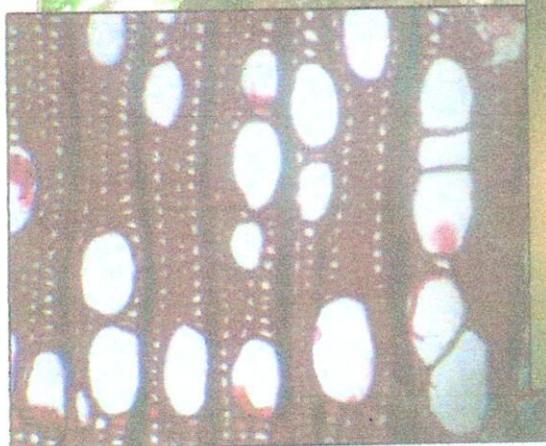
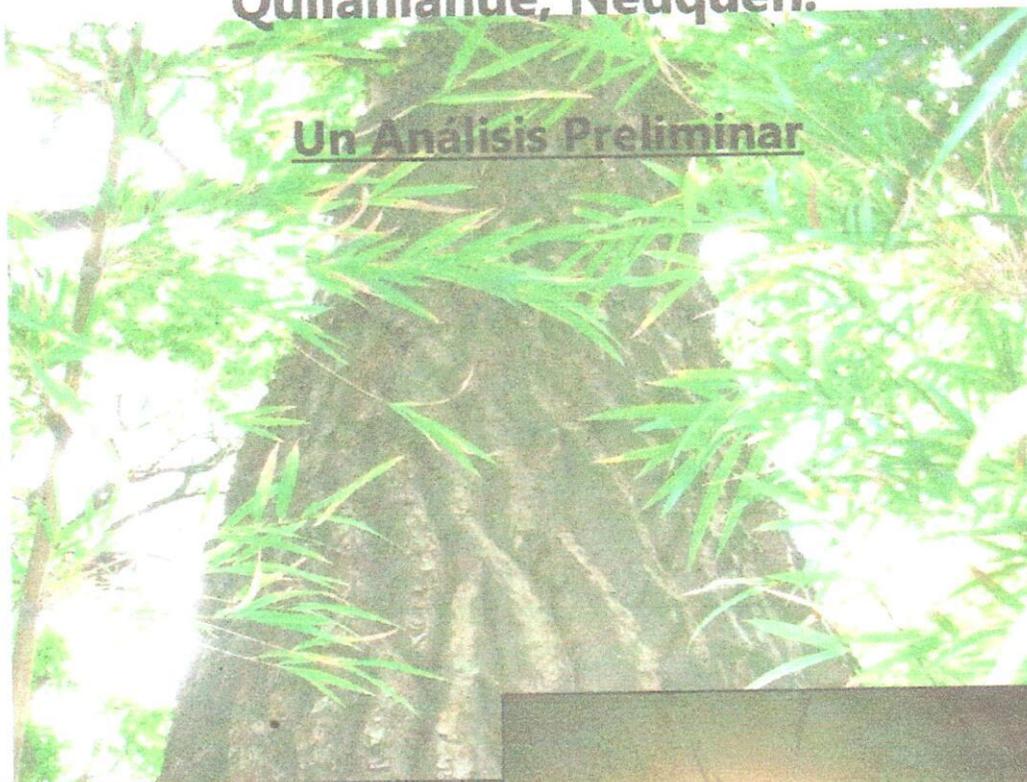




**Universidad Nacional Del Comahue
Asentamiento Universitario San Martin de los Andes**

Anatomía Ecológica del Leño De Las Especies del Género *Nothofagus* de Quilanlahue, Neuquén.

Un Análisis Preliminar



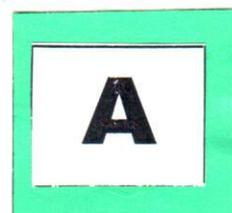
Práctica Laboral

Alumna: Carina Paola Altube

Profesor supervisor: Lic. Andrea Medina

BIBLIOTECA "Mario O. Gentili" UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE	
SIG. TOP.	PL A469
Nº DE INV.	0005
AUSMA - SAN MARTIN DE LOS ANDES	

ej 1



INDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>OBJETIVOS</i>	<i>3</i>
<i>DESCRIPCIÓN DEL AREA</i>	<i>4</i>
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	<i>6</i>
<i>RESULTADOS</i>	<i>7</i>
<i>FOTOS</i>	<i>14</i>
<i>CONCLUSIÓN</i>	<i>16</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>17</i>

INTRODUCCIÓN

La estructura anatómica y morfológica de la madera es un importante indicador de adaptación al ambiente en el que se desarrolla una planta leñosa; estudios realizados en material genéticamente diverso han permitido elaborar hipótesis sobre las estrategias adaptativas y el origen de la diversidad anatómica de la madera en el curso de la evolución.

