

CAPÍTULO 7

BRIÓFITOS Y LÍQUENES EN LAS TURBERAS DE *SPHAGNUM* DE LA REGIÓN DE AYSÉN, CHILE

Juan Larraín¹ & Reinaldo Vargas²

¹ Instituto de Biología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Campus Curauma, Valparaíso, Chile.

² Herbario Federico Johow, Departamento de Biología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile.

E-mail: musgoschiloe@gmail.com

RESUMEN

Las turberas de *Sphagnum* del sur de Sudamérica albergan una rica diversidad de criptógamas, siendo los briófitos (musgos y hepáticas) y líquenes los grupos mejor representados en estos ecosistemas. Esta diversidad aún permanece poco estudiada, especialmente en la región de Aysén. En este estudio se analizaron cinco turberas dominadas por *Sphagnum magellanicum*, donde se realizaron muestreos cualitativos y cuantitativos de las especies de plantas y líquenes presentes en estos sitios con el fin de documentar su composición florística y su estructura comunitaria, incluyendo tanto a criptógamas como a plantas vasculares. En el total de transectas realizadas, se registraron 141 taxones, representando 62 especies de líquenes, 13 musgos, 40 hepáticas y 31 especies de plantas vasculares. Entre las especies encontradas, la más común es *Sphagnum magellanicum*, con una frecuencia absoluta de casi 88%, al estar presente en 158 de las 180 parcelas realizadas, con coberturas relativas medias superiores al 40% en las diferentes turberas estudiadas. Por otro lado, la especie de líquen más frecuente fue *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa*, con una frecuencia absoluta de casi 22%, con coberturas relativas que varían entre el 10 al 30% en las turberas estudiadas. A pesar de que líquenes y hepáticas son los grupos más diversos, su aporte en cobertura y frecuencia es bajo comparado con musgos y plantas vasculares.

Palabras clave: Turberas, briófitas, líquenes, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

Los ambientes de turbera son un tipo de humedal que se caracteriza por la acumulación continua de materia orgánica. Esto se debe a que la producción primaria neta de materia orgánica es mayor que su tasa de descomposición, efecto causado por una serie de factores entre los que se incluyen una alta acidez, saturación de agua con poco oxígeno disponible, bajas temperaturas, baja concentración de nutrientes, entre otros (Díaz *et al.* 2015). Estas condiciones físicas determinan la existencia de una particular vegetación adaptada a estos ambientes, dominada por especies de briófitos, líquenes, y plantas vasculares principalmente de las familias Ciperaceae, Juncaceae y similares (Larraín, 2015). Las turberas se distribuyen mayormente en ambientes fríos y lluviosos, ocupando grandes extensiones de tierra en altas latitudes del hemisferio norte (Parish *et al.* 2008), mientras que en el sur de Sudamérica son más bien escasas en relación a la superficie de bosques y otros ecosistemas que dominan el paisaje (Gajardo, 1994; Blanco & de la Blaze, 2004; Vega & Domínguez, 2015).

Existen diversos tipos de turberas, las que se pueden clasificar por una variedad de aspectos físicos y biológicos (Díaz *et al.* 2015). Uno de los criterios de clasificación que ha demostrado una aplicación práctica en el sur de Chile es la composición florística, donde se pueden encontrar tres tipos básicos de turberas: las turberas esfagnosas, las turberas gramínoideas y las turberas pulvinadas (Pisano, 1977; Díaz *et al.* 2015). Dentro del grupo de las turberas esfagnosas hay una diversidad de subtipos que difieren en su composición florística, pero todos tienen en común la presencia del musgo *Sphagnum magellanicum*, que muchas veces es la especie dominante en las turberas del sur de Sudamérica (Skottsberg, 1916; Roivainen, 1954; Larraín, 2015).

La flora criptogámica de las turberas de la región de Aysén ha sido escasamente estudiada. Quizás las únicas descripciones florísticas disponibles que incluyen a las criptógamas se pueden encontrar en Skottsberg (1916), quien describe comunidades vegetales de turberas esfagnosas en Puerto Cueri-Cueri, al oeste de Caleta Tortel, donde se incluyen algunos musgos, hepáticas y líquenes, y en Villagra *et al.* (2009), trabajo que se centra específicamente en la diversidad líquénica de las turberas de la comuna de Tortel, donde se reportan 40 especies de líquenes, correspondientes a cerca del 12% de la diversidad líquénica total estimada para la región de Aysén (Quilhot *et al.* 2012). En los estudios florísticos recientes que incluyen descripciones de la flora vascular de turberas en la zona

en estudio, sólo se menciona la presencia de *Sphagnum magellanicum* como único representante de la flora briofítica, y no se menciona ningún líquen (Ramírez *et al.* 2007; Teneb *et al.* 2008). Información ecológica sobre musgos y hepáticas asociados a turberas de *Sphagnum* de la región de Aysén se puede encontrar en Seki (1974) y Larraín (2012, 2016). En cuanto a las hepáticas, no existen otras publicaciones aparte de las de Skottsberg (*op. cit.*) y Larraín (2012) que reporten especies de este grupo asociadas a turberas de *Sphagnum* en la zona investigada.

Este estudio tiene como objetivo dar a conocer la diversidad de briófitos y líquenes existente en algunas turberas de *Sphagnum* de la región de Aysén, describiendo esta vegetación dominada por criptógamas y aportando datos cuantitativos sobre la frecuencia y abundancia de cada especie, comparando estos indicadores con los de las plantas vasculares presentes también en estos ecosistemas.

METODOLOGÍA

Para la caracterización vegetal y florística de las turberas de *Sphagnum* de la región de Aysén fueron visitadas, entre los días 7 y 13 de noviembre de 2018, las turberas indicadas en la Tabla 1, ubicadas en diferentes sectores (Fig. 1), correspondientes a las comunas de O'Higgins (Turberas 1 y 2) y Tortel (Turberas 3 y 4) en la provincia de Capitán Prat, y a la comuna de Lago Verde (Turbera 5) en la provincia de Coyhaique. Las turberas estudiadas mostraban distintos niveles de intervención humana y diferente composición florística. En cada una de estas localidades se procedió a realizar una caracterización preliminar cualitativa de la diversidad local de briófitos y líquenes, seguida de un muestreo cuantitativo mediante el uso de transectas. Una sexta localidad fue visitada, una turbera intervenida de *Sphagnum* con renoval de *Pilgerodendron uviferum* en el sector Los Torreones, en la comuna de Aysén, provincia de Aysén (Turbera T9 en el capítulo 8 de este libro), pero este sitio no reunía las condiciones adecuadas para realizar un muestreo cuantitativo, principalmente debido a su pequeña superficie.

Para la caracterización cualitativa, en todas las turberas indicadas se realizaron

Tabla 1. Turberas estudiadas, indicando coordenadas geográficas, altitud en m s.n.m. y el tipo de turbera.

Código de turbera	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)	Tipo de turbera
	Latitud	Longitud		
Turbera 1	-48.3895	-72.5113	378	Turbera de <i>Sphagnum</i> no intervenida
Turbera 2	-48.1853	-72.7589	279	Turbera mixta de <i>Sphagnum</i> y pulvinadas no intervenida
Turbera 3	-47.7121	-73.1643	259	Turbera de <i>Sphagnum</i> no intervenida
Turbera 4	-47.7012	-73.0761	80	Turbera de <i>Sphagnum</i> intervenida
Turbera 5	-44.9874	-72.1370	663	Turbera de <i>Sphagnum</i> no intervenida

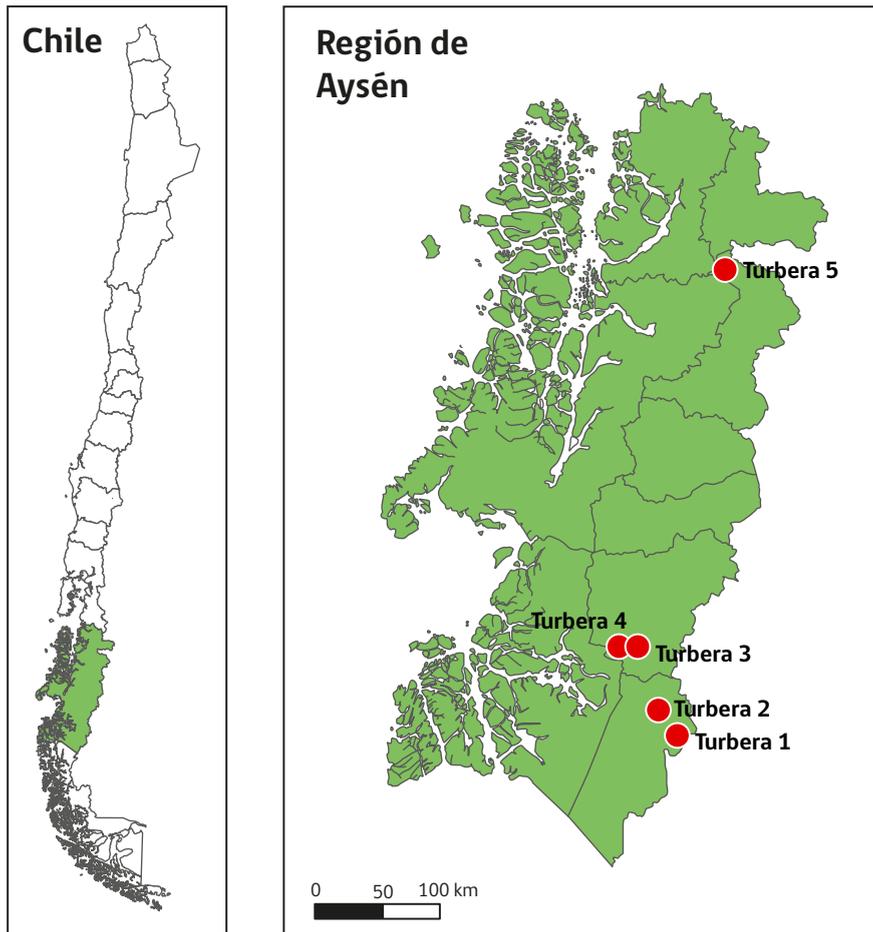


Fig. 1. Ubicación de las turberas estudiadas en la región de Aysén.

