ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RUTA 68 TRAMO URBANO



Anexo 3-10 Hongos, Líquenes y Briófitas

FECHA	24.09.2026	VERSIÓN	B
DOCUMENTO	Anexo 310 Hongos, Líquenes y Briófitas		
CODIFICACIÓN	677-TU-MA-AN-EIA03-025-A		
ELABORACIÓN	GAC		
REVISIÓN	ESPECIALISTA MEDIO AMBIENTE Noelia Barco		
	GERENTE TÉCNICO Eduardo Barrios		
APROBACIÓN	GERENTE GENERAL Jose Ricardo González		

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 OBJETIVOS 7
2.1 Objetivo General 7
2.2 Objetivos Específicos 7
3 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 8
4 METODOLOGÍA 10
4.1 Revisión bibliográfica 10
4.2 Caracterización de los hongos, líquenes y briófitas 10
4.2.1 Diseño de muestreo 11
4.2.2 Levantamiento de información 13
4.2.3 Metodología de laboratorio 14
4.2.4 Análisis de los datos 16
5 RESULTADOS 20
5.1 Revisión bibliográfica 20
5.1.1 Micobiota: Hongos y Líquenes 20
5.1.2 Briófitas 23
5.2 Riqueza taxonómica en el área de influencia 24
5.2.1 Hongos (macromicetes) 24
5.2.2 Líquenes 26
5.2.3 Briófitas 30
5.3 Distribución espacial y ambiental de los taxones registrados 32
5.4 Frecuencia absoluta y frecuencia relativa de los taxones registrados en el área de influencia 33
5.4.1 Hongos (macromicetes) 33
5.4.2 Líquenes 34
5.4.3 Briófitas 35
5.5 Categorías de Conservación de las especies registradas 36
5.5.1 Hongos (macromicetes) 36

5.5.2 Líquenes 37

5.5.3 Briófitas 40

5.6 Singularidades ambientales 40

5.6.1 Especies clasificadas según su estado de conservación como "amenazadas", incluyendo las categorías "casi amenazadas" y "datos insuficientes" 40

5.6.2 Presencia de especies endémicas 40

5.6.3 Especies de distribución restringida cuya población es reducida o baja en número 41

5.7 Susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático 41

6 CONCLUSIONES 42

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Puntos de muestreo en el AI del Proyecto (coordenadas UTM WGS4 H19S) 13

Tabla 4-2. Singularidades ambientales aplicables a los componentes hongos, líquenes y briófitas 19

Tabla 5-1. Resumen sistemático de los hongos registrados en el área de influencia del proyecto 25

Tabla 5-2. Catálogo taxonómico de los hongos registrados en el área de influencia del Proyecto 25

Tabla 5-3. Resumen sistemático de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto 26

Tabla 5-4. Catálogo taxonómico de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto 27

Tabla 5-5. Resumen sistemático de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto 30

Tabla 5-6. Catálogo taxonómico de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto 31

Tabla 5-7. Resumen de la distribución ambiental de los taxones de hongos, líquenes y briófitas registrados en el área de influencia del Proyecto 32

Tabla 5-8. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de los hongos registrados en el área de influencia del Proyecto 33

Tabla 5-9. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto 34

Tabla 5-10. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto 36

Tabla 5-11. Especies de líquenes en categoría de conservación presentes en el área de influencia del Proyecto de acuerdo con el RCE 37

Tabla 5-12. Especies endémicas registradas en el AI del Proyecto 40

Tabla 5-13. Proyección de pérdida de flora por disminución de precipitaciones en AI bajo escenario RCP8.5 41

Tabla 5-14. Proyección de pérdida de flora por aumento de temperatura media en AI bajo escenario RCP8.5 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Área de Influencia Componentes Hongos, Líquenes y Briófitas 9

Figura 4-1. Área de influencia y puntos de muestreo de Hongos, Líquenes y Briófitas 11

Figura 4-2. Ejemplo de medición de parámetros esporales 15

Figura 5-1. Talo de *Candelaria concolor* 39

1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se entrega la caracterización de los componentes hongos, líquenes y briófitas, para el proyecto "Ruta 68 Tramo Urbano" (en lo sucesivo, el "Proyecto"), de acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su modificación a través de la Ley N°21.600 la cual crea el Servicio de Biodiversidad y áreas protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y D.S. N°40/2012 y sus modificaciones, que Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en lo sucesivo, "Reglamento del SEIA" o "RSEIA").

Para estos componentes se presentan los objetivos, metodología utilizada y los resultados de forma independiente, debido a su distinta naturaleza, poniendo énfasis en la presencia de especies de distribución acotada, especies de interés científico o especies clasificadas en alguna categoría de conservación según el D.S. N°29/2011 del MMA, siguiendo los lineamientos señalados por segunda edición de la "Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres" (SEA 2025a).

El informe fue elaborado a partir de una revisión de antecedentes bibliográficos y los resultados de la campaña de terreno realizada durante la temporada de primavera (diciembre) del año 2025.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo general es caracterizar los componentes hongos, líquenes y briófitas del Área de Influencia (AI) del Proyecto, de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 e.2 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) para Ecosistemas Terrestres (MMA, 2012).

2.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general propuesto se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las especies de hongos, líquenes y briófitas del área de influencia del Proyecto.
- Establecer la ubicación y distribución de las especies de hongos, líquenes y briófitas identificados en el área de influencia del Proyecto.
- Determinar la diversidad de especies de hongos, líquenes y briófitas identificados en el área de influencia del Proyecto, lo que será abordado a través del parámetro de riqueza de especies.
- Establecer la abundancia de especies de hongos, líquenes y briófitas identificados en el área de influencia del Proyecto, lo que será abordado a través de la frecuencia de las especies.
- Generar un catálogo de las especies de hongos, líquenes y briófitas registrados en el área de influencia del Proyecto, indicando nombre científico y clasificación taxonómica.
- Identificar la/las especies de hongos, líquenes y briófitas descritas para el área de influencia del Proyecto que se encuentren clasificadas en alguna categoría de conservación de conformidad con lo señalado por D.S. N°29/2011 correspondiente al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE).
- Identificar las singularidades ambientales de los componentes hongos (macromicetes), líquenes y briófitas descritas para el área de influencia según lo señalado en la "Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres" (SEA 2025b).
- Analizar los posibles efectos del cambio climático sobre los hongos (macromicetes), líquenes y briófitas presentes en el área de influencia, de acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo N°30/2023 del MMA y la "Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA" (SEA 2024a).

3 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para efectos de la presente caracterización de hongos, líquenes y briófitas, se adopta la misma delimitación del Área de Influencia (AI) definida para el componente Plantas (flora y vegetación vascular), considerando la estrecha relación que presentan estos grupos con la vegetación.

El AI corresponde a la extensión espacial en la cual se manifiestan los impactos ambientales directos del Proyecto en evaluación y donde se establecen los límites espaciales de los receptores ambientales que deben ser caracterizados en la línea de base, de manera que la evaluación de impactos sea exhaustiva y completa. Conforme a la Guía Áreas de Influencia en el SEIA (SEA 2026), la definición del AI constituye un proceso metodológico iterativo. Para ello, en una primera etapa se delimita un área de estudio preliminar, dentro de la cual se identifican y analizan los factores generadores de impacto (FGI), los receptores ambientales potencialmente expuestos y la expresión espacial preliminar de los impactos. Posteriormente, a partir de la evaluación de dichos impactos y de la identificación de los receptores efectivamente afectados, se ajusta la delimitación hasta definir el Área de Influencia del componente, priorizando los límites naturales de las formaciones vegetacionales que podrían verse intervenidas o afectadas por el Proyecto.

En este contexto, el AI corresponde al espacio geográfico en que se predice la presencia de los impactos ambientales del proyecto, por lo que, fuera de sus límites, se entiende que las características del componente ambiental permanecen equivalentes a la condición sin proyecto. De esta forma, el Área de Influencia se establece "con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300/1994, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias", de acuerdo con lo señalado en el artículo 2, letra a), del D.S. N° 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Considerando lo señalado en la Guía Áreas de Influencia en el SEIA (SEA 2026), para definir esta área en el Proyecto se consideran tres criterios principales:

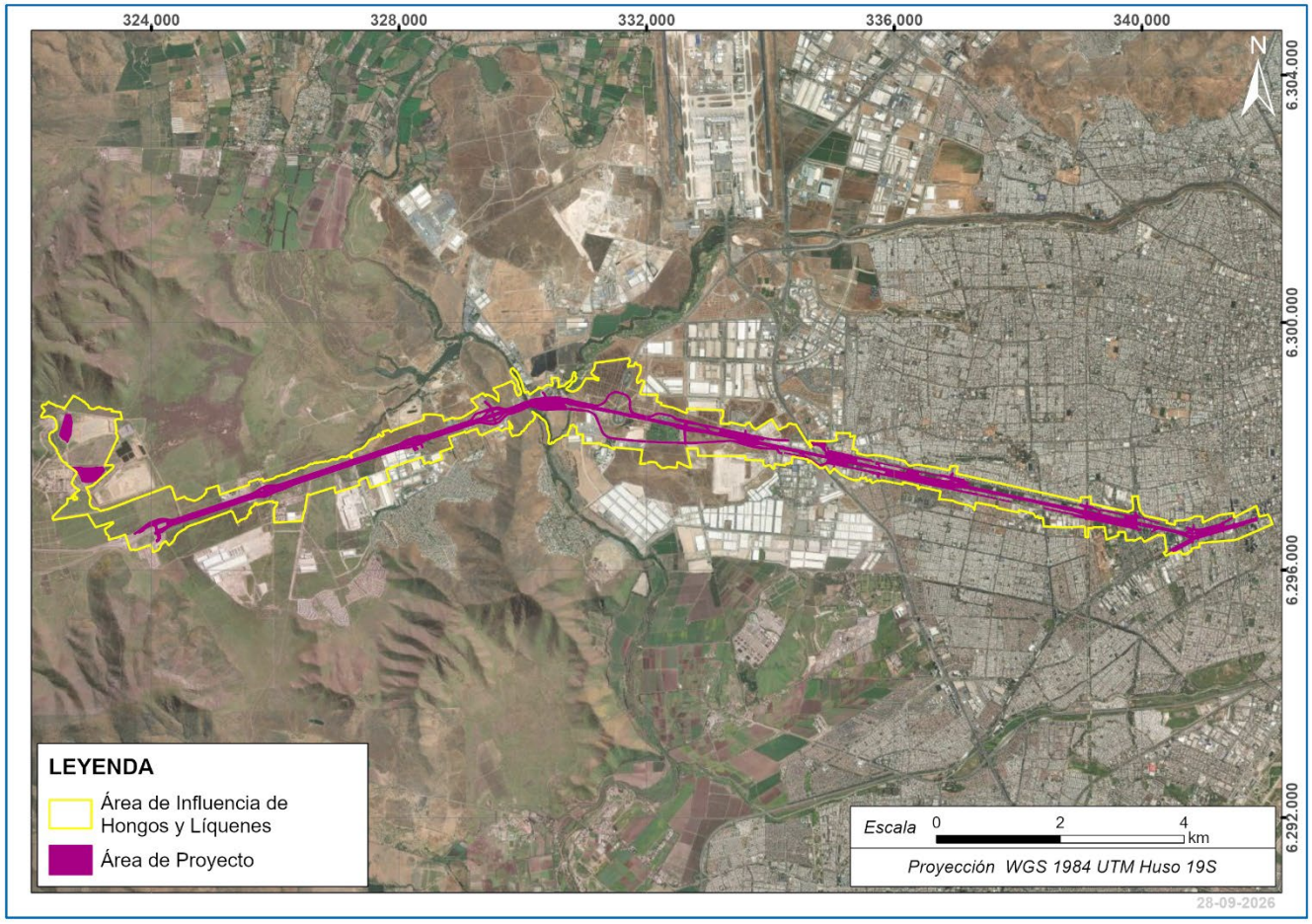
- Las partes, obras y acciones del proyecto que se identifiquen como factores generadores de impactos (FGI), ya que desde su ubicación se establece un punto de partida geográfico para la manifestación de los impactos ambientales, así como también las características de dichos impactos.

- La localización, distribución y características de la flora y vegetación expuesta a impactos o efectos; y,
- La predicción de los impactos, utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas para describir su expresión en el territorio, lo que se realiza para las fases de construcción, operación y cierre del proyecto.

De esta manera, se determinó el Área de Influencia (AI) como la superficie que tendrá afectación directa por la materialización de las obras (sean obras temporales o permanentes), debido a que la construcción de estas tiene como efecto la remoción total de la vegetación y, por consiguiente, la pérdida de flora presente en el lugar. Esta misma delimitación resulta aplicable a los componentes hongos, líquenes y briófitas, debido a que la remoción de la vegetación y de los sustratos asociados puede implicar, asimismo, la pérdida de los organismos presentes en dichas áreas. También se incluyen sectores donde no se presentan impactos directos, correspondientes a las formaciones vegetacionales aledaña al área del futuro Proyecto, cuya extensión se establece de acuerdo con los límites naturales de las formaciones vegetacionales dados por las características fisiográficas del terreno, tales como laderas, fondos de quebradas, planicies, cambios de pendiente y exposición; como también, por limites artificiales como caminos, canales, áreas industriales, entre otras. Dicha especialización se justifica para la detección de formaciones reguladas según el artículo 2° literal 4) de la Ley N° 20.283/2008 (Ley de recuperación del bosque nativo y fomento forestal), así como también, para la detección y descarte de especies y formaciones singulares.

