



Polibotánica  
ISSN: 1405-2768  
ISSN: 2395-9525  
polibotanica@gmail.com  
Instituto Politécnico Nacional  
México

# CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL BOSQUE PANTANOSO DE MIRTÁCEAS DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE

Urrutia, Jonathan; Hauenstein, Enrique

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL BOSQUE PANTANOSO DE MIRTÁCEAS DE LA REGIÓN DE LA  
ARAUCANÍA, CHILE

Polibotánica, núm. 43, 2017

Instituto Politécnico Nacional, México

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62150424004>

# CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL BOSQUE PANTANOSO DE MIRTÁCEAS DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF MYRTLE  
SWAMP FOREST IN THE ARAUCANIA REGION,  
CHILE

Jonathan Urrutia [jurrutiaestrada@gmail.com](mailto:jurrutiaestrada@gmail.com)

*Universidad Católica de Temuco, Chile*

Enrique Hauenstein

*Universidad Católica de Temuco, Chile*

Polibotánica, núm. 43, 2017

Instituto Politécnico Nacional, México

Recepción: 18 Junio 2015

Aprobación: 23 Septiembre 2016

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=62150424004](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62150424004)

**Resumen:** Los bosques pantanosos de Chile presentan una distribución amplia y fragmentada (1300 km aprox.), y son dominados principalmente por mirtáceas. Están asociados a suelos con mal drenaje, por lo que sus hidroperiodos son de carácter temporal o permanente. El aspecto más conocido de estos bosques es el florístico-vegetacional, en tanto que información sobre su composición estructural es escasa en general e inexistente para los remanentes de la región de La Araucanía. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la estructura vertical y horizontal de bosques pantanosos que prosperan en las localidades de Catrimalal, Labranza, Pumalal y Quepe, en la depresión central de la región de La Araucanía (0709451 E - 5709321 N), Chile. Para lo anterior, en cada localidad se levantó una parcela rectangular de 300 m<sup>2</sup>, en cada una de ellas se registraron las especies arbóreas presentes y se midieron los parámetros dasométricos básicos. Posteriormente y, con el fin de determinar diferencias entre las localidades estudiadas, se llevó a cabo un análisis de covarianza (ANCOVA) y luego una prueba de Tukey. La estructura vertical se compone de cuatro especies de árboles: *Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. & Arn.) Nied., *Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst., *Luma chequen* (Molina) A. Gray y *Myrceugenia exsucca* (DC.) O. Berg, cuyos promedios de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) generales alcanzan los 11.8 m y 22.1 cm, respectivamente. La estructura horizontal muestra una cobertura promedio del dosel arbóreo del 87% y a *D. winteri* como la especie con las mayores coberturas de copa. Los análisis estadísticos indican la presencia de diferencias significativas entre las localidades estudiadas, principalmente en Quepe. Los bajos valores de cobertura y altura promedio del dosel arbóreo en comparación a descripciones previas, hacen suponer un impacto antrópico en estos bosques. La diferencia de Quepe podría ser consecuencia de un hidroperiodo más corto, ya que dicho fenómeno regula entre otras cosas la estructura de estos ecosistemas. Los bosques pantanosos son esenciales para el mantenimiento de las napas freáticas, por lo que, acciones a favor de su protección y conservación se hacen cada vez más necesarias.

**Palabras clave:** mirtáceas, altura, DAP, cobertura.

**Abstract:** Chile swamp forests have a wide and fragmented distribution (1 300 km approx.) and are dominated mainly by mirtaceas. They are associated with poorly drained soils, so their hydroperiods are temporary or permanent. The best-known aspect of these forests is the floristic-vegetation, although information on its structural composition is generally weak and nonexistent for the remnants of the La Araucanía region. The aim of this study was to characterize both vertical and horizontal structure of swampy forests that grow in the locality of Catrimalal, Labranza, Pumalal and Quepe in the

central depression of La Araucanía region. In each locality a rectangular plot of 300 m<sup>2</sup> was established, tree species present were recorded and basic dasometric parameters were measured. In order to determine differences between the studied localities an analysis of covariance (ANCOVA) and a Tukey test were carried out. The vertical structure consists of four species of trees: *Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. & Arn.) Nied, *Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst., *Luma chequen* (Molina) A. Gray and *Myrceugenia exsucca* (DC.) O. Berg, whose general average of height and diameter at breast height (DBH) reach 11.8 m and 22.1 cm. respectively. The horizontal structure shows an average canopy cover of 87% and *D. winteri* as the species with the highest coverage of crown. Statistical analyzes indicate the presence of significant differences among localities, mainly in Quepe. Low average levels of canopy coverage and height compared to previous descriptions could suggest a human impact on these forests. The difference found in Quepe could be due to a shorter hydroperiod, since this phenomenon regulates among others, the structure of these ecosystems. Swamp forests are essential for the maintenance of groundwater, therefore actions for their protection and conservation are increasingly necessary.

