

MODELO DE PRODUCCIÓN FORESTAL PARA BOSQUES DE *Nothofagus* EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ (ARGENTINA)

TIMBER MODEL FOR *Nothofagus* FORESTS IN SANTA CRUZ PROVINCE (ARGENTINA)

Boris Gastón DIAZ ¹
Juan Manuel CELLINI ^{2,3}
Guillermo MARTÍNEZ PASTUR ^{3,4}
Pablo Luis PERI ⁵

¹ Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UARG). Velez Sarfield 557 (9400) Río Gallegos, Santa Cruz (Argentina). Email: changoforestogmxnet@gmail.com.

² Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de La Plata. Email: jmc@ceres.agro.unlp.edu.ar.

³ Centro Austral de Investigaciones Científicas. cc 92 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego (Argentina). Email: cadicforestal@arnet.com.ar.

⁴ Ingeniero Forestal (Mg. Cs. Agrarias)

⁵ Ing.Ftal. (Ph.D. Plant Science). UNPA/UARG – INTA EEA S. Cruz. Email: pperi@correo.inta.gov.ar.

SUMMARY

Nothofagus forests represent the main forest resource of Patagonia. Actually, enough ecological information, both biometrical and silvicultural, exists in order to define prediction and forest management systems, to achieve and supply continuous and sustainable timber. A Production Model was developed for two small watersheds in Río de las Vueltas Basin, in Santa Cruz, based on existing methodologies and models. The proposed methodology includes site quality, growth, tree density, thinning schedules, cattle grazing pressure, rotation length, volume and timber products. Annual possibility estimated for the 2.302 hectares, arises to 1.279 m³. This volume could sustain a small sawmill and provides a variable volume of firewood (1.600-5.100 m³ per year), which could cover a percentage of local residents necessities. Forest parameters were obtained through the forest inventory in order to adjust a long term forest management planning. Different alternatives and suppositions to define the profitability along the forest rotation length were developed.

Key words: Forest management, silviculture, sustainability, natural resources, watershed management

RESUMEN

Los bosques de *Nothofagus* representan el principal recurso forestal de Patagonia. Existe suficiente información ecológica, biométrica y silvícola para definir sistemas de predicción y de manejo forestal, para lograr un suministro maderero continuo y sustentable.

El objetivo fue construir un Modelo de Producción para Microcuencas del Río de las Vueltas, en Santa Cruz, basado en metodologías y modelos existentes. El modelo incluye calidad de sitio, crecimiento, densidad, diagramación de raleos, ganadería, turno, volumen y productos (trozas, postes y leña). Las 2.302 ha de bosque presentan una posibilidad anual de 1.279 m³, lo que permitiría sustentar a un aserradero pequeño, y un volumen variable de leña de entre 1.600 – 5.100 m³/año, para cubrir parte de las necesidades de los pobladores locales. Se obtuvieron los

parámetros necesarios para ajustar una planificación de manejo a largo plazo, ensayándose diferentes alternativas y supuestos para definir la rentabilidad a lo largo del turno forestal.

Palabras clave: Manejo forestal, silvicultura, sostenibilidad, recursos naturales, gestión de cuencas

INTRODUCCIÓN

La Cuenca Río de las Vueltas (CRV) se encuentra en el Departamento Lago Argentino, en el SO de la Provincia de Santa Cruz. Los bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga) y *N. antarctica* (ñire), así como los pastizales andinos, constituyen los ecosistemas dominantes en la cuenca. La lenga es la especie que domina en proporción la superficie boscosa, con aproximadamente 27 mil hectáreas que se extienden sobre las márgenes del Lago del Desierto y a lo largo del Río de las Vueltas y sus tributarios del Oeste (Maranzana *et al.*, 1984). El ñire presenta una gran amplitud ecológica (Ramírez *et al.*, 1985) acompañando a la lenga en suelos más marginales (Gutiérrez y Sebastián, 1985) y sitios bajos e inundables o altos, pedregosos y secos, en los límites inferior y superior respectivamente del bosque de lenga (Maranzana, 1984). Ambas formaciones se presentan en bajas calidades de sitio (Martínez Pastur y Fernández, 1997; Fernández, 1996), con alturas que en general no superan los 10 a 15 metros en lenga (Maranzana *et al.*, 1984; Bran *et al.*, 1987) y de 3 a 6 metros de altura para el ñire (Maranzana *et al.*, 1984).

Actualmente no se realizan actividades agrícolas o forestales a gran escala en la cuenca, aunque es posible reconocer la existencia de una creciente presión sin gestión actual para la extracción de leña destinada a los establecimientos rurales y la población urbana de la zona.

Los bosques y los pastizales naturales se han asociado siempre al bienestar social por su rol en la estabilización del medioambiente a través de su significativa influencia en el ciclo hidrológico (Molchanov, 1963), en la estabilización y mejoramiento de suelos, en la manutención del equilibrio biológico y en el rendimiento hídrico de las cuencas (Blydenstein, 1971), así como por la producción de bienes y servicios, resultante de su aprovechamiento forestal, recreacional y paisajístico (Henao, 1988; FAO, 1996; Tragsa *et al.*, 1998). La explotación irrestricta del recurso forestal conduce al deterioro y, eventualmente, a la destrucción de los ecosistemas naturales. Es necesario entonces, para asegurar la continuidad de la producción forestal así como de otras actividades económicas y valores sociales afectados por el aprovechamiento forestal, garantizar una intervención planificada del recurso.