relevamientos florísticos a través de muestreos aleatorios sobre todos los sustratos disponibles, incluyendo la carpeta superficial de *Sphagnum* que forma la matriz de estos ecosistemas, la turba desnuda, los cuerpos de agua, la corteza de las plantas vasculares que habitan estos sitios y las rocas cuando las había, con el fin de tener material representativo de cada sitio. Todos los especímenes recolectados fueron herborizados y se encuentran depositados en los herbarios de la Universidad de Concepción (CONC) y de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE). Es importante señalar que briófitos y líquenes utilizan nichos ecológicos comunes en los ambientes visitados, por lo que fueron evaluados conjuntamente durante el trabajo de campo.

Para el muestreo cuantitativo y la caracterización comunitaria se realizaron, en cada sitio, nueve transectas de muestreo de 30 m de longitud cada una, dispuestas en forma paralela separadas cada 10 m, ubicando un cuadrante de 0,25 m² cada 10 m sobre cada transecta, totalizando 36 censos por cada turbera estudiada, de una manera similar a como se describe en Díaz *et al.* (2008). En general, las transectas evitaron las zonas ecotonaes o transicionales entre las turberas y los ambientes circundantes. En cada cuadrante se anotó la presencia de todas las especies de plantas vasculares, briófitas y líquenes encontradas, además del grado de cobertura expresado en una escala de 1 a 5 (donde 1 = menos de 20%, 2 = entre 20-40%, 3 = entre 40-60%, 4 = entre 60-80% y 5 = más de 80%), adoptando una variación práctica del método de Braun-Blanquet (1979). Todos los taxones de cada cuadrante no identificables a nivel de especie en el campo fueron recolectados y observados en el laboratorio para su correcta identificación posterior. Las especies que aparecieron en los cuadrantes incidentalmente (una o pocas plantas en el caso de las vasculares, o sólo una o dos pequeñas colonias en el caso de las briófitas y líquenes) fueron registradas con un signo + en las tablas de contingencia generadas. Para los cálculos estadísticos, los valores de cobertura fueron expresados en la media porcentual de cada una de las categorías (1 = 10%, 2 = 30%, 3 = 50%, 4 = 70% y 5 = 90%) y los signos + fueron reemplazados por el valor 1%, asumiendo de este modo un aporte marginal de las especies a la cobertura de las turberas. Algunos taxones, especialmente las hepáticas muy pequeñas (*e.g. Cephaloziella, Colura, Kurzia, Telaranea*, etc.), fueron a veces sólo registrados *a posteriori* en el laboratorio. En estos casos se les asignó el valor "1%" del grado de cobertura para ese cuadrante, asumiendo que no eran abundantes en éste. En cada turbera se calculó la frecuencia, entendida como el número de cuadrantes donde se observaron las especies por turbera; la frecuencia relativa porcentual de los registros, entendida como el valor porcentual del número de registros de cada

especie en cada turbera en relación al total de registros de esa turbera; la cobertura media por cuadrante; y promedio de la cobertura media porcentual de cada especie en cada turbera, entendido como el promedio de las medias porcentuales de cobertura en relación a la frecuencia por turbera, como se indica en Ramírez *et al.* (1997).

Para determinar si el esfuerzo de muestreo permitió la correcta caracterización de las turberas, se procedió a construir curvas de rarefacción para cada una de ellas en la plataforma R (R Core Team, 2020) utilizando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.* 2016), considerando para esto el promedio de las coberturas relativas por especie para cada turbera y la frecuencia de cada especie en cada turbera.

Con los datos obtenidos, se generaron índices de diversidad para las diferentes turberas estudiadas buscando describir la estructura de las mismas, incluyendo descriptores generales de comunidades como la riqueza (S), la abundancia, dominancia (D), índices de diversidad de Simpson (1-D), Shannon-Wiener (H'), Equitatividad, Fisher-alpha, Berger-Parker y Chao-1. Estos índices fueron calculados usando el software PAST (Hammer *et al.* 2001) e iNEXT. Para detectar diferencias entre las turberas evaluadas, se testeó la normalidad de los datos a través del test de Shapiro-Wilk (*W*) y la significancia de la variación con el test de Kruskal-Wallis (*K*). Finalmente, para determinar el grado de semejanza entre las riquezas observadas en las diferentes turberas, se procedió a la elaboración de un análisis de agrupamiento UPGMA (Michener & Sokal, 1957) utilizando el índice de Bray-Curtis, el que se entiende como el nivel de diferencia que tienen dos o más situaciones (comunidades), usando la riqueza y abundancia de las unidades taxonómicas operativas de esas comunidades (Borcard *et al.* 2011; Gardener, 2014).

RESULTADOS

En total, se observó una riqueza de 141 taxones en las turberas evaluadas cuantitativamente. El detalle de los taxones encontrados, así como su cobertura porcentual promedio y su frecuencia relativa por turbera, se muestra en la Tabla 2. De la totalidad de taxones registrados, 53 corresponden a briófitos (40 hepáticas y 13 musgos), 62 corresponden a líquenes y 26 corresponden a traqueófitas. Entre los taxones encontrados, una especie de hepática, siete especies de líquenes y dos especies de traqueófitas fueron identificadas sólo a nivel genérico. Las Figs. 2-7 muestran el aspecto *in situ* de algunas de las especies de briófitos y líquenes encontradas en las turberas estudiadas.



Fig. 2. Diversidad del género *Sphagnum* en las turberas de Aysén. **A)** *Sphagnum magellanicum*. **B)** *Sphagnum falcatulum*. **C)** *Sphagnum fimbriatum*. **D)** *Sphagnum subsecundum*. **E)** *Sphagnum patagoniense*.



Fig. 3. Diversidad de hepáticas en las turberas de *Sphagnum* de Aysén. **A)** *Adelanthus lindenbergianus*. **B)** *Jamesoniella colorata*. **C)** *Haplomitrium chilensis*. **D)** *Syzygiella jacquinotii*. **E)** *Nothostrepta longissima*. **F)** *Gackstroemia magellanica*. **G)** *Riccardia theliophora*. **H)** *Riccardia conimitra*.

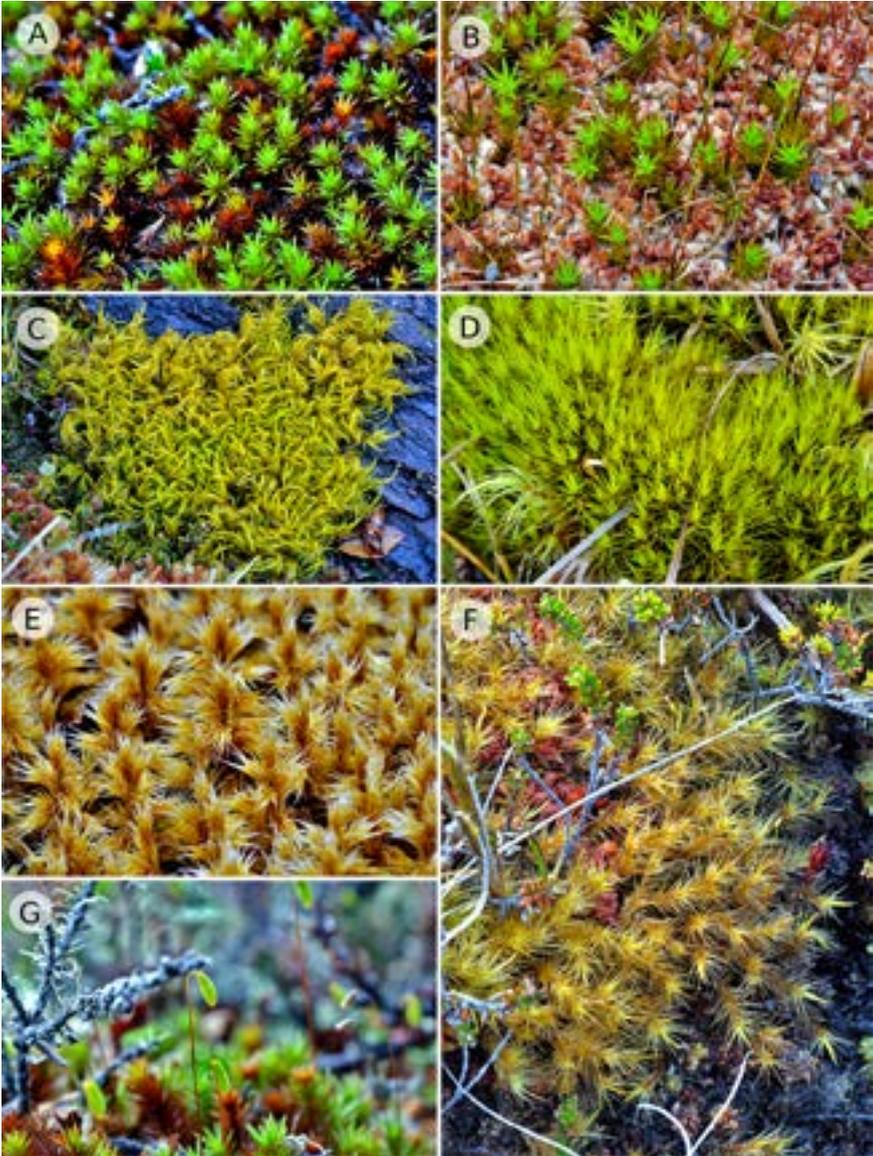


Fig. 4. Diversidad de musgos en las turberas de *Sphagnum* de Aysén. **A)** *Polytrichum strictum*. **B)** *Polytrichastrum longisetum*. **C)** *Dicranoloma chilense*. **D)** *Chorisodontium aciphyllum*. **E)** *Racomitrium geronticum*. **F)** *Dicranoloma imponens*. **G)** *Pohlia nutans*.



