



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

PARADA J., TERESA; JARA V., CAROLINA; LUSK, CHRISTOPHER H.

Distribución de alturas máximas de especies en rodales antiguos de selva Valdiviana, Parque
Nacional Puyehue

Bosque, vol. 24, núm. 2, agosto, 2003, pp. 63-67

Universidad Austral de Chile

Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173114405007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica





Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Bosque (Valdivia)

ISSN 0717-9200 *versión on-line*

-  Como citar este artículo
-  Agregar a favoritos
-  Enviar a e-mail
-  Imprimir HTML

Bosque (Valdivia) v.24 n.2 Valdivia ago. 2003

Bosque, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 63-67

AVANCES DE INVESTIGACION

Distribución de alturas máximas de especies en rodales antiguos de selva Valdiviana, Parque Nacional Puyehue ^{*}

Distribution of maximum heights of tree species in an old-growth Chilean rain forest

TERESA PARADA J. ¹, CAROLINA JARA V. ², CHRISTOPHER H. LUSK ²

* Trabajo financiado por FONDECYT 100367.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción.

² Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción.

Summary

A model published by Terborgh predicts that vertical stratification will arise in all forests because of the geometry of light penetration. Here we present data on the maximum heights of 15 co-occurring tree species in an old-growth Chilean rain forest and test for evidence of species grouping in discrete strata. Although the data suggest a tendency for most species to be grouped in strata, this result was not statistically significant ($P = 0.11$). This non-significant result reflects the presence of opportunistic

species of intermediate stature (e.g. *Luma apiculata* and *Caldcluvia paniculata*), which regenerate mainly in tree-fall gaps. These gap-regenerating species are minor stand components, reflecting the relative scarcity of opportunities for their development. However, the most common species belonged either to the main canopy (*Laurelia philippiana* and *Aextoxicon punctatum*) or to the understory (*Myrceugenia planipes*). The status of *Nothofagus dombeyi* as the tallest species is clearly confirmed, being taller than the others by > 10 m.

Key words: community structure, emergent, stratification, temperate forest, vertical structure.

Resumen

Un modelo publicado por Terborgh predice que debería existir estratificación vertical en todo bosque, debido a la geometría de la penetración de la luz. En este artículo se presentan datos de alturas máximas de 15 especies de árboles que coexisten en rodales antiguos de bosque siempreverde chileno, y realizamos una prueba para determinar si existe agrupación de las especies en estratos discretos. Aunque los resultados sugieren una tendencia de las especies a agruparse en estratos, éstos no son estadísticamente significativos ($P = 0,11$). Dicho resultado refleja la presencia de especies oportunistas de altura intermedia (por ejemplo *Luma apiculata*, *Caldcluvia paniculata*), las cuales se desarrollan principalmente en claros provocados por la caída de árboles. Estas especies son componentes menores del rodal, reflejando la escasez de oportunidades para su desarrollo. Por otro lado, las especies comunes se integraron o al dosel superior (*Laurelia philippiana*, *Aextoxicon punctatum*) o al sotobosque (*Myrceugenia planipes*). Además se puede corroborar la presencia de *Nothofagus dombeyi* como emergente, que sobrepasa en altura toda otra especie por más de 10 m.

Palabras claves: bosque templado, emergente, estratificación, estructura vertical, estructuración de comunidades.

INTRODUCCION

El tipo forestal siempreverde es el más extenso de Chile, con una cobertura superior al 31% de la superficie total del bosque nativo nacional ([CONAF-CONAMA 1999](#)). Han sido ampliamente documentados algunos aspectos de la estructura y funcionamiento de este tipo forestal, tales como su dinámica regenerativa ([Veblen et al. 1981](#), [Veblen 1985](#), [Donoso 1993](#)). Sin embargo, se han publicado pocos datos sobre la estructura vertical de rodales antiguos del bosque siempreverde. Aunque los datos de altura habitualmente aparecen en forma incidental en estudios de dinámica poblacional y comunitaria, hasta hoy no se ha publicado ninguna investigación sistemática con objetivo específico relacionado con la distribución de alturas.

