraat 107, NL-3762 XK Soest, The Netherland.
- Aptroot, A., van Herk, C.M. 2007. Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with *Trentepohlia* phycobionts. *Environmental Pollution* 146(2): 293-298.
- De la Rosa, I.N., Messuti, M.I. 2015. Two new records of the genus *Lecanora* Ach. from Argentina. Dos nuevos registros del género *Lecanora* Ach. para la Argentina. *Gayana Botánica* 72(2): 381-384.
- Elsebakk, A., Bjerke, J.W., Stevern, L.E. 2014. Parmelioid lichens (Parmeliaceae) in southernmost South America. *Phytotaxa* 280(2): 1-30.
- Ertz, D., Fryday, A., Schmitt, I., Charrier, M., Dudek, M., Kukwa, M. 2016. *Ochrolechia kerguelensis* sp. Nov. from the Southern Hemisphere and *O. antarctica* reinstated from the synonymy of *O. parella*. *Phytotaxa* 280(2): 129-140.
- Galloway, D.J., Quilhot, W. 1998. Checklist of Chilean lichen - forming and lichenicolous fungi. *Gayana Botánica* 55(2): 111-185.
- Golubkova, N.S. 1988. The Lichen Family Acarosporaceae in the U.S.S.R. Komarov Botanical Institute, Academy of Sciences of the U.S.S.R. ('Nauka'), Leningrad. 136 pp.
- Hertel H., Leuckert, C. 2008. *Lecidea atrobrunnea* in Europe and adjacent parts of Asia and Africa. *Sauteria* 15: 215-238.
- Hestmark, G. 2016. The lichen genus *Umbilicaria* in Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 34: 257-268.
- Holzinger, A., Plag, N., Karsten, U., Glaser, K. 2023. Terrestrial *Trentepohlia* sp. (Ulvophyceae) from alpine and coastal collection sites show strong desiccation tolerance and broad light and temperature adaptation *Protoclasma* 260: 1539-1553.
- Honegger, R. 2000. Great discoveries in bryology and lichenology. Simon Schwendener (1829-1919) and the dual hypothesis of lichens. *Bryologist* 103: 307-313.
- IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC
- Knudsen, K. 2007(2008). *Acarospora*. pp 1-38. In: Nash III, T.H., Gries, C., Bungartz, F. (Eds.) *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Volume 3. Lichens Unlimited*, Arizona State University, Tempe.
- Knudsen, K., Elix, J.A., Reeb, V. 2008. A Preliminary Study of the Genera *Acarospora* and *Pleopsidium* in South America. *Opuscula Philolichenum* 5: 1-22.
- Lendemer, J.C. 2013. A monograph of the crustose members of the genus *Lepraria* Ach. s. str. (Stereocaulaceae, Lichenized Ascomycetes) in North America north of Mexico. *Opuscula Philolichenum* 11: 27-141.
- Luebert, F., Pliscoff, P. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Segunda Edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 381 pp.
- Lindsay, DC. 1978. The role of the lichens in Antarctic Ecosystems. *The Bryologist* 81(2): 268-275.
- Nash III, T.H., Gries, C., Elix, J.A. 1995. A revision of the lichen genus *Xanthoparmelia* in South America. *Bibliotheca Lichenologica* Band 56: 157 pp. 7 plates.
- Nurtai, L., Knudsen, K., Abbas, A. 2017. A new species of the *Acarospora strigata* group (Acarosporaceae) from China. *The Bryologist* 120(4): 382-387.
- Nylander, W. 1855. Additamentum ad floram cryptogamicam Chilensem, quo lichenes praecipue saxicolos exponit. *Annales des Sciences Naturelles* 3: 145-187.
- Magnusson, A.H. 1929. A monograph of the genus *Acarospora*. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar*, ser. 3, 7: 1-400.
- Mezger, U. 1996. Biomonitoring mit epilithischen und epiphytischen Flechten in einem Belastungsgebiet (Berlin). Ein Verfahrensvergleich. *Bibliotheca Lichenologica* 63: 1-164.
- Messuti, M.I., Lumbsch, H.T. 2000. A revision of the genus *Ochrolechia* in southern South America. *Bibliotheca Lichenologica* 75: 33-46.
- Michlig, A. 2014. *Canoparmelia* y *Crespoa* (Parmeliaceae, Ascomycota) en el nordeste de Argentina; *Canoparmelia caroliniana* y *C. cryptochlorophaea* nuevas citas para Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*

