

TUNDRA SUBANTÁRTICA EN LA ISLA GRANDE DE CHILOÉ, CHILE: FLORA Y VEGETACIÓN TURBOSA DE CAMPAÑAS

SUBANTARCTIC TUNDRA IN CHILOÉ ISLAND, CHILE: FLORA AND VEGETATION OF “CAMPAÑAS” PEAT BOGS

Carlos Ramírez¹, Cristina San Martín², Osvaldo Vidal³, Yéssica Pérez²,
Jorge Valenzuela⁴, José-Luis Solís² & Gisela Toledo⁵

RESUMEN

Se estudia un complejo turboso (nombre local “campaña”) de la cumbre de la Cordillera de Piuché en la Comuna de Dalcahue, en la Isla Grande de Chiloé, Chile, que corresponde a una avanzada de la tundra magallánica. Se trabajó con 54 censos de vegetación levantados con metodología fitosociológica. La tabla inicial fue ordenada en forma tradicional para diferenciar asociaciones (comunidades) vegetales y clasificada y ordenada con estadística multivariada, para conocer la diferenciación ecológica de los censos y los requerimientos de sitio de las especies. Se construyeron los espectros sistemático y biológico de las especies que son nativas y endémicas, los que resultaron poco diferenciados con abundancia de Monocotiledóneas y Dicotiledóneas y de hierbas perennes y camefíticas pulvinadas. Se determinaron tres asociaciones vegetales *Donatio-Oreobuletum obtusangulae*, *Drosero-Donatietum fascularis* y *Chusqueo-Schoenetum antarcticae* de las cuales la primera y la última resultaron desconocidas para la ciencia. Según el análisis ISA las dos primeras comunidades sólo presentaron una especie asociada, *Oreobolus obtusangulus* y *Tapeinia pumila* respectivamente, pero la última presentó 4 de ellas: *Schoenus antarcticus*, *Baccharis patagonica*, *Chusquea montana* y *Berberis serratodentata*. Las especies fueron ordenadas en gradientes de materia orgánica (oligotrofia) y de humedad del suelo (drenaje). Se detectó alta similitud florística entre las tres turberas encontradas. Se discuten los resultados y se propone la ubicación sintaxonómica de las asociaciones diferenciadas, planteando también posibles problemas de conservación por alteración de los biótopos e introducción de plantas invasoras.

Palabras clave: Humedales, Asociaciones vegetales, Fitosociología, Ordenación, Clasificación

¹ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

² Herbario VALD, Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

³ Laboratorio de Botánica, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

⁴ Centro de Estudio y Conservación del Patrimonio Natural (CECPAN), Ancud, Chiloé.

⁵ Encargada Sección Conservación de Diversidad Biológica, Corporación Nacional Forestal (CONAF), Puerto Montt

ABSTRACT

A peat bog complex is studied (locally named “campaña”) in the summit of the Cordillera de Piuché in Dalcahue Commune, on the Chiloé Island, Chile, corresponding to an outpost of the Magellanic tundra. We worked with 54 vegetation samples using a phytosociological methodology. The initial table was ordered in the traditional way to differentiate plant associations (communities) and sorted and classified with multivariate statistics to know the ecological differentiation of vegetation samples and site requirements of the species. The systematic and biological spectra of the native and endemic species were poorly differentiated with most of them belonging to Monocotyledons and Dicotyledons and with only perennial and pulvinate chamaephytes. Three plant associations Donatio-Oreobuletum obtusangulae, Drosero-Donatietum fascularis and Chusqueo-Schoenetum antarcticae were differentiated, being the first and the last unknown to science. According to the ISA analysis the first two communities had only an associated species, *Oreobolus obtusangulus* and *Tapeinia pumila* respectively, but the last presented 4 associated species: *Schoenus antarcticus*, *Baccharis patagonica*, *Chusquea montana* and *Berberis serratodentata*. The plant species were arranged in gradients of organic matter (oligotrophy) and soil moisture (drainage). High floristic similarities among the three peatlands were detected. Results are discussed and a Syntaxonomical location of the investigated plant associations is proposed, raising possible conservation problems by altering biotopes and introduction of invasive plants.

Key words: Wetland, Plant associations Phytosociology, Classification, Ordination

INTRODUCCIÓN

Las turberas son formaciones vegetales caracterizadas por la presencia abundante del musgo *Sphagnum magellanicum* (turberas esfagnosas) o por plantas vasculares (turberas pulvinadas) con un espectro biológico en el cual dominan caméfitos (subarbustos y hierbas perennes acojinadas) y hemicriptófitos (hierbas perennes y pastos duros, semejante a “coirones”, turberas graminosas). Estas especies están todas adaptadas a condiciones extremas, de frío, muy ventosas, y napa freática alta por dificultad en el drenaje, condiciones que provocan anoxia (Kleinebecker *et al.* 2010). Las plantas que las forman presentan reducido tamaño y el sustrato de turba tiene un grosor variable, por ello pueden definirse también como pantanos de lugares fríos, a veces con presencia de árboles, pero de pequeño tamaño (Ramírez *et al.* 1985). Las turberas esfagnosas son abundantes en depresiones con agua edáfica con nutrientes minerales, generalmente de superficie horizontal y con un subsuelo de ripio (topogénicas), mientras que las turberas pulvinadas son típicas de sectores más altos, generalmente inclinados, con un subsuelo rocoso y dependen del agua de lluvia carente de nutrientes minerales (ombrogénicas), por lo que son muy acidófilas (San Martín *et al.* 2004; Teneb *et*

al. 2004).

Aunque la distribución de las turberas esfagnosas se extiende desde la Región de Los Ríos hasta la región de Magallanes, son abundantes de Chiloé al Sur y en ese mismo sentido, aumenta en ellas la dominancia de *Sphagnum magellanicum* (Teneb *et al.* 2008; Bahamonde *et al.* 2013; Ramírez *et al.* 2014). Son frecuentes también en las regiones boreales frías del hemisferio Norte, aunque allí han sufrido un fuerte retroceso por un exceso de explotación, proceso que también se observa en Chile, especialmente en la Región de Los Lagos y que va en aumento (Hauser, 1996; Zegers *et al.* 2006).

Las turberas subantárticas pulvinadas, en cambio sólo existen en el hemisferio Sur, específicamente en Chile, Nueva Zelanda, Tasmania y en el Sudeste de Australia con los mismos géneros y varias especies vicariantes (Godley, 1960; Ruthsatz & Villagrán, 1991; Wardle, 1991; Wardle *et al.* 2001). El tipo pulviniforme de estas turberas es abundante en la región de la tundra magallánica ubicadas al Norte y al Sur del Estrecho de Magallanes, en las islas del litoral expuestas a fuertes vientos y altas precipitaciones (Schmithüsen, 1956; Pisano, 1977, 1983). Son menos frecuentes en regiones continentales montañosas de las Regiones de Aisén y de Magallanes creciendo generalmente, por sobre el límite del bosque. El tipo graminiforme

es frecuente en regiones litorales y más continentales de la Región de Aisén ocupando pendientes rocosas ubicadas bajo el límite del bosque formando un mosaico vegetacional entremezclándose con bosques siempre verdes de Coihue de Magallanes en el interior, o de coihue de Chiloé en las islas del litoral (Ramírez *et al.* 2014)

Avanzadas septentrionales de la tundra magallánica se presentan en las cumbres de las cordilleras costeras del archipiélago de los Chonos (Alvarez *et al.* 2010), de la isla grande de Chiloé de la Región de Los Lagos (Ruthsatz & Villagrán, 1991) en la Cordillera Pelada en la Región de Los Ríos (Ramírez, 1968; San Martín, 1999) y en la Cordillera de Nahuelbuta, Región del Bío-Bío (Observaciones del primer autor). De Sur a Norte, el número de especies de la tundra magallánica se va reduciendo e incluso aparecen especies distintas, lo que hace variar la estructura florística de las comunidades, dando lugar a la presencia de asociaciones vegetales diferentes a las descritas para la tundra propiamente tal (Ramírez, 1968). El presente es un estudio de vegetación de las avanzadas chilotas, llamadas comumente “campañas” formadas por complejos turbosos propios de la tundra magallánica, de las cuales aún no se conocen estudios fitosociológicos actuales y por ello se desconoce también su posición en el esquema sintaxonómico (clasificación fitosociológica) de la vegetación chilena (Oberdorfer, 1960). Una revisión de literatura al respecto la presenta Promis (2000) analizando las primeras clasificaciones de vegetación en turberas chilenas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de trabajo

El trabajo de terreno se realizó a fines del mes de noviembre de 2013 en San Pedro en la cumbre de la Cordillera de Piuché, en la comuna de Dalcahue en la isla grande de Chiloé, Región de Los Lagos, Chile, aprovechando los excelentes caminos de acceso construidos para facilitar el ascenso de maquinaria e insumos para instalar un parque eólico generador de energía eléctrica (Fig. 1). Las cumbres de este sector presentan tundra magallánica (campañas abiertas), matorrales de Tepu (*Tepualia stipularis*) y bosques