Se suele describir y representar el bosque Valdiviano como un bosque “estratificado” ([Donoso 1993](#)). En la literatura ecológica, el término “estratificación” se ha aplicado a varios aspectos de la estructura de los bosques ([Parker & Brown 2000](#)). Una de las preguntas que se puede formular sobre la estructura vertical de un bosque es la siguiente: ¿las especies se agregan en estratos discretos o se distribuyen de forma independiente? El presente artículo se dirige en primer lugar a dicha pregunta. Un modelo desarrollado por [Terborgh \(1985\)](#) predice que deberían existir estratos discretos en todo bosque, debido a la geometría de la penetración de la luz. Argumenta que justo debajo del dosel, los haces lumínicos que penetran entre copas vecinas se solapan poco, y por ende esta zona no ofrece muchas posibilidades de ganancia de carbono. Más abajo estos haces se homogenizan, formando un campo horizontal uniforme, lugar donde puede desarrollarse el siguiente estrato. Por lo tanto, las especies deberían distribuirse en forma agregada a lo largo del perfil vertical.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio: El estudio se llevó a cabo en rodales antiguos de bosque siempreverde en el Parque Nacional Puyehue ($40^{\circ} 39'S$, $72^{\circ} 11'W$), ubicado en la precordillera de los Andes en el centrosur de

Chile. El área experimenta un clima templado marítimo, con precipitación anual de alrededor de 3.500 mm (Almeyda y Sáez 1958). En las bajas altitudes (350-440 m s.n.m), donde se realizó el estudio, todas las especies arbóreas del bosque corresponden a especies latifoliadas (cuadro 1).

CUADRO 1

Especies integrantes de rodales antiguos del bosque siempreverde, Parque Nacional Puyehue, mostrando alturas máximas (percentil 95).

Tree and shrub species in old-growth stands of an evergreen rain forest in the Parque Nacional Puyehue, showing maximum heights (95th percentile).

Especie	Código	Tamaño muestral	Altura máxima (m)
<i>Azara lanceolata</i> Hook. f.	Az	6	5,5
<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz	Ac	6	8,4
<i>Lomatia ferruginea</i> (Cav.) R. Br.	Lf	10	9,9
<i>Rhaphithammus spinosus</i> (A. L. Juss)	Rs	19	11,2
<i>Myrceugenia planipes</i> (H. et A.)	Mp	79	16,8
<i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav.) D. Don	Cp	10	18,7
<i>Amomyrtus luma</i> (Mol) Legr et Kaus	Al	6	21,9
<i>Luma apiculata</i> (DC.) Burret	La	13	23,1
<i>Gevuina avellana</i> (Mol)	Ga	16	23,3
<i>Aextoxicon punctatum</i> R. et P.	Ap	54	33,4
<i>Weinmannia trichosperma</i> Cav.	Wt	4	33,9
<i>Laurelia philippiana</i> Looser	Lp	117	34,0
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i> (Less)	Dd	38	35,8
<i>Eucryphia cordifolia</i> Cav.	Ec	13	38,0
<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.	Nd	10	49,4

Las alturas (cuadro 2) fueron medidas en ocho parcelas convencionales cuadradas de 25 x 25 metros. Las parcelas fueron ubicadas en rodales con un dosel alto y cerrado, sin aperturas importantes, dado que las especies tendrían mayores probabilidades de expresar su potencial altura máxima en rodales de este tipo que lleven un largo tiempo sin perturbaciones.

CUADRO 2

Distribución de alturas individuales por clases de 5 metros, Parque Nacional Puyehue.

Superficie total de muestreo = 0,5 ha.

Distribution of individual tree heights in 5 m diameter classes in the Parque Nacional Puyehue. Total area sampled = 0.5 ha.

