

Análisis multivariable de la vegetación de un complejo de turberas en Cordillera Pelada (Valdivia, Chile)

Cristina San Martín Padovani, Carlos Ramírez García (*)
& Heriberto Figueroa Sánchez (**)

Resumen: San Martín, C., Ramírez, C. & Figueroa, H. *Análisis multivariable de la vegetación de un complejo de turberas en Cordillera Pelada (Valdivia, Chile). Lazaroa 20: 95-106 (1999).*

Se estudió la vegetación en un gradiente de inclinación de un complejo de turberas, en la cordillera costera de Valdivia, Chile. Se levantaron 17 censos de vegetación, ubicados equidistantes en un transecto de 50 m. La tabla fitosociológica resultante se analizó con métodos estadísticos multivariados de ordenación y de clasificación. Además, se determinaron algunas características químicas del sustrato. El transecto estudiado corresponde a una coenoclina, cuya parte alta es ocupada por un alerzal (*Fitzroyetum cupressoidis*), en la zona intermedia se desarrolla una turbera ombrogénica de *Donatia fascicularis* (*Drosero-Donatietum fascicularis*) y, en la parte inferior, una topogénica de *Sphagnum magellanicum* (*Sphagnetum magellanicii*). En las zonas ecotonales entre estas comunidades prosperan pantanos turbosos de *Astelia pumila* (*Astelio-Oreoboletum obtusangulae*) y de *Marsippospermum philippii* (*Marsippospermo-Astelietum pumilae*) que muestran escasa diferenciación florística. Se proponen dos alianzas fitosociológicas nuevas *Donation fascicularis* (turberas de *Donatia*) y *Astelion pumilae* (pantanos de *Astelia*) para la Clase *Myrteolo-Sphagnetea* Oberdorfer 1960. Los contenidos de materia orgánica y de agua del sustrato son los factores determinantes de estos patrones de distribución. Finalmente, se analiza la posición fitogeográfica de las comunidades vegetales determinadas.

Abstract: San Martín, C., Ramírez, C. & Figueroa, H. *Multivariate analysis of the vegetation in a bog complex in the Cordillera Pelada (Valdivia, Chile). Lazaroa 20: 95-106 (1999).*

The vegetation of an inclination gradient in a bog complex of the Coastal Mountain Range (Valdivia, Chile) was studied. Seventeen equidistant vegetation samples were made in a 50 m transect. The resultant phytosociological table is analyzed with ordination and classification multivariate statistical methods. Substrate variables were also determined. The studied transect corresponds to a coenocline, where the summit is covered by an alerce-forest (*Fitzroyetum cupressoidis*), the intermediate zone has a *Donatia fascicularis* ombrogenic bog (*Drosero-Donatietum fascicularis*) and the lower part a *Sphagnum magellanicum* topogenic bog (*Sphagnetum magellanicii*). The ecotonal zones between these plant communities are colonized by boggy-swamps of *Astelia pumila* (*Astelio-Oreoboletum obtusangulae*) and *Marsippospermum philippii* (*Marsippospermo-Astelietum pumilae*) with high floristic similitude. For the phytosociological Classis *Myrteolo-Sphagnetea* Oberdorfer 1960 two new Alliances were proposed *Donation fascicularis* (*Donatia*-bogs) and *Astelion pumilae* (*Astelia*-swamps). The organic matter and water content of the substrat are the main determinant factors in these distributional patterns. Finally, the phytogeographical position of the communities is analyzed.

INTRODUCCIÓN

La Región Turbosa Magallánica definida por SCHMITHÜSEN (1956) se extiende por el territorio continental e insular de Chile desde el Golfo de Penas (48° L.S.) hasta el extremo Sur de Sudamérica (56° L.S.), dominando en todas las islas expuestas a los vientos del Pacífico (MOORE, 1983). El clima de esta región ha sido caracterizado como de tundra isotérmica por ZAMORA & SANTANA (1979) y por ello, ha sido también denominada Región de la Tun-

dra magallánica (QUINTANILLA, 1981, 1989). Su cubierta vegetal continua consiste en una vegetación herbácea pulviniforme, sin crecimiento arbóreo (PISANO, 1983; GAJARDO, 1994; DOLLENZ, 1995). Avanzadas septentrionales de dicha región, se encuentran en la cordillera de San Pedro en la isla de Chiloé (ESPINOSA, 1917) y en la Cordillera Pelada, en Valdivia (RAMÍREZ, 1968), siendo conocidas localmente con el nombre de «campanas». En este último lugar, ocupan las cumbres más altas de la cordillera costera, limitando con bosques de alerce o

* Instituto de Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia. Chile.

** Instituto de Estadística. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia. Chile.

alcerzales (*Fitzroyetum cupressoidis* Oberdorfer 1960) en las partes más elevadas y secas (RAMÍREZ & RIVEROS, 1975; VEBLEN & AHSTON, 1982) y con pantanos turbosos de *Sphagnum magellanicum* y Ciperáceas, en las depresiones más húmedas junto a pequeños arroyos (RAMÍREZ, 1968). En las «campañas» de la cumbre de la Cordillera Pelada se han descrito las siguientes asociaciones vegetales: *Marsippospermo-Astelietum pumilae* Ramírez 1968 (pantano de *Marsippospermum*), *Drosero-Donatietum fascicularis* Ramírez 1968 (Turbera de *Donatia*), *Astelio-Oreoboletum obtusangulae* Oberdorfer 1960 (Pantano de *Astelia*) y *Sphagnetum magellanicum* Pisano 1977 (Turbera de Esfagno).

El presente es un estudio vegetacional realizado en estas «campañas», en un transecto que partiendo desde el Alcerzal, llega al pantano turboso, pasando a través de una turbera alta subantártica. La hipótesis de trabajo suponía que a lo largo de este transecto deberían delimitarse claramente las diferentes asociaciones vegetales descritas con metodología fitosociológica tradicional, las que incluso mostrarían una clara segregación en los arreglos estadísticos multivariados.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la turbera «El Refugio» ubicada en el «Cerro Mirador» del Monumento Natural «Alerce Costero» (CORTÉS, 1990), situado en la Cordillera Pelada, cordillera de la costa de la provincia de Valdivia (Chile) entre los ríos Bueno y Valdivia (Fig. 1).

El Cerro Mirador se eleva a 1000 msnm y presenta condiciones climáticas extremas en su cumbre (HUBER, 1975) con vientos marinos constantes, que limitan el desarrollo de la vegetación boscosa. El promedio de precipitación supera los 4000 mm y en invierno el suelo suele cubrirse con hasta 40 cm de nieve (MONTALDO, 1975). La precipitación muestra drásticos cambios al comparar lugares litorales, con la cumbre de la cordillera y la ladera oriental de ella (WEINBERGER, 1973), en esta última, se presenta un marcado efecto de sombra de lluvia (RAMÍREZ & al., 1996). El promedio de temperatura anual no supera 10 °C.