Fig. 5. Diversidad de líquenes en las turberas de *Sphagnum* de Aysén. **A)** *Cladonia lepidophora*. **B)** *Hypogymnia antarctica* (izq.) junto a *Menegazzia valdiviensis* (der.). **C)** *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa*. **D)** *Cladia aggregata*. **E)** *Cladonia gracilis*. **F)** *Coelopogon epiphorellus*. **G)** *Cladonia pycnoclada*.

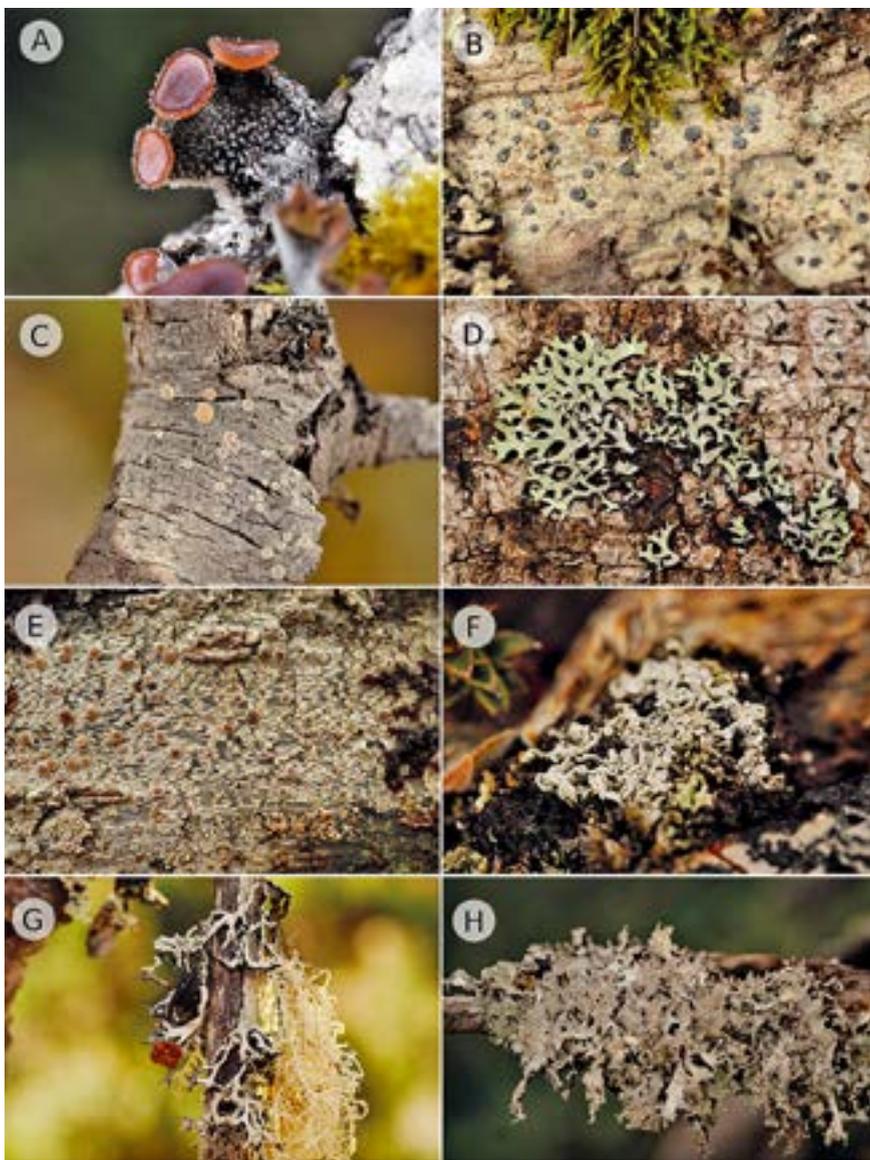


Fig. 6. Diversidad de líquenes en las turberas de *Sphagnum* de Aysén. **A)** *Erioderma leylandii*. **B)** *Palicella glaucopa*. **C)** *Ochrolechia frigida*. **D)** *Hypotrachyna sinuosa*. **E)** *Lecanora subviridis*. **F)** *Parasiphula complanata*. **G)** *Hypogymnia lugubris* junto a *Usnea* cf. *lethariiformis*. **H)** *Platismatia glauca*.



Fig. 7. Diversidad de musgos y líquenes en las turberas de *Sphagnum* de Aysén. **A)** *Drepanocladus polygamus*. **B)** *Warnstorfia fluitans*. **C)** *Brachythecium subplicatum*. **D)** *Campylopus acuminatus*. **E)** *Myriolecis zosteræ*. **F)** *Pseudocypbellaria berberina*. **G)** *Tuckermanopsis chlorophylla*. **H)** *Peltigera cf. trunculenta*.

Tabla 2. Lista de especies ordenadas por grupo funcional observadas en las turberas estudiadas, indicando el promedio de la cobertura media porcentual (%) | frecuencia relativa (%) de cada especie en cada turbera. Los asteriscos representan nuevos registros: *nuevo registro provincial, ** nuevo registro regional, *** nuevo registro para Chile.

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
Líquenes					
<i>Bryobilimbia australis</i> (Kantvilas & Messuti) Fryday, Printzen & S.Ekman		1 0,37	10 0,39		
** <i>Bryoria araucana</i> Boluda, D.Hawksw. & V.J.Rico			10 0,39		
<i>Buellia</i> sp.		1 0,19		1 0,27	
<i>Cladia aggregata</i> (Sw.) Nyl.		3,3 0,75		13,1 1,88	34,5 8,55
<i>Cladonia arbuscula</i> subsp. <i>squarrosa</i> (Wallr.) Ruoss		21,6 1,5	10 0,39		
** <i>Cladonia aueri</i> Räsänen		3,3 0,75			
<i>Cladonia</i> cf. <i>subsubulata</i> Nyl.		1 0,37			
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.		1 0,19			1 0,37
** <i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.		5,5 0,37			
<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.		1 0,94			1 0,37
<i>Cladonia lepidophora</i> Ahti & Kashiw.		4,6 0,94			
<i>Cladonia pycnoclada</i> (Pers.) Nyl.		9,6 2,62	10 0,39	22,8 5,11	30 0,74
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.		3,3 1,5	5,5 0,77	3,3 1,08	25,5 0,74
<i>Coelopogon epiphorellus</i> (Nyl.) Brusse & Kärnefelt			1 0,39		
<i>Eriodermia leylandii</i> (Taylor) Müll.Arg.		1 0,94			
<i>Haematomma nothofagi</i> Kalb & Staiger		1 0,19	10 0,39		
<i>Hertelidea</i> sp.			1 0,39		
** <i>Hypocenomyce australis</i> Tindal			1 0,39		
<i>Hypogymnia antarctica</i> (Bitter) C.W.Dodge		10 0,19		1 0,27	
<i>Hypogymnia lugubris</i> (Pers.) Krog	8,7 2,1	7 0,56	1 1,54	1 0,27	1 0,37
<i>Hypotrachyna laevigata</i> (Sm.) Hale		10 0,19	1 0,39	1 0,54	