- 49: 161-172.
- Pereira, I., Müller, F., Moya, M. 2014. Influence of *Nothofagus* barks pH on the lichen and bryophyte diversity, Central Chile. *Gayana Botánica* 71(1): 71-81.
- Pereira, I., González, T., Gutiérrez, M., Salazar, M., Palomo, I., Moore-Carrasco, R., Santos, L.O. 2021a. Antiplatelet activity of methanol extracts of *Rhizoplaca melanophthalma* and *Umbilicaria krascheninnikovii* two saxicolous lichens from the Maule Region, Chile. *American Journal of Medical Sciences and Research* 12(2). AJBSR. MS.ID.001722. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2021.12.001722>
- Pereira, I., Errázuriz, I., Garrido, P., Molina-Montenegro, M. 2021b. Lichen diversity associated with native forest of the Achibueno river ravine, Maule region, Chile. *Gayana Botánica* 78(2): 200-207.
- Pezoa, L. 2003. Recopilación y análisis de temperaturas (período 1965-2001) y las precipitaciones (período 1931-2001) a partir de la información de estaciones meteorológicas de Chile entre 33° y 35° de latitud sur. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Piñero, V., Eguren, G., Pereira, I., Zaldúa, N. 2012. Líquenes del entorno de la Base Científica Antártica Artigas, Bahía Collins, Isla Rey Jorge, Antártida. *Polibotánica* 33: 105-116.
- Pinho, P., Dias, T., Cruz, C., Tang, YS., Sutton, M.A., Martins-Loução, M-A, Mágua, C., Branquinho, C. 2011. Using lichen functional diversity to assess the effects of atmospheric ammonia in Mediterranean woodlands. *Journal of Applied Ecology* 48: 1107-1116.
- 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* 47: 9-22.
- Quilhot, W., Cuellar, M, Díaz, R., Riquelme, F., Rubio, C. 2012. Lichens of Aisén, Southern Chile. *Gayana Botánica* 69: 57-87.
- Redón, J. 1985. Líquenes Antárticos. Instituto Antártico Chileno, Santiago, Chile. 123 pp.
- Roig, F.A., Villalba, R. 2008. Understanding climate from Patagonian tree rings. *Developments in Quaternary Sciences* 11: 411-435.
- Sancho, L.G., Kappen, L., Schroeter, B. 1990. Primeros datos sobre la flora y vegetación liquénica de Isla Livingston (Islas Shetland del Sur, Antártida). En: *Actas del III Symposium Español de Estudios Antárticos*. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- Sancho, L.G., Pintado, A. 2004. Evidence of high annual growth rate for Antarctic lichens. *Polar Biology* 27: 132-317.
- Sancho, L.G., Green, A., Pintado, A. 2007. Lichen growth. Slowest to fastest: extreme range in lichen growth rates supports their use as an indicator of climate change in Antarctica. *Flora* 202: 667-673.
- Sancho, L.G., Pintado, A., Allan Green, T.G. 2019. Antarctic Studies Show Lichens to be Excellent Biomonitoring of Climate Change. *Diversity* 11(3):1-14.
- Santibañez, F. 2017. Atlas Agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima: Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule. 210 pp
- Van Herk, C.M. 1999. Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. *Lichenologist* 31(1): 9-20.
- Van Herk, C.M, Aptroot, A., van Dobben, H.F. 2002. Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *Lichenologist* 34(2): 141-154.
- Vargas, R, Morano, C. 2014. Hongos liquenizados en morrenas del monte San Lorenzo, Región de Aisén, Chile. Lichenized fungi on moraines of monte San Lorenzo, Región Aisén, Chile. *Gayana Botánica* 71(1): 140-146.

Received: 14.01.2025

Accepted: 25.05.2025