En este contexto, actividades de terreno preliminares indican que una fracción importante del Proyecto se ubica en zonas urbanas o ambientes modificados e intervenidos sin presencia de formaciones vegetales nativas u originales, por tal razón en estos sectores el área de influencia corresponde a un área buffer circundante de un mínimo de 50 metros a la obra. Por otra parte, como se menciona en el párrafo anterior en ambientes naturales el AI se construye a partir de los límites naturales de las formaciones vegetales nativas. Generando así un polígono que rodea las obras de 1.235,47 hectáreas (Figura 3-1). La incorporación de esta superficie adyacente, ya sea mediante la delimitación por límites naturales de las formaciones vegetacionales o mediante la aplicación de un buffer en sectores altamente intervenidos, tiene por finalidad caracterizar adecuadamente la vegetación existente y disponer de una base técnica suficiente para determinar la existencia o inexistencia de impactos, en concordancia con la definición del Área de Influencia establecida por la normativa y la guía metodológica vigente.

Figura 3-1. Área de Influencia Componentes Hongos, Líquenes y Briófitas



Fuente: GAC.

4 METODOLOGÍA

4.1 Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión de antecedentes bibliográficos con el objetivo de establecer una adecuada comprensión de los grupos caracterizados en el presente estudio (hongos, líquenes y briófitas), así como también, la recopilación de antecedentes de estos organismos, tanto en el área de influencia del Proyecto, como a escala regional.

4.2 Caracterización de los hongos, líquenes y briófitas

Para una adecuada caracterización de los componentes hongos, líquenes y briófitas presentes en el área de influencia, en primer lugar, se realizó un levantamiento de terreno, en el cual se buscó representar todos los ambientes presentes en el área de influencia con factibilidad para el desarrollo de los organismos caracterizados. Esta caracterización incluyó varias etapas: diseño de muestreo, levantamiento de información de terreno, trabajo de laboratorio con las colecciones

(muestras) obtenidas en terreno y, finalmente, el análisis de los datos obtenidos. Cada una de estas etapas se detalla a continuación.

4.2.1 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo consideró los siguientes tres criterios: tipo de muestreo, unidad muestreal y tamaño de la muestra.

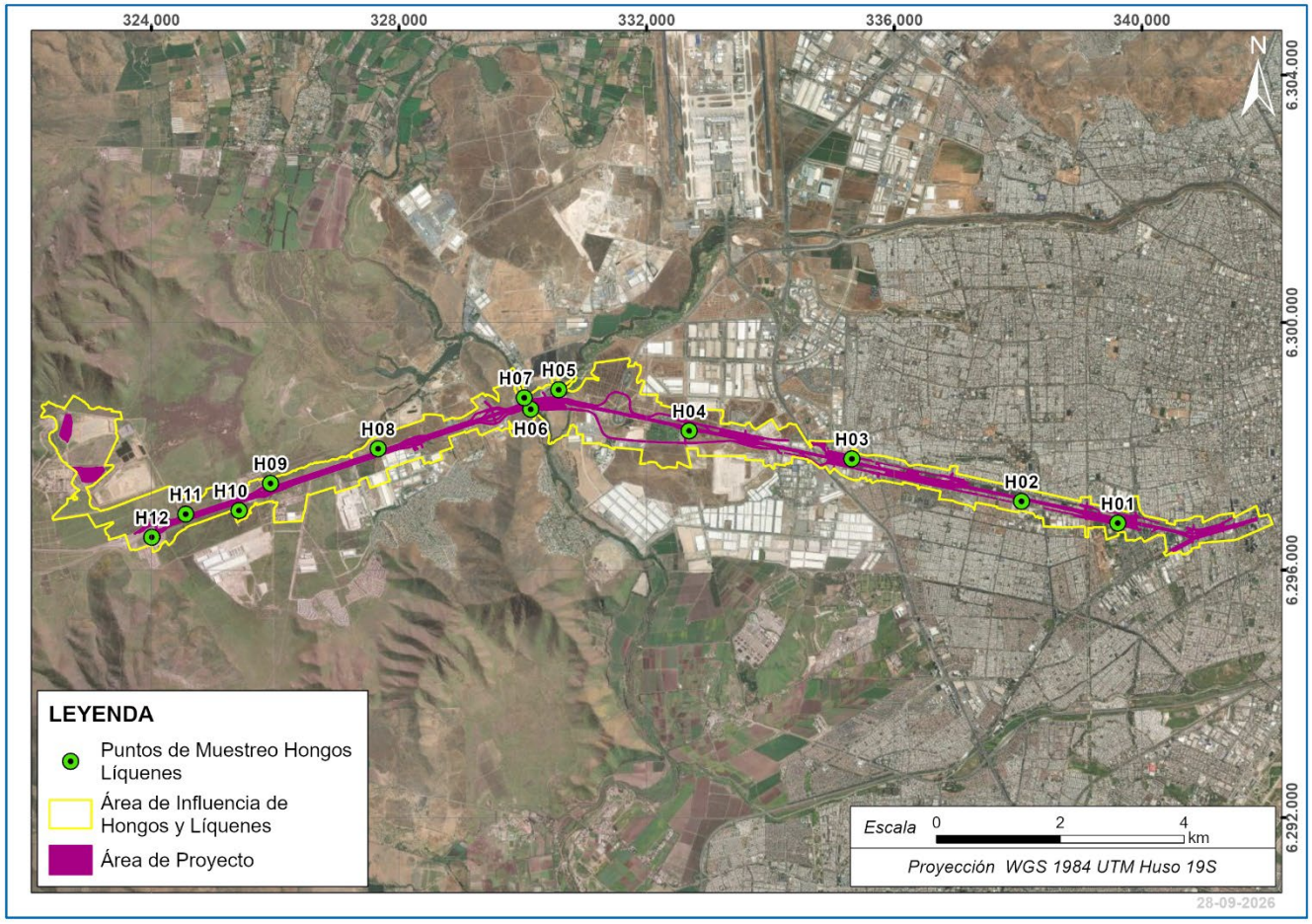
El tipo de muestreo fue estratificado dirigido, siendo definido el estrato por ambiente. Estos ambientes fueron definidos sobre la base de la Cartografía de vegetación del proyecto. Con este tipo de muestreo se asegura que todos los ambientes identificados sean prospectados, pues en todos los ambientes se dispone al menos una unidad muestreal (SEA 2025a).

La unidad muestreal fue el punto de muestreo, los cuales buscaron representar los ambientes definidos en el análisis previo y en los cuales se registraron todas las especies presentes, generando de este modo, la base de datos de hongos, líquenes y briófitas presentes en el área de estudio del Proyecto.

El tamaño de la muestra corresponde al número de puntos definidos para la caracterización, distribuidos de manera de representar los distintos ambientes presentes en el área de estudio y su variabilidad espacial, con factibilidad para el desarrollo de estos organismos.

A partir de este análisis, se definieron 12 puntos de muestreo (Figura 4-1). Sus datos de ubicación, coordenadas (Datum UTM WGS84, huso 19 Sur) y altitud, además del uso de suelo en que encontraban insertos, en base al mapa de vegetación del Proyecto, se pueden revisar la Tabla 4-1. Además, en el Anexo 1 de puntos de muestreo, se pueden encontrar los puntos en formato kmz y shp.

Figura 4-1. Área de influencia y puntos de muestreo de Hongos, Líquenes y Briófitas


324,000
328,000
332,000
336,000
340,000
6.304.000
6.300.000
6.296.000
6.292.000
N
H01
H02
H03
H04
H05
H06
H07
H08
H09
H10
H11
H12
LEYENDA
Puntos de Muestreo Hongos Líquenes
Área de Influencia de Hongos y Líquenes
Área de Proyecto
Escala 0 2 4 km
Proyección WGS 1984 UTM Huso 19S
28-09-2026

Fuente: GAC.

Tabla 4-1. Puntos de muestreo en el AI del Proyecto (coordenadas UTM WGS4 H19S)

Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Huso 19 S		Altitud (msnm)	Uso de suelo
	Este	Norte		
H01	339.610	6.296.758	492	Área verde
H02	338.055	6.297.110	484	Área verde
H03	335.314	6.297.797	475	Formación arbórea
H04	332.687	6.298.250	473	Pradera
H05	330.580	6.298.913	459	Bosque exótico
H06	330.128	6.298.599	467	Bosque exótico
H07	330.024	6.298.784	455	Bosque nativo
H08	327.664	6.297.960	472	Bosque nativo
H09	325.925	6.297.400	468	Bosque nativo
H10	325.417	6.296.962	466	Bosque nativo
H11	324.555	6.296.904	496	Bosque nativo
H12	324.008	6.296.531	487	Bosque nativo

Fuente: GAC.

4.2.2 Levantamiento de información

Se realizó una campaña de levantamiento de información en terreno correspondiente a la temporada de primavera 2025 entre los días 16 y 20 de diciembre de 2025, con una duración total de 5 días de trabajo efectivo.

A los puntos de muestreo se accedió de forma vehicular y posteriormente fueron recorridos de forma pedestre, realizándose una búsqueda intensiva de fructificaciones o colonias de los organismos estudiados.

Durante este proceso se buscaron sectores que mostraran condiciones propicias para la aparición de estos organismos, como son los lugares húmedos y/o sombríos, sectores con presencia de especies vegetales a las que pueden estar asociadas las especies fúngicas, presencia de materia orgánica (ej. madera muerta, acumulación de hojarasca, estiércol animal, etc.) y de elementos como

rocas y troncos que sirvan de sustrato para los hongos liquenizados y briófitas. Este tipo de muestreo, también llamado muestreo oportunista, y que fue utilizado para los 3 componentes prospectados, es el tradicionalmente utilizado y que mejor se ajusta a estudios de este tipo, debido a su eficiencia para caracterizar grandes superficies, ya que maximiza las probabilidades de detectar la presencia de estos organismos y de este modo lograr una mejor aproximación a la riqueza total de especies del área estudiada (Lodge *et al.* 2004, Schmit & Lodge 2005, Stephenson *et al.* 2013).

Al momento de ubicar alguna fructificación o colonia de los organismos estudiados, se realizaron procesos estándares para la colecta y tratamiento de estos, como aquellos descritos por Lodge *et al.* (2004), Rossman *et al.* (1998) y Will-Wolf *et al.* (2004). En términos generales, dichos procesos incluyen el registro *in situ* de las características morfológicas de importancia taxonómica de estos organismos, como hábito, forma, color, presencia y tipo de estructuras, además, del sustrato en que se desarrollan, entre otras, y la posterior remoción de la fructificación o colonia desde su sustrato fue realizada con la ayuda de un cuchillo, evitando dañar sus estructuras. En algunos casos la colección se mantiene con una porción del sustrato, ya sea para evitar la disgregación de la muestra o debido a la imposibilidad de separar el organismo del sustrato. En casos puntuales fue necesario fotografiar la estructura a modo de registro, debido a que algunas características macroscópicas se pierden con los tratamientos posteriores.

Finalmente, todas las colecciones obtenidas en terreno fueron deshidratadas y depositadas en sacos de papel, rotulados con los datos de colecta, para su conservación y posterior observación en laboratorio.

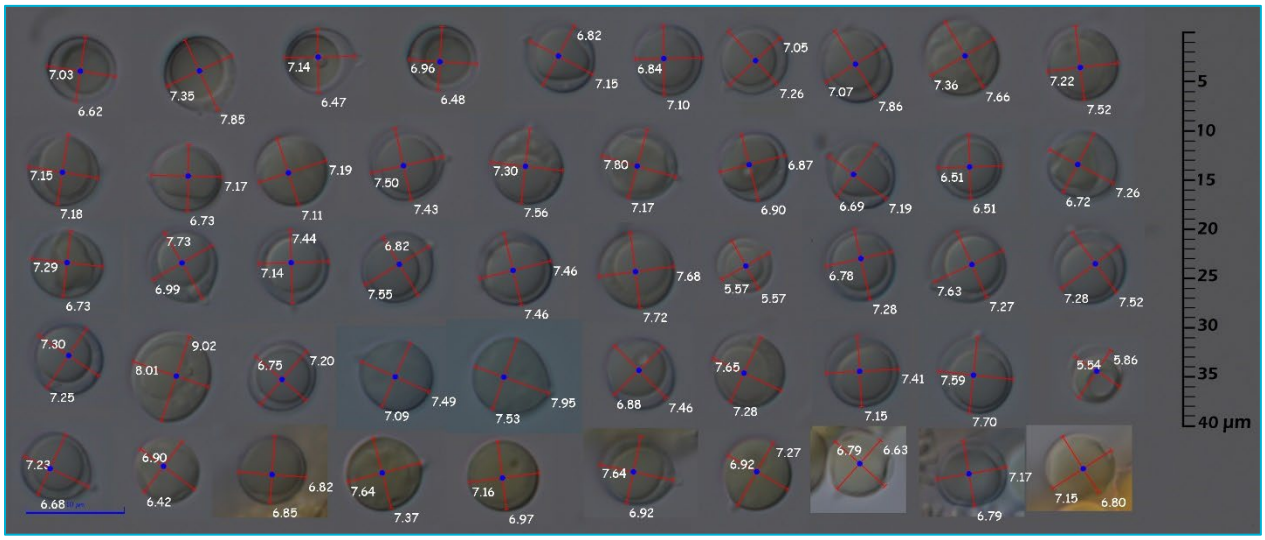
4.2.3 Metodología de laboratorio

Para su curación, posteriores análisis y determinación de su identidad, las colecciones fueron trasladadas a los laboratorios de los especialistas participantes, Pablo Sandoval, en el caso de los hongos, Reinaldo Vargas en el caso de los líquenes y Juan Larraín, en el caso de las briófitas. Las metodologías de laboratorio usadas para la identificación de los organismos bajo estudio consideraron observaciones morfológicas de importancia taxonómica tanto macroscópicas mediante lupa estereoscópica, como microscópicas a través de un microscopio óptico, principalmente de secciones transversales de las fructificaciones o talos y/o de las estructuras de reproducción sexual, además de observación de esporas en caso de estar presentes (Figura 4-2).