**Keywords:** myrtle, height, DBH, cover-age.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques pantanosos en Chile presentan distribución amplia y fragmentada (1 300 km aprox.), que abarca desde Coquimbo (IV región) en el norte, hasta Puerto Montt (X región) en el sur (González et al., 2003). Los árboles dominantes de estos ecosistemas pertenecen, preferentemente, a la familia de las mirtáceas donde se destacan los géneros *Blepharocalyx*, *Luma*, *Myrceugenia* y *Tepualia*. Hasta el momento se han identificado seis asociaciones florísticas a lo largo de Chile, siendo la conformada por *Blepharocalyx cruckshanksii* y *Myrceugenia exsucca* la principal en la región de La Araucanía (Ramírez et al., 1983). En condiciones originales estos bosques se caracterizan por ser siempre verdes, monoestratificados y exhibir un dosel arbóreo cerrado (Ramírez et al., 1995). La fisonomía y la composición florística de estos bosques contrastan con el paisaje y la vegetación dominante del sector en donde se desarrollan, ya que no concuerdan con el clima regional (Ramírez et al., 1983). En consecuencia, los bosques pantanosos corresponden a vegetación azonal, ya que su presencia depende en mayor medida de factores microclimáticos y edáficos (San Martín et al., 1990). Se encuentran asociados a suelos con mal drenaje y dependen del aporte de aguas subterráneas (Villa-Martínez y Villagrán, 1997), lo que les confiere un hidropereodo que puede ser temporal o permanente (Correa-Araneda et al., 2011) y que es en gran medida responsable del crecimiento y composición de las especies de plantas (Gerritsen y & Greening, 1989; Brooks, 2000; Mitsch y Gosselink, 2007).

Los remanentes de bosques pantanosos que crecen en la depresión central de Chile presentan altos grados de deterioro, lo cual ocurre por acción del hombre al modificar el drenaje de sus suelos con el fin de habilitar terrenos para la agricultura y/o el establecimiento de plantaciones de especies exóticas (San Martín et al., 1988). Además, en muchos de ellos se extrae leña para uso doméstico, lo que puede modificar de manera considerable la estructura vegetal del bosque (Benfield et

al., 2005; Walters, 2005), y poner en peligro la permanencia e integridad del sistema boscoso. Esto puede ser peor si dicha perturbación va dirigida a individuos con un DAP < 10 cm, ya que se corre el riesgo de provocar la extinción local de dichos individuos, al limitar su regeneración natural (Obiri et al., 2002; Lawes et al., 2007).

El aspecto más estudiado de estos sistemas boscosos ha sido el florístico-vegetacional (Ramírez et al., 1983, 1995; San Martín et al., 1988, 1990, 1992, 2006; Hauenstein et al., 2014). En tanto que antecedentes sobre su composición estructural, en general, son muy escasos y, en el caso particular de los bosques pantanosos de La Araucanía, son inexistentes.

El escenario actual de los bosques pantanosos no augura un buen futuro, su escaso conocimiento y su nulo resguardo en sistemas de protección efectivos están limitando su conservación, por lo tanto, cualquier nueva información respecto de ellos es valiosa. De este modo, el objetivo del presente estudio es caracterizar la composición estructural vertical y horizontal de remanentes de bosque pantanoso de la depresión central de la región de La Araucanía en Chile.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se emplaza en la depresión central de la región de La Araucanía, provincia de Cautín, Chile. Específicamente los remanentes evaluados prosperan en las localidades de Cattrimalal, Labranza, Pumalal y Quepe (fig. 1). Para cada uno de ellos se indican las coordenadas, superficie, altitud e hidroperíodo (cuadro 1). Este último dato fue obtenido de Correa-Araneda et al. (2012) y complementado mediante observación tras varias prospecciones a las localidades. El clima del área de estudio pertenece al tipo mediterráneo perhúmedo, en el cual las influencias marítimas están parcialmente determinadas por el cordón longitudinal de la Cordillera de la Costa (Di Castri y Hajek, 1976). Los suelos, corresponden a “trumaos aluviales” y se caracterizan por ser planos a ligeramente ondulados, aluviales, estratificados, muy variables en profundidad (Peralta, 1976).

### Muestreo y análisis de datos

La caracterización de la estructura de la vegetación se realizó mediante el levantamiento de parcelas de 300 m<sup>2</sup> considerando una por localidad, con lo cual se superó ampliamente el área mínima establecida para este tipo de bosques por Ramírez et al. (1983). En cada parcela se registraron las siguientes variables: Identidad de la especie vegetal, diámetro a la altura del pecho (DAP > 5 cm), proyección de la copa en la dirección de los cuatro puntos cardinales, altura total y posición de los individuos dentro de la parcela (Steubing et al., 2002). Los datos fueron procesados en el software Stand Visualization System (SVS) versión 3.36, que permitió proyectar una imagen tridimensional de la estructura horizontal de los rodales. Además, se registró el componente florístico en el interior de cada parcela, lo cual se detalla en un cuadro de presencia de especies. Cuando se habla de estructura vegetacional es necesario distinguir tres componentes,

la estructura cuantitativa, que expresa la abundancia de especies en una comunidad; la estructura vertical que indica el ordenamiento de la vegetación en capas o estratos; y la estructura horizontal, la cual hace referencia a la distribución espacial de los individuos en el plano horizontal o superficie del rodal (Donoso, 1993).

