



**Pasantia de investigacion Ad Honorem**

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
Universidad Nacional de La Plata**

---

## **Función de volúmen maderable para Lengua (*Nothofagus pumilio*, (Poepp. et Endl.) Krasser), en Tierra del Fuego, Argentina**

**German Stoessel**

Informe de Pasantia de investigacion Ad Honorem de  
Expediente 200-3969 (12-04-2000)

Directores: Cellini Juan Manuel  
Wabö Enrique

*Cátedra de Dasometría - Biometría Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP*

---

### **Resumen**

*Nothofagus pumilio*, comunmente llamada "lengua", es la especie forestal nativa con mayor importancia económica en la región Patagónica de la Argentina. En el presente trabajo se han desarrollado para esta sp. ecuaciones de volumen o tablas de volumen, útiles para la cuantificación del volumen maderable. Estas siempre fueron dificultosas en su construcción y engorrosas en su aplicación, ya que la distribución del volumen de defectos es azarosa a lo largo del tronco. Se construyó una tabla de volumen utilizando variables de arboles individuales de fácil obtención (DAP, forma, clase social, sanidad, etc), y una variable de rodal (índice de sitio). Con estas variables se construyó un modelo de fácil aplicación, simple y basado en la utilización de discriminantes.

El modelo resultante, consta de un discriminante, el cual se determina mediante variables de fácil obtención, que multiplica a una función dependiente del DAP y el Sitio. El modelo tiene un buen ajuste ( $R^2= 0.77$ ), y se aplica en las clases de sitio existentes.

*Palabras claves:* *Nothofagus pumilio*; clases de sitio; producción; discriminantes; tabla de volumen; rendimiento volumetrico; sanidad

---

### **1. Introducción**

La "Lengua" (*Nothofagus pumilio*, (Poepp. et Endl.) Krasser ), es la especie forestal nativa más importantes de la Patagonia, tanto en la Argentina. Su distribución geográfica se extiende desde los 36° 50' hasta los 55° 00' de latitud sur, en una extensión de 2200 km de largo (desde la provincia de Neuquen hasta Tierra del Fuego, Argentina) (Peri y Monelos, 2000), cubriendo aproximadamente 3.000.000 de hectareas, de las cuales el 24 % se encuentra en Argentina.(Martinez Pastur et al., 1997).

La regeneración de sus bosques es comunmente abundante, pero la supervivencia de las plantulas depende de la luz que llegue al suelo. Es una especie heliófila y medianamente

intolerante, por lo que posee ciclos de regeneración en bosquetes, permitiéndole establecerse adecuadamente al producirse claros en el bosque, los cuales se deben a deslizamientos de suelo, avalanchas de nieve, volteos de viento y caída de árboles en fase de desmoronamiento. (Martínez Pastur et al. 1999, Peri P. y Monelos L., 2000).

El crecimiento de los bosques de lenga, tanto en altura como en diámetro, se ve afectado por la densidad, la sanidad, la calidad de sitio y la clase social (dominante, codominante, intermedio, suprimido) (Schmidt y Urzua, 1982). El crecimiento en diámetro, según fases de desarrollo, (Schmidt y Urzua, 1982) puede llegar de 0.4 mm/año a 5 mm/año (Peri y Martínez Pastur, 1996). El crecimiento en altura depende de la calidad de sitio, (el cual es función de la exposición, pendiente, suelo, etc.), alcanzando alturas cercanas a los 30 m en sitios de clase I, y 17 m en sitios de clase V, (Martínez Pastur et al. 1999). Siendo los mejores sitios los de clase I, y peores los de clase V. El volumen maderable por hectárea, se encuentra entre los 40 - 400 m<sup>3</sup> (Martínez Pastur et al. 1999), siguiendo el gradiente de calidades de sitio.

La madera de "Lenga" presenta un color claro, con una textura fina y homogénea, con una densidad media de 0.57 gr/cm<sup>3</sup>, un peso específico de 800 - 850 kg/m<sup>3</sup>. Su color, textura y propiedades físicas, la hacen una madera fácil de trabajar, la cual se somete a procesos de debobinado, faqueado, aserrado, torneado, curvado, etc. Siendo apta para la fabricación de muebles y como madera estructural, permitiendo una muy buena aceptación en el mercado local e internacional. (Peri et al., 1997).