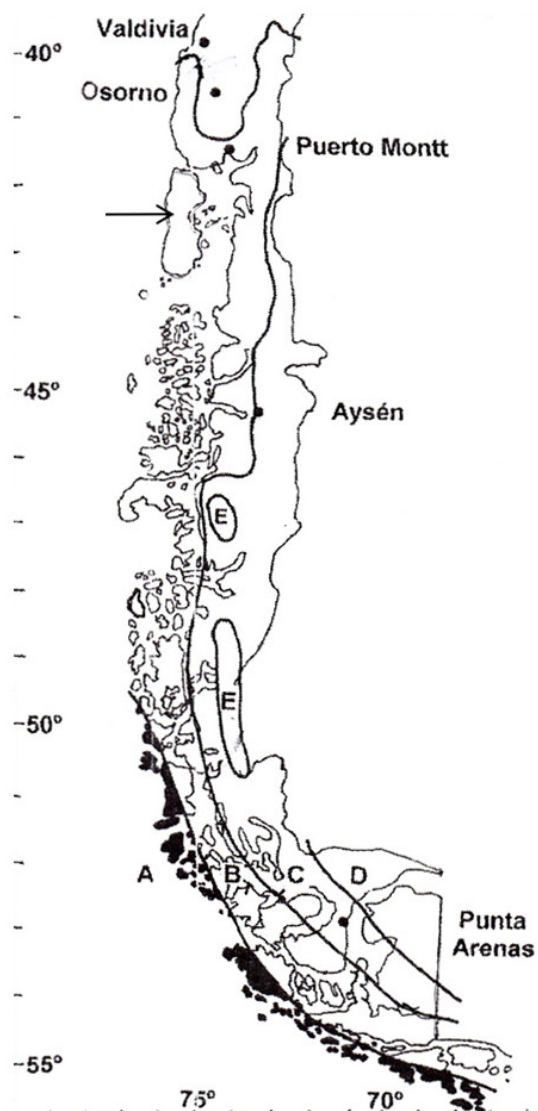


Fig. 1. Sur de Chile. La flecha indica el lugar de trabajo (San Pedro) en la cordillera costera de la Isla Grande de Chiloé. Las letras mayúsculas indican las zonas de vegetación según Schmithüsen (1956). A= Tundra magallánica, B= Bosque higrófilo templado (bosque magallánico perennifolio), C= Bosque magallánico caducifolio, D= Estepa patagónica y E= Estepa alto andina. (Tomado y modificado de San Martín *et al.*, 2004).

de Coihue de Chiloé (*Nothofagus nitida*), pero faltan los alerzales citados para otros lugares de esta misma cordillera (Villagrán, 2002). El sector trabajado se ubica a $42^{\circ}16'29''$ S y $73^{\circ}53'30''$ W y corresponde a una extensa planicie a 725 m de altitud situada sobre el límite del bosque que

presenta una depresión rodeada por tierras más altas cubiertas de vegetación turbosa pulvinada, escasos rodales boscosos y arbustivos. La estación climatológica más cercana, ubicada a 70 m de altitud a orillas del Mar es el Morro Lobos, en la cual según Hajek & Di Castri (1975) hay una precipitación promedio anual de 2446 mm y una temperatura promedio mensual anual de 8,5°C que de acuerdo a Amigo & Ramírez (1998) correspondería a un bioclima mesotemperado y a un hombro tipo perhúmedo, por supuesto el clima en el lugar de trabajo debe ser más frío por la altura, como lo demuestra una frecuente precipitación nival en invierno. Los suelos son turbosos y la turba puede alcanzar hasta 1 m de profundidad.

Métodos

La base de esta investigación la constituyen 54 censos de vegetación levantados con la metodología fitosociológica del Sur de Europa en parcelas de 4 m² (Knapp, 1984; Dengler *et al.* 2008). Como a simple vista en el complejo turboso estudiado (Fig. 4a) se observaban claramente tres zonas: la depresión dominada por *Oreobolus obtusangulus* (Fig. 4d), luego el borde de ella dominado por *Donatia fascicularis* (Fig. 4c), y por último, la vegetación de la parte superior plana que se diferenciaba claramente de la depresión ya que tenía un aspecto semiarbustivo siendo dominada por *Schoenus antarcticus* y *Chusquea montana* (Fig. 4b) limitando con los rodales boscosos, los censos se tomaron en lugares homogéneos como lo exige la metodología fitosociológica de manera que se levantaron 54 en total, 14 en la depresión, 16 en el borde y 24 en la parte más elevada (Braun-Blanquet, 1979; Dierschke, 1994). En cada parcela se hizo una lista del número de especies presentes y luego se determinó la abundancia de cada una calculando el porcentaje de superficie de la parcela cubierta (cobertura) por sus poblaciones o individuos. Coberturas bajo 1% fueron subidas a la unidad.

Con todos los censos levantados se confeccionó una matriz de datos formada por 54 columnas y 22 filas, con la información sobre cobertura de las especies en las casillas correspondientes. La determinación de las especies fue confirmada con la literatura especializada (Moore, 1983; Vidal, 2007; Rodríguez *et al.* 2008), su nomenclatura

se revisó en el sitio WEB “the plantlist” del Jardín Botánico de Missouri y el origen fitogeográfico se tomó de Zuloaga *et al.* (2008). Para clasificarlas se utilizó el sistema tradicional ya que las modernas clasificaciones moleculares son asequibles sólo para especialistas, distinguiendo los grandes grupos: líquenes, musgos, coníferas, dicotiledóneas y monocotiledóneas (Wink, 2006). También se analizó el espectro biológico de la flora utilizando para ello las formas de vida de Raunkiaer revisada y ampliada por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) conteniendo las siguientes categorías: a) fanerófitos plantas leñosas con un tronco principal, comúnmente árboles, b) caméfitos, subarbustos leñosos y plantas herbáceas perennes erguidas o pulviniformes, c) hemicriptófitos, hierbas perennes, d) criptófitos, hierbas perennes con órganos subterráneos de reserva y e) terófitos, plantas de vida corta anuales o bianuales.

En un análisis horizontal de esta tabla se calculó la presencia y abundancia total de cada especie en la tabla luego y aplicando el método de cálculo de valor de importancia propuesto por Wikum & Shanholtzer (1978) se obtuvo la frecuencia absoluta (Fr.), la suma de estas fue llevada a 100 para calcular el porcentaje de frecuencia relativa (Fr.rel.), luego se sumaron los valores de abundancia obteniendo la abundancia total de cada especie (Cob.), las que también fueron expresadas como cobertura relativa (Cob.rel). Posteriormente, se sumaron frecuencia y cobertura relativas para obtener un valor de importancia (V.I.) que entrega una ordenación jerárquica de las especies de la tabla. En un análisis vertical de la tabla se determinaron el número de especies por censo y el promedio de especies por censo con los valores extremos, máximo y mínimo.

Para determinar el número de sintaxa (unidades fitosociológicas) presentes en la tabla inicial esta fue ordenada utilizando la metodología tradicional que usa especies diferenciales, especies que se excluyen mutuamente de los grupos, logrando determinar así las comunidades vegetales (asociaciones) presentes (Ramírez & Westermeier, 1976). Se revisó la literatura para saber si las unidades encontradas se trataban de unidades fitosociológicas ya descritas o de unidades nuevas. De cada una de las comunidades diferenciadas se hizo una tabla parcial a las cuales se aplicó los mismos análisis horizontal y vertical utilizados en la tabla

inicial, los cuales sirvieron para la descripción y diferenciación de ellas. Las comunidades nuevas aún desconocidas para la ciencia, se denominaron de acuerdo al código internacional de nomenclatura fitosociológica, indicando también el censo tipo de ellas en su correspondiente tabla (Izco & Del Arco, 2003).

Para conocer la diferenciación ecológica de los censos y los requerimientos de sitio de las especies se realizaron análisis estadísticos multivariados de clasificación y de ordenación. Se clasificaron los censos mediante análisis de conglomerados para organizar jerárquicamente las unidades muestrales. Se utilizó método jerárquico flexible beta con la distancia Bray-Curtis y un parámetro $\beta = -0.25$ (McCune & Grace, 2002) previa transformación de los valores de abundancia a logaritmo log (abundancia + 1). Este procedimiento ha sido recomendado para análisis de vegetación pues entrega resultados semejantes al método de la varianza mínima pero no ofende el principio de minimización de error de la suma de cuadrados dentro de los grupos y además, conserva las propiedades del espacio multidimensional en la distribución de las unidades de muestreo (Legendre & Legendre, 1998). La línea de corte para el conglomerado resultante se trazó de manera arbitraria, teniendo en cuenta los criterios de largo de las distancias entre grupos y cantidad de información remanente (McCune & Grace, 2002). Una vez definidos los grupos mediante el análisis de conglomerados se procedió a determinar las especies indicadoras de los mismos utilizando el análisis ISA (indicator species analysis) para grupos individuales y combinaciones de sitio (Dufrene & Legendre, 1997; De Cáceres *et al.* 2010). Este análisis selecciona especies indicadoras de los grupos determinados “*a priori*” en base a las abundancias y frecuencias de las mismas, registradas en las unidades de muestreo de los grupos, recalculadas mediante permutaciones definidas por el usuario. El análisis entrega un valor indicador ISA asociado a un grupo y el valor de probabilidad correspondiente a la asociación. Con especies indicadoras se seleccionaron solo aquellas especies cuyos valores de probabilidad fueron estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Para la ordenación de censos y especies se realizó un Análisis Multidimensional No-métrico NMSD (Non metric Multimimensional Scaling) (Clarke 1993) para obtener una configuración gráfica de las

especies de plantas y las unidades de muestreo, visualizando la relación entre los sitios en función de la composición florística. Este método es ventajoso porque examina la estructura de las matrices sin asumir relaciones lineales entre las variables de estudio (*i.e.* especies) y porque a través de una iteración, muestra las distancias ordenadas sobre cualquier tipo de transformación o relativización de los datos (McCune & Grace, 2002). Estas ordenaciones son muy importantes para diferenciar las comunidades determinadas de acuerdo a sus requerimientos de sitio, utilizando sus especies como indicadoras (Ramírez *et al.* 1991; San Martín *et al.* 2014).

Para afinar la comparación entre las asociaciones se obtuvo un censo promedio de cada una utilizando el promedio de cobertura, el que fue cambiado a la unidad inferior o superior para trabajar con números enteros. En esta tabla se hizo primero una comparación de la presencia de las especies en cada comunidad, estableciendo aquellas exclusivas y comunes a dos o tres comunidades. Por último se calcularon dos índices de similitud entre las comunidades determinadas, índice de similitud de Jaccard que sólo utilizó la presencia de especies y coeficiente de asociación de Ellenberg que considera la cobertura promedio de cada especie (Ramírez *et al.* 1997).