Los suelos muestran escaso desarrollo (PERALTA, 1975) y su origen está en la descomposición de piedra laja (esquistos micáceos) que constituyen el

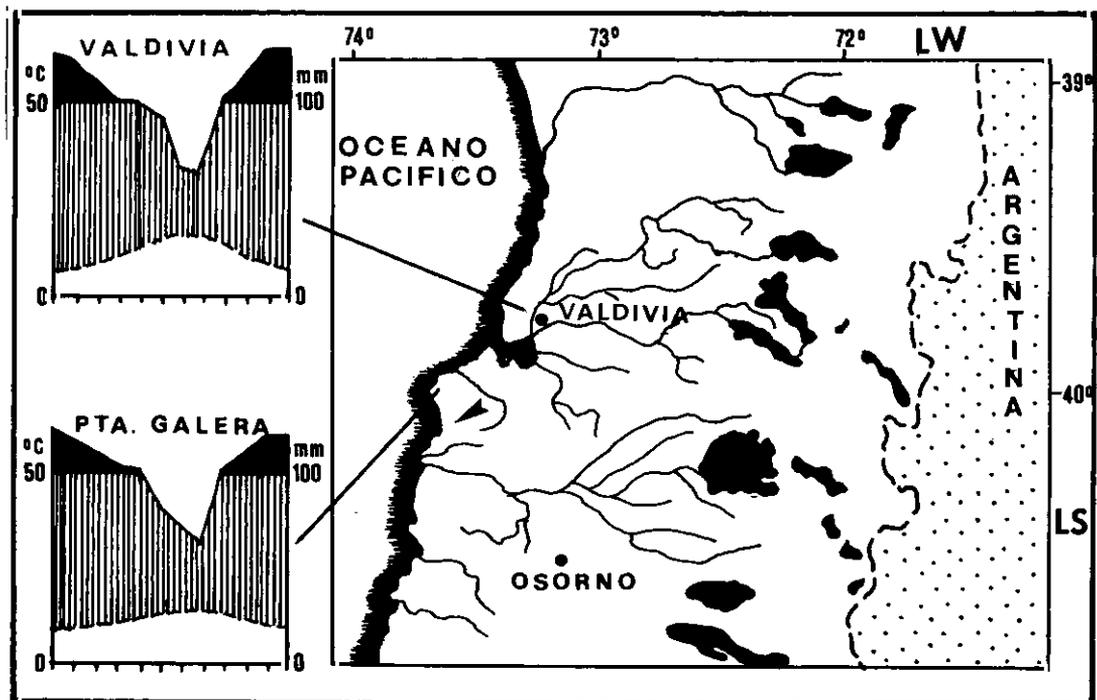


Figura 1.—Región Valdiviana, Chile. La punta de flecha indica el lugar de trabajo. Diagramas climáticos de Valdivia y Punta Galera tomados de HAJEK & DI CASTRI (1975).

sustrato geológico en esta parte de la cordillera costera (MONTALDO & al., 1982). En laderas y depresiones suele acumularse turba (PISANO, 1983), por el desarrollo de comunidades turbosas de musgos y, principalmente, de angiospermas herbáceas pulviniformes.

MÉTODOS

A lo largo de un transecto de 50 m de largo, con un desnivel de 3 m, y cuya pendiente presenta orientación SW se establecieron 17 parcelas de muestreo de 4 m² cada una, equidistantes entre sí y separadas por una distancia de 1 m (Fig. 2), en las cuales se levantaron censos de vegetación. En cada censo se anotaron las especies presentes y la cobertura-densidad de los individuos de cada una de ellas, expresada en porcentaje de la parcela muestreada (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; DIERSCHCKE, 1994). Para valores bajo 1% se usaron los signos «+» y «r» *sensu* Knapp (1984). No obstante, para los cálculos estadísticos se elevaron a la unidad. Estos muestreos situados muy cerca uno del otro a lo largo de un transecto son adecuados para un análisis de gradiente (WHITTAKER, 1967; SPATZ, 1975). Con estos inventarios se construyó la tabla 1, base del presente estudio.

La similitud florística de los censos del transecto se comparó primero, usando el índice de similitud de Jaccard y luego, aplicando un análisis de clasificación utilizando el coeficiente de correlación de

Pearson como medida de similitud florística (SAÍZ, 1980) y el método de la distancia mínima para confeccionar el dendrograma (ORLOCI, 1972). El análisis de componentes principales se utilizó para ordenar especies y censos en gradientes ambientales (DIGBY & KEMPTON, 1987). El análisis de ordenación polar (FIGUEROA & al., 1986) que sirvió para ordenar los censos, utilizó una matriz preparada con el coeficiente de comunidad de ELLENBERG (1956) que considera la cobertura de las especies.

RESULTADOS

De las 32 especies presentes en la tabla 1, 13 son dicotiledóneas, 13 monocotiledóneas, 2 gimnospermas, 1 pteridófito, 2 musgos y 1 líquen. Todas estas especies son nativas, lo que indica, probablemente, ausencia de intervención antrópica y por lo tanto, que el transecto trabajado mantendría aún su vegetación original. La especie más abundante en todo el transecto fue *Donatia fascicularis*. Le siguen con menor importancia *Fitzroya cupressoides* y *Oreobolus obtusangulus*. También son importantes de mencionar *Astelia pumila*, *Chusquea nigricans* y *Pernettya pumila*, la única especie presente en todos los censos a lo largo del transecto estudiado.

El espectro biológico del transecto está dominado por hierbas perennes hemcriptofíticas. Con menores valores, pero también con importancia, figuran hierbas pulviniformes y subarbustos camefíticos. Muy

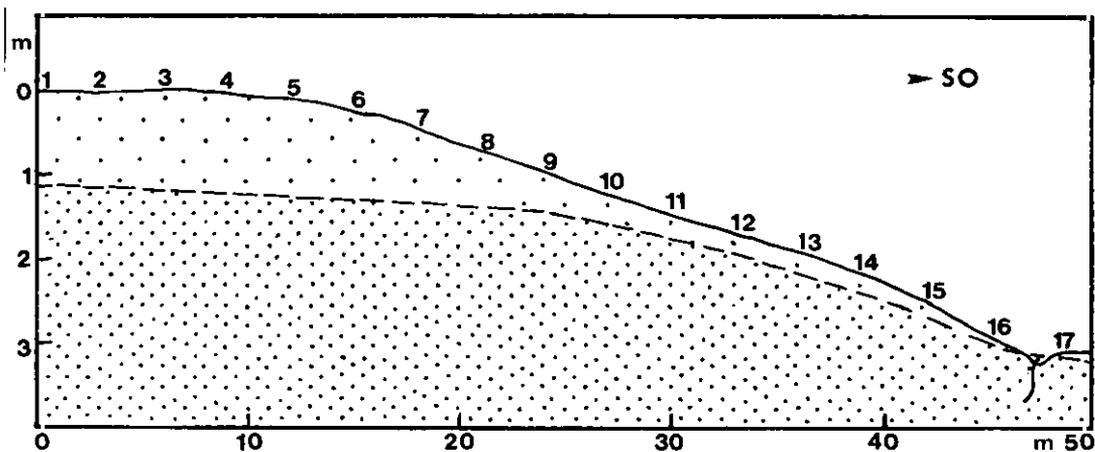


Figura 2.—Perfil del transecto estudiado. Los números indican la ubicación de los censos de vegetación y la línea cortada el nivel de la capa freática en verano.