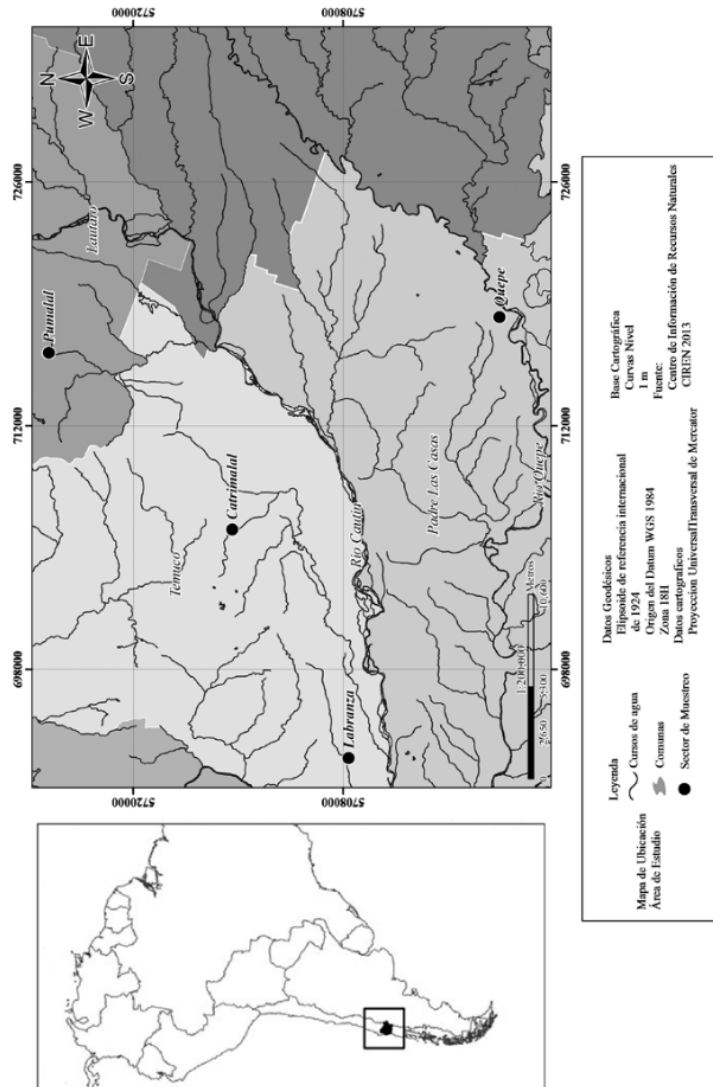


Fig. 1. Ubicación del área de estudio.

Cuadro 1. Coordenadas, altitud, superficie e hidropериодo de las localidades estudiadas.

Localidad	Coordenadas UTM		Altitud (m s.n.m.)	Superficie (hectáreas)	Hidropериодo (meses)
	Este	Norte			
Catrimalal	0706031	5714338	111	12.3	6
Labranza	0692903	5707674	59	11.6	6
Pumalal	0716194	5724835	158	13.8	6
Quepe	0718247	5699040	170	10.3	2

Para determinar posibles diferencias entre sitios y previa comprobación de normalidad con la prueba de Kolmogórov-Smirnov, se realizó un ANCOVA, utilizando el DAP como variable dependiente y la altura como variable independiente. Posteriormente, se hizo una prueba de Tukey, para determinar diferencias significativas entre las medias (Sokal y Rohlf, 1981). Además, se confeccionó un dendrograma de similitud con la abundancia de las especies de cada localidad, basado en el índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Todos los análisis anteriores fueron hechos con el software XLSTAT 7.52.

## RESULTADOS

### Catrimlal

En esta localidad la densidad arbórea fue de 5 300 individuos/ha, el perfil vertical está conformado por tres especies, siendo la más abundante *B. cruckshanksii* con 2 733 individuos, *M. exsucca* con 2 367, y *Luma chequen* con 200. La distribución de los árboles por clase diamétrica (fig. 2) se ajusta a una estructura de bosque multietáneo, el DAP promedio alcanzado por los árboles fue de 17 cm (5-62;  $\pm 10,8$ ), en tanto que la altura (fig. 3) fue de 11.5 m (9-12;  $\pm 0.8$ ). La cobertura de copa promedio (fig. 4) por especie fue de 0.91 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.04$ ) para *M. exsucca*; 0.90 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.04$ ) para *B. cruckshanksii* y 0.75 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.11$ ) para *L. chequen*. La cobertura del dosel fue de 81% (fig. 5a).