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
<i>Hypotrachyna lineariloba</i> (Kurok.) Hale		1 0,19	15,5 0,77	30 0,27	
<i>Hypotrachyna oostingii</i> (J.P.Dey) Hale		1 0,19		1 0,27	
<i>Hypotrachyna sinuosa</i> (Sm.) Hale	12,8 1,2	1 0,19	1 0,39		
<i>Lecanora</i> sp.	10 0,3				
*** <i>Lecanora subviridis</i> de la Rosa & Messuti		1 0,37			
<i>Lepraria</i> sp.			1 0,39		
<i>Megaspora</i> cf. <i>verrucosa</i> (Ach.) Arcadia & A.Nordin		1 0,19			
<i>Melanohalea ushuaiensis</i> (Zahlbr.) O.Blanco, A.Crespo, Divakar, Essl., D.Hawksw. & Lumbsch	5,5 0,6				
<i>Menegazzia globulifera</i> R.Sant.	7 0,9	4,9 1,31	15,5 0,77	1 0,27	
<i>Menegazzia opuntioides</i> (Müll.Arg.) R.Sant.			1 0,39		
<i>Menegazzia valdiviensis</i> (Räsänen) R.Sant.	16,7 0,9	5,5 0,75			
<i>Menegazzia wilsonii</i> (Pers.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	1 0,3	1 0,37		1 0,27	
<i>Myriolecis dispersa</i> (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch		1 0,56			
<i>Myriolecis zosteræ</i> (Sw.) Lyngé		1 0,75	10 0,39		
<i>Ochrolechia frigida</i> Passo & Calvelo		1 1,31	1 0,39	1 0,27	
<i>Pannaria byssoidea</i> (Räsänen) D.J.Galloway		1 0,19			
<i>Parasiphula complanata</i> (Hook.f. & Taylor) Kantvilas & Grube					10 0,37
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	7,8 1,2				
<i>Peltigera</i> cf. <i>truculenta</i> De Not.		12,8 0,75			
<i>Peltigera</i> sp.		10 0,75			
<i>Pertusaria</i> sp.		1 0,19			
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L.Culb. & C.F.Culb.			1 0,77	5,5 0,54	
<i>Protousnea fribillata</i> Calvelo, Stock.-Wörg., Liber. & Elix			4 1,16		

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
** <i>Pseudocyphellaria argyracea</i> (Delise) Vain.		1 0,37			
<i>Pseudocyphellaria bartlettii</i> D.J.Galloway		1 0,19			
<i>Pseudocyphellaria berberina</i> (G.Forst.) D.J.Galloway & P.James		5,5 0,37	1 0,39		
<i>Pseudocyphellaria coriifolia</i> (Müll.Arg.) Malme		10 0,19			
<i>Pseudocyphellaria crocata</i> (L.) Vain.		1 0,56			
<i>Pseudocyphellaria guillemini</i> (Mont.) D.J.Galloway		1 0,37			
<i>Pseudocyphellaria hirsuta</i> (Mont.) Malme		1 0,56			
<i>Pseudocyphellaria lechleri</i> (Müll.Arg.) Du Rietz		7,4 1,69	1 0,39		
<i>Psoroma isabellina</i> Vain.		1 1,12			
<i>Sticta gaudichaudii</i> Delise		15,5 0,75	10 0,39		
<i>Sticta weigelii</i> (Ach.) Vain.		10,2 2,25			
<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner	10 0,3				
<i>Tuckermanniopsis chlorophylla</i> (Willd.) Hale	1 0,3			1 0,27	
<i>Usnea</i> cf. <i>durietzii</i> Motyka			12,8 1,54	1 0,54	10 0,37
<i>Usnea</i> cf. <i>lethariiformis</i> Motyka				1 0,27	
<i>Usnea cornuta</i> Körb.	5,5 1,2		5,5 0,77		10 0,37
<i>Usnea</i> sp.	1 0,3	1 0,19		1 0,27	
*** <i>Varicellaria rhodocarpa</i> (Körb.) Th.Fr.			1 0,77	1 0,27	
Bryophyta					
<i>Campylopus acuminatus</i> Mitt.				1 0,54	
<i>Chorisodontium aciphyllum</i> (Hook.f. & Wilson) Broth.		5,5 1,87			
<i>Dicranoloma imponens</i> (Mont.) Renaud	12,8 2,4	51 6,18	50 0,39	27,1 6,18	

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
<i>Dicranoloma subimponens</i> (Cardot) Broth.		5,5 0,37	30 0,39		
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	1 0,3	5,5 0,75			
<i>Polytrichastrum longisetum</i> (Sw. ex Brid.) G.L.Sm.			5,5 0,77		
<i>Polytrichum strictum</i> Menzies ex Brid.		10 0,19			
<i>Racomitrium geronticum</i> Müll.Hal.		12,8 0,75			
<i>Racomitrium laevigatum</i> A.Jaeger		10 0,19			
<i>Sphagnum falcatulum</i> Besch.	90 0,3			34,8 7,53	
<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson			1 0,39		
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	84,3 8,41	48,7 4,31	82,8 13,9	47,8 9,41	87,2 13,4
<i>Zygodon pentastichus</i> (Mont.) Müll.Hal.		10 0,19			
Marchantiophyta					
<i>Adelanthus lindenbergianus</i> (Lehm.) Mitt.		8,3 0,75			
<i>Anastrophyllum crebrifolium</i> (Taylor & Hook.f.) Steph.		1 0,19			
<i>Anastrophyllum involutifolium</i> (Mont. ex Gottsche, Lindenb. & Nees) Steph.		16,9 2,62		1 0,27	
<i>Anastrophyllum schismoides</i> (Mont.) Steph.		5,5 0,37			
<i>Anastrophyllum</i> sp.		15,5 0,37			
* <i>Blepharidophyllum densifolium</i> (Hook.) Ångstr. ex C.Massal.	10 0,3				
** <i>Calypogeia sphagnicola</i> (Arnell & J.Perss.) Warnst. & Loeske	10 0,6	48,2 0,94	33,4 3,09		20,3 1,12
** <i>Cephalozia pleniceps</i> (Austin) Lindb.			18,9 3,09	15,2 1,61	
** <i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.		30 0,19	30 2,32		56,7 1,12

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
** <i>Cephaloziella verrucosa</i> Steph.	16,7 0,9	1 0,56	10 0,39		57 7,43
<i>Chiloscyphus subviridis</i> (Hook.f. & Taylor) J.J.Engel & R.M.Schust.		1 0,19			
<i>Clandarium gottscheanum</i> (Grolle) R.M.Schust.		1 0,19			
<i>Clasmatocolea puccioana</i> (De Not.) Grolle		1 0,75			
** <i>Colura naumannii</i> (Schiffn.) Steph.		10 0,19			
<i>Cryptochila grandiflora</i> (Lindenb. & Gottsche) Grolle		1 0,19			
* <i>Frullania fertilis</i> De Not.		5,5 1,12			
** <i>Frullania patagonica</i> Steph.		1 0,19	1 0,39		
<i>Gackstroemia magellanica</i> (Lam.) Trevis.	1 0,3	11,5 1,87			
** <i>Haplomitrium chilensis</i> R.M.Schust.	7 0,9	1 0,56			
<i>Jamesoniella colorata</i> (Lehm.) Spruce ex Schiffn.		10,9 2,62	1 0,39		
<i>Kurzia saddlensis</i> (Besch. & C.Massal.) Grolle	45,4 5,71	14,7 1,31	48,1 7,72	29,4 7,53	44,3 7,81
<i>Kurzia setiformis</i> (De Not.) J.J.Engel & R.M.Schust.	10 0,3				
<i>Lepidozia chordulifera</i> Taylor				13,7 2,42	
* <i>Lepidozia laevifolia</i> (Hook.f. & Taylor) Gottsche, Lindenb. & Nees	6 2,7	10,7 4,31	10 1,54	4 0,81	
** <i>Leptoscyphus antarcticus</i> (C.Massal.) Solari		3,3 0,75			
** <i>Lophozia patagonica</i> Herzog & Grolle	35,2 1,8				
** <i>Metahygrobiella chilensis</i> J.J.Engel & R.M.Schust.			37,6 4,63	1 0,27	
* <i>Metahygrobiella tubulata</i> (Hook.f. & Taylor) R.M.Schust. ex J.J.Engel	70 0,6		5,5 0,77		
* <i>Pseudocephalozia quadriloba</i> (Steph.) R.M.Schust.	50 4,2		50 0,39	20,5 6,45	74,4 11,9

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
* <i>Riccardia alpicornis</i> (Hook.f. & Taylor) Trevis.		1 0,37		1 0,27	
* <i>Riccardia conimitra</i> (Steph.) A.Evans	20,3 0,9		10 0,39	14,4 1,88	
* <i>Riccardia floribunda</i> (Steph.) A.Evans	7 0,9	26,4 1,5	8,7 2,7	1 0,27	5,5 1,49
* <i>Riccardia fuscobrunnea</i> (Steph.) A.Evans	40 0,6	10 0,37			
* <i>Riccardia pallidevirens</i> (Steph.) A.Evans	50 0,3				
<i>Riccardia prehensilis</i> (Hook.f. & Taylor) C.Massal.		16,6 2,43		3,3 1,08	
* <i>Riccardia rivularis</i> Hässel	10 0,9				
*** <i>Riccardia theliophora</i> Hässel		10 0,19			
<i>Syzygiella jacquinotii</i> (Mont.) Hentschel, K.Feldberg, Vaña & Heinrichs				1 0,27	
* <i>Telaranea pseudozoopsis</i> (Herzog) Fulford	30 0,6		1 0,39		
<i>Temnoma quadripartitum</i> (Hook.) Mitt.		1 0,56			
Tracheophyta					
<i>Anthoxanthum redolens</i> (Vahl) P.Royen	25,5 0,6				
<i>Anthoxanthum</i> sp.	25,5 0,6				
<i>Carex darwinii</i> Boott			13,7 1,16		
<i>Carex magellanicum</i> Lam.	20,1 4,5	19,2 4,12	21,1 8,11	15,5 7,53	19,1 10,4
<i>Carex microglochin</i> Wahlenb.	20,3 0,9	20,6 3,37	13,3 1,54		
<i>Cyperus xanthostachyus</i> Steud.					50 0,37
<i>Drosera uniflora</i> Willd.				3,3 2,15	
<i>Empetrum rubrum</i> Vahl ex Willd.	10,3 5,41	59,3 5,62	26,3 11,2	18 6,45	17,3 7,81
<i>Gaultheria antarctica</i> D.J.Middleton	13,3 7,51	21,7 5,06	10 9,27	9,2 7,53	13,1 5,2
<i>Gaultheria pumilia</i> (L.f.) D.J.Middleton		10,1 2,62			

