

Fundada en 1951 por                      Founded in 1951 by  
Miguel Raggio & Nora Moro de Raggio  
Editor-in-Chief: Dr. Carlos A. Busso

FUNDACION ROMULO RAGGIO  
Gaspar Campos 861, 1638 Vicente López (BA), Argentina  
www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar  
ISSN 0031-9457

---

57° ANIVERSARIO

(2008) 77: 321-326

57th ANNIVERSARY

---

## **NOTA**

# **Diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque nativo en el sur de Chile**

(Con 1 Tabla y 2 Figuras)

## ***Tree and shrub diversity in native rainforest fragments in southern Chile***

(With 1 Table & 2 Figures)

**Pincheira-Ulbrich<sup>1</sup>, JR Rau<sup>2</sup>, E Hauenstein<sup>3</sup>**

**Resumen.** Se muestreó la diversidad de árboles y arbustos, y se construyó la curva de rarefacción y de acumulación de especies en 10 fragmentos de bosque nativo en el sur de Chile. Los resultados indicaron que: (1) la riqueza del conjunto de fragmentos fue igual a 23 especies, (2) la diversidad se incrementó significativamente con el tamaño de fragmento, (3) todos los fragmentos requieren un muestreo mínimo de entre 40 y 170 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies, y (4) la riqueza muestreada fue mayor a la teórica calculada (20 especies).

**Palabras clave:** Bosques templados, diversidad de plantas vasculares, riqueza de especies, Chile.

**Abstract.** We sampled the diversity of trees and shrubs, and built the rarefaction and accumulation species curve in 10 native forest fragments in southern Chile. Results indicated that: (1) there were 23 species in all sampled fragments, (2) species richness increased significantly with fragment size, (3) all fragments require a minimal sampling from 40 to 170 individuals to reach the maximum theoretical species richness, and (4) sampling richness was greater than that theoretically expected (20 species).

**Key words:** temperate forest, vascular plant diversity, species richness, Chile.

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Planificación Territorial, Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología, Depto. de Ciencias Básicas & Programa IBAM, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno, Chile.

<sup>3</sup> Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Casilla 15-D, Temuco, Chile.

Address Correspondence to: Jimmy Pincheira-Ulbrich, e-mail: jpincheira@uct.cl, phone-fax 56-45-205469. Recibido/Received 23.IV.2008. Aceptado/Accepted 31.VII.2008.

Los efectos de la fragmentación de ecosistemas forestales sobre la diversidad de plantas vasculares han sido poco estudiados en Chile. Teóricamente, fragmentos de mayor tamaño albergarían un mayor número de especies en relación a fragmentos más pequeños. Para cuantificar la abundancia y la riqueza de especies sería entonces necesario un esfuerzo de muestreo que se correlacionaría positivamente con el tamaño de fragmento. Por ello, este trabajo planteó dos objetivos: (1) cuantificar la diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque nativo mediante la composición florística, la riqueza de especies y el valor de importancia, y (2) construir la curva de rarefacción y de acumulación de especies.

Se muestrearon 10 fragmentos de bosque nativo insertos en una matriz de plantaciones de *Eucalyptus spp* en un área de transición entre la depresión intermedia y la Cordillera de la Costa de Osorno en la Región de Los Lagos, Chile (40°51'59" - 40°55'13" S, 73°33'01" - 73°25'19" O). El muestreo se efectuó mediante la técnica de la línea intercepta de Canfield (Brower et al., 1990). Cada transecta, situada en el centro de cada fragmento evitando su borde, tuvo 20 m de largo. Se establecieron tres líneas en fragmentos menores a dos hectáreas; 10 en fragmentos menores a 15 ha, y 20 en fragmentos de mayor superficie. En cada línea se marcaron cinco puntos separados cada cuatro metros. Se registraron todos los individuos de las especies de árboles y arbustos a lo largo de la línea de transecta y, además, se registraron las especies que se encontraban dentro de un área de un m<sup>2</sup> alrededor de cada punto. La nomenclatura científica siguió a Marticorena y Quezada (1985).