### Labranza

En esta localidad la densidad arbórea fue de 4 133 individuos/ha, el perfil vertical está compuesto por tres especies, con un dominio considerable de *M. exsucca* con 2 733 individuos, le siguen *B. cruckshanksii* con 967 y *L. chequen* con 433. La distribución de los árboles por clase diamétrica (fig. 2) se ajusta a una estructura de bosque multietáneo, el DAP promedio alcanzado por los árboles fue de 21.4 cm (6-58;  $\pm 11.6$ ), en tanto que la altura (fig. 3) alcanzó los 11.5 m (8-13;  $\pm 0.89$ ). La cobertura de copa promedio (fig. 4) por especie fue de 1.34 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.08$ ) para *B. cruckshanksii*; 1.34 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.11$ ) para *L. chequen* y 1.12 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.05$ ) para *M. exsucca*. La cobertura del dosel fue de 89% (fig. 5b).

### Pumalal

En esta localidad la densidad arbórea fue de 4 033 individuos/ha, el perfil vertical está conformado por tres especies, con un dominio considerable de *M. exsucca* con 3 033 individuos, le sigue *B. cruckshanksii* con 833 y *L. chequen* con 167. La distribución de los árboles por clase diamétrica (fig. 2) se ajusta a una estructura de bosque multietáneo, el DAP promedio alcanzado por los árboles fue de 19.2 cm (5-54;  $\pm 11.6$ ), en tanto que la altura (fig. 3) promedio fue de 11.5 m (9-12;  $\pm 0.82$ ). La cobertura de copa promedio (fig. 4) por especie fue de 1.3 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.3$ ) para *L. chequen*; 1.03 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.1$ ) para *B. cruckshanksii* y 0.9 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.04$ ) para *M. exsucca*. La cobertura del dosel fue de 75% (fig. 5c).

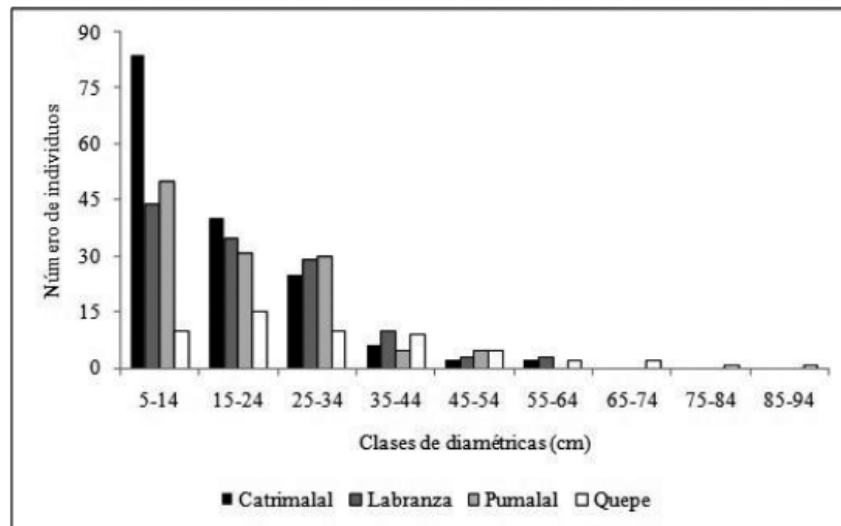


Fig. 2. Número de individuos por clase diamétrica para las localidades estudiadas.

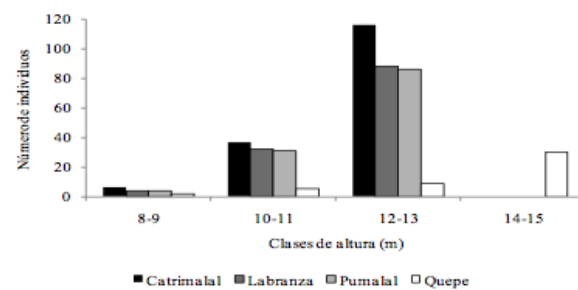


Fig. 3. Número de individuos por clase de altura para las localidades estudiadas.

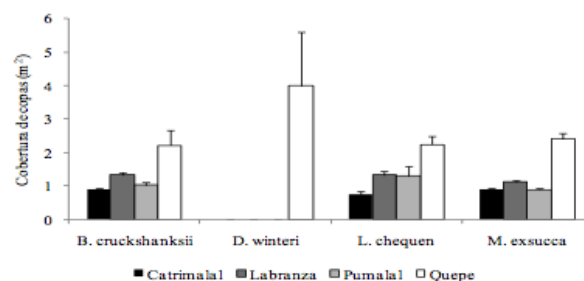


Fig. 4. Cobertura de copas por especie para las localidades estudiadas.