Para realizar estas observaciones, en el caso de hongos y líquenes, las secciones fueron rehidratadas y posteriormente, montadas sobre alguno de los medios de montaje estándar utilizados para estos organismos, entre los que se pueden mencionar agua, hidróxido de potasio (KOH) desde 3 a 25%, reactivo de Melzer, Rojo Congo y azul de algodón al lactofenol. Además, y específicamente para reconocer algunos caracteres químicos en hongos liquenizados, se utilizó K (solución saturada de KOH al 10% y al 25%), C (solución acuosa de hipoclorito de sodio al 5%), KC

(aplicación de K seguida de C), P (solución alcohólica de parafenilendiamina) y una solución acuosa de ácido nítrico concentrado al 60%.

Figura 4-2. Ejemplo de medición de parámetros esporales



Fuente: Fotografía de archivo Pablo Sandoval Leiva.

Estos procesos se realizaron según las metodologías propuestas por Largent *et al.* (1977), Baral (1992), Orange *et al.* (2001), Wright & Albertó (2002, 2006) y Clémençon (2009). En el caso de las briófitas, se emplearon técnicas y procedimientos tradicionales para este grupo, como los señalados por Schofield (1985), donde los caracteres taxonómicos relevantes y a analizar varían según cada grupo y se desprenden de la morfología y anatomía de las estructuras vegetativas y sexuales (hojas, tallo, nervio, células, pelos axilares, seta, cápsula, entre otros). Para su correcta observación, los especímenes se montaron de forma transitoria utilizando agua, y en algunos casos añadiendo hidróxido de potasio (KOH) y/o colorantes (Cristal violeta o Azul de metileno).

Una vez finalizados estos procesos, se procedió a la curación de las colecciones, para su ingreso a las colecciones personales de los especialistas participantes de este estudio.

4.2.4 Análisis de los datos

Los organismos registrados para el área de estudio fueron caracterizados según los siguientes atributos:

4.2.4.1 Identidad y posición taxonómica

Los datos de carácter taxonómico obtenidos, tanto en campo como en laboratorio, se analizaron mediante literatura específica para cada uno de estos grupos biológicos, la que además es variable de acuerdo con las especies que se registran en terreno, procediendo a la determinación de los ejemplares a nivel de especie o a un nivel superior, según se contó con los caracteres taxonómicos apropiados para cada nivel. Además, debido a la frecuente plasticidad fenotípica de estos organismos, para una correcta identificación, en algunos casos fue necesaria la comparación con materiales de herbario.

Las especies registradas fueron caracterizadas según las categorías taxonómicas Reino, Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Para los hongos (macromicetes), se siguió el criterio de la décima edición del Dictionary of the Fungi (Kirk *et al.* 2008) y/o del MycoBank (www.mycobank.org) y como referencia nomenclatural se siguió el Index Fungorum (IF, www.indexfungorum.org). En tanto que para líquenes se siguió el esquema de Lumbsch & Huhndorf (2010) y específicamente para las especies pertenecientes al Phylum Ascomycota se utilizó el criterio de Hibbett *et al.* (2007), Jaklitsch *et al.* (2016) y las recomendaciones del proyecto AFTOL (Assembling the Fungal Tree of Life) disponibles en línea en www.aftol.org. Este proyecto propone la búsqueda y elaboración del árbol de la vida de los organismos pertenecientes al Reino Fungi, basado eminentemente en análisis filogenéticos de una amplia gama de organismos fúngicos, la que ha derivado en una serie de modificaciones sistemáticas y nuevas propuestas taxonómicas (James *et al.* 2006, Schoch *et al.* 2009). En el caso de las briófitas, se siguen los criterios taxonómicos de Goffinet & Buck (2021) para los musgos y a Crandall-Stotler *et al.* (2009) para las hepáticas. En tanto que para la nomenclatura se sigue la base de datos en línea TROPICOS (www.tropicos.org) para musgos y Söderström *et al.* (2016) para hepáticas y antocerotes.

Se debe mencionar que si en algunos de los nombres científicos de los taxones registrados se utilizan abreviaciones como aff., del latín *affinis* (afín), se indica que el taxón es afín o relacionado, pero no es idéntico, a la especie con el nombre binomial propuesto. En otros casos si se utiliza la abreviación cf., del latín *confer*, (comparar), se indica que el taxón probablemente corresponde al nombre binomial propuesto, pero es importante comparar o realizar estudios más profundos para asegurar esta identidad. Estas abreviaturas son usadas comúnmente en este tipo de estudios en nuestro país, principalmente por la escasez de información existente. Por lo que muchas veces los taxones registrados, principalmente en el caso de hongos no liquenizados, se tratan de especies que no han sido registradas previamente en el país, por lo que, para mantener la rigurosidad científica, su estudio debiera ser profundizado. Finalmente, para el recuento de la identificación de

los taxones determinados en este estudio, los nombres con estas abreviaciones fueron considerados como nivel específico.

4.2.4.2 Distribución espacial y ambiental de las especies registradas

Los resultados de hallazgos de los organismos estudiados fueron agrupados de acuerdo con los puntos de muestreo en que estos fueron realizados, indicando además el tipo de uso de suelo en el que se encontraba inserto ese punto, de acuerdo con lo señalado en la Tabla 4-1.

4.2.4.3 Frecuencia absoluta y frecuencia relativa de las especies registradas

Se utilizaron los parámetros frecuencia absoluta y frecuencia relativa, con el objetivo de describir qué tan recurrente es la presencia de cada taxón dentro de las unidades de muestreo, sin constituir una medida directa de su abundancia. La frecuencia absoluta fue calculada a través de la siguiente formula:

$$F_i\ (\%) = \frac{PMi}{PMT} \times 100$$

Donde:

Fi = Frecuencia absoluta de la especie *i* (expresada en %).

PM_i = Número de puntos de muestreo donde fue detectada la especie *i* (ocurrencias).

PM_T = Número total de puntos de muestreo realizados.

Posteriormente, con el fin de estandarizar la frecuencia y de este modo obtener la importancia relativa de las especies, se calculó la frecuencia relativa de cada especie a través de la siguiente formula:

$$Fr_i\ (\%) = \frac{F_i}{\sum F_i} \times 100$$

Donde:

Fr_i = Frecuencia relativa de la especie *i* (expresada en %).

$\sum F_i$ = Sumatoria de las F_i de todas las especies detectadas (Frecuencia absoluta de la especie *i*, expresada en %).

4.2.4.4 Categorías de conservación

De acuerdo a lo establecido por el Memorándum DJ N°387/2008 (CONAMA 2008), que establece el orden de prelación para efectos de evaluación ambiental de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestre, para establecer la categoría de conservación de las especies presentes en el área de estudio, los documentos que aplican a los componentes estudiados, son los procesos oficiales de clasificación de especies de acuerdo al D.S.

N°29/2011 (MMA 2011) que establece el actual Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (en adelante RCE), es decir en el caso de hongos y líquenes los Decretos Supremos N°38/2015 (MMA 2015), N°6/2017 (MMA 2017), N°79/2018 (MMA 2018), N°23/2019 (MMA 2020a), N°16/2020 (MMA 2020b), N°44/2021 (MMA 2021), N°10/2023 (MMA 2023), N°2/2024 (MMA 2024) y N°54/2025 (MMA 2026), correspondientes a la aprobación y oficialización del undécimo, décimo tercer, décimo cuarto, décimo quinto, décimo sexto, décimo séptimo, décimo octavo, décimo noveno y vigésimo proceso de clasificación de especies según categorías de conservación.

En el caso de las briófitas, a la fecha sólo han sido incluidas dentro de los Decretos Supremos N°16/2016 (MMA 2016) y N°54/2025 (MMA 2026), correspondientes a la aprobación y oficialización del duodécimo y vigésimo proceso de clasificación de especies según categorías de conservación.

Se debe mencionar que no se consideró en este análisis la propuesta de clasificación de especies de líquenes de Quilhot *et al.* (1998), debido a que, a partir del décimo séptimo proceso de clasificación de especies según categorías de conservación, las 59 especies incluidas en esta propuesta, ya se encuentran reevaluadas utilizando los criterios de la IUCN, vigentes en la actualidad.

4.2.4.5 Singularidades ambientales

De acuerdo a los señalado en el artículo 6° del Reglamento del SEIA, El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. Pero además en su inciso 2° señala que debe "ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos".

Estas características de unicidad, escasez y representatividad corresponden a singularidades ambientales clave para determinar si un proyecto genera impacto significativo o no sobre determinados componentes (SEA 2025b).

Respecto a las "singularidades ambientales", la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA 2024a), señala que estas corresponden a aquellas características propias de un componente ambiental ubicado en un determinado territorio que lo distinguen del mismo componente en otro sitio, dado su carácter único, representativo, relictual, de escasez, fragilidad, estado de amenaza, o bien por la relevancia crítica o estructural que este tiene respecto del funcionamiento de un sistema ambiental.

Respecto a singularidades ambientales para hongos, líquenes y briófitas que se puedan encontrar en el AI, la "Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres" (SEA 2025b), señala explícitamente que dentro de sus alcances no se encuentran hongos y líquenes. De todos modos, esta guía incluye flora y vegetación, señalando ejemplos de singularidades ambientales para estos componentes, varios de los cuales se pueden considerar en este análisis ya que aplican a los componentes hongos, líquenes y briófitas, y que se condicen con lo señalado

por las guías: "Criterios para la participación de CONAF en el SEIA" (CONAF 2020) y "Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres" (SEA 2024b), las cuales se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Singularidades ambientales aplicables a los componentes hongos, líquenes y briófitas

Singularidad
Especies clasificadas según su estado de conservación como "amenazadas", incluyendo las categorías "casi amenazadas" y "datos insuficientes", estas últimas sujetas a evaluación diferenciada.
Especies endémicas.
Especies de distribución restringida cuya población es reducida baja en número.

Fuente: Adaptado de SEA (2025b).

4.2.4.6 Susceptibilidad a los efectos del cambio climático

En primer lugar, es importante mencionar que en nuestro país no existen estudios o herramientas que nos permitan desarrollar este tipo de análisis de forma específica para los componentes Hongos, Líquenes y Briófitas. De todos modos, para la realización del análisis de la posible evolución de estos componentes por efecto del Cambio Climático se consideraron las proyecciones establecidas en la herramienta "Atlas de Riesgo Climático" (ARClim; MMA 2020c). Esta herramienta realiza proyecciones del cambio de distintas variables climáticas sobre el territorio nacional entre un periodo histórico reciente (1980-2010) y un periodo futuro cercano (2035-2065) bajo el escenario RCP8.5, entregando como resultados cadenas de impacto (mapas), que nos permiten visualizar como los cambios en variables climáticas afectarían un sistema en particular (considerando la amenaza climática, exposición y sensibilidad de los factores), para finalmente determinar el riesgo debido al cambio climático sobre ese sistema. En este caso se consideran las proyecciones de cambios en precipitaciones y temperatura sobre el sistema Flora, a nivel comunal, principalmente por ser un componente estrechamente relacionado a Hongos, Líquenes y Briófitas, y considerando que pudiera tener un comportamiento similar frente a las proyecciones climáticas futuras.

5 RESULTADOS

5.1 Revisión bibliográfica

5.1.1 Micobiota: Hongos y Líquenes

5.1.1.1 Antecedentes generales de los Hongos y Líquenes

La micobiota se puede definir de forma general como al conjunto de organismos fúngicos u hongos presentes en un espacio determinado y en un periodo de tiempo determinado (Kirk *et al.* 2008).

Desde el punto de vista sistemático actual, los grupos tradicionalmente conocidos como hongos, no se encontrarían tan estrechamente relacionados como se pensaba y pertenecerían al menos a tres reinos distintos, los reinos Fungi, Stramenopila y cuatro phyla pertenecientes al reino Protozoa (Alexopoulos *et al.* 1996). Es importante considerar que, aunque los organismos que se consideraban hongos corresponderían a un grupo polifilético, debido a que no comparten una historia evolutiva común, de igual forma se consideran estrechamente ligados ya que en muchos casos su morfología, modo de nutrición y ecología es convergente (Alexopoulos *et al.* 1996). Esto último motiva, sólo con fines prácticos, que aún sigan en muchas situaciones, estudiándose como un sólo gran grupo.

Los llamados hongos verdaderos y que actualmente se encuentran clasificados dentro del Reino Fungi, se pueden definir como organismos eucariontes, carentes de clorofila, heterotróficos, con cuerpos filamentosos, elongados apicalmente, no móviles, aunque algunas especies presentan células reproductivas móviles, rodeados de una pared celular quitinosa y con un ciclo de vida con reproducción tanto sexual como asexual a través de esporas (Alexopoulos *et al.* 1996, Blackwell & Spatafora 2004, Margulis & Schwartz 1998).