Para las especies Argentinas del género *Nothofagus* los estudios de la madera existente son de tipo descriptivos, tantos de las características anatómicas como de las físico-mecánicas (CITEMA, 1983; Rivera, 1988; Tortorelli, 1956), no existiendo ninguno con una interpretación de la madera desde una perspectiva ecológica ni evolutiva.

Por ello resulta interesante realizar estudios eco-anatómicos de la madera de las especies de éste género, determinar en cada una el grado de "seguridad" o "eficiencia" que presentan sus elementos de conducción y comparar posibles adaptaciones de sus hidrosistemas al tipo de ambientes en el que se desarrollan, así como analizar aspectos evolutivos de las mismas.

Los estudios ecoanatómicos de la madera han sido estudiados en una amplia gama de ambientes (León, 2005). El diámetro de los vasos de conducción, su tipo de perforación, su frecuencia y su longitud, así como el tipo de tejido fibroso o de sostén, son las características que se han tenido en cuenta para determinar el grado de seguridad y/o eficiencia en el transporte del agua de una determinada madera. El diámetro de los vasos de conducción así como su frecuencia, son las variables más importantes en éste análisis, ya que al aumentar el diámetro de los elementos de conducción de la madera se incrementa su eficiencia en detrimento de su seguridad conductiva.

La mayoría de estos estudios han tomado como elementos básicos de análisis los índices de vulnerabilidad, de agrupamiento de vasos y de mesomorfía propuestos por Carlquist (1977), con los cuales se busca determinar el grado de seguridad o de eficiencia conductiva que presentan los elementos de conducción de las especies en un medio determinado. Estos índices toman en consideración aspectos fundamentales del tejido de conducción como diámetro, frecuencia y longitud del elemento vascular. Algunos autores han argumentado la carencia de significado predictivo o funcional de éstos índices basándose en el hecho de que en algunos casos los valores obtenidos muestran un amplio rango de variación, a pesar de la uniformidad del hábitat. Sin embargo, a pesar de éstas amplias variaciones, los índices de Carlquist (1977) son los únicos que se han propuesto para determinar

relaciones de elementos de conducción con el medio donde crece la planta y las razones por las cuales son objetados se deben a que parte de estas características tienen que ver con aspectos genéticos y evolutivos propios de cada especie (León 2005).

El **Índice de Vulnerabilidad** (Carlquits; 1977) es netamente ecofisiológico ya que relaciona el diámetro con el número de poros por unidad de espacio, características íntimamente relacionadas con la conductividad. Por ejemplo, poros de pequeño diámetro y muy numerosos tienden a garantizar la continuidad de la columna de agua en casos de embolismos y/o colapsos en situaciones de estrés hídrico y/o térmico.

➤ **ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV) = diámetros de poros/ n° de poros/mm²**

Valores > 1 **MADERAS consideradas MESOMORFICAS**

Valores < 1 **MADERAS consideradas XEROMORFICAS**

El **Índice de Agrupamientos de Vasos** (Carlquist; 1977): el mismo relaciona el total de poros en un área determinada con el número de poros que se encuentran agrupados. Con esto la planta logra que ante la obstrucción de uno o más poros, no se interrumpa la conductividad en el leño.

➤ **ÍNDICE DE AGRUPAMIENTO DE VASOS = n° total de poros/ n° de grupos de poros**

Valor = 1 **MADERAS con poros solitarios (menor seguridad conductiva)**

Valores > 1 **MADERAS con poros agrupados (mayor seguridad conductiva)**

El **Índice de Mesomorfía** (Carlquits; 1977) es considerado en realidad como índice ecofilético, ya que el largo de los elementos traqueales de las maderas de porosidad difusa es considerado como indicador del grado evolutivo de las especies. Su significancia como índice ecofisiológico es incierto aun, ya que no está dilucidado del todo el rol adaptativo (si existe) de la longitud de los elementos de vaso (Rury 1985).

-
- **ÍNDICE DE MESOMORFIA (IM) = IV* longitud de elementos vasculares**

Valores >200 **MADERAS consideradas MESOMORFICAS**
Valores < 200 **MADERAS consideradas XEROMORFICAS**

El **Índice de crecimiento intrusivo** (Carlquits; 1977) relaciona la longitud de fibras con la longitud de los elementos traqueales y es considerado un indicador evolutivo de las maderas. Las especies más “evolucionadas” presentan sus elementos vasculares mucho más cortos que sus elementos de sostén, ya sean fibras libriformes, fibrotraqueidas, fibras septadas, etc.