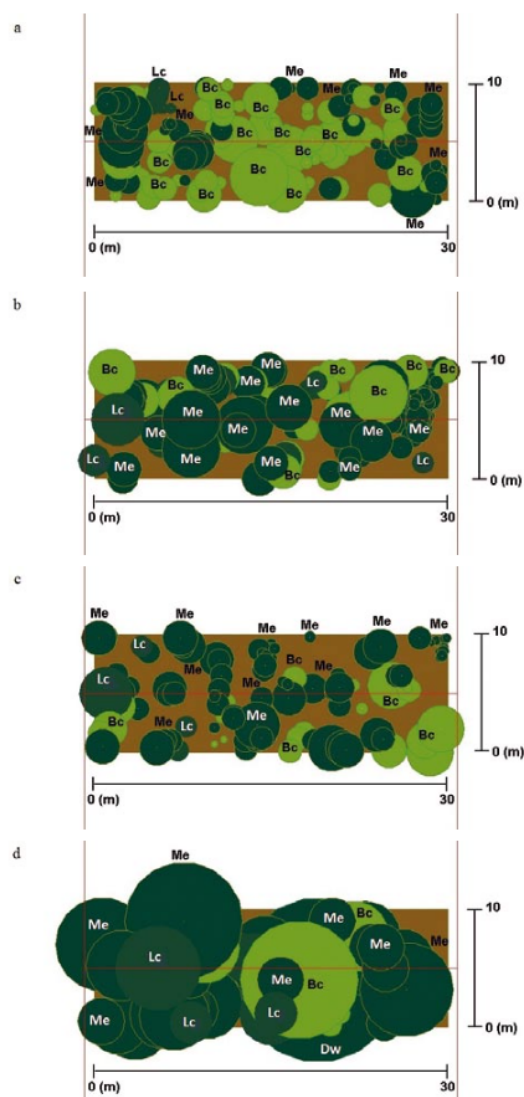


Fig. 5. Perfiles horizontales de las localidades estudiadas: a) Catrimalal, b) Labranza, c) Pumalal, d) Quepe. Bc: *Blepharocalyx cruckshanksii*, Dw: *Drimys winteri*, Lc: *Luma chequen*, Me: *Myrceugenia exsucca*.

Cuadro 2. Valores de la prueba de Tukey para las localidades estudiadas.

<b>Categorías</b>	<b>Dif</b>	<b>Diferencia estandarizada</b>	<b>Valor crítico</b>	<b>Pr. &gt; Dif</b>	<b>Sig.</b>
Quepe - Catrimalal	14 064	8 731	2 579	< 0.0001	Si
Quepe - Pumalal	11 879	7 094	2 579	< 0.0001	Si
Quepe - Labranza	10 017	6 027	2 579	< 0.0001	Si
Labranza - Catrimalal	4 047	3 303	2 579	0.006	Si
Labranza - Pumalal	1 862	1 424	2 579	0.485	No
Pumalal - Catrimalal	2 185	1 759	2 579	0.295	No

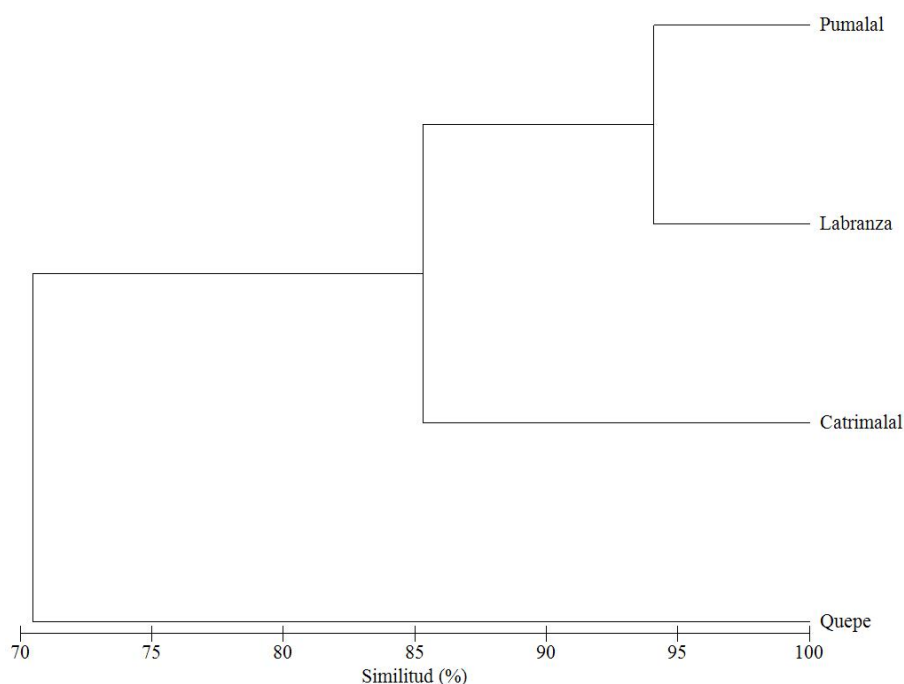


Fig. 6. Dendrograma de similitud de las localidades estudiadas.