Tabla 1

Tabla fitosociológica inicial del transecto. La abundancia se expresa en porcentaje de cobertura

Comunidades:	a			b			c			d			e			F	Fr	%	CV.I.			
Especies/Censos:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
<i>Fitzroya cupressoides</i>	99	99	99	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	3	297	16,98
<i>Philesia magellanica</i>	10	20	10	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	4	41	4,76
<i>Uncinia phleoides</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	3	3	2,17
<i>Lycopodium gayanum</i>	+	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	2	11	1,90
<i>Chusquea nigricans</i>	30	30	20	10	10	10	10	.	.	.	.	.	.	.	.	15	.	Fa	8	135	12,20
<i>Myrteola barneouidi</i>	+	+	.	+	5	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	C	8	12	6,00
<i>Astelia pumila</i>	.	.	.	30	20	.	50	30	20	50	C	6	200	14,12
<i>Marsippospermum philipii</i>	.	.	.	.	.	30	+	+	.	.	.	.	.	.	80	.	.	H	5	113	9,06
<i>Drosera uniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	10	5	+	.	.	.	H	5	19	4,32
<i>Gaimardia australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	C	5	5	3,62
<i>Nothofagus antarctica</i>	.	.	.	+	5	5	+	5	+	+	.	.	+	5	+	5	+	Fa	12	32	9,26	
<i>Pernettya pumila</i>	+	+	+	5	+	+	+	+	+	+	5	+	+	+	+	+	+	C	17	25	12,73	
<i>Donatia fascicularis</i>	.	.	.	+	70	50	40	50	50	80	80	80	90	90	40	70	5	C	14	796	49,55	
<i>Oreobolus obtusangulus</i>	.	.	.	60	5	+	+	+	40	20	20	10	5	10	.	.	.	C	11	173	16,14	
<i>Gentiana lactea</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	+	.	T	9	9	6,53
<i>Cladonia pycnoclada</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	L	7	7	5,07
<i>Tapeinia magellanica</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	10	+	+	.	.	.	.	+	.	C	6	15	4,80
<i>Rhacomithrium lanuginosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	M	2	2	1,45
<i>Tribeles australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	H	2	2	1,45
<i>Berberis serrato-dentata</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	3	3	2,17
<i>Senecio acanthifolius</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	H	3	3	2,17
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	3	3	2,17
<i>Hypochaeris tenuifolia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	2	11	1,90
<i>Desfontainia spinosa</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	2	2	1,45
<i>Myoschilos oblonga</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	1	20	1,67
<i>Schoenus rhynchosporoides</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fa	1	10	1,17
<i>Chlorea sp.</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	1	1	0,72
<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	1	1	0,72
<i>Scirpus inundatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	M	1	20	1,61
<i>Juncus procerus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	H	1	10	1,17
<i>Nertera granadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	H	1	5	0,92
<i>Agrostis sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	H	1	1	0,72
Especies por censo.	12	7	7	10	9	9	10	9	9	9	9	6	7	10	7	7	14					

a = Bosque de alerce, b = Pantano de Astelia, c = Pantano de Quilmén, d = Turbera de Donatia, e = Turbera de Sphagnum.

F = Formas de vida: Fa = Fanerófito, C = Carnéfito, H = Hemicriptófito, G = Geófito, T = Terófito.

%C = Porcentaje de cobertura total. V.I. = Valor de Importancia.

escasos son geófitos y terófitos (anuales y bianuales) (Fig. 3). Al considerar la cobertura de los individuos de cada forma de vida, casi el 70% de ella pasa a corresponder a los caméfitos, confirmando las condiciones climáticas y edáficas extremas del lugar de trabajo (KNAPP, 1984).

El promedio de especies por censos fue de 8,82 ($\pm 1,82$) con un valor máximo de 14 y uno mínimo de 6 especies por censo. El primero corresponde a un censo levantado en el bosque, y el segundo a otro tomado en el centro de la «campaña». El bajo número de especies por censo se debe a las rigurosas condiciones climatológicas existentes en el lu-

gar de trabajo. La cobertura fue siempre alta, lo que indica la presencia de una cubierta vegetal continua, además de una clara estratificación, en el caso de los valores más altos, medidos en el bosque y en la zona ecotonal, entre éste y la turbera (Fig. 4).

El histograma de frecuencia muestra que la vegetación estudiada no es homogénea dada la baja representatividad de la clase de frecuencia más alta (KNAPP, 1984), más bien, se presenta distribuida en un continuo de comunidades a lo largo del gradiente ambiental (Fig. 5). Al representar gráficamente la similitud florística según Jaccard de los dos censos extremos (censos 1 y 17) con los res-

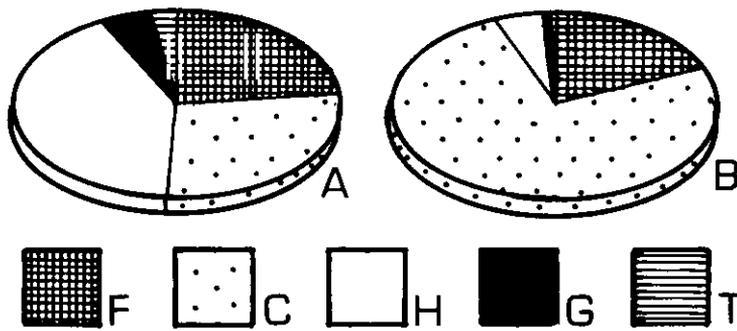


Figura 3.—Espectro biológico de la del transecto estudiado según número de especies (A) y cobertura de sus individuos (B). Formas de vida: F: fanerófitos, C: caméfitos, H: hemicriptófitos, G: geófitos y T: terófitos.

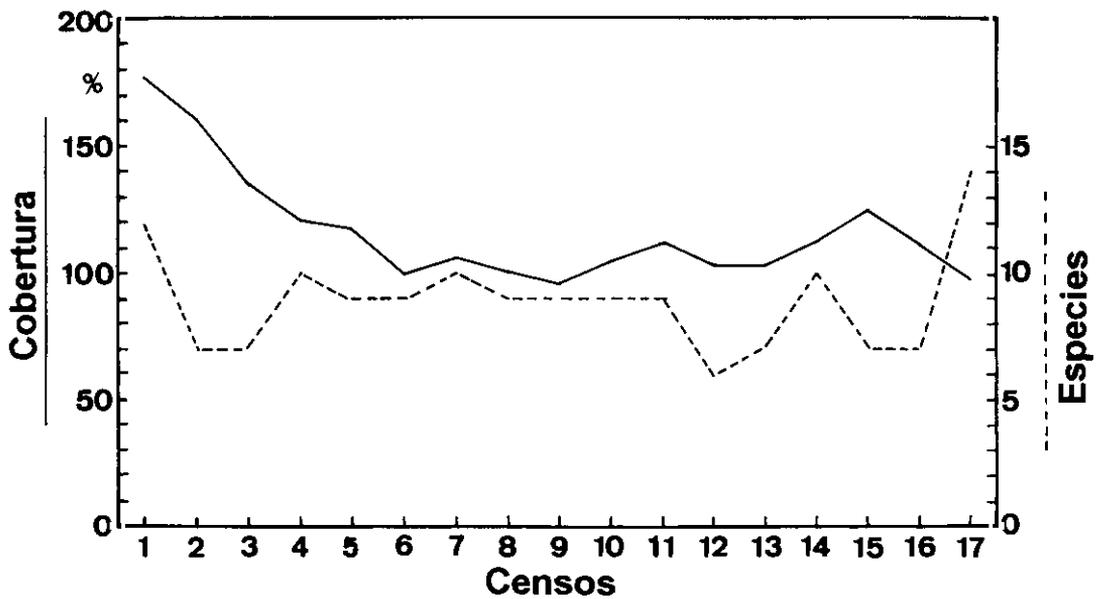


Figura 4.—Cobertura total y número de especies en cada parcela muestreada.