Para estimar el rendimiento por unidad de superficie, es necesario predecir el volumen. Para *Nothofagus pumilio* se han desarrollado numerosas tablas de volumen, desarrolladas a partir de árboles individuales (Martínez Pastur et al, 1993, Martínez Pastur et al, 1992, Peri et al, 1997, Martínez Pastur et al., 2000, Vukasovic et al., 1993, Vukasovic et al, 1994, Peri P, 1995, Wabo y Casajus, 1983, Piriz Carrilo et al., 1996). Las ecuaciones de volumen neto se encuentran poco desarrolladas, debiéndose esto a la dificultad de cuantificar eficientemente el tamaño de las severas pudriciones que afectan a estos bosques.

Durante la tarea de cuantificar el volumen maderable sin corteza, en la realización de un inventario forestal, se debería agrupar a los árboles en diferentes clases (forma, fases, diámetros, sanidad, etc.) para facilitar la cuantificación del volumen (Chauchard y Carabelli, 1992).

Como se puede apreciar esta es una metodología difícil y lenta debido a la gran variabilidad presente y a la subjetividad de la clasificación visual con la que se realiza la tarea (Piterbarg, 1965). Las apreciaciones, que se realizan en los árboles en pie, dependen de la pericia y apreciación de quién realiza el inventario, y distorsionan la realidad del volumen existente (Martínez Pastur et al, 1997b). Por lo tanto, es de mucha utilidad la confección y aplicación de modelos predictores de volumen maderable, que apliquen una norma a la hora de clasificar los árboles durante el inventario, aumentando la precisión de la estimación y eliminando así la distorsión creada por la variabilidad existente y la pericia de quien lleva a cabo la tarea.

El conocimiento del volumen maderable sin corteza es de mucha utilidad, ya que permite realizar estimaciones y planificaciones más precisas, al no incluir el volumen no maderable como factor de distorsión.

Además el conocimiento del volumen maderable sin corteza ayuda en la ordenación de bosques.

## **2. Objetivo**

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una función de volúmen maderable, que incluya variables, tanto del árbol como del bosque, de fácil obtención.

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Area de estudio

La toma de datos se realizo en la Estancia San Justo, situada en la Provincia de Tierra del Fuego (54° 06' lat. sur, 68° 37' long. oeste). Donde el aserradero "Los Castores" lleva a cabo el aprovechamiento del bosque. Esta empresa trabaja de acuerdo a la legislación forestal vigente (Ley Provincial 145), usando como método de regeneración al monte alto bajo cubierta protectora, realizando cortas de protección (shelterwood cut systems). Con dicho método se dejan 40 m<sup>2</sup> de área basal inicial, con distanciamiento entre árboles de 9-13 mts.

Se trabajó con un bosque de "Lenga" que cubrió un rango de clases de sitio (Martinez Pastur et al, 1997, a). Dicho bosque se encuentra en una fase madura de crecimiento, con uno o dos estratos y sin bosquetes de regeneración.

#### 3.2. Toma de muestra

El ensayo se realizo en 3 Ha, donde se instalaron parcelas de 40 m x 50 m, a lo largo de un gradiente de clases de sitio (tres parcelas por clase de sitio. I a V)

La estructura original del bosque fue representada por: altura promedio, altura dominante (de los 100 árboles mas altos/Ha), área basal, diámetro cuadrático medio (QMD), número de arboles/Ha, volúmen total con corteza/Ha.

La medicion del Dap se realizo con cinta diametrica. Utilizando estimaciones visuales se midió la sanidad (3; para defectos generalizados, 2; para defectos localizados, 1; ausencia de defectos), la clase social (suprimido, intermedio, codominante, dominante), fuste (según estimacion visual, 1= el arbol es maderable, 0= el árbol no es maderable), fase de crecimiento (COI; crecimiento optimo inicial, COF; crecimiento optimo final, E; envejecimiento y Dm, desmoronamiento) y frecuencias del DAP.

Los árboles fueron derribados con motosierras y se obtuvieron trozas de 3- 5 mts. de largo, las cuales fueron clasificados según la existencia de defectos (Cordone y Bava, 1997).