- **ÍNDICE DE CRECIMIENTO INTRUSIVO (Lf/Lev) = longitud de fibras/ longitud de elementos vasculares**

Valores < 2 **Especies consideradas primitivas**
Valores > 2 **Especies consideradas más evolucionadas**

Es importante tener en cuenta que la arquitectura hidráulica del xilema es una más de varias posibles alternativas o estrategias de adaptación al ambiente de una planta leñosa.

OBJETIVO GENERAL

- Adquirir entrenamiento en técnicas de laboratorio de maderas
- Aportar datos para un mayor conocimiento de la anatomía de la madera de las cinco especies del género *Nothofagus* que se desarrollan en nuestra zona (40°LS).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis preliminar de la eco-anatomía de de la madera de ejemplares de *Nothofagus antártica*, *N. dombeyi*, *N. nervosa*, *N. pumilio* y *N. obliqua* de Quilánlahue.

-
- Determinar los Índices Eco-anatómicos (de Mesomorfia, de Vulnerabilidad y de Agrupamiento de Vasos (Carlquist, 1977)) de dichos ejemplares.
 - Determinar el Índice de Crecimiento Intrusivo (indicador del grado de avance filético) (Carlquist, 1988) de la madera de los ejemplares citados.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El sitio de estudio se encuentra dentro del Distrito Caducifolio de la Provincia Subantártica (Cabrera, 1976).

Éste Distrito se localiza en una franja irregular a lo largo de de la Cordillera de los Andes, desde el paralelo 36°50' de latitud sur, al noroeste del territorio de Neuquén, llegando hasta las orillas del canal de Beagle, sobre los 55°13' de latitud sur, en Tierra del Fuego. Su ancho es variable entre 10 y 60 km. El límite altitudinal del bosque varía desde los 1800 m.s.n.m al norte de su distribución, hasta los 500 m.s.n.m. en los Montes Martinales, poco antes del paralelo 55°, sobre la costa norte del Canal de Beagle.

A diferencia del resto de los bosques argentinos, la diversidad de especies arbóreas es reducida, en especial en la parte sur de la formación donde existen grandes masas puras o también asociadas, de tan sólo dos especies arbóreas. (Tortorelli, 1956).

En la provincia del Neuquén se encuentra la mayor cantidad de especies del género *Nothofagus* en Argentina.

De las seis especies presentes en nuestro país, *N. pumilio* es la de mayor extensión tanto latitudinalmente (36°56'-40°15'S) como altitudinalmente, pudiéndose encontrar tanto en forma de arbustos achaparrados, en el límite superior del bosque, como en forma de árboles de importante fuste. Crece por lo tanto en sitios fríos y expuestos de altura, aunque durante su período anual de crecimiento se encuentra expuesta a altas amplitudes térmicas y probablemente a situaciones de estrés hídrico.

N. antártica presenta similar distribución latitudinal (38°00'-55°30'S), presentándose en general como un arbusto o árbol pequeño. Se desarrolla tanto en bajas como en altas altitudes, en el fondo de fríos valles, en praderas higrófilas o mallines así como en lugares más xéricos en el ecotono entre bosque y estepa. Es del género la especie que más expande su distribución hacia el este patagónico, o sea hacia sitios de menores precipitaciones y mayores amplitudes térmicas.

N. dombeyi se ubica preferentemente en lugares húmedos formando masas casi puras, presentándose como árboles de importantes dimensiones tanto en altura como en diámetro, siendo de todas las especies la de mayor magnitud. La especie parece presentar baja tolerancia a altas temperaturas. Su distribución latitudinal es de los 38°00' a 44°00' S y se desarrolla hasta los 1000mmsm.

N. nervosa (39°22'-40°23'S) y *N. obliqua* (36°50'-40°15'S) se encuentran exclusivamente en la provincia del Neuquén. Ambos son árboles de importantes dimensiones alcanzando hasta los 40 m de altura y generalmente de buen fuste. *N. nervosa* crece en general en estrato altitudinal superior que *N. obliqua*, aunque muchas veces se encuentran formando masas mixtas; en estos casos *N. obliqua* suele ocupar sitios con menos pendientes y más abiertos (más luminosos) que *N. nervosa*, especie ésta última más exigente en humedad y sombra.