RESULTADOS

Flora

La flora de las turberas investigadas está formada por 22 especies vegetales todas nativas de las cuales hay sólo una especie por cada uno de los grupos líquenes, musgos y gimnospermas: *Cladonia rangiferina*, *Racomithrium lanuginosum* y *Pilgerodendron uviferum*, respectivamente. La Tabla 1 entrega un resumen de ellas con su clasificación en familias y sus correspondientes formas de vida. A los musgos se agrega una especie colectiva que incluye varias especies no determinadas, que en todo caso tenían baja cobertura. Las plantas con flores representan las 18 especies restantes repartidas en 10 dicotiledóneas y 8 monocotiledóneas, que en conjunto reúnen el 82% de la cobertura total. El espectro biológico de esta flora está reducido a sólo tres formas de vida: fanerófitos (plantas leñosas), caméfitos (subarbustos y hierbas pulviniformes) y hemcriptófitos (hierbas perennes), reuniendo 19 especies, las tres restantes son los musgos

Tabla 1. Flora de las turberas estudiadas, Abreviaturas: F.V.= Forma de vida, F= fanerófitos, C= caméfitos, H= hemcriptófitos, L= Líquen, M= Musgos.

Nombre científico y Autor	Familia	Nombre común	F. V.
<i>Astelia pumila</i> (J. R. Forster) Gaudich	Liliaceae	No conocido	C
<i>Baccharis patagonica</i> Hook. & Arn.	Asteraceae	Chilca	C
<i>Berberis serratodentata</i> Lechler	Berberidaceae	Michay grande	C
<i>Chusquea montana</i> Phil.	Poaceae	Quila enana	C
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber ex F. H. Wigg.	Cladoniaceae	Líquén de los renos	L
<i>Donatia fascicularis</i> J. R. Forst. & G. Forst.	Stylidaceae	Donatia	C
<i>Drimys winteri</i> J. R. Forst. & G. Forst.	Winteraceae	Canelo, Foige	F
<i>Drosera uniflora</i> Willd.	Droseraceae	Rocío de sol	H
<i>Gaimardia australis</i> Gaudich.	Centrolepidaceae	No conocido	C
<i>Gaultheria pumila</i> (L.f.) D. J. Middleton	Ericaceae	Chaurita	C
<i>Marsippospermum philippii</i> (Buchenau) Hauman	Juncaceae	No conocido	H
<i>Myrteola nummularia</i> (Lam.) O. Berg.	Myrtaceae	Daudapo	C
<i>Nothofagus antarctica</i> (G. Forst.) Oerst.	Nothofagaceae	Ñirre, Ñire	F
<i>Nothofagus betuloides</i> (Mirb.) Oerst.	Nothofagaceae	Coihue de Magallanes	F
<i>Nothofagus nitida</i> (Phil.) Krasser	Nothofagaceae	Coihue de Chiloé	F
<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. ex C. Presl.) Goldblatt	Iridaceae	Campanita	H
<i>Oreobulus obtusangulus</i> Gaudich.	Cyperaceae	No conocido	C
<i>Pilgerosendron uviferum</i> (D. Don) Florin	Cupressaceae	Ciprés de las Guaitecas	F
<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid.	Grimmiaceae	Musgo lanudo	M
<i>Schoenus antarcticus</i> (Hook, f.) Dusén	Cyperaceae	Quilmén	H
<i>Tapeinia pumila</i> (G. Forst.) Baill.	Iridaceae	Lirio enano	C

y el líquen mencionados en el párrafo anterior que no están incluidos en el esquema de formas de vida de Raunkaier (Tabla 2). En este espectro biológico dominan los caméfitos con 10 especies y un 45%. Le siguen los fanerófitos con 5 especies y un 23% y los hemcriptófitos con sólo 18%. Al considerar la cobertura total de cada forma de vida caméfitos y hemcriptófitos aumentan su importancia, mientras que los fanerófitos la disminuyen en forma ostensible, siendo incluso sobrepasados por los musgos. Caméfitos y hemcriptófitos reúnen en conjunto el 94% de la cobertura total, demostrando una importancia absoluta (Fig. 2).

Análisis y ordenación de la tabla inicial

Los 54 censos de vegetación levantados se

reunieron en una tabla inicial, cuyo resumen se presenta en la Tabla 3. En ella se observa que ninguna de las especies estuvo presente en los 54 censos y la más frecuente fue *Donatia fascicularis* prospectada en 46 de ellos con un 85 % de frecuencia. Le siguen *Schoenus antarcticus* presente en 32 (59 %) censos, *Astelia pumila* en 28 (52 %), *Drosera uniflora* en 27(50 %) y *Gaimardia australis* en 23 (43 %). Al ordenar las frecuencias de todas las especies de la tabla en clases se observa que en la segunda clase (B) no hay especies presentes pero de la clase C a la E hay un paulatino aumento de ellas (Fig. 3). La forma del histograma con una mayor frecuencia en ambos extremos, con relación a la clase siguiente o anterior demuestra una gran afinidad florística entre los censos, que en conjunto pertenecen a la misma formación vegetal de turbe-

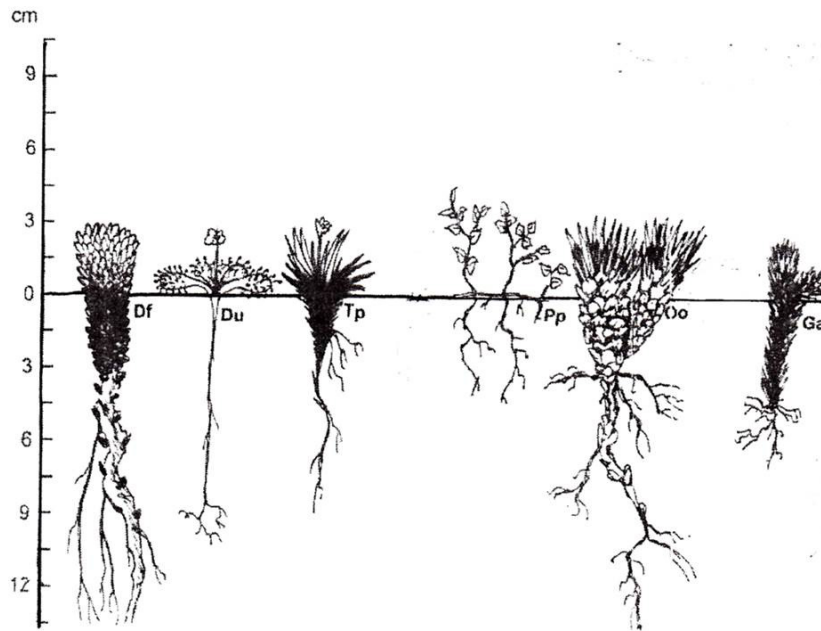


Fig. 2. Tamaño y forma de crecimiento de las principales caméfitas de las turberas pulvinadas estudiadas. Df= *Donatia fascicularis*, Du= *Drosera uniflora* (hemiscriptófito), Tp= *Tapeinia pumila*, Pp= *Gaultheria pumila*, Oo= *Oreobolus obtusangulus* y Ga= *Gaimardia australis* (Tomado y modificado de San Martín et al. 2004).

ras pluviales pulvinadas. Esto último también se observa en la cobertura total de cada especie en todos los censos, que presenta los valores más altos en las dos primeras especies de la tabla, *Donatia fascicularis* con 2002 (35%) y *Schoenus antarcticus* con 1132 (20%), aquí el menor porcentaje indica una mayor diferenciación de la tabla. Al ordenar las especies por importancia las 5 especies más importantes de la tabla resultaron ser *Donatia fascicularis*, *Schoenus antarcticus*, *Oreobolus obtusangulus*, *Astelia pumila* y *Chusquea montana*.

Al hacer un análisis vertical de la tabla inicial que presenta 22 especies en total se obtiene un promedio muy bajo de 5,48 especies por censo con un máximo de 9 y un mínimo de 3 especies por censo. En el histograma del total de especies por cada clase de cantidad de censos se observa que hay una variación bastante pronunciada en la distribución de las especies con cierta normalidad, lo que indica que probablemente en la tabla inicial están presentes más de una asociación, pero florísticamente bastante similares como también lo demuestra el diagrama de frecuencia, cuyos máximos se encuentran en ambos extremos seguidos o antecidos de un valor más bajo.

La tabla inicial que fue ordenada por métodos

tradicionales buscando especies diferenciales, presentó tres unidades vegetacionales, dos turberas pulvinadas y una subarborescente, la primera en la depresión que tiene como dominantes a *Oreobolus obtusangulus* y *Donatia fascicularis*, la segunda en el borde de la depresión dominaban *Donatia fascicularis* y *Tapeinia pumila* y la tercera se trataba de una comunidad más

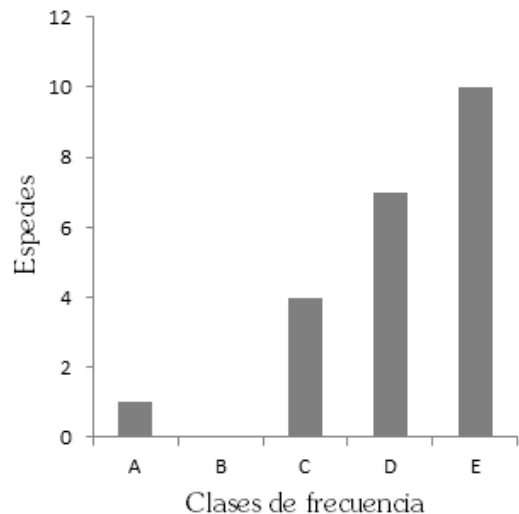


Fig. 3. Histograma de frecuencia de las especies vegetales en la tabla inicial.

Tabla 2. Espectro biológico por número de especies y cobertura de las turberas estudiadas.