Taxón	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
<i>Hymenophyllum secundum</i> Hook. & Grev.		10 0,19			
<i>Juncus procerus</i> E.Mey.	10 0,3				12,9 7,81
<i>Juncus scheuchzerioides</i> Gaudich.	16,9 2,7	5,5 0,37	8,4 3,86		8,5 4,09
<i>Juncus</i> sp.			1 0,39		
<i>Lepidothamnus fonkii</i> Phil.	36 6,01			90 0,27	
<i>Marsippospermum grandiflorum</i> (L.f.) Hook.f.		16,7 0,56	1 0,39		
<i>Myrteola nummularia</i> (Poir.) O.Berg	22,6 6,01	1 0,19	23,3 1,16	28,9 2,15	
<i>Nanodea muscosa</i> Banks ex C.F.Gaertn.	4,3 3,3	6,7 2,43	5,5 1,54	9,5 3,49	5,5 4,46
<i>Nothofagus antarctica</i> (G.Forst.) Oerst.	37,9 4,2	15 1,5	1 0,39	10 0,27	30 0,74
<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.	10 0,3	1 0,37	30 0,39	10 0,27	
<i>Oreobolus obtusangulus</i> Gaudich.				11,8 1,61	
<i>Oreobolus obtusangulus</i> Gaudich.				11,8 1,61	
<i>Pilgerodendron uviferum</i> (D.Don) Florin	1 0,3		10 0,39	1 0,27	
<i>Rostkovia magellanica</i> (Lam.) Hook.f.		1 0,19			
<i>Scirpus californicus</i> (C.A.Mey.) Steud.	12,2 1,5				
<i>Tetroncium magellanicum</i> Willd.	29,7 9,01	26,9 3,56	50 0,77	29,3 8,06	17 2,23
<i>Tribeles australis</i> Phil.	6,2 2,7	30 0,19			

En relación a la riqueza total de especies (Bryophyta, Marchantiophyta, líquenes y Tracheophyta), la Turbera 2 fue la más diversa con 95 taxones observados, siguiéndole la Turbera 3 con 59 taxones, la Turbera 1 con 50 taxones y la Turbera 4 con 46 taxones. Finalmente, la menos diversa fue la Turbera 5 con sólo 25 taxones (Fig. 8). En la Fig. 9 se presenta la desagregación de las riquezas totales por turbera según grupo funcional. De manera general, se observa que en las turberas la menor riqueza se da en Bryophyta, con un mínimo de una especie en la Turbera 5 (*Sphagnum magellanicum*) y un máximo de nueve especies en la Turbera 2. Por otro lado, las mayores riquezas por turbera se dan en líquenes, con un mínimo de 9 especies en la Turbera 5 y un máximo de 44 especies en la Turbera 2.

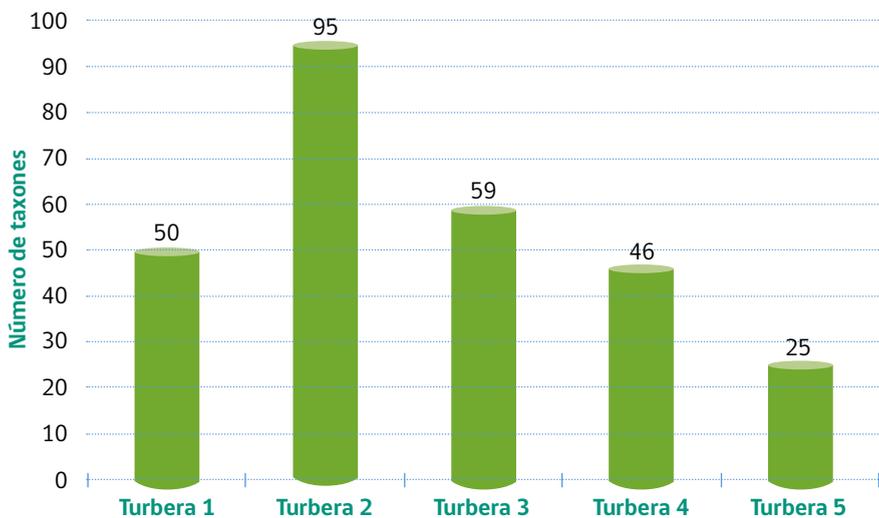


Fig. 8. Riqueza taxonómica total observada en las diferentes turberas estudiadas.

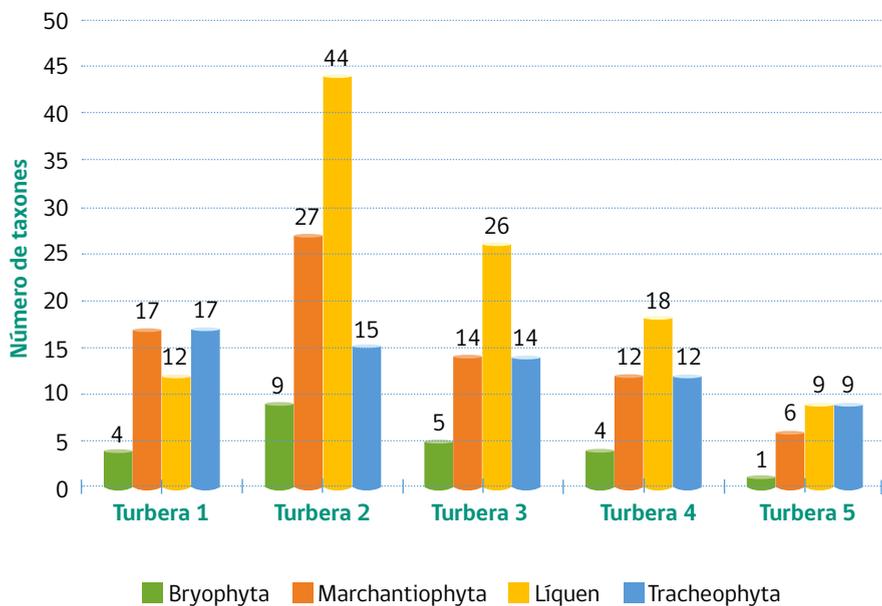


Fig. 9. Riqueza de taxones por grupo funcional en las diferentes turberas estudiadas.

En la Fig. 10 se grafica la acumulación de especies observadas y proyectadas producto del muestreo. En la Fig. 10a se observa que las turberas 1, 3, 4 y 5 están dentro del 95% de rango de probabilidad de que se haya observado el total de especies potencialmente presentes en las diferentes turberas, en tanto que la Turbera 2, que posee la mayor riqueza observada, aún no llega a la asíntota de la curva con el muestreo realizado. Esto se puede deber a que 52 de las 95 especies presentes en esta turbera fueron observadas en 3 o menos cuadrantes de los 36 realizados, con coberturas porcentuales promedio menores al 10% y frecuencias relativas menores al 1% (Tabla 2). Por otro lado, la Fig. 10b muestra que con el total de unidades muestrales (36 cuadrantes) se logró cubrir significativamente las comunidades presentes, indicando la eficacia del uso del método de muestreo en cuanto a esfuerzo de muestreo y representatividad de las condiciones comunitarias.

En relación a la estructura comunitaria, el test de Shapiro-Wilk mostró significativamente que los datos de diversidad de las diferentes turberas estudiadas no tienen una distribución normal ($W = 0.5$, $p = <0.0001$), en tanto que el test de Kruskal-Wallis indica que la diferencia entre las diversidades observadas es significativa entre turberas ($K = 42.39$, $p = <0.0001$).

La Fig. 11 muestra el dendrograma de las relaciones de similitud entre las diferentes turberas estudiadas utilizando el índice de Bray-Curtis, en donde valores cercanos a 0 indican menor similitud y valores cercanos a 1 indican mayor similitud entre las turberas. De esta figura se desprende que existe una marcada diferencia entre las turberas estudiadas, siendo la más disímil la Turbera 2, potencialmente debido a la mayor riqueza de especies observadas, con una semejanza global menor al 40% con la riqueza presente en las otras turberas. Las turberas 1 y 4 se presentan agrupadas, con una semejanza cercana al 60%, lo mismo que se observa entre las turberas 3 y 5. Estas agregaciones se dan principalmente porque las turberas 3 y 5 comparten el 80% de las especies presentes en la Turbera 5 (20 de 25 totales), en tanto que las turberas 1 y 4 comparten el 50% de las especies presentes en la Turbera 4 (23 de 46 especies), siendo estos valores de semejanza mayores que entre otras combinaciones de la diversidad de las diferentes turberas.