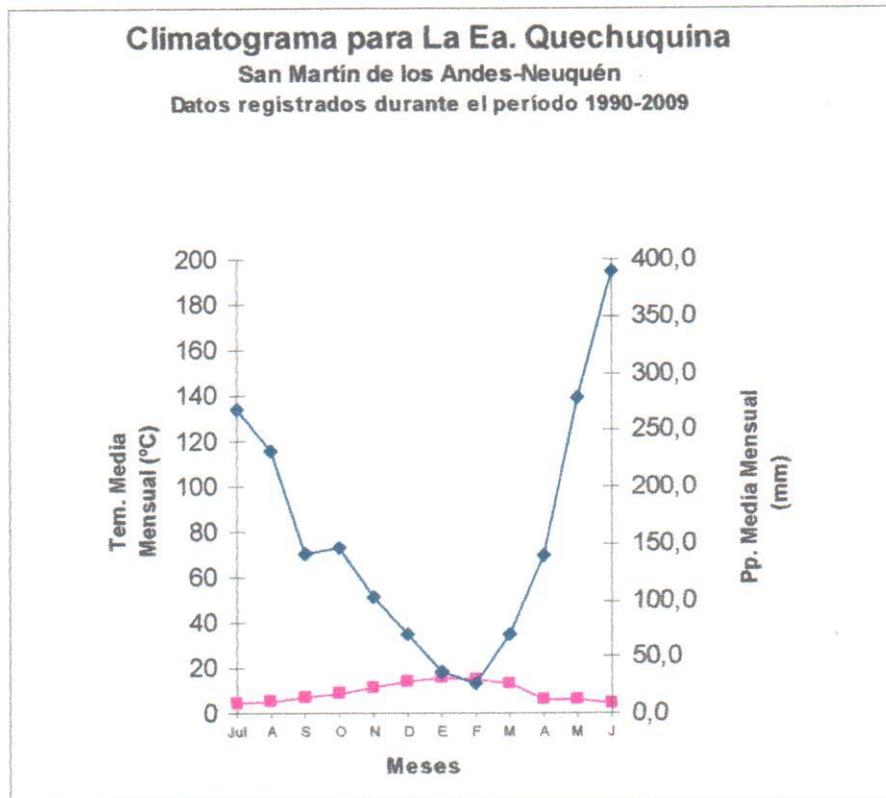
El lugar donde se tomaron las muestras es conocido como Quilanlahue (40°08', 71°27'), ubicado a 20 km. de la ciudad de San Martín de los Andes, sobre la margen norte y de exposición sur del lago Lacar.

El mismo presenta un clima lluvioso y frío con una marcada estación seca estival. Durante las estaciones de otoño e inviernos se producen las mayores precipitaciones y las temperaturas más bajas mientras que en las estaciones de primavera y verano (estación de actividad cambial y crecimiento de los árboles), se presentan las mayores temperaturas y las menores precipitaciones.

El régimen de humedad de los suelos es údico, por lo que no presentarían déficit hídrico en ningún momento del año (Ferret et al., 1991). La temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad es superior a los 8 °C e inferior a 15 °C.

Según los datos climatológicos existentes de La Ea. Quechuquina, ubicada a 12 km. de Quilanlahue, las características climáticas son las siguientes: precipitación media anual 1875 mm, temperatura media anual 9° C, temperatura mínima absoluta -3,8° C (Julio 1992) y temperatura máxima absoluta 30° C (Febrero 2008). Periodo climático analizado (1990 - 2009).

En el siguiente climatodiagrama del sitio Quechuquina se puede observar la ausencia de un período de “déficit hídrico” anual, aunque el área húmeda disminuye de manera significativa durante los meses de actividad de los árboles.



MATERIALES Y MÉTODOS

En el campo se selecciono un individuo de cada especie del género *Nothofagus*; para la elección se tuvo en cuenta que sean árboles maduros, con posición sociológica dominante, buen estado sanitario y buena forma de fuste. Las muestras se obtuvieron del tronco principal con barreno de incremento a 1.3 m de altura sobre el nivel del suelo.

De los tarugos obtenidos se cortaron cubos próximos al año 2006 (cercano a la zona cambial) con el fin de no analizar madera juvenil y estandarizar las muestras.

Con ellos se realizaron preparados microscópicos de cortes transversales y longitudinales tangenciales de un espesor de 20 a 30 μm . Para ello se utilizó un micrótopo de deslizamiento y para la obtención de los preparados permanentes las muestras se tiñeron con solución de safranina al 1%; se clarifican con hipoclorito de sodio al 50%, se deshidratan progresivamente con alcohol con diferentes graduaciones y luego pasa por una mezcla de xilol-alcohol absoluto y finalmente por xilol puro, para ser montados finalmente en Bálsamo de Canadá. (Las paredes celulares se colorean de rojo, con mayor intensidad en las partes lignificadas)

De cada uno de los cubos también se realizaron macerados sumergiendo astillas de madera de los mismos en solución de partes iguales de ácido acético glacial y agua oxigenada de 100 vol. en un tubo de ensayo y calentada a baño maría durante 3 horas aproximadamente (Método de Franklin, 1937).