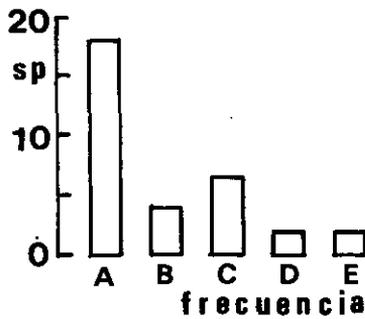


Figura 5.—Histograma de frecuencia de las especies en el transecto. Clases de frecuencia: A: 0 - 20,9 B: 21 - 40,9, C: 41 - 60,9, D: 61 - 80,9 y E: 81 - 100 %.

tantes, se observa que efectivamente la similitud es baja (Fig. 6) y que en ambos extremos varía en forma gradual, mostrando la existencia de un gradiente. Sin embargo, la similitud florística es mayor con el censo 17 (turbera de Esfagno) que con el 1 (Alerzal).

El análisis de clasificación realizado sobre la matriz de similitud florística mostró 8 grupos de censos (Fig. 7), de los cuales, la mitad corresponde a censos aislados, que se sitúan en la zona ecotonal entre el bosque y la turbera, y entre ésta y el extremo infe-

rior del transecto. Los censos 4, 5 y 8 corresponden al pantano turboso de *Astelia pumila* y el 17, a una turbera de *Sphagnum magellanicum*.

En el extremo superior del dendrograma, se formó un conglomerado con los tres censos del bosque de *Fitzroya cupressoides*. Bajo él, aparece un conglomerado con dos censos (7 y 16) que fueron levantados en una zona ecotonal, dominada por *Marsippospermum philippii*. Esta zona ecotonal está representada también en el último conglomerado, formado por los censos 6 y 15. El tercer conglomerado está integrado por 6 censos, unidos con alta similitud florística, los que fueron levantados en el centro de la «campana» en la turbera integrada por *Donatia fascicularis*.

El análisis de componentes principales ordenó las especies del transecto como se muestra en la figura 8. La mayoría de ellas, se sitúa en la intersección de los dos primeros componentes principales, contribuyendo escasamente a su diferenciación. El primer componente, que explicó un 39,5% de la variación total, separa en el extremo izquierdo las especies de turbera *Oreobolus obtusangulus* y *Donatia fascicularis*; mientras que en el otro extremo, se sitúan plantas leñosas como *Fitzroya cupressoides*, *Philesia magellanica* y *Chusquea nigricans*, que

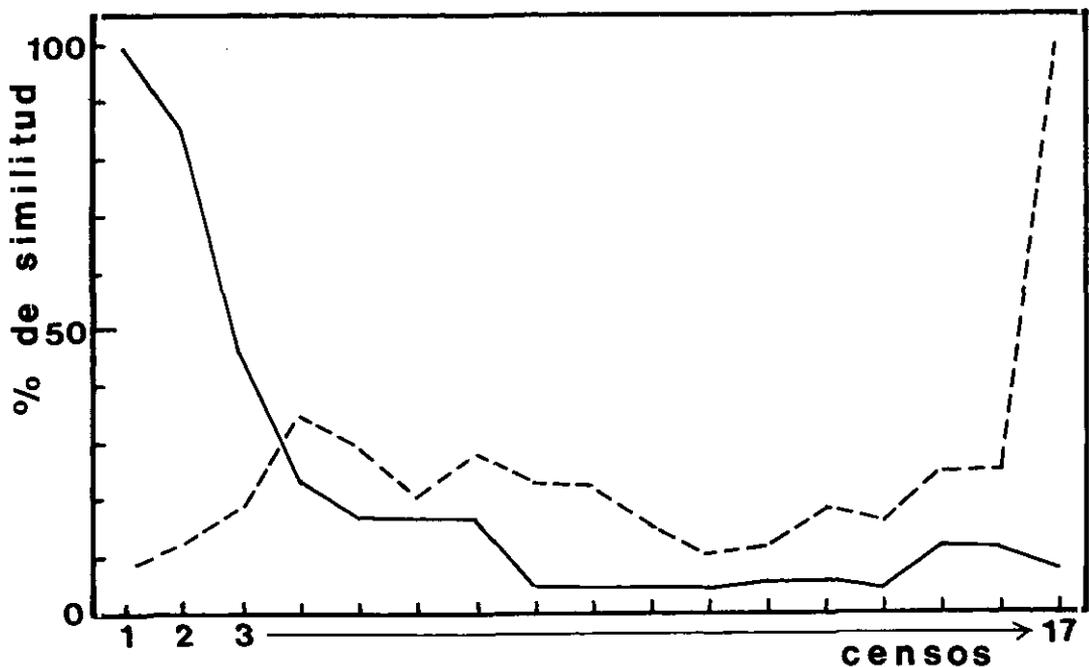


Figura 6.—Similitud florística según Jaccard entre el primer censo y los restantes (línea entera) y entre el último y los restantes (línea cortada).

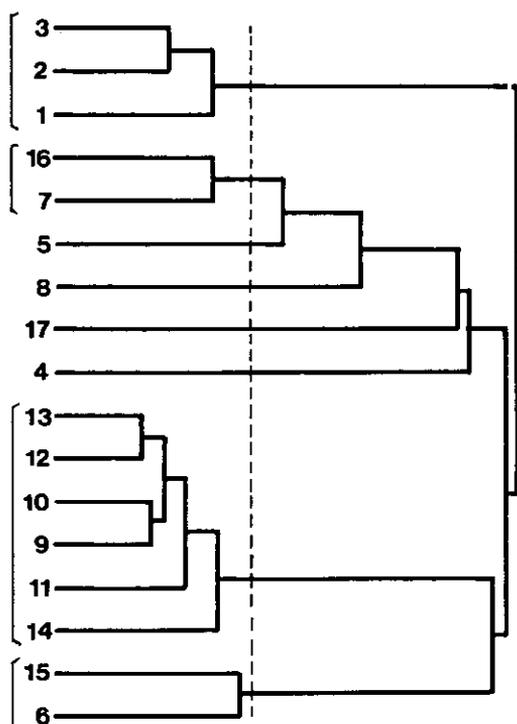


Figura 7.—Dendrograma de similitud florística según Pearson entre los censos. Los corchetes reúnen los grupos de censos a un nivel de similitud de 63% (línea cortada).

ocupan lugares con mejores condiciones de nutrición mineral. De acuerdo a esta interpretación, el primer componente principal correspondería a una gradiente de materia orgánica en el sustrato, que aumentaría de izquierda a derecha. Este factor sería entonces el más importante y determinante en la microdistribución de las especies vegetales en el transecto analizado.

El segundo componente principal, que explica el 21,4% de la varianza total, segrega en el extremo superior a *Fitzroya cupressoides* y *Philesia magellanica*, entre otras, y a *Donatia fascicularis* y *Astelia pumila*, en el inferior. Las dos primeras son plantas de lugares secos, incluso la segunda es un arbusto que actúa como trepadora y a veces como epífita facultativo (MARTÍNEZ, 1985); mientras que las otras dos son plantas herbáceas que colonizan sustratos turbosos que acumulan mucha agua. De acuerdo a esto, este segundo componente puede asimilarse a una gradiente de humedad edáfica, que aumentaría de arriba hacia abajo en el diagrama de la figura 8.