Forma de vida	Especies	Porcentaje	Cobertura	Porcentaje
Fanerófitos	5	22,73	91	1,56
Caméfitos	10	45,45	4235	72,82
Hemicriptófitos	4	18,18	1251	21,51
Musgos	2	9,09	229	3,94
Líquenes	1	4,55	10	0,17
Totales	22	100	5816	100

alta subarbutiva dominada por *Schoenus antarcticus*, una Juncaceae graminiforme erguida y diferenciada por *Chusquea montana* con alta frecuencia y algunas especies leñosas de menor frecuencia como *Nothofagus nitida*, *Baccharis patagonica* y *Pilgerodendron uviferum*. La primera corresponde a una asociación turbosa pulvinada aún no descrita que hemos llamado *Donatio-Oreoboletum obtusangulae*, la segunda es una asociación descrita denominada como *Drosero-Donatietum fascicularis* y la tercera es también una

Tabla 3. Resumen de la tabla inicial formada por 22 especies y 54 censos. Se entrega frecuencia (Fr.), frecuencia relativa (Fr.Rel), cobertura total (Cob.), cobertura relativa (Cob.Rel), valor de importancia (V.I.) y porcentaje de frecuencia.

Especies / Parámetros:	Fr.	Fr.Rel	Cob.	Cob.Rel	V.I.	% Fr.
<i>Donatia fascicularis</i>	46	15,54	2002	34,42	49,96	85,19
<i>Schoenus antarcticus</i>	32	10,81	1132	19,46	30,27	59,26
<i>Oreobolus obtusangulus</i>	18	6,08	810	13,93	20,01	33,33
<i>Astelia pumila</i>	28	9,46	472	8,12	17,58	51,85
<i>Chusquea montana</i>	15	5,07	420	7,22	12,29	27,78
<i>Drosera uniflora</i>	27	9,12	96	1,65	10,77	50,00
<i>Gaimardia australis</i>	23	7,77	103	1,77	9,54	42,59
<i>Musgos</i>	16	5,41	140	2,41	7,81	29,63
<i>Gaultheria pumila</i>	14	4,73	174	2,99	7,72	25,93
<i>Baccharis patagonica</i>	14	4,73	136	2,34	7,07	25,93
<i>Tapeinia pumila</i>	15	5,07	91	1,56	6,63	27,78
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	12	4,05	89	1,53	5,58	22,22
<i>Nothofagus betuloides</i>	8	2,70	42	0,72	3,42	14,81
<i>Myrteola nummularia</i>	5	1,69	19	0,33	2,02	9,26
<i>Nothofagus antarctica</i>	5	1,69	19	0,33	2,02	9,26
<i>Cladonia rangiferina</i>	5	1,69	10	0,17	1,86	9,26
<i>Marsippospermum philippii</i>	4	1,35	21	0,36	1,71	7,41
<i>Berberis serratodentata</i>	4	1,35	8	0,14	1,49	7,41
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	2	0,68	17	0,29	0,97	3,70
<i>Nothofagus nitida</i>	1	0,34	11	0,19	0,53	1,85
<i>Drimys winteri</i>	1	0,34	2	0,03	0,37	1,85
<i>Olsynium junceum</i>	1	0,34	2	0,03	0,37	1,85
Totales	296	100,00	5816	100,00	200,00	

comunidad nueva a la que hemos denominado como *Chusqueo-Schoenetum antarcticae* (Fig. 4).

Descripción de las asociaciones

Donatio-Oreoboletum obtusangulae asoc. nova
(Donatio fascicularis-Oreoboletum obtusangulae)
Turbera pulvinada de Oreobolus
Comunidad de Oreobolus

Se trata de una comunidad turbosa acojinada que cubre depresiones de la cumbre de la Cordillera de San Pedro, en ella se levantaron 14 censos de vegetación en los cuales se presentan en total 9 especies con un promedio de 4,79 ($\pm 0,80$) especies por censo con un máximo de 7 y un mínimo de 4 especies por censo, esto la destaca como una comunidad muy homogénea. Las especies dominantes son *Oreobolus obtusangulus* y *Donatia fascicularis* ambas con 100% de frecuencia y alta cobertura, con alta frecuencia figura también *Gaimardia australis* (Tabla 4). Como censo tipo de esta nueva asociación

vegetal se designa el censo número 12. Una característica importante de esta asociación vegetal es la presencia de varias especies de musgos que también presentan alta cobertura. Como ya se dijo esta comunidad ocupa los lugares más deprimidos de las campañas, con mayor aporte de agua edáfica y por ello con menor espesor de la turba, que no supera los 40 cm. El relieve es ondulado, por los pequeños cojines de *Oreobolus obtusangulus* que se levantan sobre las otras especies.

Drosero-Donatietum fascicularis Ramírez 1968
(Drosero uniflorae-Donatietum fascicularis)
Donatietum fascicularis Roig *et al.* 1985
Turbera pulvinada de Donatia.
Comunidad de Rocío de sol y Donatia

En esta turbera pulviniforme y acojinada con un relieve muy parejo, se levantaron 16 censos de vegetación en los cuales se contabilizó un total de 16 especies, con un promedio de 6,06 ($\pm 1,76$) con un máximo de 8 y un mínimo de 3 especies por censo. En ella dominan absolutamente las carpetas de *Donatia fascicularis* con 100 % de frecuencia

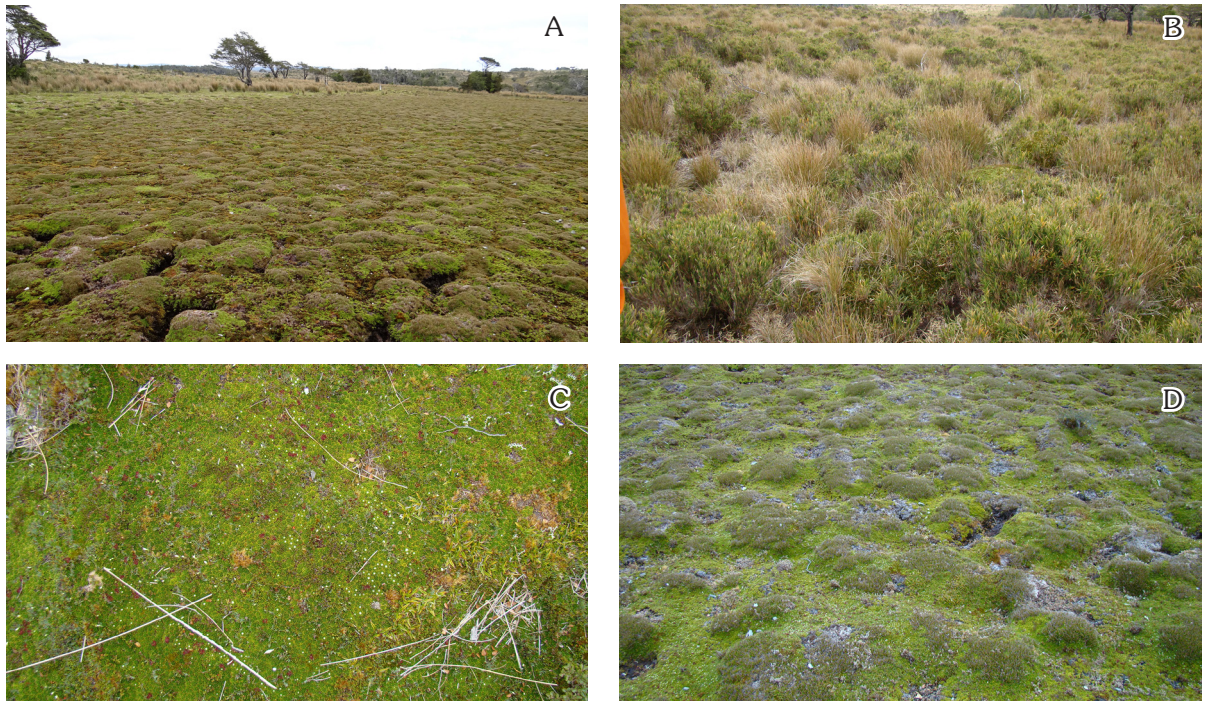


Fig. 4. A= Lugar de trabajo, en primer plano la depresión atrás la parte alta, la parte intermedia de color verde claro corresponde al borde de la depresión. B= *Chusqueo-Schoenetum*, C= *Donatio-Oreoboletum*, D= *Drosero-Donatietum*.

Tabla 4. Estructura florística de la asoci. nova *Donatio-Oreoboletum obtusangulae*. Los número bajo los censos indican cobertura y el significado de parámetros mostrados al final de la tabla se encuentran en la Tabla 3. El censo 12 sombreado corresponde al censo tipo de esta nueva asociación.

Especies / Censos:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Fr	Fr.Rel	Cob.	Cob.Rel	V.I.	
<i>Oreobolus obtusangulus</i>	60	50	60	30	70	60	50	50	50	50	50	60	70	60	14	20,90	770	57,08	77,97	
<i>Donatia fascicularis</i>	40	40	20	30	20	20	40	40	30	30	30	20	20	20	14	20,90	400	29,65	50,55	
<i>Gaimardia australis</i>	1	1		20	1		1	1	1	1	1	1	1	1	12	17,91	31	2,30	20,21	
Musgos	1		10	1		20	10	10	10	10	10	10	5	10	12	17,91	107	7,93	25,84	
<i>Drosera uniflora</i>	1	10	1	1		1		1		1	1	1	1		10	14,93	19	1,41	16,33	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>					10										5	2	2,99	15	1,11	4,10
<i>Cladonia rangiferina</i>									1						1	1,49	1	0,07	1,57	
<i>Schoenus antarcticus</i>														5	1	1,49	5	0,37	1,86	
<i>Astelia pumila</i>														1	1	1,49	1	0,07	1,57	
Totales:	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	7	67	100,00	1349	100,00	200,00	

y alta cobertura (>50%). Algunas especies acompañantes de menor importancia son *Tapeinia pumila*, *Astelia pumila*, *Gaimardia australis*, *Drosera uniflora* y el musgo *Racomitrium lanuginosum*. En todo caso la tabla de esta asociación vegetal no es homogénea, ya que los últimos 7 censos presentan alta cobertura de *Schoenus antarcticus* (Tabla 5). Esta turbera formada por carpetas continuas de *Donatia fascicularis*, ocupa el borde de la depresión que corresponde a la parte intermedia del gradiente de humedad, constituyendo la franja más estrecha, lo que indicaría restricciones de sitio. Esta asociación vegetal fue descrita para la Cordillera Pelada en la zona costera de la Región de Los Ríos, Chile por Ramírez (1968).