A cada árbol se le calculo el volumen total, mediante ecuaciones estándar de volumen, las cuales incluyen Indice de Sitio (Peri et al, 1997), mientras que el volúmen de trozas se estimó mediante la fórmula de Newton. Los árboles remanentes fueron dominantes y codominantes, elegidos en base a la longitud, simetría y rectitud de sus fustes, aparentemente resistencia al viento y buenos productores de semilla.

La muestra estaba compuesta por 676 arboles, (con DAP mayores a 20.0 cm), la cantidad de árboles se encuentra bien distribuida a lo largo de las 5 calidades de sitio estudiadas, como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Numero de árboles por sitio

SITIO	n
5	240
4	79
3	122
2	121

1	114
Total	676

### 3.3. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza para analizar las diferencias estructurales a lo largo de un gradiente de calidades de sitio, la separación de medias se realizó mediante el test de Tuckey. El nivel de significancia fue  $p < 0,05$ . La evaluación estadística se realizó mediante el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el estadístico de sesgo “error promedio” ( $\zeta$ ) y los estadísticos de precisión “media de los valores absolutos de los residuos” ( $|\zeta|$ ), realizándose un análisis de los errores porcentuales promedio ( $\% \zeta$ ) y en valor absoluto ( $\% |\zeta|$ ) a través de rangos de frecuencia de diámetros y calidades de sitio.

$$\text{Error promedio o sesgo: } \zeta = \frac{(\sum_{i=1}^n e_i) / n}$$

$$\text{Media de los valores absolutos de los residuos: } |\zeta| = \frac{(\sum_{i=1}^n |e_i|) / n}$$

## 4. Resultados y Discusion

### 4.1. Estructura

La densidad promedio de los rodales varia entre el 95% y el 131% para los sitios I-V, de acuerdo al índice de Reineke, propuesto por Fernandez et al. (1997). Estos valores indican que los rodales se encuentran ocupados y sobreocupados (61-82 m<sup>2</sup>/ha de area basal). Dentro del rango de calidades de sitio estudiadas, el 35% - 73% de los arboles que conforman los rodales se encuentran principalmente en la fase madura de crecimiento (envejecimiento, 120-250 años de edad) y en fase de crecimiento senescente (desmoronamiento, más de 250 años) existen en un 12% - 35%. Este tipo de estructura es la más representativa de los bosques productivos de Tierra del Fuego, con rodales sobremaduros, sobreocupados, y un alto porcentaje de arboles con fustes productivos.

Pueden observarse diferencias significativas para el volúmen maderable sin corteza (VVSC) a lo largo de las calidades de sitio, debido principalmente a que al mejorar la calidad de sitio, aumenta la altura del dosel dominante y este factor esta directamente relacionado con el volúmen. Las diferencias encontradas en el número de arboles por hectarea, se deben a que los diámetros de copa son menores en los peores sitios, haciendo que el número de árboles sea mayor. En las calidades de sitio malas, los arboles no llegan a tener diámetros grandes, ya que no alcanzan altas edades.

Con respecto a las alturas dominantes, las diferencias son obvias, ya que las diferencias en el sitio se deben a diferencias de altura dominante. El analisis de estructura es presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización de la estructura en un gradiente clases de sitio.

Clase de sitio	N (arb/Ha)	QMD (cm)	G (m <sup>2</sup> /Ha)	AH (m)	DH (m)	VVSC (m <sup>3</sup> /Ha)	VTCC (m <sup>3</sup> /Ha)
I	382.5a	46.8c	76.6a	23.5c	27.5e	398.8c	1098.7c

II	332.0a	44.9c	61.0a	22.1c	25.4d	263.1ab	815.0bc
III	746.6b	32.9ab	81.5a	17.1b	21.5c	237.7abc	897.9bc
IV	433.3a	40.2bc	60.8a	14.9b	17.4b	145.9ab	536.4ab
V	1026.6c	25.6 <sup>a</sup>	65.9a	10.4a	13.7a	42.0a	397.6a

QMD: diametro cuadratico medio, G: área basal, AH: altura promedio, DH: altura dominante, VTCC: volúmen total con corteza, VVSC: volúmen maderable sin corteza.

El area basal (G) no presentó diferencias significativas entre los sitios, representa el maximo valor para el grado de ocupacion de la especie.