El plano formado por estos dos primeros componentes principales se puede dividir entonces, en cuadrantes con características no hidromórficas los superiores, e hidromórficas, los inferiores; mientras que los de la izquierda, representarían condiciones orgánicas del sustrato y los de la derecha, condiciones minerales. *Drosera uniflora*, especie insectívora, prefiere condiciones orgánicas secas, mientras que *Nothofagus antarctica*, arbusto caducifolio, crece en aquellas orgánicas húmedas, confirmando lo propuesto por RAMÍREZ & al. (1985) en el sentido de que esta especie poco agresiva es desplazada por competencia a los biótupos menos favorables. *Astelia pumila* prospera en condiciones de alta humedad, pero con mayor contenido en minerales del sustrato.

La figura 9 muestra la distribución de los censos en el plano formado por los dos primeros componentes principales. Los tres censos practicados en el Alerzal se ubican en el extremo superior derecho (A), que corresponde a condiciones de poca humedad y materia orgánica en el sustrato. Los censos del centro de la turbera de *Donatia fascicularis* se ubican muy próximos entre sí, en el extremo izquierdo del diagrama (B), en condiciones de poca humedad, pero con mucha materia orgánica. El resto de los censos se sitúa en la parte inferior de la figura, sin segregarse mayormente por el primer componente principal. Esto indica que ellos viven en condiciones de anegamiento, sin importar el contenido en materia orgánica del sustrato. El grupo C corresponde al pantano de *Marsippospermum philippii* que se presenta tanto en la parte superior como también en la inferior del transecto, es decir, con condiciones variables de humedad del sustrato. Los tres censos levantados en el pantano turboso de *Astelia pumila* (D) tienen una ubicación próxima a los de *Marsippospermum philippii*. Por último, el censo 17 (E) realizado en la turbera de *Sphagnum magellanicum* se ubica en el cuadrante con condiciones húmedas y poca materia orgánica en el sustrato.

El ordenamiento de componentes principales separó entonces, tres grupos en la vegetación del transecto: El bosque de alerce, de condiciones más secas y con sustrato mineral, la turbera de *Donatia fascicularis* de condiciones secas con sustrato muy turboso, los pantanos turbosos de *Astelia pumila* y de *Marsippospermum philippii* y la turbera de *Sphagnum magellanicum*, de condiciones muy húmedas y con menor contenido orgánico en el sustrato. Los

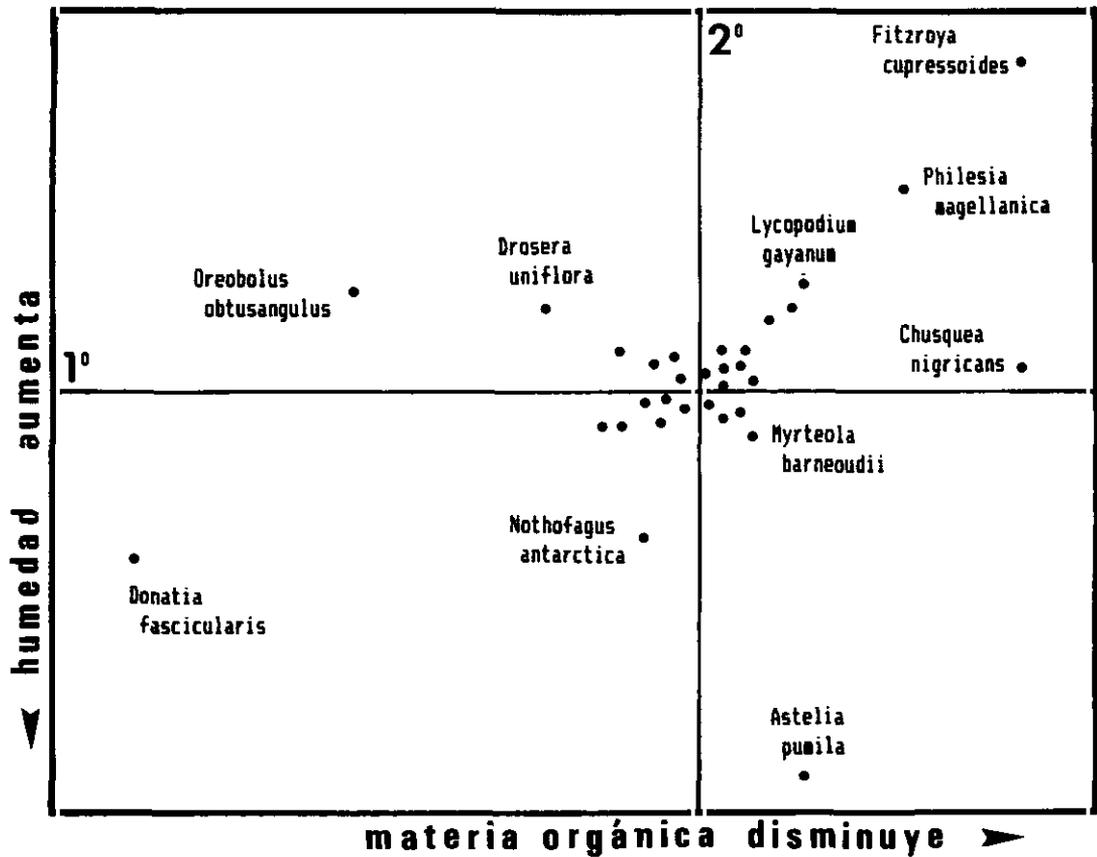


Figura 8.—Distribución de las especies en el plano formado por los dos primeros componentes principales.

pantanos de *Astelia pumila* y de *Marsippospermum philippii* muestran alta similitud en sus requerimientos de hábitat.

El análisis de ordenación polar realizado con la matriz de disimilitud de Ellenberg ubicó a los censos 1 (Alerzal) y 10 (Turbera de *Donatia*) como los más diferentes en los extremos del arreglo (Fig. 10). En el lado derecho y próximos al censo 1 se ubican el 2 y el 3 que también corresponden al Alerzal. El resto de los censos se ubica en la mitad izquierda de la figura, sin presentar mayor diferenciación entre ellos. Sin embargo es posible distinguir, un grupo junto al extremo derecho, donde se ubica el censo 10, formado por todos los inventarios practicados en la turbera de *Donatia*. De este grupo extremo se separa otro formado por censos levantados en los diferentes pantanos y en la turbera de *Sphagnum magellanicum*, que corresponde al más distanciado de la turbera de *Donatia*. Esta

ordenación es asimilable al gradiente de humedad que evidencia el sustrato.

DISCUSIÓN

El lugar estudiado corresponde a un complejo turboso con una flora relativamente pobre pero dispuesta en una cubierta vegetal continua, propia de un clima húmedo. La ausencia de especies alóctonas a lo largo de todo el transecto indica, probablemente, que la vegetación es original y que no ha sufrido intervención antrópica, ya que su grado de hemerobia es muy bajo (HAUENSTEIN & al., 1989; SUKOPP & WITIG, 1994). Esto se debe principalmente a la escasa accesibilidad al lugar de trabajo, la que incluso, está restringida a un par de meses en el verano. También podría influir el hecho de que pocas malezas alóctonas pueden sobrevivir en esas condiciones extremas.