Chusqueo-Schoenoetum antarcticae asoci. nova

Chusqueo montanae-Schoenetum antarcticae)

Turbera gramínea de Quilmén

Comunidad de Quila enana y *Schoenus*

En los 24 censos de vegetación que forman la tabla de esta asociación vegetal se pre-

sentó un total de 20 especies con un promedio de 5,58 ($\pm 1,41$) especies por censo con un máximo de 9 y un mínimo de 3 especies por censo, la mayor variación estaría indicando también una mayor variación de la misma asociación, seguramente por la presencia de subasociaciones o variantes (Tabla 6). *Schoenus antarcticus*, *Donatia fascicularis* y *Chusquea montana* presentan las mayores frecuencias y coberturas (Tabla 7). Sólo la primera está presente en todos los censos de la tabla y de las otras dos sólo al 62,5% de ellos, lo que indica heterogeneidad florística. Como censo tipo de esta nueva asociación vegetal hemos designado el N°12 de la Tabla 6. Esta comunidad que es la más abundante en el sector estudiado, ocupa los biótotos más altos y xéricos de las "campanas". El espesor de la turba suele alcanzar hasta 1 m de profundidad. Fisonómicamente es una comunidad turbosa subarborescente que presenta una mayor altura y árboles aislados de pequeño tamaño.

El análisis de conglomerados entregó un dendrograma cuyos censos están ordenados en el mismo sentido de la tabla inicial, que puede separarse en tres conglomerados que efectivamente corresponden en parte a la clasificación tradicional

Tabla 5. Estructura florística de la asociación Drosero -Donatiatum fascicularis. Los número bajo los censos indican cobertura y el significado de las abreviaturas de los parámetros mostrados al final de la tabla se encuentran en la Tabla 3.

Especies / Censos:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Fr.	Fr.Rel	Cob.	Cob.Rel	VI.
<i>Donatia fascicularis</i>	90	80	80	60	90	80	90	80	85	60	80	80	60	50	50	70	16	16,49	1185	72,92	89,42
<i>Tapetia pumila</i>	5	1	1	1	10	1	1	5	1	5	1	10	10	5	10	12	12,37	60	3,69	16,06	
<i>Astelia pumila</i>	5	10		1	1	10	1	10	1	1		5	20	5	5	11	11,34	69	4,25	15,59	
<i>Gaimardia australis</i>	1	1	1	20		1	1	1	1	1	1	1	1			10	10,31	29	1,78	12,09	
<i>Drosera uniflora</i>	1		15	20	1	1	1	1	1	10		1	1	1	1	10	10,31	52	3,20	13,51	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>			1			1	5		5	10	5	10	15		5	7	7,22	42	2,58	9,80	
<i>Schoenus antarcticus</i>									20	5	10	10	20	40	15	7	7,22	120	7,38	14,60	
<i>Gaultheria pumila</i>	1	1	1		5			10		10						5	5,15	18	1,11	6,26	
<i>Oreobolus obtusangulus</i>							10			1	10			1		4	4,12	22	1,35	5,48	
<i>Nothofagus betuloides</i>					5				1				1			3	3,09	7	0,43	3,52	
<i>Nothofagus antarctica</i>							10						1	1	1	3	3,09	12	0,74	3,83	
<i>Myrteola nummularia</i>	1		1													2	2,06	2	0,12	2,18	
<i>Cladonia rangiferina</i>					1				1							2	2,06	2	0,12	2,18	
Musgos												1	1		1	2	2,06	2	0,12	2,18	
<i>Chusquea montana</i>												1	1		1	2	2,06	2	0,12	2,18	
<i>Marsippospermum grandiflorum</i>			1													1	1,03	1	0,06	1,09	
Total especies por censo:	7	5	7	6	3	7	7	3	7	8	5	3	8	7	8	6	97	100,00	1625	100,00	200,00

Tabla 6. Estructura florística de la *asoc. nova* Chusqueo-Schoenoetum antarcticae. Los números bajo los censos indican cobertura. El censo 12 sombreado corresponde al censo tipo de esta nueva asociación.

Especies / censos:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>Schoenus antarcticus</i>	40	60	10	10	10	20	5	10	10	80	70	50	50	50	40	50	40	50	40	50	30	40	60	70	80	
<i>Donatia fascicularis</i>	20	10			50	40	60	30				10	5	10	20	10	40	30	20	20	20	5		1		
<i>Chusquea montana</i>	5	10					10	50	5			30	40	30	20	40	20	30	30	40	40	45				
<i>Astelia pumila</i>	50	60	40	60	60	20	50	5	1	5	5	5	10	1		1		1				5	1			
<i>Baccharis patagonica</i>			1						10	15		1	1	5	10	5	5	10	10	10	10	10	20	10	10	
<i>Gaultheria pumila</i>	10		40	30	30		10	10				1	10		1	10						1				
<i>Drosera uniflora</i>						1	1	1	1			1	1	1	1	1				1						
<i>Tapeinia pumila</i>	1						10						5													
<i>Myrteola nummularia</i>			10	1				1																		
<i>Marsippospermum philippii</i>				1								5	10													
<i>Nothofagus betuloides</i>					5	5	1	1		1												10	10	10		
<i>Racomithrium lanuginosum</i>					5	5								10												
<i>Berberis serratodentata</i>										1	1			1										1		
Musgos								10								5										
<i>Pilgerodendron wilferum</i>									5	10																
<i>Nothofagus antarctica</i>																								1		
<i>Gaimardia australis</i>							1																1			
<i>Olecyinium junceum</i>										1													1			
<i>Drimys winteri</i>																								1		
<i>Nothofagus nitida</i>																10										
Total especies por censo:	6	5	5	5	3	6	6	9	6	6	7	6	6	6	6	8	6	5	4	5	4	4	4	6	7	3

Tabla 7. Resumen de la tabla fitosociológica de la asoc. nova Chusqueo-Schoenoetum antarcticae. Las abreviaturas se encuentran en la Tabla 3.

Especies / Atributos:	Fr.	Fr.Rel	Cob.	Cob.Rel	V.I.
<i>Schoenus antarcticus</i>	24	17,91	975	38,42	56,33
<i>Donatia fascicularis</i>	16	11,94	371	14,62	26,56
<i>Chusquea montana</i>	15	11,19	405	15,96	27,15
<i>Astelia pumila</i>	16	11,94	374	14,74	26,68
<i>Baccharis patagonica</i>	14	10,45	122	4,81	15,25
<i>Gaultheria pumila</i>	9	6,72	142	5,59	12,31
<i>Drosera uniflora</i>	8	5,97	8	0,32	6,29
<i>Tapeinia pumila</i>	3	2,24	16	0,63	2,87
<i>Myrteola nummularia</i>	3	2,24	12	0,47	2,71
<i>Marsippospermum philippii</i>	3	2,24	16	0,63	2,87
<i>Nothofagus betuloides</i>	5	3,73	27	1,06	4,80
<i>Racomithrium lanuginosum</i>	3	2,24	20	0,79	3,03
<i>Berberis serratodentata</i>	4	2,99	4	0,16	3,14
Musgos	2	1,49	15	0,59	2,08
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	2	1,49	15	0,59	2,08
<i>Nothofagus antarctica</i>	2	1,49	2	0,08	1,57
<i>Gaimardia australis</i>	1	0,75	1	0,04	0,79
<i>Olcynium junceum</i>	2	1,49	2	0,08	1,57
<i>Drimys winteri</i>	1	0,75	1	0,04	0,79
<i>Nothofagus nitida</i>	1	0,75	10	0,39	1,14
Totales:	134	100,00	2538	100,00	200,00

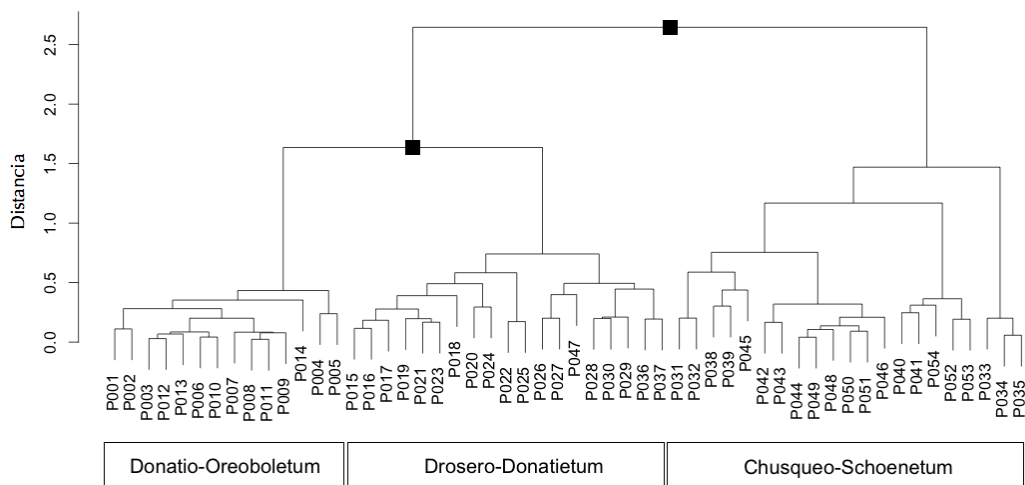


Fig. 5. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (cluster análisis) sobre datos de coberturas transformados a raíz cuadrada del Método Flexible-Beta con $\beta = -0.25$. Los cuadrados en negrita indican la separación de los nodos en tres grupos arbitrarios, ordenados de izquierda a derecha como 1, 2 y 3. En la base y girados aparecen los números de los censos antecedentes por una letra P. Mayores explicaciones en el texto.

