



ASENTAMIENTO UNIVERSITARIO SAN MARTIN DE LOS ANDES

PRACTICA LABORAL

**“Densidad básica y el porcentaje de tejidos de la madera de *Nothofagus alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst.=*Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil en la cuenca Lacar”**

**ALUMNA:** Cuevas Adriana Ayelen

**LEGAJO:** 120061

**PROFESOR SUPERVISOR:** Lic. Medina Andrea Alejandra

BIBLIOTECA UN	
SIG	PL
TOP	C965
K90	



# Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Objetivos	
General.....	6
Específicos.....	6
Área de estudio.....	7
Materiales y métodos.....	8
Resultados.....	9
Discusiones.....	11
Conclusiones.....	12
Bibliografía.....	13
Agradecimientos.....	14
Anexos.....	15

## RESUMEN

El presente trabajo analiza la densidad básica y el porcentaje de tejido en la madera de Raulí en la Cuenca Lacar, además analiza sus variaciones entre sitios dentro de la cuenca.

Se muestrearon 12 (doce) ejemplares de Raulí de 3 (tres) sitios diferentes, en una transecta de oeste a este, en la cual hay una variación de las precipitaciones que van desde los 2500 a los 1000 mm anuales.

La densidad promedio en la Cuenca Lacar arrojó un valor de 0,49 gr/cm<sup>3</sup>, clasificándola como madera liviana a semi pesada, viéndose también que no hay una variación significativa de la misma entre sitios.

El porcentaje promedio en la Cuenca fue de 43% de tejidos de sostén (fibrotraqueidas), 38% de tejido de conducción y el 19% de tejido parenquimático, en este caso, la única que presentó variación significativa entre sitios fue la de porcentaje de poros.

## INTRODUCCION

En general la densidad identifica la calidad de una madera y permite estimar su dureza, porosidad, comportamiento frente a los esfuerzos mecánicos, extensión de los cambios dimensionales, calidad del acabado y rendimiento. Por esta razón se la emplea como criterio de evaluación, pretendiendo predecir las posibilidades de uso y la calidad de los productos a obtener (Burley y Wood, 1979). La densidad de la madera está influenciada principalmente por la proporción de los diferentes tejidos (fibras, poros y parénquima) que conforman su estructura (Zobel y Talbert, 1984). Se la define como masa sobre unidad de volumen a un determinado contenido de humedad, ya que este hace variar su masa en mayor proporción que en volumen. Las más usadas en general son la densidad anhidra (0 %CH), la normal (12% CH) y la densidad verde (mayor a 30% de CH). Una densidad muy utilizada en la actualidad es la densidad básica que es la relación entre el peso anhidro y el volumen saturado (Panshin y DeZeeuw 1980). Este método ahorra el tedioso cálculo del volumen ya que se estimá a partir de la formula de Smith (1954) (ver formula en materiales y métodos).

Por otro lado, la variación de la densidad dentro del árbol como entre arboles y entre sitios, puede servir para conocer la utilidad de dicho parámetro físico como posible índice de la calidad de la madera.

El Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst. = *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil.) habita en el Distrito Caducifolio de la Provincia Subantártica (Cabrera, 1976). En Argentina, se extiende desde el lago Quillén, hasta el lago Lácar (39° 24' – 40° 10'), cubriendo 79.636 ha, de las cuales el 97 % se encuentran comprendidas dentro del sistema de parques nacionales, tanto en el Parque Nacional Lanín como en el Nahuel Huapi (Sabatier et al, 2011). Se distribuyen en una franja de unos 120 km de largo y 40 km como máximo de ancho desde la frontera con Chile hacia el este, entre los 800 y 1350 m s.n.m. Su madera ha sido siempre muy apreciada para la utilización en mueblería, aberturas, carpintería naval y construcción a la intemperie, razón por la cual ha sido una especie utilizada en forma histórica. Sin embargo, existen pocos estudios sobre la madera de esta especie (Tortorelli 1956; Rivera 1988), por lo tanto es necesario generar y aportar conocimientos.

La presente práctica laboral se enmarcó dentro del proyecto “Variabilidad de la madera de *Nothofagus alpina* (Phil.) Dim. et Mil. (Raulí) y sus implicancias tecnológicas y biológicas”. Dicho proyecto tiene como objetivo “conocer la variabilidad de la madera de esta especie dentro y entre individuos y entre sitios en un gradiente O-E en la cuenca del Lago Lacar, a partir de parámetros anatómicos y físicos y relacionarlos con aspectos tecnológicos y biológicos.” (UNComahue, 2008).