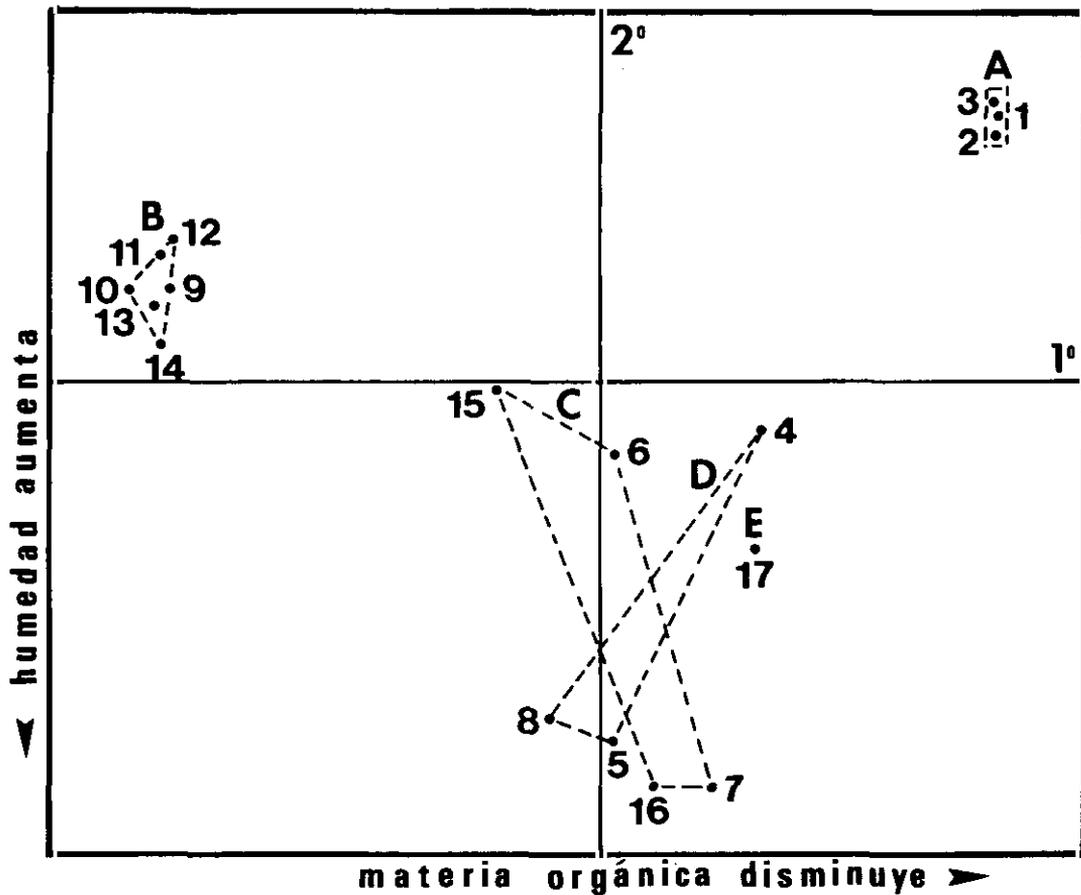


Figura 9.—Distribución de los censos en el plano formado por los dos primeros componentes principales: A: Alerzal, B: Turbera de *Donatia fascicularis*, C: Pantano de *Marsippospermum philippii*, D: Pantano de *Astelia pumila*, E: Turbera de *Sphagnum magellanicum*.

El ecotono entre el Alerzal y la vegetación turbosa herbácea corresponde a una zona de «límite de bosque», donde las condiciones extremas actúan como limitantes del crecimiento arbóreo (KLÖTZLI, 1983). Sólo *Nothofagus antarctica* es capaz de colonizar las zonas pantanosas ecotonales e incluso introducirse en la turbera ombrogénica (MCQUEEN, 1976; RAMÍREZ & al., 1985) adoptando un hábito camefítico. Estas condiciones turbosas extremas se mantienen durante períodos húmedos de alta precipitación. Por el contrario, en períodos secos las plantas de la turbera se mueren, disminuyendo ésta última su extensión, al ser invadida por la vegetación arbustiva y arbórea. Esto se ve confirmado por la presencia de árboles secos en la zona ecotonal, que indican períodos de mayor sequía, y por ende, de una expansión del bosque. Esta dinámica vegetacional ha sido postulada por ROIG & al. (1983) para la región turbosa maga-

llánica. Ella también se presenta en Nueva Zelanda donde existen comunidades vegetales turbosas, florística y fisonómicamente parecidas a las presentes en las Cordillera Pelada (WARDLE, 1991).

La vegetación estudiada se dispone a lo largo del gradiente ambiental de acuerdo a sus requerimientos o su capacidad para soportar condiciones turbosas de anegamiento y de anoxia. Según el análisis de componentes principales, el primer factor que influye en la distribución de las plantas de la «campaña» es la cantidad de materia orgánica no descompuesta (turba) en el sustrato. El segundo factor, menos importante, sería el anegamiento. Esta interpretación está avalada por el alto porcentaje de variabilidad explicada por ambos componentes principales, lo que no siempre sucede al analizar tablas de vegetación con este método (RAMÍREZ & al., 1996).

La ordenación polar separó claramente los censos

levantados en el bosque de aquellos levantados en las comunidades herbáceas, lo que indica que todas estas últimas son comunidades turbosas con el sustrato anegado, y acumulación de materia orgánica, poco descompuesta. A la mantención de estas condiciones turbosas, contribuyen la alta precipitación, la baja temperatura, la frecuencia e intensidad del viento y la existencia de un sustrato rocoso poco descompuesto (MOORE, 1983; WILMANN, 1989).

Más que especies, son comunidades vegetales completas las que responden a los cambios del sustrato en el gradiente estudiado (Tabla 8). Por ello, el transecto analizado corresponde a una coenoclina en el sentido de WHITTAKER (1973). La parte más alta, más seca y menos turbosa del transecto, la ocupa el Alerzal (*Fitzroyetum cupressoidis*), que corresponde a la comunidad boscosa de condiciones más extremas (exceso de precipitación) del llamado Bosque Valdiviano Higrófilo (RAMÍREZ & FIGUEROA, 1985). Alerzales que crecían a comienzos del siglo XIX en la depresión intermedia de Llanquihue en sectores de suelos fiadi, obtenían el exceso de agua directamente del suelo anegado por períodos

prolongados (RAMÍREZ & al., 1993). El resto de las comunidades corresponde a formaciones turbosas que ocupan el centro o los bordes de la «campaña». La turbera de *Donatia* (*Drosero-Donatietum fascicularis*) ocupa el centro del transecto y presenta una capa de turba de alrededor de 1 m de espesor, que yace sobre roca no descompuesta. Se trata de una turbera alta, ombrogénica, formada por plantas superiores (Angiospermas) de hábito pulviniforme, sin musgos (HOLGATE, 1961). Esta comunidad es muy similar a la que domina en la zona de la Tundra magallánica (ROIG & al., 1985).

En el extremo inferior del gradiente se ubica una turbera topogénica, dominada por el musgo *Sphagnum magellanicum* acompañado de Ciperáceas y Junáceas. esta comunidad ha sido descrita como *Sphagnetum magellanicii* (Censo 17, Tabla 1) y es dominante en la zona de transición entre bosques magallánicos perennifolios y caducifolios (SCHWAAR, 1979; PISANO, 1983). Estas turberas de Esfagno también se encuentra en las tierras bajas de la isla de Chiloé.