### Quepe

En esta localidad la densidad arbórea fue de 1 833 individuos/ha, el perfil vertical está compuesto por cuatro especies, siendo la más abundante *M. exsucca* con 1 033 individuos, le sigue *L. chequen* con 400, *B. cruckshanksii* con 300 y *D. winteri* con 100. La distribución de los árboles por clase diamétrica (fig. 2) se ajusta a una estructura de bosque multietáneo, el DAP promedio alcanzado por los árboles fue de 31.3 cm (8-87;  $\pm 18.5$ ), en tanto que la altura (fig. 3) fue de 14 m (8-15;  $\pm 1.4$ ). La cobertura de copa promedio (fig. 4) por especie fue de 4 m<sup>2</sup> ( $\pm 1.6$ ) para *D. winteri*; 2.41 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.16$ ) para *M. exsucca*; 2.25 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.24$ ) para *L. chequen* y 2.22 m<sup>2</sup> ( $\pm 0.46$ ) para *B. cruckshanksii*. La cobertura del dosel fue de 98% (fig. 5d).

El ANCOVA indica la existencia de diferencias significativas entre las cuatro localidades estudiadas ( $F_4 = 72,885$ ;  $p < 0.0001$ ), las que de acuerdo con la prueba de Tukey (cuadro 2) se dan entre Labranza y Catrimalal; y Quepe con todas las demás localidades. Esto es reforzado por el dendrograma de similitud (fig. 6) que muestra a Quepe distanciado del grupo conformado por Pumalal, Labranza y Catrimalal con más del 85% de semejanza entre sí.

El componente florístico en el interior de las parcelas está constituido por 24 especies de plantas vasculares (apéndice 1), de las cuales sólo una es introducida (*Rubus constrictus* P.J. Müll. & Lefèvre) y fue registrada en Pumalal. La localidad que presenta la mayor riqueza florística es Quepe con 19 especies, le siguen Catrimalal y Pumalal con 10; y finalmente Labranza con nueve.

## DISCUSIÓN

Los bosques pantanosos de mirtáceas de la depresión central de la región de La Araucanía en el sur de Chile se presentan claramente como comunidades azonales, cuya conformación estructural está restringida al dominio de unas pocas especies adaptadas a condiciones extremas (inundaciones periódicas). Si bien la asociación boscosa dominante en esta latitud del país posee una distribución amplia, la misma se hace cada vez más fragmentada debido a la acción antrópica siempre presente.

La estructura horizontal de los bosques presenta una cobertura promedio del 86%, valor cercano al documentado por Hauenstein et al. (2005) para comunidades pantanosas costeras de la región de La Araucanía, pero que se aleja un poco de la cobertura absoluta del dosel arbóreo descrita en condiciones originales (Ramírez et al., 1995). En este sentido, Pumalal es la localidad con la menor cobertura de dosel (75%), situación que hace referencia a importantes perturbaciones en el sistema boscoso. Lo anterior concuerda muy bien con la presencia de la única especie introducida, en relación a esto, algunos autores han planteado que bosques con mayor apertura de dosel probablemente contengan especies exóticas (Meekins y McCarthy, 2001; Meiners et al., 2002).

La estructura vertical está compuesta por cuatro especies: *M. exsucca*, *B. cruckshanksii*, *D. winteri* y *L. chequen*, las cuales son comunes a todos los bosques pantanosos de Chile (Ramírez et al., 1995). Las tres primeras son consideradas muy abundantes, en tanto que *L. chequen* por ser menos habitual se le ha calificado de frecuente (Ramírez et al., 1995). Las clases diamétricas obtenidas para las cuatro localidades se presentan en forma de J invertida, donde los árboles están distribuidos en varias categorías, situación similar a lo reportado para bosques pantanosos de la región de Aysén (Promis et al., 2013). Los valores promedio de altura y DAP (11.8 m y 22.1 cm, respectivamente) registrados en las cuatro localidades estudiadas están dentro de los rangos informados para bosques pantanosos de Chile central (San Martín et al., 1988). Sin embargo, la altura promedio registrada en el presente estudio estaría bajo los 20 m documentados por Ramírez et al. (1995). Lo anterior puede tener su explicación en el impacto antrópico en las cuatro localidades estudiadas, lo que se refleja en la extracción de leña para uso doméstico (Ramírez et al., 1995). Se encontró que una mayor abundancia de individuos arbóreos (e.g. Catrimalal, Labranza y Pumalal) está en directa relación con diámetros más pequeños (Jaña-Padro et al., 2006), lo contrario ocurre en Quepe, donde una menor densidad de árboles (1 833 ind/ha) está relacionado con diámetros más grandes. La dominancia de mirtáceas en general y de *M. exsucca* en particular, sugiere en primer lugar, la resistencia a la inundación de los representantes de dicha familia (Latsague et al., 2010); y en segundo lugar plantea la idea de que *M. exsucca* es la especie mejor adaptada a soportar las condiciones extremas propias de estos ambientes (Ramírez et al., 1983), ya que presenta mayor resistencia constitucional y plasmática a la sequía que otros miembros de la familia (Weinberger et al., 1973).