En la Tabla 3 se presenta el total de índices de diversidad calculados para las 5 turberas analizadas. La Turbera 2, con la mayor riqueza observada, presenta el índice de Shannon con los valores más altos, aunque tiene dominancia (D) baja, indicativo de que una o pocas especies aparecen en mayor frecuencia y

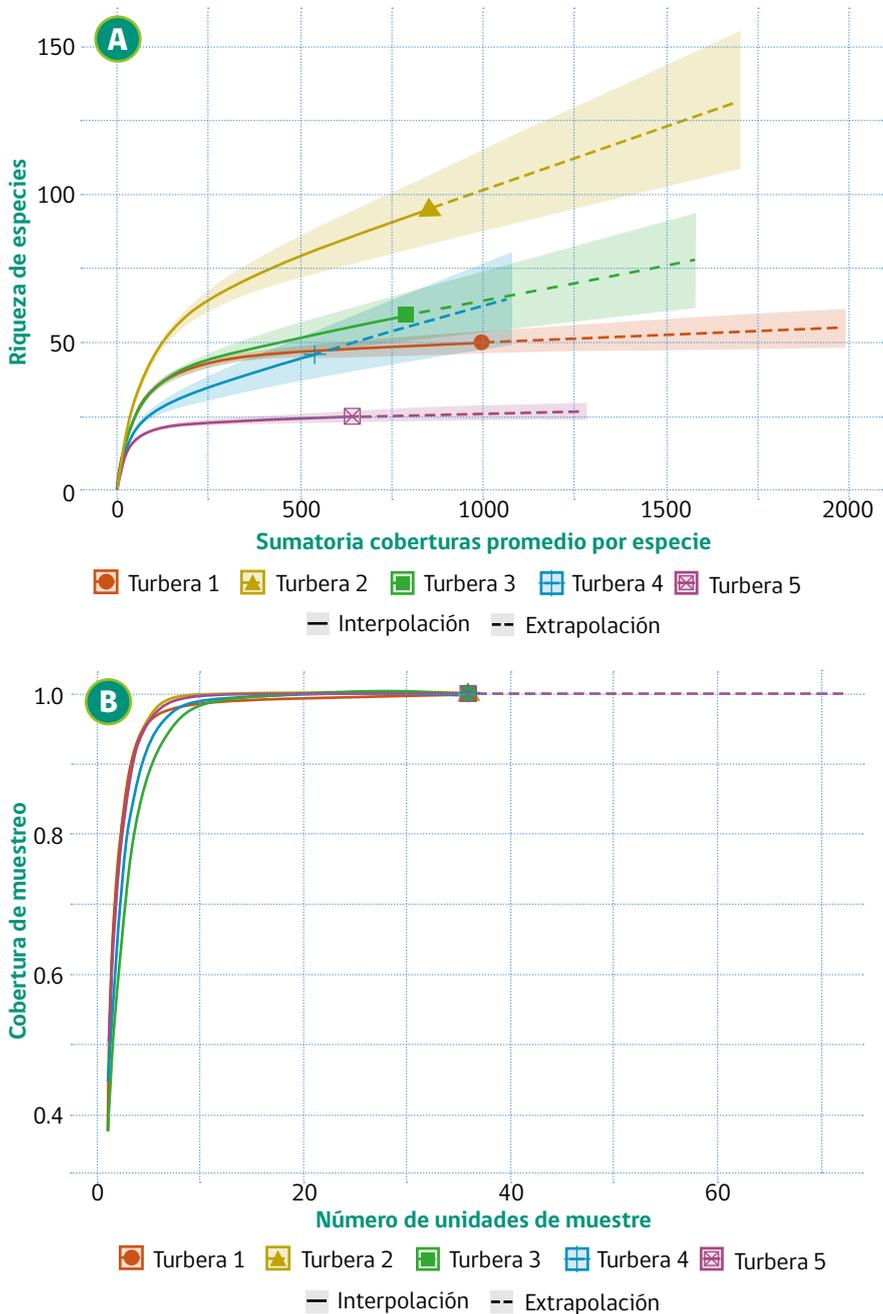


Fig. 10. Curvas de acumulación de especies y cobertura muestral en las turberas estudiadas. **A)** Acumulación de especies por turbera estudiada en relación a la cobertura porcentual. **B)** Cobertura del muestreo por turbera en relación a las unidades de muestreo.

Similitud índice de Bray-Curtis

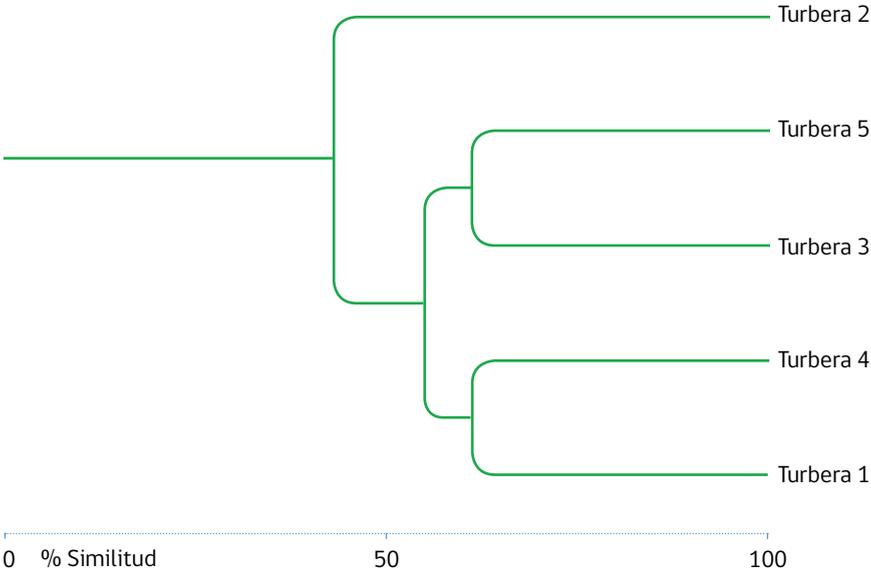


Fig. 11. Dendrograma de similitud (UPGMA) de la diversidad observada en las turberas estudiadas con el índice de Bray-Curtis.

cobertura. Tal es el caso de *Empetrum rubrum* [Cobertura Relativa (CR) del 18.27%], *Dicranoloma imponens* (CR del 17.28%), *Sphagnum magellanicum* (CR 11.51%), *Gaultheria antarctica* (CR 6.00%), *Carex magellanicum* (CR 4.33%) y *Lepidozia laevifolia* (CR 2.51%), las que suman una cobertura relativa total cercana al 60% de la superficie estudiada de la Turbera 2, y fueron observadas en promedio en más de 20 de los 36 cuadrantes de la turbera. Esto se refuerza con los datos del índice de Simpson, la Equitatividad y el índice de Berger-Parker (Tabla 3), cuyos valores indican que la composición de esta turbera tiene una tendencia a la homogeneidad, y que su alta riqueza de especies es producto de eventos estocásticos, donde buena parte de las especies se presentan en pocas ocasiones con coberturas relativas bajas, observación que se refuerza con los valores de Chao-1, que es un estimativo no paramétrico que entrega valores mayores a aquellas comunidades donde poseen una mayor relación de especies con 1 presencia en relación a las que presentan más de 1 presencia. Este patrón de dominancia se puede observar en todas las turberas estudiadas, con variaciones que se pueden explicar por las diferencias en riqueza de especies. En

Tabla 3. Índices comunitarios de las diferentes turberas estudiadas.

Código de turbera	Turbera 1	Turbera 2	Turbera 3	Turbera 4	Turbera 5
Riqueza (S)	50	95	59	46	25
Sumatoria coberturas porcentuales medias	983	831	780	531	636
Dominancia (D)	0,041	0,028	0,042	0,064	0,072
Índice de Simpson (1-D)	0,959	0,972	0,958	0,936	0,928
Índice de Shannon (H)	3,483	3,937	3,473	3,107	2,835
Equitatividad	0,890	0,865	0,852	0,812	0,881
Índice alfa de Fisher	11,09	27,38	14,75	12,02	5,178
Índice Berger-Parker	0,090	0,069	0,104	0,167	0,136
Índice Chao-1	65	798	249	236	28

este sentido, se puede destacar el caso de la Turbera 5, que presenta la menor riqueza observada y que tiene una alta dominancia con valores de D altos, un índice de Simpson bajo, al igual que el valor alfa de Fisher más bajo de todas las turberas estudiadas, al igual que el Chao-1, donde dos especies, *Sphagnum magellanicum* y *Pseudocephalozia quadriloba*, suman sobre el 50% de la cobertura relativa de la turbera.

En cuanto a los resultados de los relevamientos florísticos cualitativos previos a la realización de las transectas de muestreo cuantitativo, varias especies encontradas en los ambientes de turbera no fueron encontradas en las transectas. Esto se debe a que muchos de estos taxones habitan en zonas ecotonales, en los límites entre las turberas y ambientes de bosques o matorrales colindantes, o en zonas turbosas pero sin presencia de *Sphagnum*, las que suelen coexistir en algunas localidades con las turberas de *Sphagnum* propiamente tales. Algunas de las especies registradas como asociadas a turberas, pero no presentes en las transectas, fueron encontradas en la turbera con renoval de *Pilgerodendron uviferum* del sector Los Torreones, varias de ellas no encontradas en las demás localidades. Entre éstas cabe destacar dos especies de *Sphagnum*, *S. subsecundum* y *S. patagoniense* (Figs. 2d y 2e), las cuales no suelen aparecer en turberas ombrotáficas de *Sphagnum magellanicum*, pero sí en turberas con matorrales o bosques de *P. uviferum* ("pomponales" fide Díaz et al. 2008). Otras especies de briófitos que suelen aparecer en las zonas ecotonales entre turberas de *Sphagnum* y bosques o matorrales, son la hepática *Nothostrepta longissima* (Fig. 3e) y los musgos *Dicranoloma chilense* (Fig. 4c), *Drepanocladus polygamus* (Fig. 7a), *Warnstorfia fluitans* (Fig. 7b) y *Brachythecium subplicatum* (Fig. 7c). Todas estas especies son características de "turberas de musgos marrones",

dominadas por musgos de la familia Amblystegiaceae, como se describe en Larraín (2015). Estos ambientes no fueron estudiados en el presente trabajo, pero suelen aparecer en sectores inundados contiguos a las turberas de *Sphagnum* estudiadas, o formando pequeñas superficies en las zonas ecotonales de éstas con ambientes de matorrales o bosques. Lo mismo ocurre con varias especies de líquenes, como por ejemplo *Palicella glaucopa* (Fig. 6b), epífito en *Nothofagus* de la zona ecotonal de las turberas.