Respecto a su diversidad, los hongos son considerados uno de los grupos más importantes sobre la superficie de la Tierra, donde estimaciones iniciales sugerían la existencia de 720.000 a 1,5 millones de especies (Hawksworth 1991; 2001, Mueller & Schmit 2007, Schmit & Mueller 2007). Por otra parte, nuevos estudios estiman que existirían entre 2,2 a 3,8 millones de especies (Hawksworth & Lücking 2017). De todos modos, poseemos un conocimiento muy limitado la diversidad de hongos (Mueller & Bills 2004), ya que, considerando estos estudios más recientes, sólo se han descrito unas 120.000 especies, es decir entre el 3,2 y el 5,5% de la diversidad de hongos a nivel mundial, con reducidos números de representatividad a nivel nacional o con bajo conocimiento de estas (Lazo 1995, Mueller *et al.* 2007). Se debe señalar que los hongos se pueden encontrar en todos los ambientes con condiciones adecuadas de humedad y temperatura, junto con sustratos orgánicos disponibles. Sin embargo, las condiciones de desarrollo y reproducción óptimas varían ampliamente dependiendo de la especie (Alexopoulos *et al.* 1996, Margulis & Schwartz 1998).

Una característica notable de algunos hongos es su capacidad de producir macroestructuras reproductivas, lo que tradicionalmente ha ocasionado que se les conozca como macromicetes,

macrohongos u hongos superiores. Esta agrupación es artificial, debido a que tanto macro como micromicetes incluyen muchos linajes distintos (RISC 1997) y es usada sólo con fines prácticos. De acuerdo con esta premisa, se podría definir como macromicetes a aquellas especies capaces de producir grandes y vistosas macroestructuras, visibles al ojo desnudo, como también a la estructura en sí (RISC 1997, Lodge *et al.* 2004). Los macromicetes son principalmente hongos pertenecientes al Phylum Basidiomycota y, en menor medida, al Ascomycota, dentro del reino Fungi.

Desde un punto de vista ecológico, muchas especies de hongos son saprobios de vida libre, lo que es muy relevante, debido a que generalmente son los organismos descomponedores primarios en sus medios. Esta característica les permite utilizar gran variedad de materiales como sustrato, por lo que también pueden afectar negativamente al hombre al destruir su alimento y muchos elementos usados en sus actividades. Otros hongos son biotróficos o parásitos, afectando negativamente tanto a animales como a plantas. Otros son mutualistas, estableciendo relaciones simbióticas con plantas, animales y procariontes. Líquenes u Hongos liquenizados y micorrizas son dos exitosos ejemplos de esto último (Alexopoulos *et al.* 1996).

Los líquenes son organismos ubicuos, ampliamente distribuidos en todas las condiciones ambientales, desde los trópicos y sobrepasando los círculos polares de ambos hemisferios en lugares donde se presente el suelo desnudo (ej. como es el caso de las montañas transantárticas).

Respecto a su modo de vida, son ectosimbiontes mutualistas de alto éxito entre miembros del reino Fungi y diferentes grupos de algas, incluyendo cianobacterias, aunque trabajos recientes indican la presencia más o menos estable de un tercer componente fúngico de carácter constitutivo (Spribille *et al.* 2016). En el caso del componente fúngico, estos son simbiontes obligados o constitutivos, dado que necesitan, para llegar a la madurez y reproducirse de manera sexual o vegetativa, estar asociados a su componente algal. En el caso de estos últimos, se consideran simbiontes facultativos, dado que estos pueden presentarse de vida libre y completar sus ciclos biológicos sin la necesidad obligada de asociarse a hongos liquenizados (Beck *et al.* 1998). El tercer componente (hongo secundario) se presenta también como simbionte obligado, aunque su transversalidad en todos los grupos de líquenes aún debe ser probada (Spribille *et al.* 2016). No obstante, lo anterior, es el componente fúngico primario el elemento más importante (o de mayor preponderancia) en la asociación, el cual puede asociarse a diferentes algas dependiendo de las condiciones ambientales (Vargas & Beck 2012) y es el organismo al cual se le asigna la identidad del talo u holobionte (Henssen & Jahns 1973).

La liquenización, a su vez, se puede considerar como la forma que ocupan los hongos, que son organismos heterótrofos, para la adquisición de nuevas propiedades y formas de nutrición (Barreno 1998). Esta característica les ha permitido ser parte constitutiva de casi todos los ambientes donde la vida es posible (Sancho *et al.* 2006). Aunque se debe señalar, que los líquenes, al carecer de sistemas de conducción o de excreción, son dependientes de las características de sus sustratos para establecerse. De este modo, existe una marcada selección por los sustratos utilizados por

diferentes especies, los que, a largo plazo, pueden llegar a constituir un elemento florístico específico asociado a una formación vegetacional o un ambiente determinado (Ellis 2012).

5.1.1.2 Contextualización de los Hongos y Líquenes asociados al área de influencia

Respecto a la presencia tanto de macromicetes como de líquenes en el área de influencia del Proyecto, en primer lugar, es importante señalar que en general los estudios micológicos de ambos grupos en Chile son escasos y de poca profundidad. Aunque es primordial precisar que la escasez de información micológica en Chile no se relaciona a un bajo potencial de nuestra micobiota, más bien se debe a que históricamente la investigación micológica en Chile se ha desarrollado en base a estudios puntuales, realizados principalmente por investigadores extranjeros y no a un esfuerzo sistemático y dirigido por alguna institución nacional u organismo del estado (Sandoval-Leiva 2014).

En el caso de macromicetes, esta situación es muy marcada, ya que a pesar de que para la zona central del país, no existen catálogos acabados de la diversidad presente y aunque existen numerosos registros de estos organismos, se tratan principalmente de registros puntuales, realizados en ambientes boscosos y en ambientes antropizados de los valles centrales y en la cordillera de la costa de esta zona, mientras que para el área andina de la zona central y específicamente para ambientes como los observados en el AI, los registros de macromicetes son muy escasos. Situación manifiesta al analizar los principales trabajos compilatorios de los hongos en Chile (Garrido 1985; Lazo 2001, 2016; Minter & Peredo, 2006; Mujica *et al.* 1980; Singer 1969).

En el caso de los líquenes, el estudio de su diversidad en Chile se ha basado principalmente en la realización de listados florísticos de diferentes zonas de interés del extremo norte y sur del país, o en zonas de particular interés botánico (Galloway & Marticorena, 1991; Galloway, 1998; Quilhot *et al.,* 1998). Entre estos destacan zonas del Altiplano de las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá (Galloway, 1998); oasis de neblina en el desierto costero y la zona costera del centro norte de Chile (Follmann 1965, 1967, 1968, 1995; Follmann & Redón 1972; Vargas *et al.* 2017); el bosque templado lluvioso o valdiviano (Galloway, 1995); zonas precordilleranas de Chile central y centro-sur (Pereira & San Martín 1998; Pereira *et al.* 1999, 2002, 2006, 2014; Redón & Walkowiak 1978), de la zona subantártica de Chile continental e insular (Øvstedal & Lewis Smith 2001; Quilhot *et al.* 2012, Vargas & Morano 2014); y el Archipiélago de Juan Fernández (Zahlbruckner 1924, Redón & Quilhot 1977).

Para el país se ha mencionado la presencia de un aproximado de 1.800 especies de hongos liquenizados (Galloway & Quilhot 1998). Esta aproximación está basada en revisiones bibliográficas y podrían representar solo un bajo grado de conocimiento del grupo en el país a la fecha de la publicación del listado, ya que la diversidad real podría alcanzar las 2.500-3.000 especies en todo el país (Follmann 1995, R. Vargas, com. pers.,). Por otro lado, y de manera general, se adolece de estudios ecológicos sobre estructura poblacional y comunitaria en hongos liquenizados, con algunas excepciones en especies del bosque valdiviano (Lücking *et al.* 2003, Rundel 1980, Redón

1973), en su utilización como organismos modelo (Armesto & Contreras 1981), y en estudios de la selectividad de micobiontes por sus fotobiontes en zonas del desierto costero (Vargas & Beck 2012).

Para la zona central del país la información es escasa y al igual que en macromicetes, no existen catálogos acabados de la diversidad presente. Quilhot (1995) estimaba la riqueza de la Región Metropolitana en 34 especies, distribuidas en 21 géneros. Esta información fue recabada de revisiones bibliográficas, donde la mayoría de los trabajos estudiados eran de carácter exploratorio y asociados al comienzo del estudio naturalista en Chile (Galloway & Marticorena 1991, Quilhot 1995). Sin embargo, destaca el trabajo de Redón & Walkowiak (1978), distante aproximadamente a 40 km del área de estudio del proyecto, quienes analizaron la biota liquenológica presente en el Parque Nacional La Campana. En este trabajo ellos mencionan la presencia de 47 especies, pertenecientes a 32 géneros y 17 familias. Sin embargo, revisiones actuales para el Parque indican la presencia de 76 especies, en 38 géneros y 22 familias (R. Vargas, observación personal).

Según los antecedentes generales presentados, teniendo en consideración la altísima diversidad existente en los organismos conocidos tradicionalmente como hongos y la naturaleza propia de los estudios de línea de base, se establece que los grupos fúngicos incluidos en el presente estudio, corresponden a macromicetes y líquenes.

5.1.2 Briófitas

5.1.2.1 Antecedentes generales de las Briófitas

Las briófitas constituyen un grupo de plantas de aproximadamente 20.000 especies (Brinda & Atwood 2024) distribuidas en prácticamente todos los ecosistemas terrestres del planeta (Shaw *et al.* 2011). Se caracterizan por poseer una fase gametofítica (haploide) dominante y una fase esporofítica (diploide) dependiente nutricionalmente del gametofito, la que posee un esporangio único (plantas monoesporangiadas). Estas características, junto con una escasa diferenciación de tejidos conductores, separan a este grupo del resto de las plantas terrestres.

Ecológicamente, se caracterizan por su condición poiquilohídrica y su tolerancia a la desecación y al frío. Existen tres grupos de briófitos: musgos (Bryophyta s.s.), hepáticas (Marchantiophyta) y antocerotes (Antocerotophyta), cuyas principales diferencias biológicas se basan en la morfología del esporofito (Schofield 1985). En la actualidad se consideran un grupo natural, hermano del resto de plantas terrestres (Bechteler *et al.* 2023).

Las briófitas cumplen roles relevantes en los ecosistemas que habitan. Ofrecen hogar y protección a microinvertebrados y son utilizados por aves y pequeños mamíferos como material para construcción de nidos (Gerson 1982, Suren 1993), controlan la erosión del suelo (Ross *et al.* 1984), cumplen un rol sucesional al servir como sustrato para numerosas especies de plantas vasculares que por sí solas no lograrían establecerse en ciertos ambientes desfavorables (Keizer *et al.* 1985), interceptan agua y nutrientes disueltos en las aguas lluvias incorporándolos en los ecosistemas,

controlando la humedad ambiental y haciendo disponibles ciertos nutrientes para otros organismos, entre otros (Rieley *et al.* 1979, van Breemen 1995, van Seters & Price 2001). Sus aplicaciones en biotecnología son recientes, aunque ilimitadas, entre las que se pueden enumerar la producción de biofarmacéuticos en biorreactores de musgo (Decker & Reski 2008), el aumento de la tasa fotosintética de plantas de cultivo mediante la transferencia de pirenoides provenientes de antocerotes (Oh *et al.* 2024), y hasta la producción de materiales de construcción fijadores de carbono (Rousk & Villarreal 2024).

En Chile existen cerca de 1.500 taxones de briófitas, correspondientes a cerca de 900 musgos, 560 hepáticas y 14 antocerotes (Hässel de Menéndez & Rubies 2009, Müller 2009). Considerando que en Chile hay cerca de 5.500 especies de plantas vasculares (Rodríguez *et al.* 2018), las briófitas representan más de un quinto de la flora del país, es decir, parte importante del patrimonio vegetal de la nación.

5.1.2.2 Contextualización de las Briófitas asociadas al área de influencia

La historia de la recolección de briófitas de Chile se concentra en la zona austral del país. Una gran cantidad de trabajos sobre esta área ha sido publicada desde mediados del siglo XIX y las primeras colecciones de briófitas de Chile de finales del siglo XVII fueron realizadas en la zona magallánica (Gunckel, 1971). Sin embargo, hasta el día de hoy hay extensas áreas del país cuya flora de briófitas permanece incógnita, particularmente las zonas centro y norte (Larraín *et al.* 2019).

La diversidad de briófitas (musgos=M, hepáticas=H, antocerotes=A) se incrementa de forma importante hacia el sur en las provincias de Petorca (52M, 24H, 3A), San Felipe de Aconcagua (28M, 0H, 0A), Chacabuco (34M, 0H, 0A) y Santiago (109 M, 10H, 0A). Un listado completo de las especies reportadas para estas provincias se encuentra en Müller (2009) y Hässel de Menéndez & Rubies (2009). Ardiles & Peñaloza (2013) indican que existían sólo 11 especies de hepáticas reportadas para toda la Región Metropolitana, sobre la base de la literatura y de colecciones existentes en los herbarios MO y SGO, previo a la realización de sus estudios florísticos en la ciudad de Santiago, donde encontraron 35 musgos, 19 hepáticas y un antocerote.