Para éste trabajo se tomaron las siguientes mediciones: longitud de elementos de vasos, longitud de fibras, diámetro tangencial de vasos, n° de vasos/mm²; n° de grupos de vasos, y n° total de vasos; también se observaron características cualitativas como tipos de radios, porosidad, ausencia o presencia de parénquima y tipo de platina o placa de perforación. De las características microscópicas cuantitativas se tomaron 30 medidas de cada una, obteniéndose la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Las características se analizaron de acuerdo con las propuestas de la Asociación Internacional de los Anatomistas de la Madera (I.A.W.A Committee, 1989).

Una vez obtenidas todas las mediciones se calcularon los índices anteriormente indicados (de vulnerabilidad, de mesomorfia, de agrupamiento de poros y de crecimiento intrusivo).

RESULTADOS

Los preparados microscópicos permanentes de *Nothofagus antártica*, *N. obliqua*, *N. dombeyi* y *N. nervosa* fueron logrados en forma satisfactoria, no así los de *N. pumilio*, probablemente a causa de recolección de madera de reacción (madera de tensión). Por ello no se pudieron analizar ni presentar resultados para dicha especie.

Los macerados fueron obtenidos en forma satisfactoria para las cinco especies.

En términos generales la madera de los ejemplares analizados presenta un sistema hidráulico que garantiza la seguridad en la conducción del agua más que la eficiencia en la misma. Los valores obtenidos del Índice de Vulnerabilidad así lo indican (valores menores a la unidad).

Tabla N° 1

Índice de Vulnerabilidad

	<i>Ñire</i>	<i>Coihue</i>	<i>Raulí</i>	<i>R.pellín</i>
Prom	0,33	0,35	0,98	0,64
Max	0,76	0,64	2,05	1,32
Min	0,14	0,13	0,33	0,28

También lo reflejan el pequeño diámetro de los poros y el alto número de los mismos por área, variables muy importantes en relación al grado de eficiencia o de seguridad del sistema de conducción del leño.

Tabla N °2

Diámetro tangencial de de poros (um)

	<i>N. antártica</i>	<i>N. dombeyi</i>	<i>N. nervosa</i>	<i>N. obliqua</i>
Prom	45,83	50,98	59,27	58,81
Max	73,78	78,54	90,44	83,3
Min	28,56	28,56	26,18	28,56
Desv	8,84	12,53	16,60	15,71
Cv(%)	19,29	24,58	28,00	26,71

Tabla N° 3

*Números de poros * mm2*

	<i>N. antártica</i>	<i>N. dombeyi</i>	<i>N. nervosa</i>	<i>N. obliqua</i>
Prom	156,62	161,90	69,18	94,34
Max	251,57	276,73	113,21	138,36
Min	62,89	94,34	37,74	62,89
Desv	47,71	52,54	25,00	18,16
Cv(%)	30,46	32,45	36,14	19,25

El alto valor arrojado por el índice de agrupamiento indica también la presencia en éstas especies de maderas que tienden a garantizar la continuidad de la columna de agua en casos de embolismos y/o colapsos en los vasos de conducción, ya sea por estrés hídrico o térmico.

Tabla N° 4

Índice de Agrupamiento de poros

	<i>Ñire</i>	<i>Coihue</i>	<i>Raulí</i>	<i>R.pellín</i>
Prom	1,61	1,31	1,68	1,42
Max	2,17	2,20	2,33	2,17
Min	1,23	1,13	1,00	1,20

Con respecto al índice de Mesomorfia las especies estudiadas (exceptuado *N. antártica*) presentan un leño considerado mesomórfico, aunque con valores cercanos a los considerados propios de las maderas xeromórficas (< 200). Hay que tener presente que éste índice es un poco incierto como indicador “ecofisiológico”, ya que es en realidad más bien “ecofilético”, pues tiene en cuenta el largo de los elementos traqueales, lo que en maderas de porosidad difusa es considerado como indicador del grado evolutivo de las especies.

Tabla N° 5

Índice de Mesomorfia

	<i>Ñire</i>	<i>Coihue</i>	<i>Raulí</i>	<i>R. pellín</i>
Prom	121,99	206,64	644,16	492,59
Max	290,63	453,65	1439,64	877,33
Min	50,86	71,83	240,41	235,47

Al presentar la madera de estas especies los poros con alto grado de agrupamiento a la vez que una gran cantidad de los mismos por unidad de espacio, las mismas se aseguran la conducción de agua ante una posible obturación de algunos de ellos, permitiendo así maximizar la seguridad del sistema hidráulico al proporcionar vías alternativas de conducción en situaciones necesarias.

Si bien el clima del área de estudio es templado y húmedo y las características del suelo no serían favorables para la existencia de un estrés hídrico, existe un período seco y caluroso que coincide con el período de crecimiento cambial y producción de madera en éstas especies.