## OBJETIVOS

### General

- Generar datos que sumen a nuestro conocimiento de la anatomía y de los caracteres físicos de la madera de esta importante especie forestal.

### Específicos

- Aprender técnicas de laboratorio utilizadas para el estudio de la madera a nivel macro y microscópico.
- Determinar la densidad de la madera de Raulí y su variación entre sitios.
- Determinar el porcentaje de tejidos de la madera de raulí y analizar su variación entre sitios de muestreo.

## AREA DE ESTUDIO

Los sitios de procedencia de la madera que se analizó en esta práctica fueron Noñthue, Quilanlahue y Loma Redonda (San Martín de los Andes), los que conforman un gradiente Oeste-Este en la Cuenca del lago Lacar (Figura 1).

Los sitios pertenecen al Distrito Fitogeográfico Caducifolio de la Provincia Subantártica (Dominio Suanártico; Región Antártica) (Cabrera 1976).

Presentan relieve de montaña y clima templado húmedo, con precipitaciones principalmente invernales que decrecen de oeste a este desde los 2500 a los 1000 (Figura 1) mm aproximadamente con marcada estación seca estival y temperaturas medias máximas de 15,9°C y mínimas de 2,8°C.

El régimen de humedad de los suelos es údico por lo que no presentaría déficit hídrico en ningún momento del año (Ferrer et al., 1991).

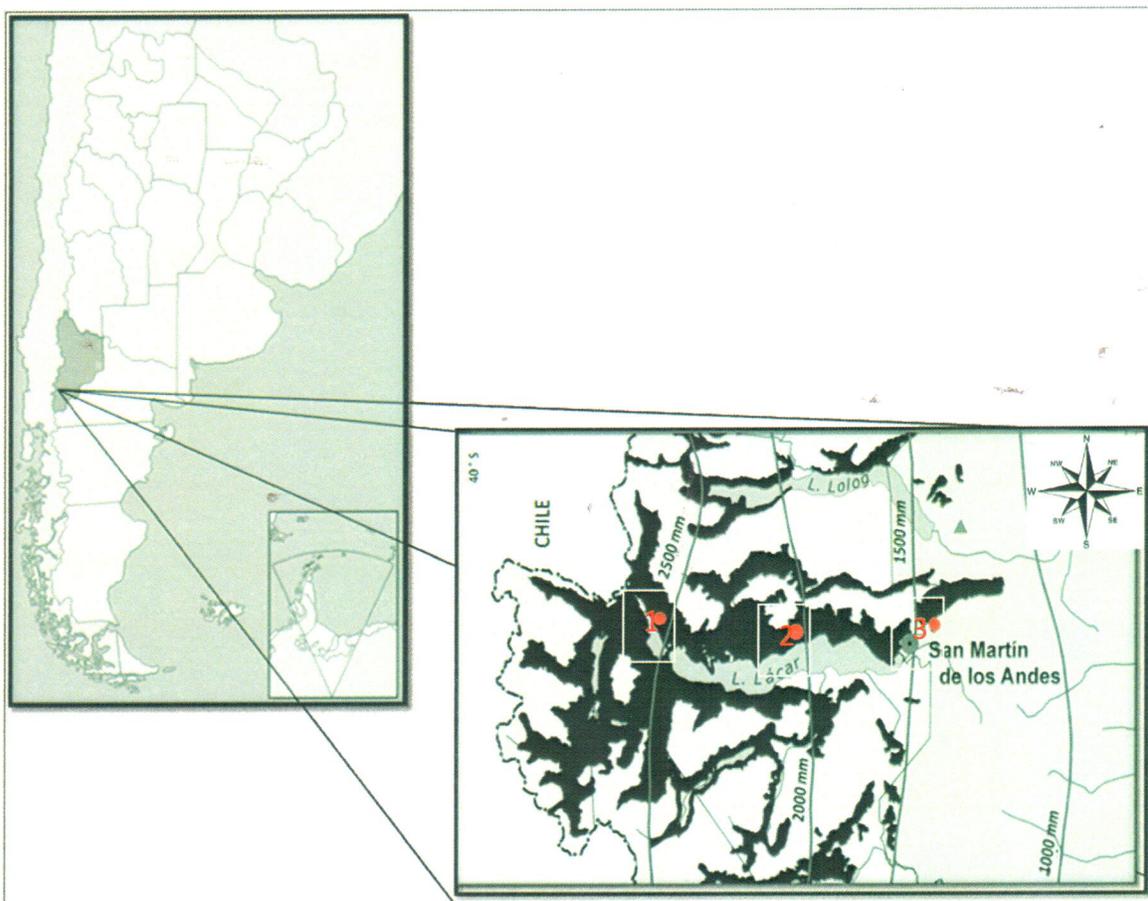


Figura 1: Ubicación geográfica de los sitios elegidos. De oeste a este: 1 Nonthue, 2 Quilanlahue y 3 Loma redonda.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con madera de 12 (doce) ejemplares de Raulí:

- 4 (cuatro) de Nonthué y 4 (cuatro) de Quilanlahue ya coleccionadas por el proyecto de investigación antes mencionado.
- Se tomaron muestras con barreno de incremento de 4 (cuatro) raulíes del sector de Loma Redonda de San Martín de los Andes.

Todos los árboles muestreados cumplieron con las siguientes características: Individuos adultos con DAP (diámetro con altura de pecho) mayor a 40 cm, con fuste sin defecto, dominante, de copa simétrica y buen estado sanitario.

De estos árboles se extrajeron tarugos utilizando un radio de orientación norte, del cual se obtuvieron cubos de madera de 1x1 cm aproximadamente, de la zona cercana a la corteza con el fin de analizar en todos los casos madera madura. A partir de cada uno de ellos se analizó la densidad básica (Según la fórmula de Smith, 1954) y utilizando un xilótomo se efectuaron cortes transversales microscópicos y se realizaron preparados permanentes con el método de tinción en safranina. A partir ellos se analizó el porcentaje de tejidos (fibroso, conductor y parénquima axial y radial).

Las variaciones de las características analizadas entre sitios se realizó con el uso del programa InfoStat (Di Rienzo et al 2011).

- Se utilizó la fórmula de Smith (1954) para realizar los cálculos de Densidad Básica

$$DM = \frac{1}{\frac{Ps - Pa}{Pa} + \frac{1}{1.53}}$$

DM: Densidad de la madera (gr/cm<sup>3</sup>)

Ps: Peso Saturado (gr)

Pa: Peso Anhidro (gr)

1.53: constante (gravedad específica de la madera sólida)

## RESULTADOS

### Densidad básica:

La densidad de la madera de los 12 ejemplares analizados de la cuenca Lacar arrojó un valor medio que la caracteriza como madera liviana a moderada (tabla 1).

La variación de la densidad de la madera entre los sitios de procedencia de los árboles no fue significativa (tabla 2).

Tabla 1. Valores de densidad básica.

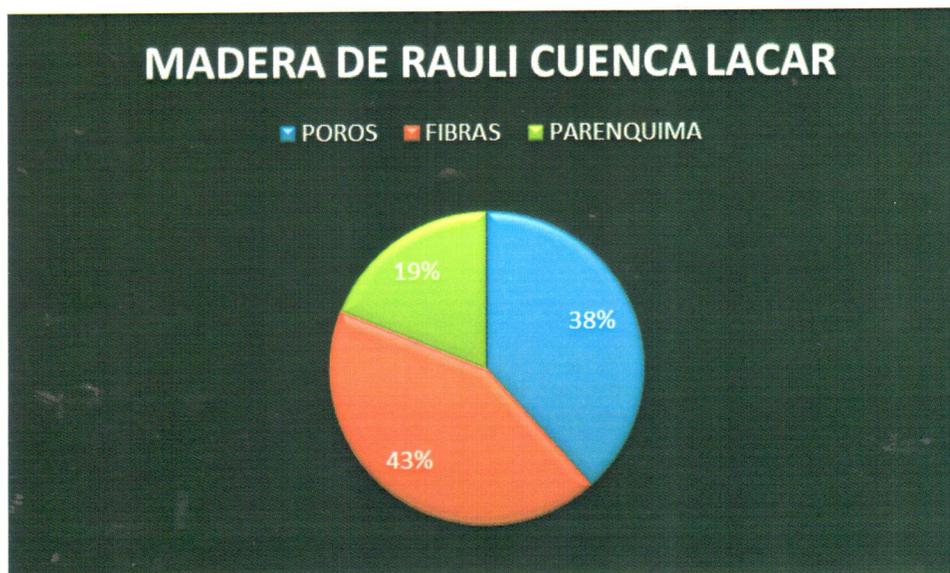
Sitio	Árbol	Densidad básica	Densidad básica (media por sitio)	Densidad básica (media Cuenca)
I	1	0,49	0,51	0,49
	2	0,52		
	3	0,53		
	4	0,50		
II	5	0,56	0,52	
	6	0,58		
	7	0,48		
	8	0,47		
III	9	0,44	0,45	
	10	0,39		
	11	0,46		
	12	0,49		

Sitio I (uno) Nonthué, Sitio II (dos) Quilanlahue y Sitio III (tres) Loma Redonda.