5.2 Riqueza taxonómica en el área de influencia

5.2.1 Hongos (macromicetes)

Se registraron 7 taxones de hongos en el área estudiada, los que fueron identificados a nivel específico en el 100% de los casos. Sistemáticamente, los taxones se organizan dentro del reino Fungi, en 1 phyla, 1 clases, 4 órdenes, 6 familias y 7 géneros. De los géneros registrados, cada uno estuvo representado por un único taxón.

En el caso de las familias, la mejor representada correspondió Agaricaceae con 2 taxones. En la Tabla 5-1 se puede encontrar un resumen sistemático de los hongos registrados en el área estudiada, en tanto que en la Tabla 5-2, se puede encontrar el catálogo taxonómico en detalle.

Tabla 5-1. Resumen sistemático de los hongos registrados en el área de influencia del proyecto

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Total taxones por género	Total taxones por familia
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	*Bovista*	1	2
				Disciseda	1	
			Schizophyllaceae	*Schizophyllum*	1	1
		Geastrales	Geastraceae	*Geastrum*	1	1
		Polyporales	Ganodermataceae	*Ganoderma*	1	1
			Polyporaceae	*Trametes*	1	1
		Russulales	Stereaceae	*Stereum*	1	1

Fuente: GAC.

Tabla 5-2. Catálogo taxonómico de los hongos registrados en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Bovista cf. *coprophila* (Cooke & Massee) G. Cunn.	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	*Bovista*
Disciseda hyalothrix (Cooke & Massee) Hollós	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	*Disciseda*

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Ganoderma cf. *australe* (Fr.) Pat.	Basidiomycota	Agaricomycetes	Polyporales	Ganodermataceae	*Ganoderma*
Geastrum floriforme Vittad.	Basidiomycota	Agaricomycetes	Geastrales	Geastraceae	*Geastrum*
Schizophyllum amplum (Lév.) Nakasone	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Schizophyllaceae	*Schizophyllum*
Stereum hirsutum (Willd.) Pers.	Basidiomycota	Agaricomycetes	Russulales	Stereaceae	*Stereum*
Trametes versicolor (L.) Lloyd	Basidiomycota	Agaricomycetes	Polyporales	Polyporaceae	*Trametes*

Fuente: GAC.

5.2.2 Líquenes

Se registraron 24 taxones de líquenes en el área de influencia del Proyecto, los que han sido identificados a nivel específico en el 70,83% de los casos (17 taxones), mientras que el 29,17% restante (7 taxones) fue identificado a nivel de género. Sistemáticamente, los taxones se organizan dentro del reino Fungi, en 1 phylum, 3 clases, 8 órdenes, 13 familias y 18 géneros. De los géneros, *Caloplaca* y *Teloschistes* fueron los mejores representados, con 3 taxones cada uno, seguido de los géneros *Polycauliona* y *Physcia*, con 2 taxones cada uno.

La familia con mejor representación fue Teloschistaceae con 10 taxones. En la Tabla 5-3 se puede encontrar un resumen sistemático de los líquenes registrados en el área estudiada, en tanto que en la Tabla 5-4, se puede encontrar el catálogo taxonómico en detalle.

Tabla 5-3. Resumen sistemático de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Total taxones por género	Total taxones por familia
Ascomycota	Arthoniomycetes	Arthoniales	Chrysothricaceae	*Chrysothrix*	1	1

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Total taxones por género	Total taxones por familia
			Opegraphaceae	*Opegrapha*	1	1
	Eurotiomycetes	Verrucariales	Verrucariaceae	*Catapyrenium*	1	1
	Lecanoromycetes	Acarosporales	Acarosporaceae	*Acarospora*	1	1
		Caliciales	Caliciaceae	*Buellia*	1	1
			Physciaceae	*Physcia*	2	3
				Rinodina	1	
		Candelariales	Candelariaceae	*Candelaria*	1	1
		Lecanorales	Lecanoraceae	*Lecanora*	1	1
			Parmeliaceae	*Flavoparmelia*	1	1
			Ramalinaceae	*Ramalina*	1	1
			Stereocaulaceae	*Lepraria*	1	1
		Pertusariales	Megasporaceae	*Aspicilia*	1	1
		Teloschistales	Teloschistaceae	*Caloplaca*	3	10
				Josefpoeltia	1	
				Polycauliona	2	
				Scutaria	1	
				Teloschistes	3	

Fuente: GAC.

Tabla 5-4. Catálogo taxonómico de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Acarospora sp.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Acarosporales	Acarosporaceae	*Acarospora*
Aspicilia sp.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Pertusariales	Megasporaceae	*Aspicilia*
Buellia sp.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Caliciales	Caliciaceae	*Buellia*
Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Caloplaca*
Caloplaca sp.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Caloplaca*
Caloplaca subgranulosa Jatta	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Caloplaca*
Candelaria concolor (Dicks.) Arnold	Ascomycota	Lecanoromycetes	Candelariales	Candelariaceae	*Candelaria*
Catapyrenium sp.	Ascomycota	Eurotiomycetes	Verrucariales	Verrucariaceae	*Catapyrenium*
Chrysothrix pavonii (Fr.) J.R. Laundon	Ascomycota	Arthoniomycetes	Arthoniales	Chrysothricaceae	*Chrysothrix*
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Flavoparmelia*
Josefpoeltia sorediosa S.Y. Kondr. & Kärnefelt	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Josefpoeltia*
Lecanora albella (Pers.) Ach.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	*Lecanora*
Lepraria sp.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Stereocaulaceae	*Lepraria*
Opegrapha sp.	Ascomycota	Arthoniomycetes	Arthoniales	Opegraphaceae	*Opegrapha*

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier	Ascomycota	Lecanoromycetes	Caliciales	Physciaceae	*Physcia*
Physcia albata (F. Wilson) Hale	Ascomycota	Lecanoromycetes	Caliciales	Physciaceae	*Physcia*
Polycauliona candelaria (L.) Frödén, Arup & Søchting	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Polycauliona*
Polycauliona polycarpa (Hoffm.) Frödén, Arup & Søchting	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Polycauliona*
Ramalina striatula Nees & Flot.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	*Ramalina*
Rinodina pyrina (Ach.) Arnold	Ascomycota	Lecanoromycetes	Caliciales	Physciaceae	*Rinodina*
Scutaria andina (Räsänen) Søchting, Frödén & Arup	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Scutaria*
Teloschistes chrysophthalmus (L.) Norman ex Tuck.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Teloschistes*
Teloschistes hypoglaucus (Nyl.) Zahlbr.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Teloschistes*
Teloschistes stellatus (Meyen & Flot.) Müll. Arg.	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Teloschistes*

Fuente: GAC.

5.2.3 Briófitas

Se registraron 12 taxones de briófitas en el área estudiada, los que fueron identificados a nivel específico en el 100% de los casos. Sistemáticamente, las especies se organizan dentro del reino Plantae, en 2 phyla, 2 clases, 4 órdenes, 5 familias y 11 géneros. De los géneros, *Bryum* fue el mejor representado, con 2 taxones.

La familia con mejor representación fue Pottiaceae con 6 taxones. Le sigue la familia Bryaceae con 3 taxones. En la Tabla 5-5 se puede encontrar un resumen sistemático de las briófitas registradas en el área estudiada, en tanto que en la Tabla 5-6, se puede encontrar el catálogo taxonómico en detalle.

Tabla 5-5. Resumen sistemático de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Total taxones por género	Total taxones por familia
Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Bryaceae	*Brachymenium*	1	3
				Bryum	2	
			Mniaceae	*Pohlia*	1	1
		Funariales	Funariaceae	*Funaria*	1	1
		Pottiales	Pottiaceae	*Barbula*	1	6
				Didymodon	1	
				Gertrudiella	1	
				Hennediella	1	
				Sagenotortula	1	
				Tortula	1	
Marchantiophyta	Marchantiopsida	Marchantiales	Targioniaceae	*Targionia*	1	1

Fuente: GAC.

Tabla 5-6. Catálogo taxonómico de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Barbula costesii Thér.	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Barbula*
Brachymenium chilense Ochi & Mahú	Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Bryaceae	*Brachymenium*
Bryum argenteum var. *muticum* Brid.	Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Bryaceae	*Bryum*
Bryum dichotomum Hedw.	Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Bryaceae	*Bryum*
Didymodon australasiae (Hook. & Grev.) R.H.Zander	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Didymodon*
Funaria calvescens Schwägr.	Bryophyta	Bryopsida	Funariales	Funariaceae	*Funaria*
Gertrudiella fusca (Müll.Hal.) J.A.Jiménez & M.J.Cano	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Gertrudiella*
Hennediella kunzeana (Müll.Hal.) R.H.Zander	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Hennediella*
Pohlia wahlenbergii (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews	Bryophyta	Bryopsida	Bryales	Mniaceae	*Pohlia*
Sagenotortula quitoensis (Taylor) R.H.Zander	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Sagenotortula*

Nombre Científico	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Targionia hypophylla L.	Marchantiophyta	Marchantiopsida	Marchantiales	Targioniaceae	*Targionia*
Tortula muralis Hedw.	Bryophyta	Bryopsida	Pottiales	Pottiaceae	*Tortula*

Fuente: GAC.

5.3 Distribución espacial y ambiental de los taxones registrados

Posterior a la campaña de levantamiento de información, es posible señalar que en el caso de los hongos (macromicetes), los 7 taxones registrados se distribuyeron entre 5 de los 12 puntos de muestreo prospectados en el área de influencia. En el caso de los líquenes, los 24 taxones registrados se distribuyeron entre 8 de los 12 puntos de muestreo prospectados en el área de influencia. En el caso de las briófitas, los 12 taxones registrados se distribuyeron entre 8 de los 12 puntos de muestreo prospectados en el área de influencia.

Respecto a la distribución ambiental de las especies en el área de influencia, en la Tabla 5-7 se puede encontrar un resumen de esta, de acuerdo con los usos de suelo señalados en la Tabla 4-1, junto con al número de taxones de hongos, líquenes y de briófitas registrados en cada uno de ellos.

El detalle de la distribución espacial y ambiental de los registros de hongos, líquenes y de briófitas, se presenta en el Anexo 2. En este Anexo se encuentran los registros por punto de muestreo con hallazgo, agrupados por el uso de suelo en que se encontraban insertos, en formato de matriz de presencia/ausencia.

Tabla 5-7. Resumen de la distribución ambiental de los taxones de hongos, líquenes y briófitas registrados en el área de influencia del Proyecto

Uso de Suelo	Puntos de muestreo prospectados	Taxones de hongos registrados por tipo de ambiente	Taxones de líquenes registrados por tipo de ambiente	Taxones de briófitas registrados por tipo de ambiente
Área verde	2	0	2	0
Bosque exótico	2	2	3	4
Bosque nativo	6	5	18	7

Formación arbórea	1	0	0	4
Pradera	1	0	6	5
Totales	12	7	24	12

Fuente: GAC.

5.4 Frecuencia absoluta y frecuencia relativa de los taxones registrados en el área de influencia

Como fue señalado en la metodología, para obtener un valor aproximado de la importancia relativa de cada uno de los taxones registrados se utilizaron los parámetros de frecuencia absoluta y frecuencia relativa.

5.4.1 Hongos (macromicetes)

De acuerdo con la metodología utilizada, la especie de hongos registrada que mostró la mayor frecuencia en el AI correspondió a *Disciseda hyalothrix* donde a partir de su frecuencia absoluta (Fi), se puede señalar que estaba presente en un 16,67% de los puntos de muestreo prospectados (2 de los 12 puntos de muestreo). En tanto que, de acuerdo con su frecuencia relativa (Fri), este taxón representó un 25,00%, de los registros de hongos realizados en este estudio. El detalle de las ocurrencias, las frecuencias absolutas (Fi) y las frecuencias relativas (Fri), de todos los taxones de hongos registrados, se encuentra en la Tabla 5-8.

Tabla 5-8. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de los hongos registrados en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Ocurrencias	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Bovista cf. *coprophila* (Cooke & Massee) G. Cunn.	1	8,33	12,50
Disciseda hyalothrix (Cooke & Massee) Hollós	2	16,67	25,00
Ganoderma cf. *australe* (Fr.) Pat.	1	8,33	12,50
Geastrum floriforme Vittad.	1	8,33	12,50
Schizophyllum amplum (Lév.) Nakasone	1	8,33	12,50
Stereum hirsutum (Willd.) Pers.	1	8,33	12,50

Trametes versicolor (L.) Lloyd	1	8,33	12,50
Totales	8	66,67	100,00

Fuente: GAC.

5.4.2 Líquenes

De acuerdo con la metodología utilizada, el taxon de líquenes registrados que mostró la mayor frecuencia en el AI correspondió a *Candelaria concolor*, donde a partir de su frecuencia absoluta (Fi), se puede señalar que este taxón estaba presente en un 58,33% de los puntos de muestreo prospectados (7 de los 12 puntos de muestreo). En tanto que de acuerdo con su frecuencia relativa (Fri), este taxón representó un 15,22%, de los registros de líquenes realizados en este estudio. El detalle de las ocurrencias, las frecuencias absolutas (Fi) y las frecuencias relativas (Fri), de todos los taxones de líquenes registrados, se encuentra en la Tabla 5-9.