El número de fragmentos muestreados se determinó mediante una regresión lineal entre el área de los fragmentos y la riqueza total de especies. Se obtuvo un coeficiente de intercepción  $c = 5,932$  y una pendiente  $z = 0,154$ . Con estos valores, y utilizando el programa Power & Sample Size (Dupont y Plummer, 1990), se ingresaron los valores de  $z$ ; la desviación estándar en  $A$  (superficie en hectáreas) = 20,116, y la desviación estándar de los residuos del modelo de regresión = 2,398 (para un nivel de significación de 5%). Se obtuvo así el tamaño mínimo significativo de la muestra que fue de 10 fragmentos.

**Composición florística, riqueza de especies, valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener.** Se registraron 23 especies en el conjunto de fragmentos (Tabla 1). La riqueza varió entre 4 y 17 especies para los fragmentos de menor (0,3 ha) y mayor tamaño (55 ha), respectivamente. El valor de importancia de la especie " $i$ " en el fragmento " $n$ " para un 100% como valor máximo ( $IV\%$ ) se calculó siguiendo a Brower et al. (1990). Se constataron así altos porcentajes de participación de tres especies en los fragmentos de 0,3 a 12 ha: *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (48,9% a 31,3%), *Chusquea quila* Kunth

(43,4% a 6,6%) y *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz (24,2% a 5,2%) (Tabla 1). Los fragmentos de 13 y 55 ha, se caracterizaron por la participación de especies con mayor tolerancia a la sombra: *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde y *Eucryphia cordifolia* Cav. El fragmento de 46 ha presentó elementos comunes a ambas situaciones, e individuos emergentes de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. (14,6 %) (Tabla 1). En general, *N. obliqua*, *E. cordifolia* y *N. dombeyi*, conformaron el dosel en los fragmentos donde estaban presentes, mientras que *L. philippiana* se encontró preferentemente en el estrato intermedio.

Con el incremento del tamaño de fragmento se registró un aumento sostenido en el número de especies nuevas, valor que varió entre una y cuatro especies (Tabla 1). No obstante, éstas fueron poco frecuentes ( $IV\% < 5\%$ ). Consecuentemente, el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Moreno, 2001), mostró que la diversidad aumentó significativamente con el tamaño de fragmento, desde un valor mínimo de 1,25 en el fragmento de 0,6 ha a 2,44 en el fragmento de 55 ha [programa Statistica (Statsoft, 1999), Modelo lineal;  $R^2 = 67,6\%$ ;  $p = 0,003$ ].

**Curva de rarefacción y de acumulación de especies.** Se obtuvo la curva de rarefacción (Moreno, 2001) mediante el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al., 1997) (Fig.1). Para ello, se usó como variable independiente el número de individuos del conjunto de especies, y como variable dependiente su riqueza de especies. Esta curva mostró que para alcanzar la riqueza máxima esperada, los fragmentos de mayor tamaño necesitaron mayor esfuerzo de muestreo en relación a los fragmentos más pequeños. Sin embargo, todos los fragmentos hasta 46 ha necesitaron en general entre 40 y 50 individuos para lograr la riqueza máxima teórica de especies. La excepción fue el fragmento de 55 ha que necesitó 170 individuos (Fig.1). Similarmente, se obtuvo la función de acumulación de especies de Clench (Soberón y Llorente, 1993) (Fig. 2); se usó el área de los fragmentos (ha) como variable independiente y el número de especies acumuladas como variable dependiente. Mediante el método de estimación Simplex y quasi-Newton del programa Statistica (Statsoft, 1999), se obtuvieron los coeficientes de regresión  $a = 20,014$  y  $b = 1,013$ . La división de estos coeficientes ( $a/b$ ) dio una riqueza conjunta máxima esperable de 20 especies (valor de la asíntota de la curva de acumulación de especies,  $R^2 = 93,5\%$ ). La riqueza arrojada por el modelo de Clench, fue incluso menor a la efectivamente obtenida en el terreno (23 especies). Esta situación se fundamenta en la experiencia alcanzada en el muestreo de campo, tal como lo demostraron Soberón y Llorente (1993). Estos autores afirman que a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo se hace más difícil la probabilidad de incluir nuevas especies, pero ésta nunca llega a cero. Jiménez-Valverde y Hortal (2003) proveen más detalles sobre el procedimiento de construcción de la curva de acumulación de especies de Clench.