La presencia de vasos de conducción con engrosamientos de la capa S3 es considerada como característica de especies que se desarrollan en zona xéricas o expuestas a bajas temperaturas (Carlquist 1992). La presencia de este tipo de refuerzos en los vasos de *N. pumilio* (espiralados) estaría indicando que la misma sufre un período de importante estrés hídrico y/o térmico durante su etapa de crecimiento anual. Los mismos ayudarían a reforzar a los elementos vasculares en

los momentos en que la misma sufre altas presiones negativas (Anexo Foto n°7).

De los ejemplares analizados, *N. antártica* presentó el leño menos vulnerable a situaciones de estrés conductivo mientras que *N. nervosa* y *N. obliqua* presentaron los leños con mayor eficiencia conductiva, y por ende con mayor vulnerabilidad frente a situaciones de estrés hídrico y/o térmico. Esto está estrechamente relacionado con el tipo de ambiente en el que se desarrolla cada una de las especies analizadas, ya que *N. antártica* se ubica en sitios expuestos a situaciones de estrés tanto hídrico como térmico mientras que *N. obliqua* y *N. nervosa* se encuentran en sitios donde dichas situaciones de estrés sean menos frecuentes e intensas.

Este tipo de información puede permitirnos predecir comportamientos de éstas especies arbóreas frente a escenarios de cambio climático.

Los valores obtenidos del Índice de Crecimiento Intrusivo fueron para todas las especies menores a 2, lo que indica que las mismas poseen un leño más bien primitivo (Tabla n° 6).

Tabla N° 6

Índice de Crecimiento Intrusivo

	<i>Ñire</i>	<i>Coihue</i>	<i>Rauli</i>	<i>R.pellín</i>	<i>Lenga</i>
Prom	1,85	1,59	1,67	1,56	1,91
Max	3,33	2,43	2,55	2,30	3,68
Min	1,08	0,92	1,20	1,00	1,00

Otras características primitivas de la madera de éstas especies son la presencia de estructura no estratificada del cambium, la casi exclusividad de fibrotraqueidas como tejido de sostén, el parénquima axial muy escaso, las punteaduras intervasculares opuesta en su mayoría, la longitud de los elementos vasculares medianos a largos y con apéndices muy desarrollados en los elementos vasculares (hasta de 200µm).

Los resultados obtenidos para *N. dombeyi* llaman la atención, ya que presenta una madera con alta seguridad conductiva (IV.: 0,35 IM.: 206, 64 IAp.: 1,31) siendo que se ubica en general en sitios frescos, sombríos y húmedos, como cañadones y zonas cercanas a cursos de agua).

Es importante tener en cuenta que cuando los valores de éstos índices difieren de los esperados un efecto mitigante debe ser supuesto debido a otra/s característica/s de la planta. En realidad, una arquitectura hidráulica segura es solo una de las posibles alternativas de una planta



para poder sobrevivir en un ambiente con estrés hídrico y/o térmico. Ésta estrategia también puede coexistir y/o ser sustituida por adaptaciones en otros órganos o en procesos fisiológicos, como por ejemplo: estructura foliar xeromórfica, succulencia foliar, follaje caduco, sistema radical profundo y extenso o caminos fotosintéticos especiales, entre otros.

La variación encontrada entre las medidas anatómicas obtenidas en la presente práctica y las citadas por Tortorelli (1956) y Rivera (2002) estaría indicando la variabilidad de la madera de estas especies, muy posiblemente en relación al ambiente de procedencia de los ejemplares analizados. Esto hace muy interesante la posibilidad de seguir estudiando la eco-anatomía de la madera de éstas especies.

Como resultados generales de las mediciones celulares y de los índices anteriormente descritos se puede observar en las cinco especies analizadas las siguientes características:

- Índice de Agrupamiento de poros > 1 (alta seguridad conductiva)
- Índices de Mesomorfia bajos a medianos < 200 >
- Diámetros de poros pequeños a medianos (<50um; 50– 100 um)
- Longitud de elementos de vaso medianos a largos (350 -800 um; > 800um)

Tabla N° 7

Longitud de los elementos vasculares (um)

	<i>Ñire</i>	<i>Coihue</i>	<i>Raulí</i>	<i>R.pellín</i>	<i>Lenga</i>
Prom	380,75	585,75	656,21	770,17	450,27
Max	614,40	758,40	825,60	1017,60	624,00
Min	201,60	460,80	489,60	528,00	240,00
Desv	96,71	85,02	96,56	127,72	107,23
Cv(%)	25,40	14,52	14,71	16,58	23,81

- Longitud de fibras pequeño a mediano (<900um; 900-1600um).