### Porcentaje de tejidos:

La madera de los ejemplares analizados está compuesta por un 43% de tejidos de sostén (fibrotraquedias), 38% de tejidos de conducción y 19% de tejido parenquimático, éste último principalmente en radios leñosos (figura 2).

Figura 2. Porcentaje de tejidos en madera de raulí en la Cuenca Lacar



El único tejido de la madera que presentó variaciones significativas entre sitios de procedencia de los árboles analizados fue el de conducción (tabla 2).

**Tabla 2 Variación entre sitios de las variables analizadas.**

VARIABLE	INFLUENCIA SITIO
Densidad básica	NS
%poros	S
% fibras	NS
% de parénquima	NS

NS: no significativo ( $P > 0,05$ ), S: significativo  $0,05 < P < 0,01$ ), AS: altamente significativo ( $P < 0,01$ ).

## DISCUSIONES

La densidad básica de la madera de ejemplares analizados arrojó un valor medio que la caracteriza como madera liviana a moderada (tabla 1). Éste dato concuerda con lo citado por Diaz-Vaz (1987) y. Hall y Witte (1998) quienes reportan una densidad al 12% de 0,55 gr/cm<sup>3</sup>, considerándola la madera de ésta especie moderada de peso. Una densidad básica de 0,49 gr/cm<sup>3</sup> correspondería a valores de 0,55 gr/cm<sup>3</sup> al 12 % de contenido de humedad (Andía com. pers.) Por otro lado Tortorelli (1956) reporta una densidad de 0,59 a 0,6 gr/cm<sup>3</sup> para la madera de ésta especie pero no refiere porcentaje de humedad de la misma, tampoco apunta la procedencia del/los ejemplares estudiados.

La variación de la densidad de la madera entre los sitios de procedencia de los árboles no fue significativa (tabla 2). En general se espera que en sitios con menos precipitaciones los arboles presenten maderas con mayores densidades ya que presentarían las paredes de las fibras más gruesas y mayor porcentaje de poros (Aguilar-Rodríguez et al 2001). En nuestro trabajo los ejemplares del sitio III, el de precipitaciones menores del orden de los 1000 mm anuales, presentaron una densidad de su madera menor a los otros sitios. Esto se puede deber a que se encontraban en un cañadón con agua en escorrentía permanente y con exposición sur-sureste.

La madera de los ejemplares analizados presentó un 43% de tejidos de sostén (fibrotraqueidas), 38% de tejidos de conducción y 19% de tejido parenquimático, éste último principalmente en radios leñosos. No existen datos de porcentaje de tejidos de la madera de raulí ni de otros *Nothofagus* como para realizar comparaciones.

El porcentaje de poros de la madera varió en forma significativa entre sitios lo que muestra una clara relación entre la cantidad de poros de la madera y la disponibilidad de agua en los sitios, mostrando que el leño de una especie se adapta al ambiente donde se distribuye. El porcentaje de poros del leño de los árboles de Nonthue, el sitio con mayores precipitaciones, fue de casi 49% mientras que en Quilanlahue, sitio con unos 500 mm menos de precipitación anual, fue de 29%. La madera proveniente de árboles creciendo en el sitio "Loma redonda", presentó un 37 % de poros. Si bien éste sitio presenta menores precipitaciones anuales, los árboles estudiados se ubican en un cañadón con

agua en escorrentía permanente y con exposición sur-sureste, lo que seguramente genera un microclima para éstos árboles.

## CONCLUSIONES

Se aprendieron técnicas de laboratorio utilizadas para el estudio de la madera a nivel macro y microscópico.

La densidad básica de los ejemplares analizados arrojó un valor medio que la caracteriza como madera de peso moderado (0,49 gr/cm<sup>3</sup>). Su variación entre los sitios de procedencia de los árboles no fue estadísticamente significativa.

La madera de los ejemplares analizados está compuesta por un 43% de tejidos de sostén, 38% de tejidos de conducción y 19% de tejido parenquimático, éste último principalmente en radios leñosos. El único de ellos que presentó variaciones estadísticamente significativas entre sitios de procedencia de los árboles analizados fue el tejido de conducción.