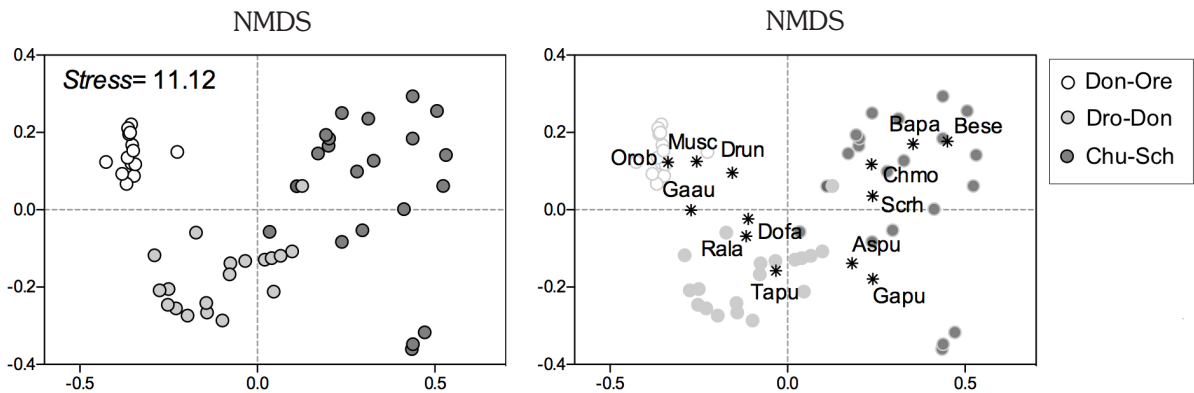


Fig. 6. Ordenación de los censos (figura izquierda, círculos) y de las especies (figura derecha, estrellas) en el plano formado por los dos primeros ejes del análisis NMDS. Especies indicadoras: Asp= *Astelia pumila*, Bapa= *Baccharis patagónica*, Bese= *Berberis serratodentata*, Chmo= *Chusquea montana*, Dofa= *Donatia fascicularis*, Drun= *Drosera uniflora*, Gaau= *Gaimardia australis*, Gapu= *Gaultheria pumila*, Musc= Musgos, Orob= *Oreobolus obtusangulus*, Rala= *Racomitrium lanuginosum*, Scrh= *Schoenus antarcticus* y Tapu= *Tapeinia pumila*. Comunidades: Don-Ore = Donatio-Oreoboletum, Dro-Don = Drosero-Donatietum, Chu-Sch = Chusqueo.Schoenetum.

(Fig. 5). El primer conglomerado se corresponde perfectamente con la turbera de *Oreobolus*, es decir con el *Donatio-Oreoboletum obtusangulae*, pero en el segundo conglomerado que correspondería a la comunidad *Drosero-Donatietum fascicularis* ya descrita, fueron colocados 3 censos (36, 37 y 47) que corresponden al tercer grupo del análisis tradicional (*Chusqueo-Schoenetum antarcticae*). Esto indica un desajuste de la tabla ordenada pero también una mayor afinidad florística entre el *Drosero-Donatietum fascicularis* y esta última comunidad.

Análisis multivariados de clasificación y ordenación

Al ordenar las especies en los dos primeros ejes de la NMDS el primero (eje horizontal) separa a *Oreobolus obtusangulus*, *Gaimardia australis* y los musgos en el lado izquierdo y a *Baccharis patagónica*, *Berberis serratodentata*, *Chusquea montana*, *Schoenus antarcticus* y *Gaultheria pumila* en el lado derecho, por esto y tomando en cuenta los requerimientos de las especies mencionadas este eje se puede asimilar a una gradiente de materia orgánica (o espesor de la turba) que aumentaría de izquierda a derecha. El segundo eje vertical muestra una menor separación de las especies apareciendo ahora *Oreobolus obtusangulus*, *Baccharis patagónica*, *Berberis serratodentata* y los musgos en el lado superior y *Tapeinia*

pumila, *Gaultheria pumila* y *Astelia pumila* en el lado inferior. Considerando los requerimientos de sitio de estas especies se podría asimilar este eje a una gradiente humedad que aumenta de abajo a arriba. De manera que los dos cuadrantes superiores presentarían condiciones húmedas y los dos inferiores, secas; en cambio los cuadrantes del lado izquierdo serían de condiciones edáficas con nutrientes minerales y los del lado derecho, de condiciones edáficas turbosas, oligotróficas (Fig. 6 derecha).

Al ordenar todos los censos, aquellos del *Donatio-Oreoboletum obtusangulae* quedan separados claramente de los censos de las otras asociaciones ocupando el cuadrante superior izquierdo de condiciones húmedo/minerales; mientras que los del *Drosero-Donatietum fascicularis* se ubican principalmente en el cuadrante inferior izquierdo de condiciones más xéricas y turbosas, sin embargo, tres de ellos se ubican en el cuadrante inferior derecho, pero muy cerca del medio del eje que indica condiciones más bien neutras en cuanto a calidad turbosa o mineral del suelo (Fig. 6 izquierda). En este lado quedan también los tres censos que según el análisis de conglomerados pertenecían a la última comunidad, incluso uno de estos se mueve al cuadrante superior derecho. Los censos del *Chusqueo-Schoenetum antarcticae* se ubican principalmente en el cuadrante superior derecho con condiciones húmedas y turbosas, lo que coincide con el mayor

Tabla 8. Tabla del valor indicador de las especies importantes en cada comunidad y compartida por dos de ellas, según el análisis ISA.

Especies /Comunidad de:	Oreobuletum	Donatietum	Schoenetum	Oreoboletum + Donatietum	Donatietum + Schoenetum
<i>Oreobolus obtusangulus</i>	0,999 < 0,001				
Musgos	0,813 < 0,001				
<i>Tapeinia pumila</i>		0,846 < 0,001			
<i>Schoenus antarcticus</i>			0,909 < 0,001		
<i>Baccharis patagonica</i>			0,816 < 0,001		
<i>Chusquea montana</i>			0,804 < 0,001		
<i>Berberis serratodentata</i>			0,436 < 0,040		
<i>Donatia fascicularis</i>				0,953 < 0,001	
<i>Drosera uniflora</i>				0,681 < 0,005	
<i>Gaimardia australis</i>				0,813 < 0,005	
<i>Racomithrium lanuginosum</i>				0,546 < 0,050	
<i>Gaultheria pumila</i>					0,607 < 0,013
<i>Astelia pumila</i>					0,808 < 0,001

espesor de la turba en esa comunidad. Tres censos (33, 34 y 35) de esta misma de esta última comunidad en los que abundan *Galtheria pumila* y *Astelia pumila* pero faltan *Donatia fascicularis* y *Chusquea montana* se separan en el extremo inferior derecho de condiciones más secas y menos turbosas, en ellos también disminuye la presencia de *Schoenus antarcticus*.

El análisis del valor de las especies indicadoras (ISA) muestra que sólo *Oreobolus obtusangulus* y los musgos como especie colectiva están asociados al *Donatio-Oreoboletum obtusangulae* (Tabla 8). La asociación *Drosero-Donatietum fascicularis* sólo presentó a *Tapeinia pumila* como especie asociada, pero la asociación *Chusqueo-Schoenetum antarcticae* presentó 4 especies asociadas a ella con altos valores, *Schoenus antarcticus*, *Baccharis patagónica*, *Chusquea montana* y *Berberis serratodentata*. Las dos primeras asociaciones comparten 4 especies de alto valor indicador, *Donatia fascicularis*, *Drosera uniflora*, *Gaimardia australis* y el musgo *Racomithrium lanuginosum*. Por último, la segunda Asociación comparte sólo dos especies con la tercera, *Gaultheria pumila* y *Astelia pumila*. En

todo caso, la presencia de estas especies indicadoras demuestra una alta relación florística entre todas las asociaciones descritas.

Comparación de las asociaciones

La Tabla 9 muestra la cobertura promedio en porcentaje de cada una de las especies integrantes del complejo turboso estudiado, en ella se aprecia que 7 especies son compartidas por las tres comunidades, mientras que 2 son comunes a la primera y segunda comunidad y 7, con la segunda y la tercera, esta última comunidad es la única que presenta 6 especies exclusivas, demostrando una mayor diferenciación florística. Sometiendo esta tabla a un análisis de similitud florística se observa que al considerar sólo la presencia de especies (índice de Jaccard) la mayor similitud (56,25 %) se presenta entre la primera y la segunda comunidad, mientras que la menor aparece entre la primera y la tercera (Tabla 10). Estas diferencias se mantienen al incluir la abundancia (índice de Ellenberg) pero con valores de similitud más altos entre la primera y la segunda comunidad y entre esta última y la tercera, por el contrario, el valor de similitud en-

Tabla 9. Censo promedio de cada asociación vegetal descrita. Los números en las columnas de censos indican porcentaje de cobertura promedio de cada especie en cada asociación.

Especies / Asociaciones:	Oreoboletum	Donatietum	Schoenetum	Frecuencia
<i>Donatia fascicularis</i>	28	74	23	3
<i>Schoenus antarcticus</i>	5	17	41	3
<i>Astelia pumila</i>	1	6	23	3
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	8	6	7	3
Musgos	9	1	8	3
<i>Drosera uniflora</i>	2	5	1	3
<i>Gaimardia australis</i>	3	3	1	3
<i>Oreobolus obtusangulus</i>	55	6		2
<i>Cladonia rangiferina</i>	1	1		2
<i>Chusquea montana</i>		1	27	2
<i>Gaultheria pumila</i>		4	16	2
<i>Tapeinia pumila</i>		5	5	2
<i>Nothofagus betuloides</i>		2	5	2
<i>Marsippospermum philippii</i>		1	5	2
<i>Myrteola nummularia</i>		1	4	2
<i>Nothofagus antarctica</i>		4	1	2
<i>Nothofagus nitida</i>			10	1
<i>Baccharis patagonica</i>			9	1
<i>Pilgerodendron uviferum</i>			8	1
<i>Berberis serratodentata</i>			1	1
<i>Drimys winteri</i>			1	1
<i>Olsynium junceum</i>			1	1
Total especies	9	16	20	

tre la primera y la última comunidad descendió en comparación con el valor obtenido con el índice de Jaccard, lo que indica que las diferencias positivas o negativas se acentuaron al utilizar la abundancia (cobertura) de las especies.