Tabla N° 8

	Longitud de fibras (um)				
	Ñire	Coihue	Rauli	R. pellin	Lenga
Prom	661,16	912,00	1071,17	1173,99	802,53
Max	892,80	1401,60	1344,00	1401,60	1027,20
Min	432,00	662,40	758,40	873,60	523,20
Desv	100,46	147,87	142,95	143,23	113,29
Cv(%)	15,20	16,21	13,34	12,20	14,12

- Índice de Vulnerabilidad < 1 (maderas xeromorficas)
- Crecimiento intrusivo Lf/Lev <2 (maderas con características primitivas)
- N° de poros/mm² altos (40 -100) a muy altos (>100).

Respecto al análisis de las características cualitativas en general se pudieron realizar las siguientes observaciones:

- Vasos con placas de perforación simples, inclinadas* y con apéndices muy largos*. Presencia (escasa) de perforaciones escalariformes*.
- Paredes de los vasos con puntuaciones intervasculares opuestas, algunas veces escalariformes.*(foto 6)
- Porosidad difusa, aunque se puede observar al comienzo del leño temprano una cadena de vasos de mayor diámetro y unidos lateralmente (fotos 1 y 5).
- Anillos de crecimiento marcados principalmente por un notable aplastamiento en sentido radial de las fibras al final del período de crecimiento cambial
- Parénquima axial escaso o ausente*,
- Presencia casi exclusiva de fibrotraqueidas como tejido de sostén* Muy escasa presencia de fibras libriformes y fibras septadas.
- Se observo que la mayoría de los poros se presentan como múltiples radiales de 2 a 4 con una proporción variable de solitarios (Foto 4)
- En *N. pumilio* se observaron elementos vasculares con engrosamientos espiralados en sus paredes, mencionados en la bibliografía para la especie (Foto 7). También se observó dicha característica en vasos de *N. obliqua*.
- En *N. antártica* se observaron elementos vasculares con engrosamientos de tipo reticulado en sus paredes

-
- Radios unisereados perteneciente al tipo Homogéneo III de Kribs, excepto en *N. nervosa* y *N. obliqua* que presentan el tipo Heterogéneo II B de Kribs.
 - Estructura no estratificada de la madera*

*Características de las maderas consideradas primitivas.

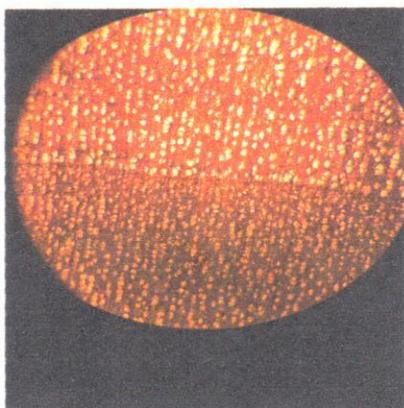


Foto 1: Poros dispuesto tangencialmente al inicio del leño temprano. *N. nervosa* (4x)

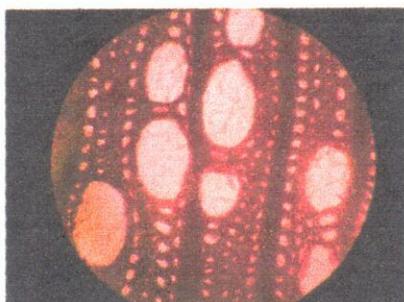


Foto 2: Presencia de poros solitarios en *N. nervosa* (40x)

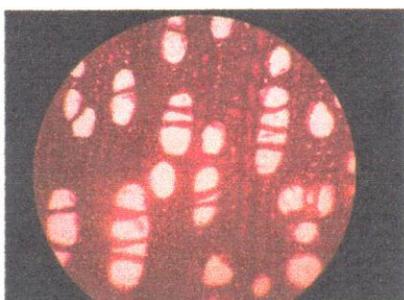


Foto 4: Poros múltiples dispuestos radialmente en *N. dombeyi* (10x).

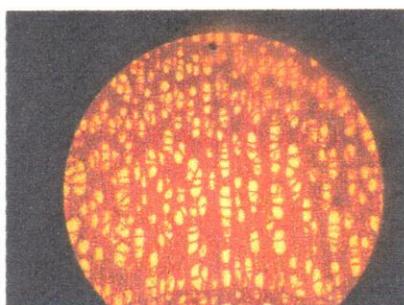


Foto 5: Porosidad difusa en *N. dombeyi* (10x).



Foto 6: Punteaduras intervasculares opuestas en *N. obliqua* (100x).

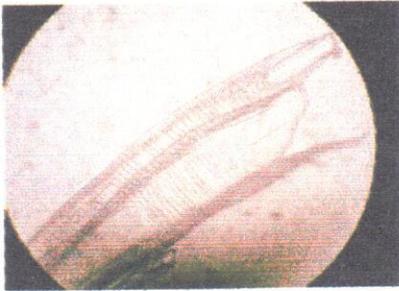


Foto 7: Engrosamientos
espiralados en *N. pumilio*
(40X).