Los pantanos turbosos *Astelio-Oreoboletum obtusangulae* y *Marsippospermo-Astelietum pumilae*

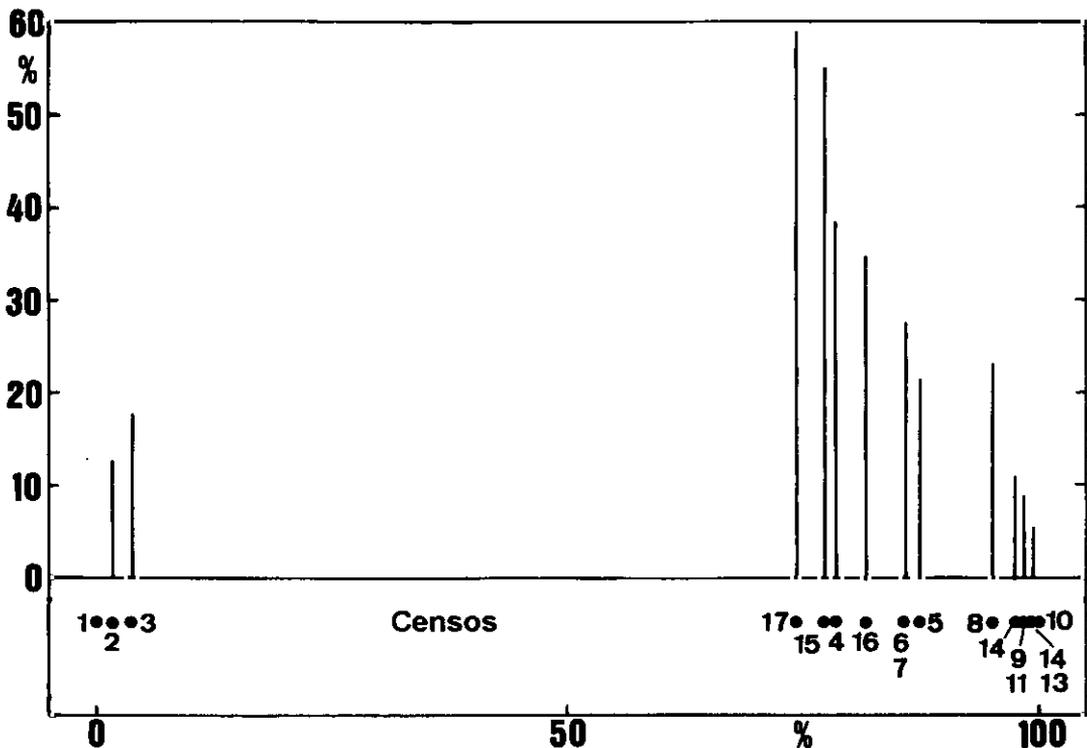


Figura 10.—Ordenación polar de los censos del transecto. Las líneas verticales indican la falta de ajuste en el arreglo.

corresponden a zonas ecotonales, donde la materia orgánica del sustrato es abundante, pero aún hay suelo mineral arenoso (DOLLENZ, 1982). Ambos tipos de pantano muestran afinidad florística con la turbera topogénica de *Sphagnum magellanicum* (PISANO, 1977, 1981) y tienen escasa diferenciación florística entre ellos. Esto permite reunirlos en la alianza *Astelion pumilae* (pantanos de *Astelia*) caracterizada por la presencia de *Astelia pumila*, *Chusquea nigricans* y *Myrteola barneoudii*. Estos pantanos turbosos se diferencian de la alianza *Donation fascicularis* (turberas de *Donatia*) por las especies *Donatia fascicularis*, *Drosera uniflora* y *Gaimardia australis*, que caracterizan a esta última.

En el gradiente analizado encuentran lugar de vida comunidades vegetales de diferentes zonas de Chile, realzando la importancia fitogeográfica de la Cordillera Pelada. El Alerzal es típico de la región de los bosques siempreverdes higrófilos templados o Bosque Valdiviano (OBERDORFER, 1960). La turbera de *Donatia fascicularis* es propia de la Región turbosa magallánica (GODLEY, 1960; ROIG & al., 1985). El resto de los pantanosos turbosos son propios de las regiones de los bosques magallánicos caducifolios y siempreverdes (PISANO, 1981, 1983), que se distribuye por el centro y los Andes del territorio chileno, hasta el extremo Sur del país.

Se propone la siguiente clasificación sintaxonómica para las asociaciones vegetales de la «campaña» estudiada, que en las formaciones boscosas sigue a OBERDORFER (1960) y en las turbosas es original, tratando de poner orden en el caos existente. Nuestra proposición coincide con la apreciación de RUTHSATZ & VILLAGRAN (1991) para las campañas de Chiloé, en el sentido de diferenciar la zona ecotonal como un sintaxon independiente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile mediante el Proyecto DID-UACH S-94-31.

BIBLIOGRAFÍA

- Cortés, M. —1990— Estructura y dinámica de los Bosques de Alerce (*Fitzroya cupressoides* Mol.) en la Cordillera de la Costa de Valdivia — Tesis Doctoral, Escuela de Ingeniería Forestal, Univ. Austral de Chile, Valdivia.
- Digby, P. & Kempton, R. —1987— Multivariate analysis of ecological communities — Chapman & Hall, London.
- Dierschcke, H. —1994— Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden — Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dollenz, O. —1982— Fitosociología de la reserva nacional Magallanes. I. Estudio del área Cerro Mirador-Río de las Minas — Ans. Inst. Pat. 13: 171-181.
- Dollenz, O. —1995— Los árboles y bosques de Magallanes — Univ. Magallanes, Punta Arenas.
- Ellenberg, H. —1956— Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde — Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Espinosa, M. —1917— Los alerzales de Piuché — Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago 10: 36-93.
- Figueroa, H., Otey, M. & Ramírez, C. —1986— Un método

CONCLUSIONES

Los arreglos estadísticos multivariados coinciden sólo parcialmente con las asociaciones vegetales determinadas con los métodos clásicos de la fitosociología. Fue evidente la diferenciación de aquellas comunidades extremas, como el alerzal y las turberas ombrogénica de *Donatia fascicularis* y topogénica de *Sphagnum magellanicum*. Sin embargo, la diferenciación de los pantanos que colonizan las zonas ecotonales de la campaña, no se vió reflejada en los arreglos estadísticos, lo que podría sugerir que dichas asociaciones no tienen existencia real, lo que deberá confirmarse con estudios futuros más detallados. Aunque también podría influir la escasa ponderación de las especies con baja cobertura.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO

- WINTERO-NOTHOFAGETEA Oberdorfer 1960
Laurelietalia philippiana Oberdorfer 1960
Nothofago-Drimydon winteri Oberdorfer 1960
Weinmannion trichospermae Oberdorfer 1960
Fitzroyetum cupressoidis Oberdorfer 1960
- MYRTEOLO-SPHAGNETEA Oberdorfer 1960
Donation fascicularis All. nov.
Drosero-Donatietum fascicularis Ramírez 1968 (lectotypus: inv. 3, Tabla 1)
Astelion pumilae All. nov.
Astelio-Oreoboletum obtusangulae Oberdorfer 1960 (lectotypus: inv. 273a, Tabla 43)
Marsippospermo-Astelietum pumilae Ramírez 1968 (lectotypus: inv. 2, Tabla 2)
Rostkovio-Sphagnion magellanicii Knapp 1966
Sphagnetum magellanicii Pisano 1977