La Tabla 11 muestra diferencias en los biótopos que ocupan y en la estructura florística de las comunidades estudiadas. Las dos primeras ubicadas en la depresión y en el borde de ella son pulvinadas y tienen nutrición ombrotrofica, con una alta acidez del sustrato, en cambio la última es del tipo gramíneo y presenta una nutrición minerotrofica, con menor acidez del sustrato. Las dos primeras formas carpetas densas, mientras que la otra corresponde a una formación semiarbustiva alta pero con menor cobertura. El número de especies que

presenta cada comunidad aumenta desde la depresión hacia la planicie, aunque la riqueza específica puede aumentar con el número de censos. En este caso se presentó una correlación positiva entre el número de especies y el número de censos con un $r = 0,82$, pero también se observó un aumento de las especies desde la depresión de condiciones extremas hacia la planicie. El promedio de especies por censo en cambio, fue menor en la depresión y mayor en el borde, mientras que la comunidad de la planicie ocupó una posición intermedia.

DISCUSIÓN

La flora de las turberas estudiadas es muy reducida lo que es típico de las turberas pulvinadas

Tabla 10. Porcentaje de similitud (triángulos superiores) y de disimilitud (triángulos inferiores) según Los índices de Jaccard (arriba) y de Ellenberg (abajo) entre las asociaciones vegetales descritas.

Jaccard	Donatio-Oreoboletum	Drosero-Donatietum	Chusqueo-Schoenetum
Donatio-Oreoboletum		56,25	31,81
Drosero-Donatietum	43,75		46,66
Chusqueo-Schoenetum	68,19	53,34	
Ellenberg			
Donatio-Oreoboletum		86,00	26,00
Drosero-Donatietum	14,00		80,43
Chusqueo-Schoenetum	74,00	19,57	

de la tundra magallánica y la ausencia de malezas alóctonas en ella indica condiciones extremas a las cuales no pueden adaptarse plantas que crecen en hábitats más favorables, ya que en el lugar hay trabajos y transporte de maquinarias que pueden eventualmente servir para dispersar las diásporas de ellas (Dansereau & Lehms, 1957; Ramírez *et al.* 2003). En turberas esfagnosas de Magallanes, sin embargo, se ha reportado la introducción de *Calluna vulgaris* (Ericaceae) una especie leñosa europea cuya introducción probablemente se realizó a través de la dispersión de propágulos en maquinarias contaminadas (Bahamonde *et al.* 2013). Esta situación representa un potencial riesgo de

cambio en la composición florística para estos ecosistemas prístinos del Sur de Chile. Las mismas condiciones extremas explican la reducida riqueza florística de estas turberas y la abundancia de caméfitos y hemicriptófitos que actúan como indicadores de esas condiciones. La abundancia de monocotiledóneas y dicotiledóneas herbáceas pulviniformes y la escasez de musgos, especialmente del género *Sphagnum*, confirman la afinidad florística de estas turberas, con las que se presentan en la región de la tundra magallánica de Schmithüsen (1956) y la relación de ellas con las turberas subantárticas de Nueva Zelanda y Australia con las cuales comparten varios géneros (Wardle *et al.* 2001). Esto

Tabla 11. Diferenciación de requerimientos de sitio y florística de las tres asociaciones vegetales descritas en este trabajo.

Características / Asociación:	Donatio-Oreoboletum	Drosero-Donatietum	Chusqueo-Schoenetum
Formación vegetal	Turbera pulvinada	Turbera pulvinada	Turbera graminosa
Biótopo en que crece	Depresión	Borde inclinado	Planicie más alta
Nutrición (Trofia)	Ombrotrofica	Ombrotrofica	Minerotrofica
Acidez del sustrato	alta	alta	baja
Drenaje	Reducido	Intermedio	Intermedio
Altura de la vegetación (cm)	2	2	50
Censos levantados	14	16	24
Total de especies de la comunidad	9	16	20
Promedio de especies por censo	4,79	6,06	5,58
Máximo de especies por censo	7	8	9
Mínimo de especies por censo	4	3	3
Caméfitos	4 (44%)	8 (50%)	8 (40%)
Hemicriptófitos	2 (22%)	3 (19%)	4 (20%)
Fanerófitos	0	2 (13%)	5 (25%)
Musgos	2 (22%)	2 (13%)	2 (10%)
Líquenes	1 (11%)	1 (5%)	1 (5%)

también se refleja en la alta frecuencia de especies camefíticas en los censos de la tabla inicial y en la escases de líquenes, que en la tundra magallánica es común por la falta de forófitos (Villagra *et al.* 2009).

Dada la alta afinidad florística de los censos de la tabla inicial la ordenación tradicional de ella entregó un resultado que se basa más en la fisonomía y la dominancia que en especies diferenciales, lo cual dificulta la diferenciación y el tratamiento sintaxonómico de las asociaciones encontradas, especialmente de aquellas pulvinadas (Donatio-Oreoboletum obtusangulae y Drosero-Donatietum fascicularis) ya que la única comunidad que presentó claras especies diferenciales fue el Chusqueo-Schoenetum antarcticae, que muestra un carácter semiarbuscivo. La primera comunidad pulvinada tiene alta afinidad con el Astelio-Oreoboletum obtusangulae de Oberdorfer (1960), pero falta la principal especie diferencial que es *Astelia pumila* y por ello se consideró una asociación nueva diferente. Sin embargo el Drosero-Donatietum fascicularis determinado se corresponde perfectamente con la comunidad original descrita por Ramírez (1968) y que posteriormente fuera sinonimizada como Donatietum fascicularis Roig *et al.* 1985. El Chusqueo-Schoenetum antarcticae tiene escasa afinidad con el Schoeno-Oreoboletum obtusangulae de Oberdorfer (1960) incluso para Roig *et al.* (1985), esta última asociación no está bien definida ya que mezclaría varios *sintaxa*. Este último autor describe una nueva asociación denominada Schoeno-Nothofagetum antarcticae que carece de la principal especie diferencial de estos censos como es *Chusquea montana* y que por lo tanto tampoco correspondería al Chusqueo-Schoenetum antarcticae, la nueva asociación descrita en este estudio, que fuera considerada con reservas como una zona ecotonal por Ruthsatz & Villagrán (1991). La asociación propuesta por Roig *et al.* (1985) tiene afinidad florística con las turberas alto montanas definidas por ellos mismos. El aumento del número de especies en el borde podría corresponder a esta situación ecotonal que incluso podría corresponder a una subasociación debido a una mayor heterogeneidad de los censos. En todo caso esto deberá ser comprobado a futuro con mayor número de censos en otros lugares de la cordillera. Los espectros biológicos de las tres comunidades corresponden a lo

que es típico de turberas de condiciones extremas.

Los análisis multivariados confirmaron en gran parte la clasificación tradicional hecha a la tabla inicial, sin embargo retiraron tres censos del Chusqueo-Schoenetum antarcticae para ubicarlos en el Drosero-Donatietum fascicularis, lo que indica una mayor afinidad entre estas dos comunidades, no obstante, fisonómicamente los censos retirados corresponden a la comunidad donde fueron colocados por la ordenación tradicional (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Este resultado expone claramente la diferencia entre una clasificación tradicional basada en especies diferenciales y la clasificación multivariada que da mucha importancia a los valores de cobertura que presentan las especies dominantes. Según el ISA las tres asociaciones están claramente delimitadas, aunque el Drosero-Donatietum fascicularis sólo tiene un especie con alto valor, pero esta comunidad es más afin florística con el Donatio-Oreoboletum obtusangulae que con el Chusqueo-Schoenetum antarcticae, lo que coincide con el carácter subarbuscivo de la última, que la hace diferente.

En la ordenación de las especies en el plano de los dos primeros ejes del análisis NMDS queda de manifiesto los diferentes requerimientos de sitio de las distintas especies, lo que confirma la utilidad de estas ordenaciones de la vegetación para buscar especies indicadoras de condiciones ecológicas, además con ellas es posible establecer cuáles son las principales características de sitio que determinan su distribución y grado de asociación, como ya ha sido puesto de manifiesto por otros autores (Ramírez *et al.* 1991; Diekmann, 2003; San Martín *et al.* 2014). Al tener definidos los cuadrantes del arreglo se puede comprender también la ubicación de los censos en ellos, ya que especies con iguales requerimientos tenderán a colonizar los mismos lugares, constituyendo una asociación vegetal.

Clasificación sintaxonómica

Este estudio permitió distinguir tres asociaciones vegetales en el lugar investigado, de ellas dos son nuevas para la ciencia, lo que indica que aún se desconoce mucho de la vegetación nativa de Chile y especialmente aquella de los humedales turbosos propios del hemisferio Sur y que están siendo sometidas a una explotación

intensiva (Valenzuela & Schlatter, 2004). Esto es importante porque las especies presentes en ella son plantas nativas y la mayoría endémicas del extremo Sur de Sudamérica. Aunque la

clasificación sintaxonómica de las comunidades de turberas chilenas requiere aún una revisión, la ubicación actual en ella de las asociaciones descritas sería la siguiente:

Clase: Myrteolo-Sphagnetea Oberd. 1960 (Tundra subantarctica)

Orden: Myrteolo-Sphagnetalia Oberd. 1960 (Tundra magallánica)

Alianza: *Donation fascicularis* Roig, Dollens & Mendez 1985 (Turberas pulvinadas)

Asociación: *Donatio-Oreoboletum obtusangulae* asoc. nova

Drosero-Donatietum fascicularis Ramírez 1968

Alianza: *Astelion pumiliae* San Martín, Ramírez, Figueroa 1999 (Turberas gramíneas)

Asociación: *Chusqueo-Schoenetum antarcticae* asoc. nova

Conservación de los humedales turbosos de Chiloé

Los humedales turbosos estudiados, además de ser un seguro refugio para varias plantas endémicas de Chile, tienen una gran importancia como reservorios de agua y regulación de la escorrentía, por ello debería evitarse realizar en ellos obras de drenaje que podrían alterar el ciclo hídrico de la isla de Chiloé promoviendo condiciones de sequía en las tierras bajas, que tienen utilidad hortícola y ganadera. Además, estos humedales son únicos en el mundo, presentándose sólo en Australia, Tasmania y Nueva Zelanda (Ruthsatz & Villagrán, 1991) y no tienen mucha relación con los humedales turbosos esfagnosos que se distribuyen ampliamente en las zonas templadas y frías de ambos hemisferios (Oberdorfer, 1960).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Castro la movilización y el permiso para la visita y al Jefe del Parque Eólico San Pedro Don Drago Bartulín por su valiosa ayuda.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, M., San Martín, C., Novoa, C., Toledo, G. & C. Ramírez (2010). Diversidad florística, vegetacional y de hábitats en el archipiélago de Los Chonos (Región de Aisén, Chile). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 38: 34-55.