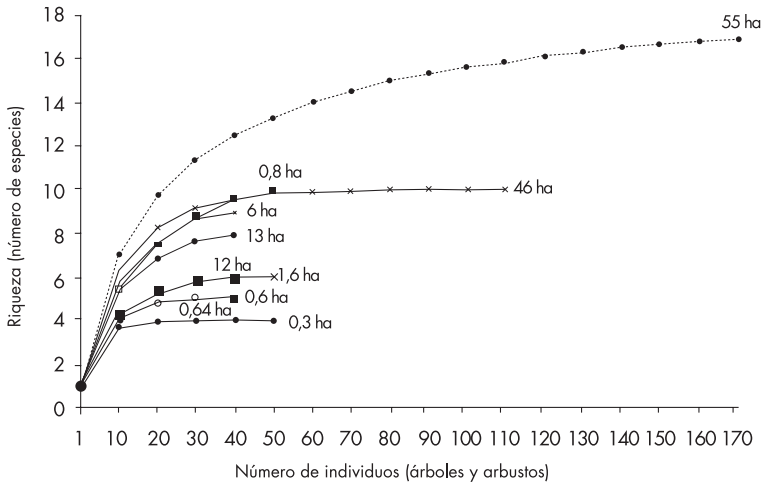
**Tabla 1.** Los valores en la Tabla corresponden al valor de importancia (IV%). También se muestran la composición florística, riqueza de especies (S), e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para el conjunto de árboles y arbustos en 10 fragmentos de bosque nativo. F = frecuencia de la especie "i" en el conjunto de fragmentos; \* especie nueva con respecto al fragmento inmediatamente anterior

**Table 1.** Values in the Table are the importance value (IV%). Also shown are the floristic composition, species richness (S), and Shannon-Wiener diversity index (H'), for the tree and shrub set in 10 fragments of native rainforest. F = species "i" frequency in the fragment set; \* new species with respect to the immediately preceding fragment.

Especie ("i")	Tamaño de fragmento en hectáreas ("n")											F
	0,3	0,6	0,64	0,8	1,6	6	12	13	46	55		
<i>Aextoxicon punctatum</i> Ruiz et Pav.				3,8*		4,1		8,9	10,6	12,7		5
<i>Amomyrtus luma</i> (Molina) Legr. et Kaus.								2,4*			14,7	2
<i>Amomyrtus meli</i> (Phil.) Legr. et Kaus.											1,6	1
<i>Aristolelia chilensis</i> (Molina) Stuntz	11,2	15,6	10,1	9	24,2	5,2	8,9		7,4	0,7		9
<i>Berberis darwinii</i> Hook.					23,5*							1
<i>Chusquea quila</i> Kunth.	43,4	9,9	37,6	24,6	6,5	22	25,3	22,7	22	4,7		10
<i>Drimys winteri</i> J. R. et G. Forster											0,4	1
<i>Eucryphia cordifolia</i> Cav.			30,6*	6,6		8,9		22	8,3	9,6		6
<i>Gaultheria phillyreifolia</i> (Pers.) Sleumer											0,4*	1
<i>Gevuina avellana</i> Molina		11,8*						4,7	7,9	12,6		4
<i>Laurelia sempervirens</i> (Ruiz et Pav.) Tul.				2,8*		4,1			2,6			3
<i>Laureliopsis philippiana</i> (Looser) Schodde			9,1*					29,4		17,6		3
<i>Lomatia ferruginea</i> (Cav.) R. Br.								3,3*		8,4		2
<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels. ex Macbr.							6,6*					1
<i>Luma apiculata</i> (DC.) Burret							3,5*			4,5		2
<i>Myrceugenia planipes</i> (H. et A.) Berg				12,5*	2,6					3,5		3
<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.									14,7*			1
<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst.	31,3	56,3		37,7	44,4	37,8	48,8		15,7			7
<i>Ovidia andina</i> (Poepp. et Endl.) Meisn.				3,2*	6,8							2
<i>Persea lingue</i> (Ruiz. et Pav.) Nees ex kopp				3,9*		3,5		2,5	3,5	3,2		5
<i>Pseudopanax laetevirens</i> (Gay) Franchet											1,3	1
<i>Rhaphitamnus spinosus</i> (A. L. Juss.) Mold.	14	6,2		3,8	15,3	10,6	6,5		6,4	2,1		8
<i>Ribes trilobum</i> Meyen							3,7*			1,3		2
Especies nuevas	4	1	3	4	1	1	2	2	1	4		23
Riqueza (S)	4	5	5	10	6	9	6	8	10	17		23
H'	1,30	1,25	1,41	1,84	1,52	1,91	1,39	1,84	2,13	2,44		