#### 4.2. Modelo de VVSC obtenido

La estimacion del volumen maderable sin corteza (VVSC) se obtubo mediante el siguiente modelo:

$$VVSC = M \times I \quad (1)$$

donde M es una regresion no lineal del volumen maderables en funcion del DAP y clase de sitio, e I es un indice de discriminacion (0 o 1, cuando I= 0, significa que el valor de VVSC es cero, si I= 1, se aplica la función para estimar el VVSC). El discriminante I se construyó teniendo en cuenta estimaciones visuales realizadas en inventarios forestales (sanidad, fuste, forma, fase de crecimiento, y clase social) En la Tabla 3 se encuentra discriminado para las 5 calidades de sitio estudiadas, observándose que las principales diferencias se dan por Sitio, clase social, forma y sanidad.

Fueron propuestos dos modelos para la obtencion del componente M de la ecuacion (1), los cuales incluyen a la variable Calidad de Sitio.

Modelos de VVSC propuestos.

$$a = 0,0014481 \times DAP^{1,82717459} \times SITIO^{-0,28781921}$$

$$b = 0,00072049 \times DAP^2 \times SITIO^{-0,26060425}$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho

SITIO: clase de Sitio, según Martinez Pastur et al., (1997).

Tabla 4. Tablas de discriminates, esquematizadas por sitio.

SITIO	CLASE	FORMA	SAN.	FASE	DISC.	ERROR	
5	4	1	2		0	1%	
			1-3		1	58%	
		2-3				0	0%
						0	4%
	1-2	1	1		1	61%	
			2	1-3	1	58%	
				4	0	27%	
		3				0	0%
						0	0%
						<b>E TOTAL</b>	<b>19%</b>

SITIO	CLASE	FUSTE	SANIDAD	DISC.	ERROR
4	4	1		1	50%
		0		0	11%
	3		1-2	1	20%
			3	0	33%
	1-2		1-2	1	16%
		3	0	75%	
<b>E TOTAL</b>					<b>22%</b>

SITIO	CLASE	SANIDAD	FUSTE	FORMA	DISC.	ERROR	
3	4			1	1	33%	
				2-3	0	20%	
	3	1-2	1			1	12%
			0		1-2	1	32%
				3		3	0
		3				0	0%
	2	1-2				1	5%
					3		0
	1			1		1	0%
				0		0	33%
<b>E TOTAL</b>					<b>17%</b>		

SITIO	CLASE	FASE	FUSTE	DISC.	ERROR	
2	4		1	1	30%	
			0	0	23%	
	3		1	1	8%	
			0	0	8%	
	2	3			1	0%
		4			0	25%
	1			1	1	7%
				0	0	7%
<b>E. TOTAL</b>					<b>10%</b>	

SITIO	CLASE	FASE	FUSTE	DISC.	ERROR	
2	4		1	1	30%	
			0	0	23%	
	3		1	1	8%	
			0	0	8%	
	2	3			1	0%
		4			0	25%
	1			1	1	7%
				0	0	7%
<b>E. TOTAL</b>					<b>10%</b>	

SITIO	CLASE	FUSTE	DISC.	ERROR
1	4	1	1	25%
		0	0	33%
	3	1	1	0%
		0	0	0%
	2	1	1	4%
		0	0	0%
	1	1	1	14%
		0	0	0%
<b>E. TOTAL</b>				<b>11%</b>

Clase: 4= suprimido; 3= intermedio; 2= codominante; 1= dominante.  
 Sanidad: 1= ausencia de defectos; 2= defectos localizados; 3= defectos generalizados.  
 Fuste: 1= maderable; 0= no maderable.  
 Forma: 1= buena; 2= regular; 3= mala.

#### 4.3. Elección del modelo de Volúmen maderable sin corteza.

En la Tabla 4 se observan las diferencias entre los dos modelos ensayados. El modelo A tiene un mejor ajuste en  $R^2$  que el modelo B. Con respecto al  $\% \zeta$  y al  $\% |\zeta|$ , el modelo A también presenta un mejor comportamiento. Se elige el modelo A por demostrar superioridad en el ajuste frente al modelo B.

Tabla 2. Errores de los modelos propuestos

<b>Modelo</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b><math>\% \zeta</math></b>	<b><math>\%  \zeta </math></b>
A	0.77541	-7.70%	41.79%
B	0.77021	-9.99%	42.26%

$\% \zeta$ : errores porcentuales promedio,  $\% |\zeta|$ : errores porcentuales promedio en valor absoluto.