Intervalo (m)	Especies															
	Az	Ac	Al	Ap	Cp	Dd	Ec	Ga	La	Lf	Lp	Mp	Nd	Rs	Wt	Total
5-9,9	6	6	2	17	3	14	1	7	8	10	17	40	0	12	1	144
10-14,9	0	0	1	6	5	2	0	5	2	0	19	28	0	7	1	76
15-19,9	0	0	2	6	1	2	0	2	0	0	14	10	0	0	1	38
20-24,9	0	0	1	11	1	5	2	1	2	0	18	1	0	0	1	43
25-29,9	0	0	0	7	0	6	2	1	1	0	24	0	0	0	0	41
30-34,9	0	0	0	5	0	4	4	0	0	0	21	0	0	0	0	34
35-39,9	0	0	0	2	0	5	4	0	0	0	4	0	3	0	0	18
40-44,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
45-49,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
50-54,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total	6	6	6	54	10	38	13	16	13	10	117	79	10	19	4	401

Materiales: Para las mediciones de altura se empleó un clinómetro Suunto con dos escalas graduadas útiles a 15 y 20 metros del árbol. En cada caso se registra una lectura al ápice, una lectura a la base del árbol, y la pendiente del terreno, repitiéndose desde dos ángulos distintos para cada árbol. En el caso particular de árboles con difícil visibilidad, las mediciones a ambos extremos del árbol se efectuaron desde cualquier punto que lo permita, registrándose a su vez la distancia en el suelo y la escala del instrumento utilizada, para definir las variables de la siguiente fórmula, que incorpora la corrección por pendiente:

$$H = la - (lb) * (\cos(p) * (ds/ei))$$

donde H = altura del árbol, la = lectura al ápice, lb = lectura a la base del árbol, p = pendiente del terreno, ds= distancia en el suelo, ei = escala del instrumento.

Procedimiento estadístico: Se calculó el percentil 95 de las alturas de cada especie, en vez del valor máximo, el cual indica el valor bajo el cual se encuentra el 95% de los datos. El percentil 95 es un estimador mucho más estable que el percentil 100 o el rango total; estas últimas estadísticas son muy sensibles a valores extremos y al tamaño muestral ([Zar 1996](#)).

Para analizar la distribución de alturas "máximas" se empleó una prueba de aleatorización ([Manly 1997](#)). Esta prueba consiste en los siguientes pasos: 1) ordenar en forma ascendente las cifras de percentil 95 para las 15 especies; 2) calcular la diferencia en metros de altura entre especies consecutivas; 3) calcular la varianza de dichas diferencias de altura; 4) comparar esta varianza observada con una distribución de varianzas derivadas de 10.000 simulaciones con datos aleatorios que ocupan el mismo rango de alturas (5 a 50 metros). Si las especies se encuentran agregadas en estratos discretos ("emergente", "dosel", "sotobosque", etc), entonces las diferencias de altura máxima entre especies consecutivas deberían ser más variables que lo esperado según un modelo nulo, arrojando una varianza mayor que las calculadas con datos aleatorios.

RESULTADOS Y DISCUSION

La distribución de las alturas máximas ([figura 1](#)) presenta cierta tendencia al agrupamiento (o sea, estratificación), aunque esta evidencia no es estadísticamente concluyente ya que la prueba de aleatorización arroja un valor de $P > 0,05$ ($P = 0,11$). Dicho resultado quiere decir que las distancias verticales entre especies son algo más variables que lo esperado, según el modelo nulo, aunque no categóricamente. Existe una distribución continua de alturas en el perfil vertical hasta la especie

Gevuina avellana (percentil 95 = 23,3 m) (figura 1). Desde esa altura se produce un salto importante hasta las especies principales que forman el dosel del bosque, alrededor de los 33 a 35 m. Finalmente, existe un segundo salto importante que posiciona a la especie *Nothofagus dombeyi* como emergente, sobresaliendo claramente del dosel (Veblen *et al.* 1980).