Tabla 5-9. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de los líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Ocurrencias	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Acarospora sp.	1	8,33	2,17
Aspicilia sp.	1	8,33	2,17
Buellia sp.	2	16,67	4,35
Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr.	4	33,33	8,70
Caloplaca sp.	3	25,00	6,52
Caloplaca subgranulosa Jatta	1	8,33	2,17
Candelaria concolor (Dicks.) Arnold	7	58,33	15,22
Catapyrenium sp.	1	8,33	2,17
Chrysothrix pavonii (Fr.) J.R. Laundon	2	16,67	4,35
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	1	8,33	2,17
Josefpoeltia sorediosa S.Y. Kondr. & Kärnefelt	1	8,33	2,17

Nombre Científico	Ocurrencias	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Lecanora albella (Pers.) Ach.	1	8,33	2,17
Lepraria sp.	1	8,33	2,17
Opegrapha sp.	1	8,33	2,17
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier	4	33,33	8,70
Physcia albata (F. Wilson) Hale	1	8,33	2,17
Polycauliona candelaria (L.) Frödén, Arup & Søchting	1	8,33	2,17
Polycauliona polycarpa (Hoffm.) Frödén, Arup & Søchting	1	8,33	2,17
Ramalina striatula Nees & Flot.	3	25,00	6,52
Rinodina pyrina (Ach.) Arnold	2	16,67	4,35
Scutaria andina (Räsänen) Søchting, Frödén & Arup	1	8,33	2,17
Teloschistes chrysophthalmus (L.) Norman ex Tuck.	2	16,67	4,35
Teloschistes hypoglaucus (Nyl.) Zahlbr.	2	16,67	4,35
Teloschistes stellatus (Meyen & Flot.) Müll. Arg.	2	16,67	4,35
Totales	46	383,33	100,00

Fuente: GAC.

5.4.3 Briófitas

De acuerdo con la metodología utilizada, el taxón de briófita registrado que mostró la mayor frecuencia en el AI correspondió a *Didymodon australasiae*, donde a partir de su frecuencia absoluta (Fi), se puede señalar que este taxón estaba presente en un 41,67% de los puntos de muestreo prospectados (5 de los 12 puntos de muestreo prospectados). En tanto que, de acuerdo con su frecuencia relativa (Fri), este taxón representó un 21,74%, de los registros de briófitas realizados

en este estudio. El detalle de las ocurrencias, las frecuencias absolutas (Fi) y las frecuencias relativas (Fri), de todos los taxones de briófitas registrados, se encuentra en la Tabla 5-10.

Tabla 5-10. Ocurrencias, frecuencias absolutas y frecuencias relativas de las briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto

Nombre Científico	Ocurrencias	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Barbula costesii Thér.	1	8,33	4,35
Brachymenium chilense Ochi & Mahú	1	8,33	4,35
Bryum argenteum var. *muticum* Brid.	1	8,33	4,35
Bryum dichotomum Hedw.	3	25,00	13,04
Didymodon australasiae (Hook. & Grev.) R.H.Zander	5	41,67	21,74
Funaria calvescens Schwägr.	3	25,00	13,04
Gertrudiella fusca (Müll.Hal.) J.A.Jiménez & M.J.Cano	2	16,67	8,70
Hennediella kunzeana (Müll.Hal.) R.H.Zander	1	8,33	4,35
Pohlia wahlenbergii (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews	1	8,33	4,35
Sagenotortula quitoensis (Taylor) R.H.Zander	1	8,33	4,35
Targionia hypophylla L.	1	8,33	4,35
Tortula muralis Hedw.	3	25,00	13,04
Totales	23	191,67	100,00

Fuente: GAC.

5.5 Categorías de Conservación de las especies registradas

5.5.1 Hongos (macromicetes)

En el caso de los hongos, ninguna de las especies registradas, se encuentra categorizada según alguno de los procesos oficiales de clasificación de especies de acuerdo al RCE.

5.5.2 Líquenes

Respecto a los líquenes, de los 24 taxones registrados en el AI del Proyecto, 8 corresponden a especies que presentan alguna categoría de conservación, de acuerdo con los procesos oficiales de clasificación de especies establecidos en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE). En la Tabla 5-11, se pueden revisar estas especies, junto con su propuesta de clasificación y el proceso de clasificación en que fue propuesta.

Tabla 5-11. Especies de líquenes en categoría de conservación presentes en el área de influencia del Proyecto de acuerdo con el RCE

Nombre Científico	Categoría de Conservación	Proceso	Decreto
Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr.	Preocupación Menor (LC)	16	D.S. 16/2020 (MMA, 2020)
Candelaria concolor (Dicks.) Arnold	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)
Chrysothrix pavonii (Fr.) J.R. Laundon	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)
Josefpoeltia sorediosa S.Y. Kondr. & Kärnefelt	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier	Preocupación Menor (LC)	17	D.S. 44/2021 (MMA, 2021)
Ramalina striatula Nees & Flot.	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)
Teloschistes chrysophthalmus (L.) Norman ex Tuck.	Preocupación Menor (LC)	14	D.S. 79/2018 (MMA, 2018)

Fuente: GAC.

Se registraron 8 especies categorizadas como Preocupación Menor (LC), dado que no cumplen con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), ni tampoco como Casi Amenazado y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios. De estas especies se puede señalar lo siguiente:

Caloplaca cerina, es una especie cosmopolita, con presencia en zonas subtropicales a templadas de ambos hemisferios. En Chile se le conoce de diferentes localidades desde la Región de Antofagasta a la Metropolitana, incluido el Archipiélago de Juan Fernández. No obstante, Quilhot *et al.* (1998) indican la presencia de la especie en la Región del Maule, sin indicar especímenes estudiados.

Candelaria concolor (Figura 5-1), es una especie cosmopolita, conocida de ambientes subtropicales, templados y polares en todo el mundo, con excepción de zonas tropicales.

Figura 5-1. Talo de *Candelaria concolor*



Fuente: Fotografía de archivo Pablo Sandoval Leiva.

Chrysothrix pavonii, es una especie que se distribuye estrictamente en Sudamérica, con registros conocidos para Argentina, Chile y Perú. En el país, se indica su presencia entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de Aysén.

Flavoparmelia caperata, es una especie cosmopolita (Brodo *et al.,* 2001), conocida de todas las masas continentales del mundo. Con anterioridad al 14° proceso de clasificación, Quilhot *et al.* (1998) sugería que la especie se encontraba Fuera de Peligro, con una distribución conocida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Biobío. En la actualidad se le reconoce hasta la Región de Aysén, incluidos el Archipiélago de Juan Fernández.

Josefpoeltia sorediosa, es una especie conocida solo para Sudamérica, con registros en Bolivia, Argentina y Chile. En el país se reconoce su presencia desde la Región de Coquimbo a la Región de Magallanes.

Physcia adscendens, es una especie con una amplia distribución bipolar (Elvebakk & Moberg 2002; Quilhot *et al.* 2012), ampliamente distribuida en todas las masas continentales del mundo, con excepción de la Antártica. En Chile se extiende desde la Región de Valparaíso a Magallanes, aunque se ha indicado su presencia en zonas costeras y de influencia de neblina del norte de Chile.

Ramalina striatula, es una especie ampliamente distribuida en ambientes tropicales a templados del hemisferio sur, eminentemente en el continente americano, con presencia en la parte sur de Norte América, América Central, sudeste asiático, Australasia y África Oriental. En Chile la especie

está ampliamente distribuida a lo largo del país, con registros la Región de Coquimbo hasta la Región de Magallanes, siendo la especie más común del género en el país.

Teloschistes chrysophthalmus, es una especie cosmopolita, que en Chile se le conoce desde la IV hasta la XII región (Almborn, 1992), en diferentes condiciones ambientales, pero predominantemente en zonas mediterráneas y temperadas, ocupando múltiples sustratos, como plantas, rocas o incluso en suelo compactado.

5.5.3 Briófitas

En el caso de las briófitas, ninguna de las especies registradas, se encuentra categorizada según alguno de los procesos oficiales de clasificación de especies de acuerdo al RCE.

5.6 Singularidades ambientales

Como fue señalado en la metodología, las singularidades ambientales a analizar para los componentes bajo estudio en el AI son adaptaciones de las descritas en la "Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres" (SEA 2025b), y se presentan en la Tabla 4-2.

5.6.1 Especies clasificadas según su estado de conservación como "amenazadas", incluyendo las categorías "casi amenazadas" y "datos insuficientes"

En el AI no se registraron especies que presenten categoría de amenaza, ni tampoco especies bajo las categorías de casi amenazada y de datos insuficientes.

5.6.2 Presencia de especies endémicas

En el caso de los hongos, con los taxones identificados a nivel de especie, no existen especies endémicas. En el caso de líquenes y briofitas, se registraron 1 y 3 taxones endémicos respectivamente, cuyos detalles se encuentran en la Tabla 5-12.

Tabla 5-12. Especies endémicas registradas en el AI del Proyecto

Especie	Componente	Distribución regional en Chile
Caloplaca subgranulosa	Líquenes	II, III, IV, V
Barbula costesii	Briófitas	IV-VII
Brachymenium chilense	Briófitas	V-VI-RM
Hennediella kunzeana	Briófitas	IV-X

Fuente: GAC.

5.6.3 Especies de distribución restringida cuya población es reducida o baja en número

No se registraron especies de hongos, líquenes y briófitas de distribución restringida en el área de influencia.

5.7 Susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático

De acuerdo a lo señalado en la metodología, en la Tabla 5-13 se puede observar que la proyección de disminución de las precipitaciones de las comunas del AI es bajo, pero dada la sensibilidad muy alta del componente, finalmente el riesgo de pérdida de flora producto de esta variable es muy alto.

Para las proyecciones de aumento de temperatura media, las amenazas son bajas, y considerando la baja sensibilidad del componente a esta variable, finalmente el riesgo de pérdida de flora por esta variable es moderado (Tabla 5-14).

Tabla 5-13. Proyección de pérdida de flora por disminución de precipitaciones en AI bajo escenario RCP8.5

Variable	Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Pérdida de flora por disminución de precipitaciones	Pudahuel	0,2761	0,4654	1	0,7478
		Baja	Moderada	Muy alta	Muy alto
	Estación Central	0,2703	0,7765	1	0,8897
		Baja	Muy alta	Muy alta	Muy alto

Fuente: Adaptado de ARClim, MMA, 2020c.

Tabla 5-14. Proyección de pérdida de flora por aumento de temperatura media en AI bajo escenario RCP8.5

Variable	Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Pérdida de flora por aumento de temperatura media	Pudahuel	0,2209	0,4654	0,2361	0,3566
		Baja	Moderada	Baja	Moderado
	Estación Central	0,2091	0,7765	0,2343	0,4704
		Baja	Muy alta	Baja	Moderado

Fuente: Adaptado de ARClim, MMA, 2020c.

Tomando estas variables en cuenta y considerando la estrecha relación de hongos, líquenes y briófitas con el componente flora, es muy probable que la susceptibilidad al cambio climático para estos componentes en el AI vaya de moderada a muy alta.

6 CONCLUSIONES

Después de realizada la campaña de levantamiento de información en el AI del Proyecto, se ha registrado un total de 7 taxones de hongos, los cuales se distribuyen entre 5 de los 12 puntos de muestreo prospectados. En cuanto a los líquenes, se registraron 24 taxones, distribuidos entre 8 de los 12 puntos de muestreo. En el caso de las briófitas, se registraron 12 taxones los cuales se distribuyeron entre 8 de los 12 puntos de muestreo prospectados.

En relación con la frecuencia de los taxones registrados en el área estudiada, en el caso de los hongos, el taxón más frecuente correspondió a *Disciseda hyalothrix*, el que fue registrado en un 16,67% de los puntos de muestreo prospectados (2 de los 12 puntos de muestreo). En el caso de los líquenes, el taxón más frecuente correspondió a *Candelaria concolor*, el que fue registrado en un 58,33% de los puntos de muestreo prospectados (7 de los 12 puntos de muestreo). En cuanto a las briófitas, el taxón más frecuente correspondió a *Didymodon australasiae*, el que fue registrado en un 41,67% de los puntos de muestreo prospectados (5 de los 12 puntos de muestreo).

En cuanto a las especies en categoría de conservación, en el caso de los hongos y briófitas, no se registraron especies categorizadas según alguno de los procesos oficiales de clasificación de especies de acuerdo al RCE. En el caso de los líquenes, 8 de los taxones registrados, corresponden a especies que se encuentran categorizadas como Preocupación menor (LC): *Caloplaca cerina, Candelaria concolor, Chrysothrix pavonii, Flavoparmelia caperata, Josefpoeltia sorediosa, Physcia adscendens, Ramalina striatula* y *Teloschistes chrysophthalmus*.

Respecto a singularidades registradas en el AI, se registraron 4 especies endémicas (*Caloplaca subgranulosa, Barbula costesii, Brachymenium chilense* y *Hennediella kunzeana*). No se registraron especies clasificadas en alguna categoría de amenaza, ni especies casi amenazadas, con datos insuficientes o de distribución restringida.

Por último, sobre el posible impacto que tendrá el cambio climático para hongos, líquenes y briófitas en el AI, es probable que la susceptibilidad al cambio climático de estos grupos vaya de moderada a muy alta, principalmente al considerar las proyecciones de riesgo sobre el componente flora.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexopoulos, C.J., C.W. Mims & M. Blackwell. 1996. Introductory mycology. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., EE. UU. 868 p.