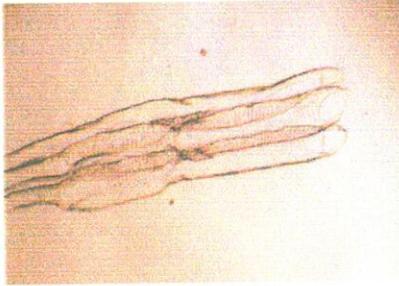


Foto 8: Apéndices largos en
N. dombeyi (10X).

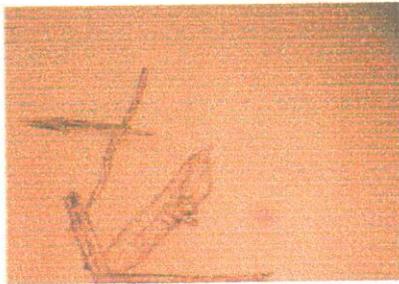


Foto 9: Miembro de vaso en
N. antártica (10X).

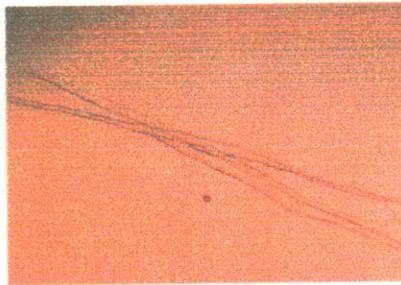


Foto 10 : Fibrotraqueidas de
N. dombeyi (10x).

CONCLUSIONES

- En términos generales la madera de los ejemplares analizados presenta un sistema hidráulico que garantiza la seguridad en la conducción del agua más que la eficiencia.
- De los ejemplares analizados, *N. antártica* presentó el leño menos vulnerable a situaciones de estrés conductivo mientras que *N. nervosa* y *N. obliqua* presentaron los leños con mayor eficiencia conductiva, y por ende con mayor vulnerabilidad frente a situaciones de estrés hídrico y/o térmico.
- *N. dombeyi* presenta una madera con alta seguridad conductiva, lo que llama la atención por su distribución en general en sitios frescos, sombríos y húmedos, como cañadones y zonas cercanas a cursos de agua.
- Este tipo de información puede permitirnos predecir comportamientos de éstos árboles frente a escenarios de cambio climático.
- Es importante tener en cuenta que una arquitectura hidráulica es solo una de varias estrategias adaptativas de las especies leñosas, como por ejemplo estructura foliar, succulencia foliar, follaje caduco/perenne, sistema radical, caminos fotosintéticos especiales, entre otros.
- La variación encontrada entre las medidas anatómicas obtenidas en la presente práctica y las citadas por Tortorelli (1956) y Rivera (2002) estaría indicando la variabilidad de la madera de estas especies, muy posiblemente en relación al ambiente de procedencia de los ejemplares analizados. Esto hace muy interesante la posibilidad de seguir estudiando la eco-anatomía de estas maderas.
- Las especies analizadas presentan madera con características consideradas primitivas.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Cabrera AL. 1976. Regiones fitogeográficas de la Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Buenos Aires.
- ❖ Carlquist S. 1992. Ecological Strategies of Xylem Evolution. University Of California Press.
- ❖ CITEMA, 1983.
- ❖ Donoso Z. C. 1997. Ecología Forestal, el Bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria.
- ❖ Franklin, G. 1937. Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. Tropical woods 49: 21-22
- ❖ IAWA Committee. 1989. IAWA list of Microscopio features for Hardwood Identification.
- ❖ León H., W. 2001. Anatomía del leño, aspectos ecológicos y filogenia en mangles de Venezuela. Revista Forestal Venezolana, 45(2), pp. 191-203.
- ❖ León H., W. y Quinteros. M. A. 2007. Variabilidad de los vasos en *Gmelina arborea* Roxb. (Verbenaceae) Proveniente de plantaciones del estado de Portuguesa (Venezuela). Revista Forestal Venezolana, 51 (1) pp. 97-113
- ❖ León W. L. 2005. Anatomía ecológica del xilema secundario de un bosque seco tropical de Venezuela. Acta botánica venezuelica. V.28 n.2 Caracas, pp. 1-26. ISSN 0084-5906 versión impresa.
- ❖ Rivera 2002. Aporte de la xilología al estudio dendrocronológico de *Nothofagus* en la Argentina. www.cricytedu.ar/libroianiglia/025.
- ❖ Rodríguez S. A y Barajas Morales J. 2005. Anatomía de la madera de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: un enfoque ecológico-evolutivo. Boletín de la sociedad botánica de México, número 077. pp 51-58
- ❖ Tortorelli L. A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial ACME. Buenos Aires.