#### 4.4. Comportamiento del modelo elegido en distintas Clases de Sitio

En la Tabla 3 se observa que para el sitio I el modelo propuesto presenta un  $\% \zeta$ , arrojando resultados menores a los observados, esto se debe a que según la metodología de discriminantes seguida, se descartaron arboles que sí presentaron volúmen. En los sitios II y III, el modelo presentan un  $\% \zeta$  mas bajo, 8.15 % y 0.73 % respectivamente, lo cual se debe a su estado sanitario y relativo buen volúmen. En los Sitios IV y V se observan los  $\% \zeta$  máximos, -27.78% y -50.60% respectivamente, y la causa reside en el hecho de que estos árboles, donde las pudriciones son de importancia, poseen muy poco volumen.

Tabla 3 Distribucion de los errores de estimacion.

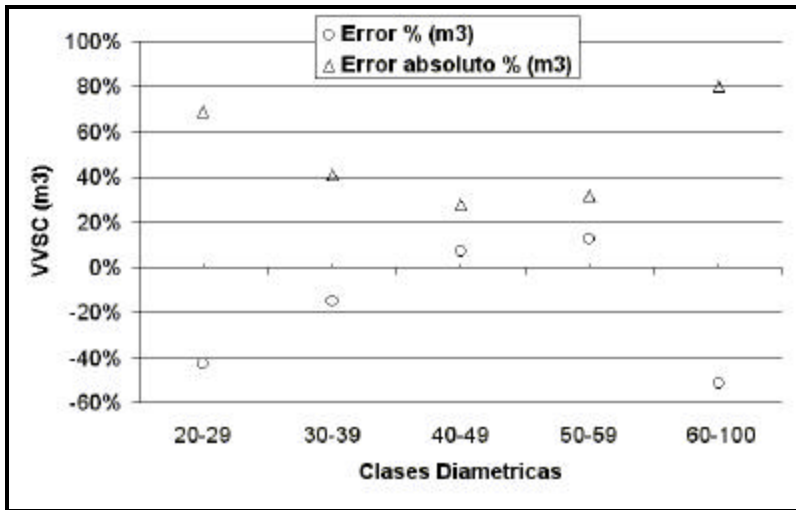
<b>Sitio</b>	<b><math>\zeta</math> (<math>m^3</math>)</b>	<b><math>\% \zeta</math></b>	<b><math> \zeta </math> (<math>m^3</math>)</b>	<b><math>\%  \zeta </math></b>
I	-25,3684	-17,73%	62,8793	41,46%
II	10,1410	8.15%	40,0316	32,18%
III	0,4295	0.73%	23,1243	39,31%
IV	-9,8034	-27.78%	23,0120	65,20%
V	-4,5940	-50.60%	9,4252	103,82%
Total	-29,1954	-7.70%	158,4725	41,79%

$\zeta$ : error promedio,  $\% \zeta$ : errores porcentuales promedio,  $|\zeta|$ : media de los valores absolutos de los residuos,  $\% |\zeta|$ : errores porcentuales promedio en valor absoluto.