- para la ordenación de gradientes vegetacionales — Rev. Soc. Chil. Estadística 3 (2): 105-119.
- Gajardo, R. —1994— La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica — Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.
- Godley, E. —1960— The botany of Southern Chile in relation to New Zealand and the subantarctic — Proc. R. Soc. London B(152): 457-475.
- Hajek, E. & Di Castri, F. —1975— Bioclimatografía de Chile — Universidad Católica de Chile, Santiago. 214 pp.
- Hauenstein, E., Ramírez, C., Latsague, M. & Contreras, D. —1989— Origen fitogeográfico y espectro biológico como medida del grado de intervención antrópica en comunidades vegetales — Medio Ambiente 9 (1): 140-142.
- Holdgate, M.W. —1961— Vegetation and soils in the South Chilean Islands. — J. Ecol. 49: 559-580.
- Huber, A. —1975— Beitrag zur Klimatologie und Klimaökologie von Chile — Dissertation, Fachbereichs Forstwirtschaft, Ludwig Maximilians-Universität, München. 87 pp.
- Klötzli, F. —1983— Standörtliche Grenze von Fagaceen- Ein Vergleich in beiden Hemisphären. — Tuexenia 3: 47-65.
- Knapp, R. —1966— Höhere Vegetations-Einheiten von Süd-Patagonien und Feuerland — Geobotanische Mitteilungen 35: 1-4.
- Knapp, R. —1984— Sampling methods and taxon analysis in vegetation science — Dr. W. Junk, La Haya. 370 pp.
- McQueen, D.R. —1976— The ecology of *Nothofagus* and associated vegetation in South America — Tuatara 22 (1): 38-68.
- Martínez, O. —1985— Plantas trepadoras del bosque chileno — Edit. Alborada, Valdivia. 132 pp.
- Montaldo, P. —1975— Determinación de zonas agroecológicas entre La Cuesta de Lastarria y el Seno de Reloncaví, Chile — Agro Sur 3 (2): 117-130.
- Montaldo, P., Mac Donald, R. & Fuentes, R. 1982. Zonificación agroecológica de la Décima región, Chile — Agro Sur 10 (2): 131-140.
- Moore, D. 1983. Flora of Tierra del Fuego. — Anthony Nelson, Shrewsbury. 396 pp.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenber, H. —1974— Aims and methods of vegetation ecology. — John Wiley & Sons, New York. 547 pp.
- Oberdorfer, E. —1960— Pflanzensoziologische Studien in Chile. Ein Vergleich mit Europa — Flora et Vegetatio Mundi 2: 1-208.
- Orloci, L. —1972— An algorithm for cluster seeking in ecological collections — Vegetatio 27: 339-345.
- Peralta, M. —1975— Tipificación de los principales suelos forestales del sector de la cordillera de la Costa entre el cordón de Llancahue y el de Guayusca — Bol. Téc. Fac. Cs. For. Univ. de Chile 31: 5-35.
- Pisano, E. —1977— Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S — Anales Inst. Pat. 8: 121-250.
- Pisano, E. —1981— Bosque fitogeográfico de Fuego-Patagonia — Ans. Inst. Pat. 12: 159-171.
- Pisano, E. —1983— The magellanic tundra complex — In: Gore, A.J.P. (Ed.). Mires, swamp, bog, fen and moor: 295-329. Elsevier. Amsterdam.
- Ramírez, C. —1968— Die Vegetation der Moore der Cordillera Pelada, Chile — Ber. Oberhess. Ges. Natur- und Heilkunde zu Giessen 36: 95-101.
- Ramírez, C. & Figueroa, H. —1985— Delimitación ecosociológica del bosque valdiviano (Chile) mediante análisis estadísticos multivariados — Stvdia Oecologica 6: 105-124.
- Ramírez, C. & Riveros, M. —1975— Los alerzales de Cordillera Pelada: Flora y fitosociología — Medio Ambiente 1(1): 3-13.
- Ramírez, C., San Martín, C. & Keim, M. L. —1996— La vegetación espontánea del antiguo basural de Ovejería (Osorno, Chile). — Medio Ambiente 13 (1): 44-63.
- Ramírez, C., San Martín, C. & Vasquez, R. —1996— La vegetación potencial leñosa de la Cordillera Pelada (Valdivia, Chile) — Revista Geográfica de Valparaíso 27: 233-250.
- Ramírez, C., Correa, M., Figueroa, H. & San Martín, J. —1985— Variación del hábito de *Nothofagus antarctica* en el centro Sur de Chile — Bosque 6(2): 55-73.
- Ramírez, C., San Martín, C., Uribe, F. & Mac Donald, R. —1993— La vegetación nativa de los suelos de ñadi valdivianos (Chile). — Agricultura Técnica 53 (1): 55-74.
- Roig, F., Dollenz, O. & Mendez, E. —1983— Tundra y bosque magallánico. Si dinamismo en el Sur de Chile — Serie Científica de Mendoza 30: 5-10.
- Roig, F. A., Anchorena, J., Dollenz, O., Faggi, A. & Mendez, E. —1985— La vegetación del área continental — In: Bodelcke, O., Moore, D. & Roig, F. (Eds.). Transecta botánica de la Patagonia Austral: 350-519. CONICET. Buenos Aires.
- Ruhsatz, 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.
- Quintanilla, V. —1981— Carta de las formaciones vegetales de Chile — Contribuciones Científicas y Tecnológicas 11(47): 5-32.
- Quintanilla, V. —1989— Fitogeografía y cartografía vegetal de Chile Austral — Contribuciones Científicas y Tecnológicas 19 (87): 5-27.
- Saíz, F. —1980— Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades — Arch. Biol. Exp. 13: 387-402.
- Schmihüsen, J. —1956— Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation — Bonner Geogr. Abh. 17: 1-86.
- Schwaar, J. —1979— Die Vegetation der feuerländischen Hochmoore — Amazoniana 6 (4): 601-609.
- Spatz, G. —1975— Die direkte Gradienten-Analyse in der Vegetationskunde — Angew. Botanik 49: 209-221.
- Sukopp, H. & Wittig, R. —1993— Stadtökologie — Gustav Fischer, Stuttgart. 402 pp.
- Veblen, T. & Ahston, D. —1982— The regeneration status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile — Conservation 23: 141-161.
- Wardle, P. —1991— Vegetation of New Zealand — Cambridge University Press, Cambridge. 672 pp.
- Weinberger, P. —1973— Beziehungen zwischen mikroklimatischen Faktoren und natürlicher Verjüngung Araukano-patagonischer *Nothofagus*-Arten — Flora 162: 157-179.
- Wilmanns, O. —1989— Ökologische Pflanzensoziologie — Quelle & Meyer, Heidelberg. 378 pp.
- Whittaker, R.H. —1967— Gradient analysis of vegetation — Biol. Review 49: 207-264.
- Whittaker, R. H. —1973— Direct gradient analysis: Techniques — In: Whittaker, R.H. (Ed.). Ordination and classification of communities: 7-31. Dr. W. Junk Pub., The Hague.
- Zamora, E. & Santana, A. —1979— Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 46° 40' y 56° 30' (S) — Anales Inst. Pat. 10: 109-144.