De acuerdo con la prueba ANCOVA, la única localidad significativamente diferente a todas las demás fue Quepe. Ésta es dada principalmente por la conformación de especies en términos estructurales, donde *D. winteri* juega un rol fundamental ya que, primeramente, su presencia es exclusiva de esta localidad y, en segundo lugar, contribuye al registro de los mayores valores de DAP (87 cm), altura (15 m) y coberturas de copa (4 m<sup>2</sup>). Las demás localidades presentan valores de DAP y altura similares, siendo siempre más bajos que los registrados en Quepe. Dicha situación estaría condicionada por el régimen de inundación del bosque, ya que hidroperiodos más largos provocan no sólo menor riqueza de especies, sino también efectos fisiológicos como menor altura (Correa-Araneda et al., 2012).

En cuanto al componente florístico en el interior de las parcelas, el bajo número de especies registradas obedece al anegamiento estacional que experimentan las cuatro localidades, situación que los convierte en biotopos extremos donde la proliferación del sotobosque es muy poco probable (Ramírez et al., 1995). A pesar de lo anterior, la presencia de *R. constrictus* en Pumalal, sugiere por un lado el potencial invasor de dicha especie (Fuentes et al., 2014) y por otra parte, resalta la constante amenaza que representan las matrices aledañas (e.g. agrícola) como fuentes de ingreso de plantas exóticas (Charbonneau y Fahrig, 2004).

## CONCLUSIONES

Los resultados reportados son de especial interés, ya que generan información desconocida sobre la conformación estructural de los bosques pantanosos de la región de La Araucanía. Si bien este sistema boscoso es de singular importancia, también ha sido altamente perturbado por la acción del hombre. Lo anterior se refleja en los escasos niveles de cobertura del dosel arbóreo que fueron registrados y se confirma también con las bajas alturas encontradas en las localidades de Catrimalal, Labranza y Pumalal. El hidroperiodo parecer ser un factor clave en el desarrollo de este tipo de bosques, lo que queda claramente demostrado en las diferencias mostradas por Quepe, las cuales se deben principalmente a la presencia de *Drimys winteri*, especie arbórea que registra las mayores alturas, DAP y coberturas de copa.

Estos sistemas boscosos están bajo constante presión antrópica, por lo que tal y como ocurre en bosques pantanosos de otras partes del mundo (e.g. manglares), es muy probable que tanto la estructura como la composición florística estén influenciadas por las actividades que de manera directa y/o indirecta se realizan en ellos (Walters, 2005; Berger et al., 2006).

## Agradecimiento

Los autores agradecen al Núcleo de Investigación en Estudios Ambientales (NEA) de la Universidad Católica de Temuco, por su apoyo

a la presente investigación; y a Carmen Gloria Garbarini por la revisión del texto en inglés.

## Referencias

- Benfield, S.; H. Guzman, y J. Mair, 2005. "Temporal mangrove dynamics in relation to coastal development in Pacific Panama". *J. Environ. Manage.*, 76: 263-276.
- Berger, U.; M. Adams, V. Grimm, y H. Hildenbrandt, 2006. "Modelling secondary succession of Neotropical mangroves: causes and consequences of growth reduction in pioneer species". *Perspect. Plant Ecol.*, 7: 243-252.
- Bray, J., y J. Curtis, 1957. "An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin". *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- Brooks, R., 2000. "Annual and seasonal variation and the effects of hydroperiod on benthic macroinvertebrates of seasonal forest 'vernal' ponds in central Massachusetts". *Wetlands*, 20: 707-715.
- Charbonneau, N., y L. Fahrig, 2004. "Influence of canopy cover and amount of open habitat in the surrounding landscape on proportion of alien plant species in forest sites". *Ecoscience*, 11: 278-281.
- Correa-Araneda, F.; J. Urrutia, y R. Figueroa, 2011. "Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile". *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 84: 325-340.
- Correa-Araneda, F.; J. Urrutia, Y. Soto-Mora, R. Figueroa, y E. Hauenstein, 2012. "Effects of the hydroperiod on the vegetative and community structure of freshwater forested wetlands, Chile". *J. Freshwater Ecol.*, 27: 459-470.
- Di Castri, F., y E. Hajek, 1976. *Bioclimatología de Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 131 pp.
- Donoso, C., 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 483 pp.
- Fuentes, N.; P. Sánchez, A. Pauchard, J. Urrutia, L. Cavieres, y A. Marticorena, 2014. *Plantas invasoras del centro-sur de Chile: Una guía de campo*. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 280 pp.
- Gerritsen, J., y H. Greening, 1989. "Marsh seed banks of the Okefenokee Swamp: effects of hydrologic regime and nutrients". *Ecology*, 70: 750-763.
- González, M.; E. Hauenstein, F. Peña-Cortés, M. García, y O. Urrutia, 2003. "Comentarios sobre bosques pantanosos, humedales importantes del centro-sur de Chile". *Gestión Ambiental*, 9: 3-13.
- Hauenstein, E.; M. González, F. Peña-Cortés, y A. Muñoz-Pederos, 2005. "Diversidad vegetal en humedales costeros de la región de La Araucanía". Smith-Ramírez, C.; J. Armesto, y C. Valdovinos (eds.). *Historia diversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, pp. 197-205. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Hauenstein, E.; F. Peña-Cortés, C. Bertrán, J. Tapia, L. Vargas-Chacoff, y O. Urrutia, 2014. "Composición florística y evaluación de la degradación del bosque pantanoso costero de temu-pitra en la Región de La Araucanía, Chile". *Gayana Bot.*, 71: 43-57.