## Bibliografía

- BARAJAS MORALES, J, AGUILAR RODRÍGUEZ, S y ABUNDIZ BONILLA, L. 2001.** Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales en México. *Anales de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 72 (2): 171-185
- CABRERA, AL. 1976.** Regiones fitogeográficas de la Argentina. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Buenos Aires.*
- DIAZ-VAZ, JUAN E. 1987.** ANATOMIA DE MADERA DE NOTHOFAGUS ALPINA (P. et E.) OERSTEDT. *Bosque (Valdivia)*, vol.8, no.2, p.143-145. ISSN 0717-9200.
- DI RIENZO JA, F CASANOVES, MG BALZARINI, L GONZALES, M TABLADA, CW ROBLEDO.** *InfoStat versión 2011.* Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FRANKLIN, G. 1937.** Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. *Tropical woods* 49: 21-22.
- HALL, M. Y WITTE, J. 1998.** Las maderas del sur de Chile. Árboles, aplicaciones, procesos. IER Ediciones. Deutscher, Entwicklungsdienst. 91 p
- IAWA COMMITTE. 1989.** List of microscopic features for hardwoods identification. *IAWA. Bulletin* 10(3): 219-332
- PANSHIN, A.J. Y C. DEZEEUW. 1980.** *Textbook of Wood technology.* 4ta Ed. Mc Graw-Hill, New York.
- RIVERA, SM. 1988.** Revisión xilológica del género *Nothofagus Bl. (Fagaceae)* para la Argentina. *Monografías de la Academia Nacional de ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 4: 73-84. Buenos Aires, Argentina.
- SMITH D. 1954.** Maximun moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. *Forest Products Laboratory. Rept. N° 2014. USDA. Forest Service. Madison, Wis. EUA. 8p.*
- SABATIER Y, AZPILICUETA MM, MARCHELLI P, GONZALES-PEÑALBA M, LOZANO L, GARCÍA L, MARTINEZ A, GALLO LA, UMAÑA F, BRAN D & PASTORINO MJ. 2011.** Distribución natural de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* (Nothofagaceae) en Argentina, dos especies de primera importancia forestal de los bosques templados norpatagónicos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46 (1-2): 131--138.

**TORTORELLI, LA.** 1956. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires. Editorial ACME  
910p.

### *AGRADECIMIENTOS*

Agradezco principalmente a mi familia por la oportunidad que me dieron para recorrer este camino, y los amigos que hice al recorrerlo, grandes personas que conocí, que me ayudaron día a día a superar cada obstáculo y a no rendirme nunca.

A mi directora de práctica por su incondicional y gran acompañamiento en todo momento.

A mi nueva familia, a mi compañero de vida y nuestro pequeño hijo.

A todos los que de una u otra manera siempre estuvieron.

## Anexos

Tabla 2. Porcentajes de tejidos en los sitios I Nonthue, II Quilanlahue y III Loma

Sitio	Poros %	Fibra %	Parénquima radial %
I	48,75	34,25	17
II	29	47,25	23,75
III	37,25	46	16

Redo  
nda.

Figuras 3, 4 y 5 Porcentaje Promedio en cada uno de los sitios estudiados.

Fig. 3.

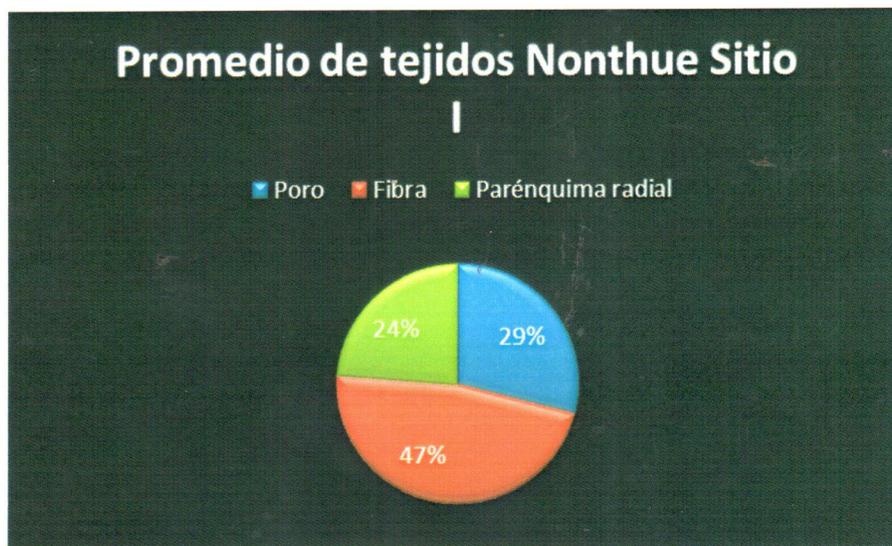


Fig.4.



Fig. 5.