La especie más frecuente en las transectas realizadas fue el musgo *Sphagnum magellanicum* (Fig. 2a), seguido por las plantas vasculares *Empetrum rubrum*, *Gaultheria antarctica* y *Carex magellanicum*, y la hepática *Kurzia saddlensis* (Tabla 4). Esta composición florística es típica de turberas de *Sphagnum*, como ha sido documentado, con algunas variaciones entre las especies dominantes, en Chiloé (Díaz *et al.* 2008) y Magallanes (Larraín, 2015). En las turberas de Aysén se encontró una mayor diversidad de hepáticas epífitas en *Sphagnum*, siendo las más frecuentes *Kurzia saddlensis*, *Pseudocephalozia quadriloba*, *Lepidozia laevifolia*, *Cephaloziella verrucosa*, *Riccardia floribunda* y *Calypogeia sphagnicola* (Tabla 4). Si bien el grupo funcional más diverso en las transectas fueron los líquenes (Fig. 9), las únicas especies con valor de frecuencia superior a 10% fueron *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa* y *C. pycnoclada* (Tabla 4, Figs. 5c y 5g). Sólo 10 de los 141 taxones observados se encontraron en las cinco turberas estudiadas, incluyendo una Bryophyta (*Sphagnum magellanicum*), dos Marchantiophyta (*Kurzia saddlensis* y *Riccardia floribunda*), un líquen (*Hypogymnia lugubris*) y seis Tracheophyta (*Carex magellanicum*, *Empetrum rubrum*, *Gaultheria antarctica*, *Nanodea muscosa*, *Nothofagus antarctica* y *Tetroncium magellanicum*). Finalmente, 35 especies están presentes en sólo un cuadrante de los 180 observados, correspondiente a casi el 25% de la riqueza total observada.

DISCUSIÓN

La composición florística de las turberas estudiadas es similar a la reportada en estudios anteriores para turberas de *Sphagnum* ubicadas tanto al norte como al sur de la región de Aysén (Díaz *et al.* 2008; Larraín, 2015). Entre las plantas vasculares dominantes destacan *Empetrum rubrum*, *Gaultheria antarctica* y *Carex magellanicum*; entre los briófitos *Sphagnum magellanicum*, especies de *Dicranoloma*, especies de *Riccardia* y otras especies de hepáticas epífitas en *Sphagnum*, y entre los líquenes las especies ramificadas erectas del género *Cladonia*. La principal diferencia con las floras descritas en los trabajos anteriores

es la baja diversidad de líquenes, comparada con la encontrada en el presente estudio. Probablemente esto se debe a la participación de un liquenólogo en la toma de datos en este trabajo, lo que hace que aumente dramáticamente la diversidad de especies encontrada en las transectas. Esto se debe tener en cuenta a la hora de comparar la diversidad encontrada aquí con la de estudios anteriores.

Por otro lado, las diferencias encontradas entre las turberas estudiadas se deben a las condiciones ambientales donde el musgo *Sphagnum magellanicum* puede desarrollarse y el grado sucesional que éstas presentan en las distintas localidades. Así, la Turbera 2, la más diversa, es la única estudiada que corresponde a una turbera mixta de *Sphagnum magellanicum* y pulvinadas, entendiéndose estas últimas como plantas vasculares en cojín. Estas plantas hacen que la carpeta de *Sphagnum* no sea continua, sino que se presenta en forma de grandes cojines elevados ("hummocks") entre matorrales de *Empetrum rubrum* y *Gaultheria* spp., con una alta cobertura de *Tribeles australis* y *Marsippospermum grandiflorum*. Este tipo de turberas es de poca profundidad, lo que permite que un mayor número de plantas pueda soportar las condiciones microambientales generadas por el musgo *Sphagnum*. Por el contrario, la Turbera 5, la menos diversa, corresponde a una turbera muy homogénea, formada por una cubierta continua de *Sphagnum magellanicum*, muy profunda, lo que representa un desafío para que otras plantas puedan asentarse.

La Turbera 4 fue la única estudiada que presentaba algún grado de intervención antrópica, ya que al momento de realizar las transectas se estaba cosechando musgo *Sphagnum* en ese sitio. La diversidad en esta turbera fue relativamente baja comparada con el resto, pero de todos modos más alta que en la Turbera 5, dado que el área donde se realizó la transecta no mostraba ningún signo de intervención antrópica. Podríamos suponer entonces que las diferencias en diversidad criptogámica de las turberas estudiadas dependen más de la heterogeneidad microambiental que del grado de intervención de éstas, ya que la Turbera 4, al igual que la Turbera 5, correspondía a una capa profunda de musgo, muy saturada de agua. Quizás la diferencia en la diversidad encontrada, más alta en la Turbera 4 que en la 5, se debe a que la primera estaba rodeada de un renoval de *P. uviferum*, que aumentaba en algún grado la heterogeneidad ambiental de este sitio.

A modo general la biota liquenológica de la región de Aysén ha sido parcialmente estudiada. Las principales contribuciones son las de Galloway (1992), quien

entrega una sinopsis de los líquenes de la laguna San Rafael, en el Parque Nacional del mismo nombre, y discute acerca de las características de la biota líquénica del lugar, organizadas por los principales ambientes observados en dicho sector. Asimismo, Galloway (1998) entrega una visión sinóptica de la diversidad líquénica en Chile, destacando las semejanzas biogeográficas entre la región de Aysén y las micobiotas de Tasmania y Nueva Zelanda, comparación que luego profundiza en el estudio de los líquenes de Nueva Zelanda (Galloway, 2007). Junto con éstos, destaca el trabajo de Villagra *et al.* (2009), quienes reportan un total de 40 especies de líquenes en 4 turberas en la localidad de Tortel. No obstante, la principal referencia para los líquenes de la región de Aysén es de Quilhot *et al.* (2012), quienes hacen un recuento de la diversidad de especies conocida en la región, basándose tanto en estudios de campo como en la revisión de la bibliografía relevante para ésta; aquí se reporta un total de 321 taxones, aunque con un marcado sesgo hacia los denominados macrolíquenes, por lo que la diversidad real de la región estaría subestimada. En este sentido, el presente trabajo representa un aporte al conocimiento de la flora de líquenes de la región de Aysén y, en especial, de las especies asociadas a turberas de *Sphagnum magellanicum*.

Las dos especies de líquenes más frecuentes y abundantes en las transectas fueron *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa* y *Cladonia pycnoclada*. Estas especies, que formaban parte del desaparecido género *Cladina* (Stenroos, 1995), son morfológicamente semejantes en su hábito erecto, muy ramificado, normalmente huecos, presentando apotecios terminales pequeños y sin los característicos cífos abiertos que singularizan a *Cladonia* (Figs. 5a y 5e). Es fácil confundir estos taxones sin la observación adecuada, a pesar de pertenecer a diferentes clados dentro de la clasificación actual del género *Cladonia* (Stenroos *et al.* 2018). En trabajos anteriores referentes a turberas del sur de Chile estas especies han sido reportadas como un solo taxón bajo el nombre *Cladonia rangiferina* (Díaz *et al.* 2008) o *Cladonia pycnoclada* (Larraín, 2015). Es probable que el reporte de *Cladonia rangiferina* en turberas de la comuna de Tortel (Villagra *et al.* 2009), la que junto con *Cladonia* (= *Cladina*) *pycnoclada* serían las más frecuentes en su estudio, corresponda en realidad a *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa*. Ambas especies se diferencian por la coloración ligeramente cafésosa de *C. rangiferina* debido a la presencia de atranorina y la reacción K+ de color amarillo intenso en esta especie, a diferencia de *C. arbuscula* subsp. *squarrosa* que es de coloración más pálida y reacción K- o K+ débil, producto de la presencia de ácido úsnico en unión al ácido fumarprotocetrárico, este último común en los antiguos miembros del género *Cladina*. No obstante, es importante

señalar que Stenroos (1995) indicaba la presencia de cinco miembros del género *Cladina* en Chile, todos compartiendo la misma morfología general (*Cladonia arbuscula*, *C. laevigata*, *C. mitis*, *C. pycnoclada* y *C. rangiferina*), por lo que no se puede descartar completamente la presencia de *C. rangiferina* en las turberas de *Sphagnum* de la región de Aysén.