Amigo, J. & Ramírez, C. (1998). A bioclimatic

classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology*, 136: 9-26.

Bahamonde, N., Vidal, O.J. & Henríquez, J.M. (2013). *Calluna vulgaris* (L.) Hull en dos turberas de *Sphagnum magellanicum* Brid. (Sphagnaceae) intervenidas por la extracción de turba: nueva adición para la flora vascular adventicia de la Región de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 41: 115-119.

Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones, Madrid, España.

Clarke, K.R. (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 205-219.

Dansereau, D. & Lems, K. (1957). The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. *Contribution de l'Institut Botanique de l'Université de Montreal*, 71: 5-52.

De Cáceres, M., Legendre, P. & Moretti, M. (2010). Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, 119: 1674-1684.

Dengler, J., Chytrý, M. & Ewald, J. (2008). Phytosociology. p. 2767-2779. In Jørgensen, S.E. & B.D. Fath (eds.) *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Oxford, England.

Diekmann, M. (2003). Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and Applied Plant Ecology*, 4: 493-506.

- Dierschcke, H. (1994). *Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dufrene, M. & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Godley, E. (1960). The botany of Southern Chile in relation to New Zealand and the subantarctic. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 152: 457-475.
- Hajek, E. & Di Castri, F. (1975). *Bioclimatografía de Chile*. Editorial Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Hauser, A. (1996). Los depósitos de turba en Chile y sus perspectivas de utilización. *Revista Geológica de Chile*, 23: 217-229.
- Izco, J. & Del Arco, M. (2003). Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica. *Materiales Didácticos Universitarios Serie Botánica*, 2: 1-154.
- Kleinebecker, T., Hölzel, N. & Vogel, A. (2010). Patterns and gradients of diversity in South Patagonian ombrotrophic peat bogs. *Austral Ecology*, 35: 1-12.
- Knapp, R. (1984). Considerations on quantitative parameters and qualitative attributes in vegetation analysis and in phytosociological relevés. Knapp, R. (ed.) *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science* (pp. 77-119). Dr. W. Junk Publishers, La Haya.
- Legendre P. & Legendre, L. (1998). *Numerical ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- Mc Cune, B. & Grace, J. B. (2002). *Analysis of ecological communities*. MJM Software, Glenden Beach, Oregon, USA.
- Moore, D. (1983). *Flora of Tierra del Fuego*. Anthony Nelson, Shropshire & Missouri Botanical Garden.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley & Sons, New York, USA. 547 pp.
- Oberforfer, E. (1960). Pflanzensoziologischen Studien in Chile – Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi*, 2: 1-208.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de fuego-patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre los 52° y 56° S. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 8: 121-250
- Pisano, E. (1983). The Magellanic tundra complex. In Gore, AJP. (ed.) *Ecosystems of the World*, 4 (pp. 289-323). Mires: Swamp, Biog, Fen and Moor, B Regional Studies. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Promis, A. (2000). Humedales anegadizos de la Patagonia Chilena. *Ambiente Forestal*, 5: 6-16.
- Ramírez, C. (1968). Die Vegetation der Moore der Cordillera Pelada, Chile. Bericht der Oberhessisch. Ges. für Natur- und Heilkunde zu Giessen NF. *Naturwiss. Abt.*, 36: 95-101.
- Ramírez, C. & Westermeier, R. (1976). Estudio de la vegetación espontánea del Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile (Valdivia) como ejemplo de tabulación fitosociológica. *Agro Sur*, 4: 93-105.
- Ramírez, C., Álvarez, M. & San Martín, C. (2003). Diásporas y mecanismos de dispersión en praderas antropogénicas de la X Región de Los Lagos, Chile. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 34: 203-218.
- 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., Correa, M., Figueroa, H. & San Martín, J. (1985). Variación del hábito de *Nothofagus antarctica* en el centro-sur de Chile. *Bosque*, 6: 55-73.
- Ramírez, C., Finot, V., San Martín, C. & Ellies, A. (1991). El valor indicador ecológico de las malezas del Centro-Sur de Chile. *Agro Sur*, 19: 94-116.
- Ramírez, C., Ortiz, I., San Martín, C., Vidal, O., Álvarez, M., Pérez, Y., Solís, J.L. & Álvarez, I. (2014). Estudio preliminar de la biodiversidad vegetal terrestre en el estero Walker (Región de Aysén, Chile): utilizando líneas base de proyectos de inversión. *Gayana Botanica*, 71(29): 237-256.
- Rodríguez, R., Marticorena, A. & Teneb, E. (2008). Plantas vasculares de los ríos Baker y Pascua, Región de Aisén, Chile. *Gayana Botanica*, 65: 39-70.
- Roeland, K. & Coe, R. (2005). *Tree diversity analysis. A manual and software for*

- common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Center (ICRAF), Nairobi.
- Roig, F., Dollenz, O. & Mendez, E. (1983). Tundra y bosque magallánico. Su dinamismo en el Sur de Chile. *Serie Científica de Mendoza*, 30: 5-10.
- Roig, F., Anchorena, A., Dollenz, O., Faggi, A. & Mendez, E. (1985). La vegetación del área continental. Boelcke, O., D. Moore & F. Roig (eds.). *Transecta botánica de la Patagonia Austral* (pp. 350-519). CONICET. Buenos Aires.
- Ruthsatz, B. & Villagrán, C. (1991). Vegetation pattern and soil nutrients of a Magellanic moorland on the Cordillera de Piuché, Chiloé Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64: 461-478.
- San Martín, C., Ramírez, C. & Figueroa, H. (1999). Análisis multivariable de la vegetación de un complejo de turberas en Cordillera pelada (Valdivia, Chile). *Lazaroa*, 20: 95-106.
- San Martín, C., Ramírez, C. & Álvarez, M. (2004). Estudio de la vegetación de "Mallines" y "Campañas" en la Cordillera Pelada (Valdivia, Chile). *Revista Geográfica de Valparaíso*, 35: 261-273.
- San Martín, C., Sandoval, V., Álvarez, M., Vidal, O., Pérez, Y. & Solís, J.L. (2014). Comparación de etapas de degradación vegetacional con manejo pecuario utilizando valores bioindicadores de Ellenberg en la Patagonia Chilena. *Bosque*, 35(2): 141-154.
- Schmithüsen, J. (1956). Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. *Bonner Geographische Abhandlungen*, 17: 1-86.
- Teneb, E. & Dollenz, O. (2004). Distribución espacial de la flora vascular, humedad y pH en un turbal de esfagno (*Sphagnum magellanicum* Brid.), Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 32: 5-12.
- Teneb, E., Gómez, P. & González, M. (2008). Observaciones sobre la flora y vegetación de dos turberas en la Región de Aisen, Patagonia chilena. *Gayana Botanica*, 65: 229-232.
- Valenzuela, J. & Schlatter, R. (2004). Las turberas de la Isla de Chiloé (Xa Región; Chile): aspectos sobre usos y estado de conservación. D. Blanco & V. de la Balze (eds.). *Los turbales de la Patagonia – Bases para su inventario y conservación de su biodiversidad* (Publicación 19: 87-92). Wetlands International (Buenos Aires).
- Vidal, O. (2007). *Flora Torres del Paine – Guía de Campo*. Editorial FantásticoSur. Punta Arenas.
- Vidal, O., Bannister, J.R., Sandoval, V., Pérez, Y. & Ramírez, C. (2011). Woodland communities in the Chilean cold-temperate zone: floristic composition and morphological transition, *Gayana Botanica*, 68: 141-154.
- Villagra, J., Montenegro, D., San Martín, C., Ramírez, C. & Álvarez, I. (2009). Estudio de la flora liquénica de las turberas de la comuna de Tortel (Región de Aisen) Patagonia chilena. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 37(1): 53-62.
- Villagrán, C. (2002). *Flora y vegetación del Parque Nacional Chiloé: Guía de Excursión Botánica por la Cordillera de Piuché*. CONAF, Santiago.
- Wardle, P. (1991). *Vegetation of New Zealand*. Cambridge University Press.
- Wardle, P., Ezcurra, C., Ramírez, C. & Wagstaff, S. (2001). Comparison of the flora and vegetation of the southern Andes and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 39: 69-108.
- Wikum, D. & Shanholtzer, G.F. (1978). Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management*, 2: 323-329.
- Wink, M. (2006). Schriftzeichen im Logbuch des lebens: Molekulare Evolutionsforschung. *Biologie in unserer Zeit*, 36: 26-37.
- Zegers, G., Larraín, J., Díaz, M.F. & Armesto, J.J. (2006). Impacto ecológico y social de la explotación de pomponales y turberas de *Sphagnum* en la Isla Grande de Chiloé. *Revista Medio Ambiente y Desarrollo*, 22: 28-34.
- Zuloaga, F., Morrone, O. & Belgrano, M. (2008). *Catálogo de las plantas vasculares del cono sur*. Missouri Botanical Garden Press, Missouri.