- Jaña-Prado, R.; J. Celis-Diez, A. Gutiérrez, C. Cornelius, y J. Armesto, 2006. "Diversidad en bosques fragmentados de Chiloé: ¿Son todos los fragmentos iguales?" Grez, A.; J. Simonetti y R. Bustamante (eds.). Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: Patrones y procesos a diferentes escalas, pp. 159-189. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Latsague, M.; P. Sáez, E. Hauenstein, y F. Peña-Cortés, 2010. "Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la depresión intermedia de la región de La Araucanía, Chile". *Bosque*, 31: 247-251.
- Lawes, M.; M. Griffiths, y S. Boudreau, 2007. "Colonial logging and recent subsistence harvesting affect the composition and physiognomy of a podocarp dominated Afrotropical forest". *Forest Ecol. Manag.*, 247: 48-60.
- Meekins, J., y B. McCarthy, 2001. "Effect of environmental variation on the invasive success of an nonindigenous forest herb". *Ecol. Appl.*, 11: 1336-1348.
- Meiners, S.; S. Pickett, y M. Cadenasso, 2002. "Exotic plant invasions over 40 years of old field successions: Community patterns and associations". *Ecography*, 25: 215-223.
- Mitsch, W., y J. Gosselink, 2007. *Wetlands*. John Wiley & Sons. New York, US. 582 pp.
- Obiri, J.; M. Lawes, y M. Mukolwe, 2002. "The dynamics and sustainable use of high-value tree species of the coastal Pondoland forests of the Eastern Cape Province, South Africa". *Forest Ecol Manag.*, 166: 131-148.
- Peralta, M., 1976. *Uso, clasificación y conservación de suelos*. Ediciones SAG. Santiago, Chile. 337 pp.
- Promis, A.; G. Bergh, M. Serra, y G. Cruz, 2013. "Descripción de la flora vascular en el sotobosque de un bosque pantanoso y de una pradera antropogénica húmeda de junquillo en el valle del río Cisnes, región de Aysén". *Gayana Bot.*, 70: 164-169.
- Ramírez, C.; A. Ferriere, y H. Figueroa, 1983. "Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del sur de Chile". *Rev. Chil. Hist. Nat.* 56: 11-26.
- Ramírez, C.; C. San Martín, y J. San Martín, 1995. "Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile sur-central". Armesto, J.; C. Villagrán y M. Arroyo (eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile*, pp. 215-234. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- San Martín, C.; C. Ramírez, y D. Contreras, 2006. "Una nueva asociación boscosa pantanosa para Chile: *Caldcluvio-Lumetun gayanae*". *Revista Geográfica de Valparaíso*, 37: 77-87.
- San Martín, J.; J. Solervicens, C. Ramírez, C. San Martín, y M. Elgueta, 1992. "Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos de mirtáceas de la región del Maule, Chile". *Ciencias Forestales*, 8: 3-18.
- San Martín, J.; A. Troncoso, y C. Ramírez, 1988. "Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la cordillera de la Costa en Chile central". *Bosque*, 9: 17-33.
- San Martín, J.; A. Troncoso, C. Ramírez, C. San Martín, y A. Duarte, 1990. "Estudio florístico y vegetacional de los bosques pantanosos nativos de la cordillera costera entre los ríos Rapel y Mataquito, Chile central". *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 33: 103-128.



- Sokal, R., y J. Rohlf, 1981. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Company. San Francisco, USA. 859 pp.
- Steubing, L.; R. Godoy, y M. Alberdi, 2002. Métodos de ecología vegetal. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 345 pp.
- Villa-Martínez, R., y C. Villagrán, 1997. "Historia de la vegetación de los bosques pantanosos de la costa de Chile central durante el Holoceno medio y tardío". Rev. Chil. Hist. Nat., 70: 391-401.
- Walters, B., 2005. "Ecological effects of small-scale cutting of Philippine mangrove forests". Forest Ecol. Manag., 206: 331-348.
- Weinberger, P.; M. Romero, y M. Oliva, 1973. "Untersuchungen über die Dürresistenz patagonischer immergrüner Gehölze". Vegetatio, 28: 75-98.