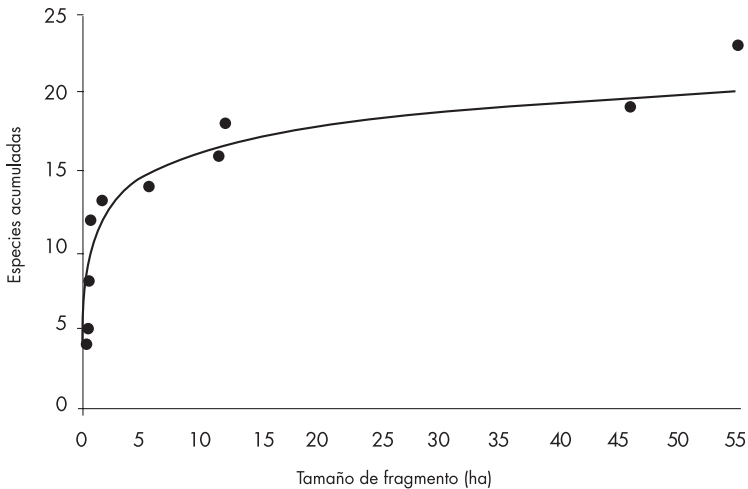
**Fig 1.** Curva de rarefacción de especies de árboles y arbustos.

**Fig 1.** Rarefaction curve for tree and shrub species.



**Fig 2.** Curva de acumulación de especies de árboles y arbustos.

**Fig 2.** Cumulative curve of tree and shrub species.



## AGRADECIMIENTOS

A la empresa forestal Anchile y al Programa de Educación e Investigación Biológica & Ambiental (IBAM) de la Universidad de Los Lagos. El primer autor agradece sinceramente a Eduardo Briones, Christian Azocar y Cesar Paredes por su apoyo en terreno. Este trabajo se efectuó en el marco del programa de Magíster en Ciencias de la Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

## REFERENCIAS

- Brower, J., J. Zar y C. von Ende (1990). Field and laboratory methods for general ecology. Brown Publishers. Dubuque 237 p.
- Dupont, W.D. y W.D. Plummer (1990). Power and sample size calculations: A review and computer program. *Controlled Clinical Trials* 11: 116-128.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal (2003). La curva de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Martcorena, C. y M. Quezada (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42: 1-157.
- Mcaleece, N., P. Lamshead., G. Paterson y J. Cage (1997). Biodiversity Professional (V.2.0). Natural History Museum and Scottish Association for Marine Science.  
<http://www.sams.ac.uk/research/software/software/?searchterm=Biodiversity%20Pro>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Edición CYTED, ORCYT/ UNESCO & SEA. Zaragoza. pp 84.
- Soberon, J. y J. Llorente (1993). The use of the species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- Statsoft, Inc. (1999). Statistica for Windows [Computer program manual]. StatSoft, Inc., Tulsa.  
<http://www.statsoft.com>