Los resultados confirman la presencia de una estructura vertical compleja en el bosque Valdiviano (Veblen *et al.* 1980). En cuanto al planteamiento de Terborgh (1985) sobre la existencia de estratos debido a la geometría de la luz dentro del bosque, podemos decir que no se cumple del todo, ya que la agrupación de especies no es estadísticamente significativa (figura 1). No se puede asignar mayor importancia al hecho de que las parcelas no fueron seleccionadas aleatoriamente, pues la característica de rodal maduro que se usó como criterio de selección asegura una mayor probabilidad de encontrar el máximo potencial de alturas.

Dos factores podrían contribuir a este resultado poco concluyente. Primero, podría reflejar el bajo poder estadístico de la prueba, debido al número reducido de especies arbóreas presente. A pesar del resultado no significativo, la distribución de alturas da la impresión visual de un bosque estratificado (figura 1), lo cual sugiere que un bosque con estructura semejante pero con más especies podría dar un resultado estadístico distinto.

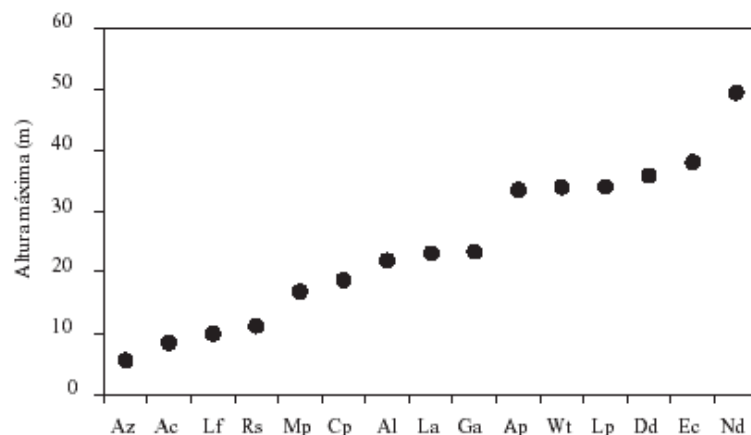


Figura 1: Distribución de alturas máximas (percentil 95) de las especies integrantes de rodales antiguos del bosque siempreverde, Parque Nacional Puyehue.

Distribution of maximum heights (95th percentile) of tree and shrub species in old-growth stands of an evergreen rain forest in the Parque Nacional Puyehue.

Segundo, la discrepancia podría deberse a los problemas inherentes en la aplicación de un modelo básicamente estático a un ente dinámico como un bosque. Algunas especies que parecen salir un poco del esquema de los estratos discretos probablemente se desarrollan principalmente en pequeños claros en el bosque. *Caldcluvia paniculata* y *Luma apiculata* podrían seguir este patrón, siendo demasiado altas para considerarse como especies del sotobosque, pero demasiado bajas para integrarse al dosel. Dichas especies, de tolerancia intermedia a la sombra (Figueroa y Lusk 2001), formarían un dosel transitorio en los claros, cediendo su lugar eventualmente a árboles más altos como *Laurelia philippiana*.

Las alturas alcanzadas en los bosques en general presentan una fuerte relación con la calidad del sitio (Donoso 1997). Las alturas máximas documentadas aquí, en sitios fértiles y bien drenados en Puyehue, son parecidas a aquellas publicadas para especies comunes, tales como *N. dombeyi* y *L. philippiana*, en estudios de dinámica del bosque valdiviano en sitios favorables (Veblen *et al.* 1980). Además, son comparables con las pocas cifras disponibles para los bosques lluviosos antiguos en Nueva Zelanda,

donde árboles emergentes de la familia Podocarpaceae alcanzan alturas > 50 m en sitios favorables (Wardle 1991, Ogden y Stewart 1995). También, son semejantes a las alturas máximas documentadas en estudios recientes de bosques lluviosos tropicales (Bongers 2001, Birnbaum 2001). Por otra parte, las alturas medidas en Puyehue son superiores a las de otros bosques lluviosos del hemisferio sur ubicados en sitios más fríos, infértiles y/o mal drenados (Wardle 1991). Sin embargo, nuestras cifras son modestas comparadas con las alturas extremas documentadas para los bosques lluviosos del oeste de América del Norte, donde coníferas tales como *Pseudotsuga menziesii*, *Sequoiadendron giganteum* y *Sequoia sempervirens* se encumbran sobre los 90 m (Jensen y Salisbury 1988).