#### 4.5. Comportamiento del modelo en distintas clases diamétricas

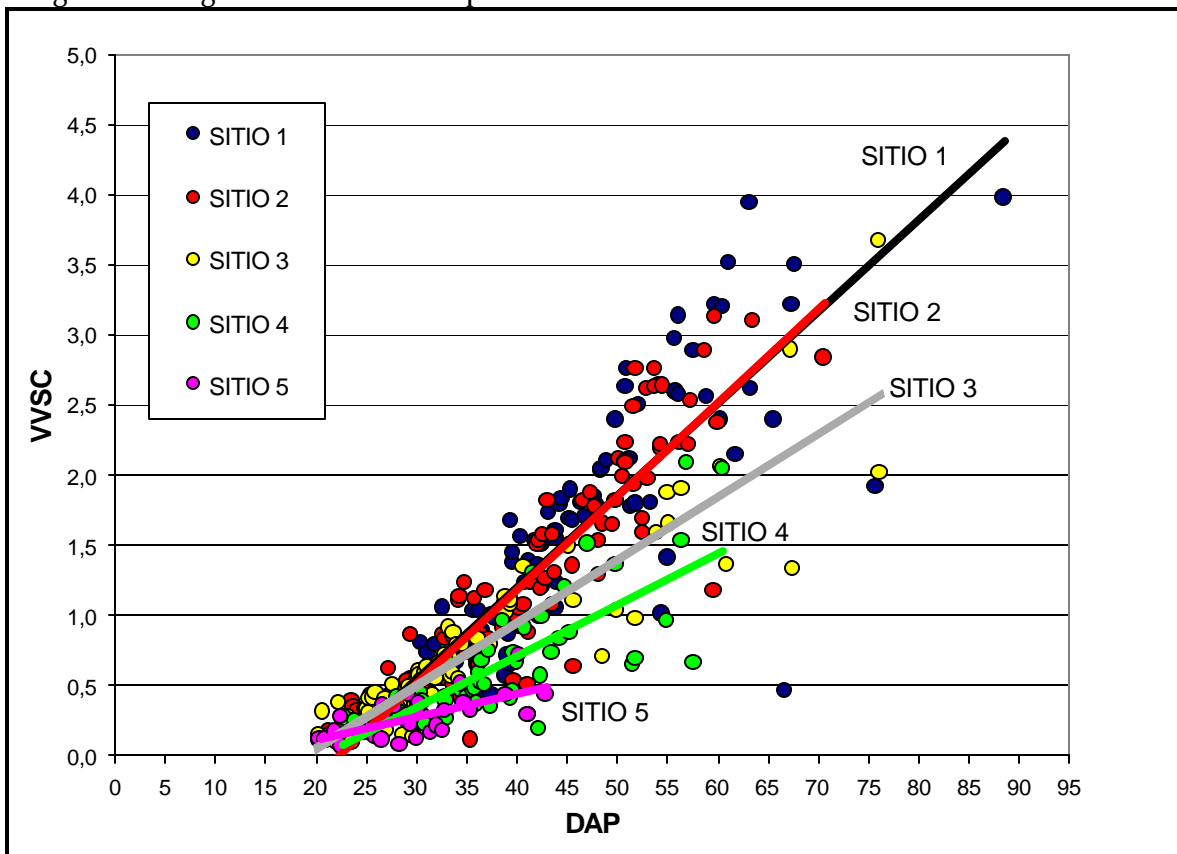
Se puede observar en la figura 1 que cuando los diámetros son mayores a 60 cm, los  $\zeta$  son altos (mayores al 40%). Para las clases diamétricas inferiores, encontramos errores aceptables.

Figura 1. Analisis de residuales porcentuales (obs-calc), distribuidos según clases diamétricas.



En la figura 2 se puede observar que las pendientes de las regresiones lineales son menores para los peores sitios, debido a que los mejores sitios presentan más volumen. Además no se observan puntos por debajo de los 20 cm de DAP, siendo la distribución de los sitios muy buena para los distintos volúmenes maderables.

Figura 2. Regresiones lineales para cada clase de sitio.



## 5. Conclusion

El uso del modelo predictor propuesto, utiliza variables de fácil obtención, incluye la variable Sitio, y es un modelo de fácil aplicación.



Los errores que se observan se deben a que durante el relevamiento de los arboles, muchos de ellos se encuentran dentro de parámetros aceptables de forma, sanidad, pero al momento de medición de volúmen, se pueden observar estados avanzados de pudrición, los cuales presentan nulo volúmen. Demostrándose de este modo la discontinuidad de la variable a estimar, la cual depende de parámetros heterogéneos.

El desarrollo de modelos de este tipo, significa un paso adelante, tanto en la investigación como en la planificación del uso de nuestros valiosos recursos forestales.

La utilización de este modelo permite su aplicación en cualquier bosque de Lengua con calidades de sitio comprendidas entre I - V, siendo de este modo de utilización más amplia, en comparación con el modelo propuesto por Martínez Pastur et al. (1997b), cuyo modelo fue generado para calidad de Sitio III.

## 6. Bibliografía

Cordone, V.J., Bava, J., 1997. Aplicación de la clasificación de madera en rollo de Lengua. CIEFAP, Publicación técnica número 26, 32pp.

Chauchard, L.; Carabelli, 1992. Sistema de Clasificación de arboles en pie para la estimación de volúmenes útiles. Actas del Seminario de Manejo Forestal de la Lengua y aspectos ecológicos asociados. Pag 160-165. Esquel, 23-24 de Junio. CIEFAP, publicación técnica número 8.