Otra diferencia significativa de la flora de las turberas de *Sphagnum* de Aysén en comparación con las reportadas para Chiloé (Díaz *et al.* 2008) y Magallanes (Larraín, 2015), es la gran diversidad de hepáticas epífitas en *Sphagnum*, totalizando 16 taxones. En las transectas se registraron las siguientes especies: *Calypogeia sphagnicola*, *Cephalozia pleniceps*, *Cephaloziella divaricata*, *C. verrucosa*, *Kurzia setiformis*, *K. saddlensis*, *Lepidozia laevifolia*, *Lophozia patagonica*, *Metahygrobryella chilensis*, *M. tubulata*, *Pseudocephalozia quadriloba*, *Riccardia alcornis*, *R. conimitra*, *R. floribunda*, *R. fuscobrunnea* y *Telaranea pseudozoopsis*, todas creciendo entre los tallos de *Sphagnum magellanicum*. Esta red de pequeñas hepáticas forma un tejido entre las plantas de *Sphagnum*, otorgándole robustez a la matriz formada por el musgo. En ninguno de los estudios anteriores se había documentado tal diversidad en este grupo.

Dado el escaso conocimiento de las hepáticas de la región de Aysén, hay 23 especies de este grupo que son nuevos registros provinciales, 11 nuevos registros regionales y un nuevo registro para Chile entre los taxones encontrados en la transecta (ver Tabla 2). El nuevo registro nacional corresponde a *Riccardia theliophora*, previamente sólo conocida en la provincia de Río Negro en Argentina (Hässel de Menéndez, 1972; Hässel de Menéndez & Rubies, 2009). Todas las especies de hepáticas reportadas para la provincia de Coyhaique (Turbera 5), corresponden a nuevos registros para ella, ya que Hässel de Menéndez y Rubies (2009) no incluyen esta provincia en las distribuciones de las especies chilenas. Entre las especies de hepáticas marcadas como nuevos registros provinciales en la Tabla 2, y reportadas tanto para las provincias de Capitán Prat (Turberas 1-4) como para Coyhaique (Turbera 5), *Pseudocephalozia quadriloba* y *Riccardia floribunda* son nuevos registros sólo para Coyhaique, ya que según Hässel de Menéndez y Rubies (2009) éstas sí han sido reportadas para Capitán Prat.

Una especie de hepática no pudo ser identificada a nivel de especie (*Anastrophyllum* sp., Larraín 43323B, CONC). Este taxón, encontrado en el suelo de la Turbera 2 creciendo mezclado con *Adelanthus lindenbergianus*, se diferencia de las demás especies del género por las plantas de coloración

púrpura-rojiza brillante, con hojas fuertemente falcadas, profundamente bífidias, con 1-2 dientes en la parte proximal del margen basal a un solo lado de las hojas, las células laminares fuertemente estrelladas, los lóbulos de las hojas terminados en segmentos uniseriados, hialinos, de hasta 10 células de largo.

En relación a los líquenes, se reportan cinco nuevos registros para la región de Aysén y dos nuevos registros para Chile (Tabla 2). Estos últimos corresponden a *Lecanora subviridis* y *Varicellaria rhodocarpa*. *Lecanora subviridis* es una especie descrita de materiales recolectados en la provincia de Río Negro en Argentina, sobre *Nothofagus* en el área suburbana de San Carlos de Bariloche (De la Rosa *et al.* 2010). Por su parte, *Varicellaria rhodocarpa* es una especie bipolar, con una amplia distribución en el subártico en el hemisferio norte, particularmente en Escandinavia y en el norte de Norteamérica, siendo conocida en el hemisferio sur en Argentina, en las provincias de Córdoba, Tierra del Fuego y las islas Malvinas (Stenroos *et al.* 2016; Fryday *et al.* 2019).

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, D. E., & de la Blaze, V. M. (2004). Los turbales de la Patagonia. Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. *Wetlands International - Publicación 19*. Argentina: Buenos Aires.
- Borcard, D., Gillet, F., & Legendre, P. (2011). *Numerical ecology with R*. Springer, New York. 306 pp.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología, Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume.
- De la Rosa, I., Messuti, M. I., & Lumbsch, H. T. (2010). *Lecanora subviridis* (Lecanoraceae, Lecanorales), a new corticolous lichen species from south-western Argentina. *Lichenologist*, 42, 301-306.
- Díaz, M. F., Larraín, J., Zegers, G., & Tapia, C. (2008). Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 81, 455-468.
- Díaz, M. F., Silva, W., & León, C. A. (2015). Características de los ecosistemas de turberas, factores que influyen en su formación y tipos. En E. Domínguez & D. Vega-Valdés (eds.). *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes* (pp. 27-39). Colección libros INIA Nº33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.
- Fryday, A. M., Orange, A., Ahti, T., Øvstedal, D. O., & Crabtree, D.E. (2019). An annotated checklist of lichen-forming and lichenicolous fungi reported from the Falkland Islands (Islas Malvinas). *Glalia*, 8, 1-100.
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Galloway, D. J. (1992). Lichens of Laguna San Rafael, Parque Nacional 'Laguna San Rafael', southern Chile: indicators of environmental change. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 2, 37-45.

- Galloway, D. J. (1998). The lichens of Chile: present knowledge and future prospects. In M. P. Marcelli & M. R. D. Seaward (eds.), *Lichenology in Latin America: History, current knowledge and applications* (pp. 87-100). Sao Paulo, Brasil: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Estado de Sao Paulo.
- Galloway, D. J. (2007). *Flora of New Zealand Lichens. Revised second edition including lichen-forming and lichenicolous fungi. Volumes 1 and 2*. Lincoln, New Zealand: Manaaki Whenua Press.
- Gardener, M. (2014). *Community ecology: analytical methods using R and Excel*. Exeter, Reino Unido: Pelagic Publishing.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9.
- Hässel de Menéndez, G. G. (1972). Revisión taxonómica del género *Riccardia* (Hepaticae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*, 4 (1), 1-242 + 12 láminas.
- Hässel de Menéndez, G. G., & Rubies, M. (2009). Catalogue of Marchantiophyta and Anthocerotophyta of southern South America: Chile, Argentina and Uruguay, including Easter Is. (Pascua Is.), Malvinas Is. (Falkland Is.), South Georgia Is., and the subantarctic South Shetland Is., South Sandwich Is., and South Orkney Is. *Nova Hedwigia Beiheft*, 134, 1-672.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451-1456.
- Larraín, J. (2012). Géneros de briófitos de Isla Jéchica, Archipiélago de los Chonos, Aysén. Publicado por el autor, disponible en <http://www.musgosdechile.cl>
- Larraín, J. (2015). Musgos y hepáticas en las turberas. En E. Domínguez & D. Vega-Valdés (eds.). *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes* (pp. 127-145). Colección libros INIA N° 33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.
- Larraín, J. (2016). The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aysén Region, southern Chile. *Phytokeys*, 68, 91-116.
- Michener, C. D., & Sokal, R. R. (1957). A quantitative approach to a problem of classification. *Evolution*, 11, 490-499.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T., & Silvius, M. (2008). *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change*. Global Environment Center, Kuala Lumpur, and Wetlands International, Wageningen.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56 S°. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 8, 121-250.
- Quilhot, W., Cuellar, M., Díaz, R., Riquelme, F., & Rubio, C. (2012). Lichens of Aisén, Southern Chile. *Gayana Botanica*, 69, 57-87.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez, C., San Martín, C., & Ojeda, P. (1997). Muestreo y tabulación fitosociológica aplicados al estudio de los bosques nativos. *Bosque*, 18, 19-27.
- Ramírez, C., Álvarez, M., Díaz, A., & Toledo, G. (2007). Estudio florístico y vegetacional de la Isla Kent (Archipiélago de Los Chonos, Reserva Nacional Las Guaitecas, XI Región, Chile). *Revista Geográfica de Valparaíso*, 39, 99-111.

- Roivainen, H. (1954). Studien über die Moore Feuerlands. *Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo*, 28, 1-205.
- Seki, T. (1974). A moss flora of Provincia de Aysén, Chile. *Journal of Science of the Hiroshima University, Series B*, 15, 9-101.
- Skottsberg, C. (1916). Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907-1909. V. Die Vegetationsverhältnisse längs der Cordillera de los Andes S. von 41° S. Br. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation in Chiloé, West-Patagonien, dem Andinen Patagonien und Feuerland. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 53(5), 1-366.
- Stenroos, S. (1995). Cladoniaceae (Lecanorales, lichenized Ascomycotina) in the flora of Chile. *Gayana Botanica*, 52, 89-131.
- Stenroos, S., Velmala, S., Pykälä, J., & Ahti, T. (2016). Lichens of Finland. *Norrinia*, 30, 1-896.
- Stenroos, S., Pino-Bodas, R., Hyvönen, J., Lumbsch, H. T., & Ahti, T. (2018). Phylogeny of the family Cladoniaceae (Lecanoromycetes, Ascomycota) based on sequences of multiple loci. *Cladistics*, 35, 351-384.
- Teneb, E., Gómez, P., & González, M. (2008). Observaciones sobre la flora y vegetación de dos turberas en la región de Aysén, Patagonia Chilena. *Gayana Botánica*, 65, 229-232.
- Vega, D., & Domínguez, E. (2015). Análisis espacial de la distribución geográfica de las turberas de *Sphagnum* en la región de Magallanes y la Antártica Chilena. En E. Domínguez & D. Vega-Valdés (eds.). *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes* (pp. 43-77). Colección libros INIA N°33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaiké. Punta Arenas, Chile.
- Villagra, J., Montenegro, D., San Martín, C., Ramírez, C., & Álvarez, I. (2009). Estudio de la flora líquénica de las turberas de la comuna de Tortel (Región de Aysén), Patagonia chilena. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 37, 53-62.