Almborn, O. 1992. Some overlooked or misidentified species of Teloschistes from South America and a key to the South-American species. Nordic Journal of Botany 12(3): 361-364.

Ardiles, V. & Peñaloza, A. 2013. Briófitas del área urbana de Santiago de Chile: especies, hábitats y consideraciones para su conservación. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 62: 95–117.

Armesto, J. & L.C. Contreras. 1981. Saxicolous lichen communities: nonequilibrium systems? American Naturalist 118: 597-604.

Baral, H.O. 1992. Vital versus herbarium taxonomy: morphological differences between living and dead cells of ascomycetes, and their taxonomic implications. Mycotaxon 44(2): 333-390.

Barreno, E. 1998. Hongos simbiontes: líquenes, micoficobiosis y micorrizas. En: Izco, J., E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J. Devesda, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, E. Salvo, S. Talavera & B. Valdés (eds.): Botánica. México, McGraw-Hill International. pp. 309-340.

Bechteler, J., G. Peñaloza-Bojacá, D. Bell, G. Burleigh, S.F. McDaniel, C. Davis, E. Sessa, A. Bippus, C. Cargill, S. Chantanaorrapint, I. Draper, G.E. Lee, L. Endara, L.L. Forrest, R. Garilleti, S. Graham, S. Huttunen, J. Jauregui Lazo, F. Lara, J. Larraín, L. Lewis, D. Long, D. Quandt, K.S. Renzaglia, A. Schäfer-Verwimp, A.M. Sierra Pinilla, M. von Konrat, C. Zartman, B. Goffinet, J.C. Villarreal. 2023. Comprehensive phylogenomic time tree of bryophytes reveals deep relationships and uncovers

gene incongruences in the last 500 million years of diversification. American Journal of Botany, 110(11). https://doi.org/10.1002/ajb2.16249

Beck, A., T. Friedl & G. Rambold. 1998. Selectivity of photobiont choice in a defined lichen community: inferences from cultural and molecular studies. New Phytologist 139: 709-720.

Blackwell, M. & J.W. Spatafora. 2004. Fungi and their allies. En: Mueller, G.M., G.F. Bills & M.S. Foster (eds.): Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, San Diego. pp 7-21.

Brinda, J.C. & Atwood, J.J. 2024. The Bryophyte Nomenclator. https://www.bryonames.org/

Brodo, I.M., S. Duran Sharnoff & S. Sharnoff. 2001. Lichens of North America. Yale University Press, New Haven & London. 795 pp.

Clémençon, H. 2009. Methods for Working with Macrofungi: Laboratory Cultivation and Preparation of Larger Fungi for Light Microscopy. IHW-Verlag. 88 p.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2008. Memorándum DJ N°387/2008. Minuta de prelación para efectos del SEIA de las Clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de Flora y Fauna silvestre. 14 p.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2020. Guía de evaluación ambiental. Criterios para la participación de CONAF en el SEIA. Santiago, Chile. 159 p.

Crandall-Stotler B., R.E. Stotler & D.G. Long. 2009. Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. Edinburgh Journal of Botany 66: 144–198.

Decker, E.L. & Reski, R. 2008. Current achievements in the production of complex biopharmaceuticals with moss bioreactors. Bioprocess and Biosystems Engineering 31(1): 3–9.

Ellis, C.J. 2012. Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review. Perspectives in Plant ecology, Evolution and Systematics 14:131-152.

Elvebakk, A. & R. Moberg. 2002. Foliose and placodioid species of the lichen family Physciaceae in southernmost Chile. The Lichenologist 34(4): 311-320.

Follmann, G. 1965. Fensterflechten in der Atacamawuste. Die Naturwissenschaften 52:434-435.

Follmann, G. 1967. Die Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloase Cerro Moreno. Nova Hedwigia 14: 215-281.

Follmann, G. 1968. Felsbewohnende Arthoniaceen der chilenischen Pazifikkuste. Willdenowia 4:365-382.

Follmann, G. 1995. On the impoverishment of the lichen flora and the retrogression of the lichen vegetation in coastal central and northern Chile during the last decades. Cryptogamic Botany 5(3): 224-231.

Follmann, G. & J. Redón. 1972. Erganzungen zur Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloasen Fray Jorge und Talinay. Willdenowia 6: 431-460.

Frödén, P., B.D. Ryan & I. Kärnefelt. 2004. Teloschistes. In Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region Vol. 2. (T. H. Nash III, B. D. Ryan, P. Diedrich, C. Gries & F. Bungartz, eds.): 524–529. Tempe, AR: Lichens Unlimited.

Galloway, D.J. 1995. Lichens in Southern Hemisphere temperate rainforest and their role in maintenance of biodiversity. En: Allsopp, D., R.R. Colwell & D.L. Hawksworth (eds.): Microbial Diversity and Ecosystem Function. CAB International, pp. 125-135.

Galloway, D.J. 1998. The lichens of Chile: present knowledge and future prospects. En: Marcelli, M.P. and M.R.D. Seaward (Eds.): Lichenology in Latin America: History, Current Knowledge and Applications. Brazil, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Estado de Sao Paulo, Sao Paulo: 87-100.

Galloway, D.J. & C. Marticorena. 1991. A bibliography of Chilean lichenology. Gayana Botánica 48:17-66.

Galloway, D.J. & W. Quilhot. 1998. Checklist of Chilean lichen-forming and lichenicolous fungi. Gayana Botánica 55(2): 111-185.

Garrido, N. 1985. Index Agaricalium Chilensium. Bibliotheca Mycologica 99, J. Cramer, Vaduz, 399 pp.

Gerson, U. 1982. Bryophytes and invertebrates. En: Smith A.J.E., ed. Bryophyte Ecology. Chapman & Hall, New York, 291–332.

Goffinet B. & W.R. Buck. 2021. Classification of the Bryophyta. Disponible en http://bryology.uconn.edu/classification/. Visitado en septiembre 2025.

Gunckel, H. 1971. Las primeras plantas herborizadas en Chile en 1690. Anales del Instituto de la Patagonia 2: 134-141.

Hässel De Menéndez, G.G. & Rubies, M.F. 2009. Catalogue of Marchantiophyta and Anthocerotophyta of southern South America. Beihefte zur Nova Hedwigia 134: 1–672.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycological Research 95: 641-655.

Hawksworth, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycological Research 105(12): 1422-1432.

Hawksworth, D.L. & R. Lücking. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. Microbiology spectrum 5(4).

Henssen, A. & H.M. Jahns. 1973. Lichenes. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 467 p.

Hibbett, D.S., M. Binder, J.F. Bischoff, M. Blackwell, P.F. Cannon, O.E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P.M. Kirk, R. Lücking, H.T. Lumbsch, F. Lutzoni, P.B. Matheny, D.J. McLaughlin, M.J. Powell, S. Redhead, C.L. Schoch, J.W. Spatafora, J.A. Stalpers, R. Vilgalys, M.C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G.L. Benny, L.A. Castlebury, P.W. Crous, Y.-C. Dai, W. Gams, D.M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D.L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R.A. Humber, K.D. Hyde, J.E. Ironside, U. Kõljalg, C.P. Kurtzman, K.-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miadlikowska, A. Miller, J.-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J.D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J.P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R.G. Thorn, L. Tibell, W.A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M.M. White, K. Winka, Y.-J. Yao. & N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycological Research 111: 509-547.

Jaklitsch W., H.O. Baral, R. Lücking, H.T. Lumbsch & W. Frey. 2016. Syllabus of Plant Families - A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Part 1/2: Ascomycota. 13 Ed. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

James, T.Y., F. Kauff, C. Schoch, P.B. Matheny, V. Hofstetter, C.J. Cox, G. Celio, C. Gueidan, E. Fraker, J. Miadlikowska, H.T. Lumbsch, A. Rauhut, V. Reeb, A.E. Arnold, A. Amtoft, J.E. Stajich, K. Hosaka, G.-H. Sung, D. Johnson, B. O'Rourke, M. Crockett, M. Binder, J.M. Curtis, J.C. Slot, Z. Wang, A.W. Wilson, A. Schüßler, J.E. Longcore, K. O'Donnell, S. Mozley-Standridge, D. Porter, P.M. Letcher, M.J. Powell, J.W. Taylor, M.M. White, G.W. Griffith, D.D. Davies, R.A. Humber, J.B. Morton, J. Sugiyama, A. Rossman, J.D. Rogers, D.H. Pfister, D. Hewitt, K. Hansen, S. Hambleton, R. A. Shoemaker, J. Kohlmeyer, B. Volkmann-Kohlmeyer, R.A. Spotts, M. Serdani, P.W. Crous, K.W. Hughes, K. Matsura, E. Langer, G. Lanfer, W.A. Untereiner, R. Lücking, B. Büdel, D.M. Geiser, A. Aptroot, P. Diederich, I. Schmitt, M. Schultz, R. Yahr, D.S. Hibbett, F. Lutzoni, D.J. McLaughlin, J.W. Spatafora & R. Vilgalys. 2006. Reconstructing the early evolution of fungi using a six-gene phylogeny. Nature 443: 818-822.

Keizer, P.J., B.F. Van Tooren & H.J. During. 1985. Effects of bryophytes on seedling emergence and establishment of short-lived forbs in chalk grassland. Journal of Ecology 73: 493–504.

Kirk, P.M, P.F. Cannon, D.W. Minter & J.A. Stalpers. 2008. Dictionary of the Fungi (10th Ed.). CAB International, Wallingford, United Kingdom. 784p.

Lange, O.L. & J. Redón. 1983. Epiphytische Flechten im Bereich einer chilenischen "Nebeloase" (Fray Jorge). II. Okophysiologische Charakterisierung von CO2- Gaswechsel und Wasserhaushalt. Flora 174: 245-284.

Largent, D.L., D. Johnson & R. Watling. 1977. How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. Mad River Press, Inc., California, EE. UU. 148p.

Larraín, J., D. Alarcón, V. Ardiles & C. Atala. 2019. Hidden in plain sight: how overlooking ephemeral bryophytes can bias biodiversity assessments and conservation actions. The Bryologist 122: 260–270.

Larraín, J., M.J. Cano & J.A. Jiménez. 2020. New bryophyte records from the Mediterranean region of Chile. Cryptogamie, Bryologie 41(11): 121–130.

Lazo, W. 1995. Hongos. En: Simonetti, J., Arroyo, M.T.K., Spotorno, A. & E. Lozada (eds.): Diversidad biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. pp. 21-25.

Lazo, W. 2001. Hongos de Chile. Atlas Micológico. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, Santiago.

Lazo, W. 2016. Hongos de Chile. Atlas Micológico (2ª Ed. pp. 316). Santiago: Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

Lodge, D.J., J.F. Ammirati, T.E. O'Dell, G.M. Mueller, S.M. Huhndorf, C.-J. Wang, J.N. Stokland, J.P. Schmit, L. Ryvarden, P.R. Leacock, M. Mata, L. Umaña, Q. WU & D.L. Czederpiltz. 2004. Terrestrial and lignicolous macrofungi. En: Mueller, G.M., G.F. Bills & M.S. Foster (eds.): Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, San Diego. pp 127-172.

Lücking, R., V. Wirth, L. Ferraro & M.E.S. Cáceres. 2003. Foliicolous lichens from Valdivian temperate rain forest of Chile and Argentina: evidence of an austral element, with description of seven new taxa. Global Ecology and Biogeography 12:21-36.

Lumbsch, H.T. & S. Huhndorf. 2010. Myconet Volume 14. Part One. Outline of Ascomycota—2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics. Nos. 4751–5113. Fieldiana Life and Earth Sciences 1: 1-64.

Margulis, L. & K. Schwartz. 1998. Kingdom Fungi. En: Five Kingdoms: an illustrated guide to the phyla of life on earth. 3rd ed. W.H. Freeman and Company, New York, EEUU. pp. 346-367.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2011. Decreto Supremo 29/2011. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Promulgado el martes 26 de julio de 2011. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 27 de abril de 2012.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2012. Decreto Supremo 40/2012. Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental. Promulgado el martes 30 de octubre de 2012. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el lunes 12 de agosto de 2013.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2015. Decreto Supremo 38/2015. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, undécimo proceso. Promulgado el lunes 7 de septiembre de 2015. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 4 de diciembre de 2015.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2016. Decreto Supremo 16/2016. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, duodécimo proceso. Promulgado 16 de septiembre de 2016. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 30 de septiembre de 2016.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2017. Decreto Supremo 6/2017. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo tercer proceso. Promulgado el jueves 16 de marzo de 2017. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 2 de junio de 2017.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018. Decreto Supremo 79/2018. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo cuarto proceso. Promulgado el martes 4 de diciembre de 2018. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el miércoles 19 de diciembre de 2018.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2019. Decreto Supremo 23/2019. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo quinto proceso. Promulgado el martes 30 de julio de 2019. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 10 de julio de 2020.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2020a. Decreto Supremo 23/2019. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo quinto proceso. Promulgado el martes 30 de julio de 2019. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 10 de julio de 2020.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2020b. Decreto Supremo 16/2020. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimosexto proceso. Promulgado el lunes 3 de agosto de 2020. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el martes 27 de octubre de 2020.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2020c. Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM). [on-line] disponible en https://arclim.mma.gob.cl. Consulta enero 2026.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2021. Decreto Supremo 44/2021. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoséptimo proceso. Promulgado el martes 12 de octubre de 2021. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el jueves 30 de diciembre de 2021.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2023. Decreto Supremo 10/2023. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoctavo proceso. Promulgado el jueves 6 de abril de 2023. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el viernes 6 de octubre de 2023.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2024. Decreto Supremo 2/2024. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimonoveno proceso. Promulgado el miércoles 3 de enero de 2024. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el martes 7 de mayo de 2024.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2026. Decreto Supremo 54/2025. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, vigésimo proceso. Promulgado el lunes 10

de noviembre de 2025. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el Jueves 5 de Marzo de 2026.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). 1994. Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Promulgado el martes 1 de marzo de 1994. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el miércoles 9 de marzo de 1994.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). 2010. Ley N° 20.417. Crea el ministerio, el servicio de evaluación ambiental y la superintendencia del medio ambiente. Promulgado el martes 12 de enero de 2010. Publicado en el Diario oficial de la República de Chile, el martes 26 de enero de 2010.