Fernandez, C., Martínez Pastur, G., Peri, P., Vukasovic, R., 1997. Thinning schedules for *N. pumilio* forest in Patagonia, Argentina. Proceedings of Onceavo Congreso Forestal Mundial, vol. 3, D. Función Productiva de los bosques, Antalya, Turkey, 13-22 October.

Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Peri, P.L., Vukasovic, R.F., Fernández, M.C., 1999, Producción de madera de bosques de *Nothofagus pumilio*, por el sistema de cortes de protección, en Tierra del Fuego (Argentina).

Martínez Pastur, G.; C. Fernández; P. Peri; F. Boyeras. 1993. Ecuaciones estándar de volumen total para la lengua (*Nothofagus pumilio*) de la margen sur del lago General Vintter y Cerro Colorado, (Provincia del Chubut), Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía 69(1): 5-12.

Martínez Pastur, G.; C. Fernández; P. Peri; F. Boyeras. Funciones de volumen total con corteza para lengua en Lago Gral Vintter. Actas Seminario Manejo Forestal de la Lengua y Aspectos Ecológicos relacionados. Pp 218-219. CIEFAP. Esquel, 23-24 Junio 1992 (R)(\*).

Martínez Pastur, G.; M.V. Lencinas; R. Vukasovic; P. Peri; C. Fernández. Incorporación de la altura dominante y de la clase de sitio en la construcción de ecuaciones estándar de volumen total y de fuste en *Nothofagus*. Actas Reunión Internacional: Modelos y Métodos Estadísticos Aplicados a Bosques Naturales. Pp 18-19. Valdivia (Chile), 5-7 Abril 2000 (RE)(\*).

Martínez Pastur, G.; M. V. Lencinas; R. Vukasovic; P. Peri; C. Fernández. Incorporación de la altura dominante y de la clase de sitio en la construcción de ecuaciones estándar de volumen total y de fuste en *Nothofagus*. Actas Reunión Internacional: Modelos y Métodos Estadísticos Aplicados a Bosques Naturales. Pp 18-19. Valdivia (Chile), 5-7 Abril 2000 (RE)(\*).

Martínez Pastur, G., Peri, P., Vukasovic, R.F., Cellini, Spagarino, C., Sharpe, D., 1997, b. Funciones de Rendimiento Volumétrico para un Bosque de *Nothofagus pumilio* de calidad III y un aserradero mediano en Tierra del Fuego, Argentina.

Martínez Pastur, G., Peri, P., Vukasovic, R., Vaccaro, S., Piriz Carrillo, V., 1997, a. Ecuación de Índice de Sitio para un bosque de *Nothofagus pumilio* patagónico.

Peri, P.; G. Martínez Pastur; B. Díaz; F. Fucaraccio. Uso del Índice de Sitio para la construcción de ecuaciones estándar de volumen total de fuste para lengua (*Nothofagus*

pumilio) en Patagonia Austral. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. Pp 309-316. Posadas, 13-15 Agosto 1997 (T).

Piriz Carrillo, V.; S. Vaccaro; G. Martinez Pastur. 1996. Funciones de volumen total y crecimiento diamétrico para bosques de segundo crecimiento de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. LPPV-CADIC. 13 pp.

Piterbag, R., 1965. Inventario y ordenacion de un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego, y primeros resultados de su explotación. Revista Forestal Argentina IX(4): 105-113.

Schmidt, H., Urzua, A., 1982. Transformación y Manejo de los Bosques de Lenga en Magallanes. Universidad de Chile, Ciencias Agrícolas No. 11, 62pp.

Vukasovic, R.; Fernandez C.; Martinez Pastur G.. 1993. Ecuaciones locales de volumen para lenga en el sector del río Turbio, Provincia de Tierra del Fuego. CEP - PROVEG. 10 pp.

Vukasovic R., Fernandez C., Pastur G. 1994. Ecuaciones locales de volumen para Lenga en el sector de Río Turbio, Tierra del Fuego. Informe técnico C. E. P-CADIC-CONICET 10.

Wabo E. y Casajus P. I., 1983. Tabla de Volumen maderable sin corteza correspondiente a *Nothofagus pumilio* (lenga) con aplicación en el Territorio de Tierra del Fuego. V Congreso Forestal Argentino, LA Pampa, Actas: pag 2.5 – 2.10.