A pesar del éxito aparentemente limitado del modelo de Terborgh (1985) en predecir la distribución de alturas máximas, éste sí es útil en predecir la abundancia relativa de las especies integrantes en base a su altura (cuadro 2). Las especies más comunes pertenecen bien al dosel principal (*L. philippiana*, *Aextoxicon punctatum*) o bien al sotobosque (*Myrceugenia planipes*). En cambio, las especies de altura intermedia que se desarrollan en los claros (por ejemplo *C. paniculata*, *L. apiculata*) son todas relativamente escasas como adultos en los rodales antiguos. Dicho patrón probablemente refleja el hecho de que sus oportunidades de desarrollo en los claros son restringidas espacial y temporalmente. Por ende, el estudio de la distribución de alturas máximas puede ayudar a comprender la estructuración de las comunidades forestales.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEYDA, E. F. SAEZ. 1958. *Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos*. Santiago, Chile, 1ª edición. Ministerio de Agricultura, Chile.
- BIRNBAUM, P. 2001. "Canopy surface topography in a French Guiana forest and the folded forest theory", *Plant Ecology* 153: 293-300.
- BONGERS, F. 2001. "Methods to assess tropical rain forest canopy structure an overview", *Plant Ecology* 153: 263- 277.
- CONAF-CONAMA. 1999. *Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile*. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile. 1ª ed. p. 27.
- DONOSO, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina: variación, estructura y dinámica*. Santiago, Chile. 1ª edición. Editorial Universitaria, p. 425-455.
- DONOSO, C. 1997. *Ecología Forestal*. Santiago, Chile. 5ª edición. Editorial Universitaria, p. 332-340.
- FIGUEROA, J. A., C. H. LUSK. 2001. "Germination requirements and seedling shade tolerance are not correlated in a Chilean temperate rain forest". *New Phytologist* 152: 483-489.
- JENSEN, W. A., F.B. SALISBURY. 1988. *Botánica*. México. 2ª edición, Acuario Editores, p. 551.
- MANLY, B.F.J. 1997. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in biology*. 2nd ed. CRC Press, LLC., 424 p.
- OGDEN, J., G.H. STEWART. 1995. "Community dynamics of the New Zealand conifers". En: *Ecology of the Southern Conifers*. Enright, N.J., R.S. Hill (eds.). Melbourne University Press, Australia.
- PARKER, G.G, M.J. BROWN. 2000. "Forest canopy stratification- is it useful?", *American Naturalist* 155: 473-484.
- TERBORGH, J. 1985. "The vertical component of plant species diversity in temperate and tropical forests", *American Naturalist* 126: 760-777.
- WARDLE, P. 1991. *Vegetation of New Zealand*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 672 p.
- VEBLEN, T. T., F. M. SCHLEGEL, B. ESCOBAR. 1980. "Structure and dynamics of old- growth

Nothofagus forest in the Valdivian Andes, Chile", *Journal of Ecology* 68: 1-31.

VEBLEN, T.T., C. DONOSO Z., F. M. SCHLEGEL, B. ESCOBAR. 1981. "Forest dynamics south-central Chile". *Journal of Biogeography* 8: 47-211.

VEBLEN, T. T. 1985. "Forest development in tree-fall gaps in the temperate rain forest of Chile", *National Geographic Research* 1: 84-161.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey. 3rd edition. Prentice Hall, p. 19-30.

Recibido: 10.01.02
Aceptado: 20.03.02