Minter, D.W. & H. Peredo López. 2006. Hongos de Chile. Sitio internet, versión 1.00. Accesado: octubre 2023. http://www.cybertruffle.org.uk/chilfung.

Mueller, G.M. & G.F. Bills. 2004. Introduction. En: Mueller, G.M., G.F. Bills & M.S. Foster (eds.): Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, San Diego. pp 1–4.

Mueller, G.M. & J.P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict?. Biodiversity conservation 16: 1-5.

Mueller, G.M., J.P. Schmit, P.R. Leacock, B. Buyck, J. Cifuentes, D.E. Desjardin, R.E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K.H. Larsson, D.J. Lodge, T.W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, R.A. Redhead, L. Ryvarden, J.M. Trappe, R. Watling & Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. Biodiversity conservation 16: 37-48.

Mujica, F., C. Vergara & E. Oehrens. 1980. Flora Fungosa Chilena. 2a ed., Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 308 pp.

Müller, F. 2009. An updated checklist of the mosses of Chile. Archive for Bryology 58: 1–124.

Oh, Z.G., Robison, T.A., Loh, D.H., Leong Ang W.S., Ng J., Li F.W, Gunn L.H. 2024. Unique biogenesis and kinetics of hornwort Rubiscos revealed by synthetic biology systems. Molecular Plant 17(12): 1833-1849.

Orange, A., P.W. James & F.J. White. 2001. Microchemical Methods for the Identification of Lichens. British Lichen Society. 101 pp.

Øvstedal, D.O. & R.I. Lewis Smith. 2001. Lichens of Antarctica and South Georgia: A Guide to Their Identification and Ecology. Studies in Polar Research, Cambridge University Press, Cambridge, England.

Palfner, G., González, F., Valdés, S., Binimelis, J., Alzerreca, P., Ceballos, A., Sepúlveda, R., & Casanova-Katny, A. (2022). Battarrea phalloides (Fungi, Basidiomycota) en Chile central: ¿un hongo mensajero de la megasequía? Gayana Botanica 79(1): 71–76. doi.org/10.4067/s0717-66432022000100071

Pereira, I. & J. San Martin. 1998. Corticolous lichen flora of a relict forest of Nothofagus alessandrii in central Chile. Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie 19:59-72.

Pereira, I., F. Müller & M. Moya. 2014. Influence of Nothofagus bark pH on the lichen and bryophytes richness, Central Chile. Gayana Botánica 71:120-130.

Pereira, I., F. Müller & A. Valderrama. 2006. Diversity and distribution of bryophytes and lichens of El Colorado, Central Chile. Nova Hedwigia 83:117-127.

Pereira, I., J. San Martín & M. Moya. 2002. Epiphytic lichens on Gomortega keule (Gomortegaceae) in the coastal mountains of central Chile. Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik in Hamburg 30-32:171-185.

Pereira, I., J. San Martín & C. Roux. 1999. Patrón florístico de líquenes epifitos de Nothofagus glauca in un bosque costero de Chile central. Gayana Botánica 56:69-76.

Quilhot, W. 1995. Líquenes. En: Simonetti, J.A., Arroyo, M.T.K., Spotorno, A.E. and E. Lozada (Eds.): Diversidad Biológica de Chile: 26-37. Conicyt, Santiago.

Quilhot, W., M. Cuellar, R. Diaz, F. Riquelme & C. Rubio. 2012. Lichens of Aisén, Southern Chile. Gayana Botánica 69(1): 57-87.

Quilhot, W., I. Pereira, G. Guzmán, R. Rodríguez & I. Serey. 1998. Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 9-22.

Redón, F.J. 1973. Beobachtungen zur Geographie und Okologie der chilenischen Flechtenflora. Journal of the Hattori Botanical Laboratory 37: 153-167.

Redón, J., W. Quilhot & E. Zúñiga. 1975. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional Fray Jorge. Anales del Museo de Historia Natural (Chile) 8: 51-57.

Redón, J. & W. Quilhot. 1977. Los líquenes de las Islas de Juan Fernández I: estudio preliminar. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 10:15-26.

Redón J. & A. Walkowiak. 1978. Estudio Preliminar de la Flora liquénica del Parque Nacional La Campana. I: Resultados sistemáticos. Anales el museo de Historia Natural, Valparaíso 11:19-36.

Resources Inventory Standards Comite (RISC). 1997. Standardized inventory methodologies for components of British Columbia's Biodiversity: macrofungi (including the phyla Ascomycota and Basidiomycota). Ministry of environment of British Columbia – Integrated Land Management Bureau. Vancouver, Canadá. 57p.

Rieley, J.O., P.W. Richards & A.D.L. Bebbington. 1979. The ecological role of bryophytes in a North Wales woodland. Journal of Ecology 67: 497–527.

Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V.L., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, A., Ruiz, E., Sánchez, P., Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica 75: 1–430.

Ross, B.A., G.R. Webster & D.H. Vitt. 1984. The role of mosses in reclamation of brine spills in forested areas. Journal of Canadian Petroleum Technology 23 (sin paginación). doi: https://doi.org/10.2118/84-06-05

Rossman A., R. Tulloss, T. O´Dell & R.G. Thorn. 1998. Protocols for an all taxa Biodiversity Inventory of Fungi in a Costa Rican conservation area. North Carolina: Parkway Publishers Inc. 175 p.

Rousk, K. & Villarreal, J.C. 2024. Time to end the vascular plant chauvinism. Nature Plants https://doi.org/10.1038/s41477-024-01876-9

Rundel, P.W. 1980. Corticolous lichen communities of Nothofagus dombeyi on Volcan Villarica in southern Chile. The Bryologist 83:82-84.

Sandoval-Leiva, P. 2014. Estudio de los macromycetes en Chile: historia, presente y perspectivas a futuro. Lilloa 51 (suplemento), XII Congreso Argentino de Micología (pp. 16-17). Argentina.

Sancho, L.G., R. de la Torre, G. Horneck, C. Ascaso, A. de los Ríos, A. Pintado, J. Wierzchos & M. Schuster. 2006. Lichens Survive in Space: Results from the 2005 LICHENS Experiment. Astrobiology 7: 443-454.

Schmit, J.P. & D. J. Lodge. 2005. Classical Methods and Modern Analysis for Studying Fungal Diversity. En: Dighton, J., J.F. White & P. Oudemans (eds.). The Fungal community: its organization and role in the ecosystem. 3rd ed. CRC Press, Florida, EE. UU. pp. 193-214.

Schmit, J.P. & G.M. Mueller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. Biodiversity conservation 16: 99-111.

Schoch, C., G.-H. Sung, F. López-Giráldez, J. P. Townsend, J. Miadlikowska, V. Hofstetter, B. Robbertse, B. Matheny, F. Kauff, Z. Wang, C. Gueidan, R.M. Andrie, K. Trippe, L.M. Ciufetti, A. Wynns, E. Fraker, B.P. Hodkinson, G. Bonito, J.Z. Groenewald, M. Arzanlou, G.S. De Hoog, P.W. Crous, D. Hewitt, D. Pfister, K. Peterson, M. Gryzenhout, M.J. Wingfield, A. Aptroot, S.-O. Suh, M. Blackwell, D.M. Hillis, G.W. Griffith, L.A. Castlebury, A. Rossman, H.T. Lumbsch, R. Lücking, B. Büdel, A. Rauhut, P. Diederich, D. Ertz, D.M. Geiser, K. Hosaka, P. Inderbitzin, J. Kohlmeyer, B. Volkmann-Kohlmeyer, L. Mostert, K. O'Donnell, H. Sipman, J.D. Rogers, R. Shoemaker, J. Sugiyama, R.C. Summerbell, W. Untereiner, P.R. Johnston, S. Stenroos, A. Zuccaro, P.S. Dyer, P.D. Crittenden, M.S. Cole, K. Hansen, J.M. Trappe, R. Yahr, F. Lutzoni & J.W. Sapatafora. 2009. The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. Systematic Biology 58(2): 224-239.

Schofield W.B. 1985. Introduction to Bryology, Balckburn Press, New Jersey. 431p.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024a. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Tercera edición, Santiago, Chile.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024b. Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres. Santiago, Chile.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025a. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Segunda edición, Santiago, Chile.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025b. Guía para la predicción y evaluación de impactos sobre ecosistemas terrestres. Santiago, Chile.

Shaw, A.J., Szövényi, P., Shaw, B. 2011. Bryophyte diversity and evolution: Windows into early evolution of land plants. American Journal of Botany 98: 352–369.

Singer, R. 1969. Mycoflora australis. Nova Hedwigia Beihefte 29, J. Cramer, Lehre, 405 p.

Söderström, L., A. Hagborg, M. von Konrat (eds.), S. Bartholomew-Began, D. Bell, L. Briscoe, E. Brown, D.C. Cargill, E.D. Cooper, D.P. Costa, B.J. Crandall-Stotler, G. Dauphin, J.J. Engel, K. Feldberg, D. Glenny, S.R. Gradstein, X. He, A.L. Ilkiu-Borges, J. Heinrichs, J. Hentschel, T. Katagiri, N.A. Konstantinova, J. Larraín, D.G. Long, M. Nebel, T. Pócs, F. Puche, E. Reiner-Drehwald, M.A.M. Renner, A. Sass-Gyarmati, A. Schäfer-Verwimp, J.G. Segarra Moragues, R.E. Stotler, P. Sukkharak, B.M. Thiers, J. Uribe, J. Váňa, J.C. Villarreal, M. Wigginton, L. Zhang & R.-L. Zhu. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. PhytoKeys 59: 1–828.

Spribille, T., V. Tuovinen, P. Resl, D. Vanderpool, H. Wolinski, M.C. Aime, K. Schneider, E. Stabentheiner, M. Toome-Heller, G. Thor, H. Mayrhofer, H. Johannesson & J.P. McCutcheon. 2016. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. Science 10.1126/science.aaf8287.

Stephenson, S.L., C. Tsui & A.W. Rollins. 2013. Methods for Sampling and Analyzing Wetland Fungi. En: Anderson, J.T. & C.A. Davis (Eds.). Wetland Techniques: Volume 2: Organisms (pp. 93-121). Springer.

Suren, A. 1993. Bryophytes and associated invertebrates in first-order alpine streams of Arthur's Pass, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 27: 479–494.

Van Breemen, N. 1995. How Sphagnum bogs down other plants. Trends in Ecology & Evolution 10: 270–275.

Van Seters, T.E. & J.S. Price. 2001. The impact of peat harvesting and natural regeneration on the water balance of an abandoned cutover bog, Quebec. Hydrological processes 15: 233–248.

Vargas, R. & A. Beck. 2012. Photobiont selectivity and specificity in Caloplaca species in a fog-induced community in the Atacama Desert, northern Chile. Fungal Biology 116: 665-676.

Vargas, R. & C. Morano. 2014. Hongos liquenizados en morrenas del monte San Lorenzo, Región de Aisén, Chile. Gayana Botánica 71:140-146.

Vargas Castillo R. & P. Sandoval-Leiva. 2020. Lista sistemática de los hongos liquenizados y liquenícolas presentes en Chile. v1.6. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Dataset/Checklist. http://gbif-chile.mma.gob.cl/ipt/resource?r=checklist_liquenes_chile&v=1.6

Vargas, R., D. Stanton & P. Nelson. 2017. Aportes al conocimiento de la biota liquénica del oasis de neblina de Alto Patache, Desierto de Atacama. Revista de geografía Norte Grande 68: 49-64.

Westberg, M. 2004. Candelariella. En: Nash T.H. III, B.D. Ryan, P. Diederich, C. Gries & F. Bungartz (eds.): Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, Vol. 2. Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe, Arizona, pp. 46-53.

Will-Wolf, S., D.L. Hawksworth, B. Mccune, R. Rosentreter & H.J.M. Sipman. 2004. Lichenized Fungi. En: Mueller, G.M., G.F. Bills & M.S. Foster (eds.): Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, San Diego. pp 173-195.

Wright, J. & E. Albertó. 2002. Guía de hongos de la región pampeana: I. Hongos con laminillas. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires, Argentina. 280 p.

Wright, J. & E. Albertó. 2006. Guía de hongos de la región pampeana: II. Hongos sin laminillas. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires, Argentina. 412 p.

Zahlbruckner, A. 1924. Die Flechten der Juan-Fernandez-Inseln. En: Skottsberg C. (ed.): The natural history of Juan Fernandez and Easter Island. II.