El primer paso de la planificación territorial es la definición del uso del suelo. Esta categorización de las tierras define las alternativas de uso que son posibles de realizar en determinados predios (producción forestal, ganadería, turismo, caza, pesca o recreación) y de esa manera poder diagramar las diferentes alternativas de producción. En las tierras destinadas a la producción forestal, debe de realizarse un Plan General de Ordenación, de modo de lograr un suministro continuo y sustentable de madera rolliza para los aserraderos así como cualquier otro producto forestal. Para ello, se debe contar con modelos fehacientes que brinden información adecuada para generar la base de dicha planificación. En el caso del *Nothofagus pumilio*, se puede afirmar que es la especie nativa mejor estudiada, habiéndose desarrollado la suficiente información sobre ecología, biometría y silvicultura como para definir sistemas de predicción y manejo que ayuden a la planificación y la ordenación forestal. *Nothofagus antarctica* no ha sido tan exhaustivamente estudiada como la lenga. Pese a que se hace un importante uso de la especie para la producción de leña en la región patagónica, principalmente en sistemas agroforestales, es escasa la información disponible para ajustar modelos de predicción y manejo.

El objetivo fue construir un Modelo de Producción Forestal para Microcuencas del Río de las Vueltas, en Santa Cruz, basado en metodologías y modelos existentes.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El trabajo se realizó en dos subcuencas del sistema hidrográfico Río de las Vueltas (CRV), ubicada al SO de la provincia de Santa Cruz, entre los paralelos 48°50' y 49°42' LS, y entre el meridiano 71°55' LO y el límite cordillerano con la República de Chile.

Se condujo un inventario sobre el área boscosa. En cada parcela se realizaron conteos angulares aplicando los principios del método Bitterlich (Van Houtte, 1964). Se midieron los diámetros a la altura de pecho (DAP). Por otra parte, se caracterizó la fase dominante del bosque (Schmidt y Urzúa, 1982), mientras que para la estimación volumétrica de interés forestal existente se aplicaron las ecuaciones propuestas por Lencinas *et al.* (2002) y Peri *et al.* (1997). En estas parcelas también se caracterizó el tipo de regeneración dominante y se estimó su densidad a partir del conteo de individuos en parcelas de 0,25 m².

Modelo de producción forestal para Lengua

El modelo de producción utilizado se basa en una serie de supuestos que deben tenerse presentes para entender sus alcances: (a) los bosques se manejan bajo un criterio silvícola que maximiza la producción forestal de madera aserrada. El sistema silvícola que se utiliza es el de Cortas de Protección y de Raleos por lo bajo (Schmidt y Urzúa, 1982). El bosque futuro será mayormente regular y se aprovecharán dentro de la fase intermedia de crecimiento óptimo inicial - envejecimiento (clases de sitio IV y V), de acuerdo a la clasificación propuesta por Schmidt y Urzúa (1982) usando como criterio de corta a un diámetro comercial mínimo; (b) se plantea un diámetro objetivo promedio para el aprovechamiento forestal de 40-45 cm al DAP (diámetro a la altura del pecho), debido a que los diámetros de trozas más comunes de observar en los aprovechamientos forestales varían entre 30 y 45 cm. de diámetro (Martínez Pastur *et al.*, 2000a), y un diámetro mínimo de extracción de 20 cm.; (c) los crecimientos diamétricos se corresponden con árboles dominantes de rodales puros coetáneos de *Nothofagus pumilio*, desarrollándose bajo una dinámica natural; (d) los rendimientos obtenidos a lo largo de los diferentes raleos para cada clase de sitios son constantes y proporcionales a las tasas de extracción de trozas a lo largo del turno, basados en los resultados de Martínez Pastur *et al.* (2000b), desarrollados para bosques vírgenes; (e) los bosques bajo manejo silvícola no poseen presión por parte del ganado ni por otras poblaciones naturales de ramoneadores; (f) el total de la producción es absorbida localmente y los excedentes, comercializados en la región. Los residuos del aprovechamiento, con dimensiones por debajo de los límites aceptados por la industria del aserrado se consumen localmente con destino a leña.

Metodología y modelos utilizados en Lengua

El modelo de producción realizado utiliza las siguientes ecuaciones y metodologías. (a) clasificación del sitio forestal y determinación del crecimiento en altura de individuos dominantes. Se utilizaron las ecuaciones y clasificaciones propuestas por Martínez Pastur *et al.* (1997a); (b) determinación del crecimiento diamétrico a partir de los trabajos de Piriz Carrillo *et al.* (1996), Peri y Martínez Pastur (1996) y Díaz *et al.* (1998), para bosques de similares características; (c) determinación del índice de densidad de rodales (IDR) de acuerdo a las ecuaciones y clasificaciones propuestas por Fernández *et al.* (1995); (d) diagramación de los niveles de raleo a partir de las curvas de IDR de Martínez Pastur *et al.* (2002); (e) cálculo del turno siguiendo la metodología planteada por Martínez Pastur *et al.* (2000b), en donde el turno se calcula considerando: una etapa de establecimiento, una etapa de crecimiento inicial y una etapa de crecimiento diamétrico para los renovales, y donde el tiempo que transcurre entre intervenciones silvícolas (raleos) y la definición de la corta final, se deducen de los anteriores

modelos; (f) cálculo del volumen total con corteza utilizando el modelo propuesto por Peri *et al.* (1997); (g) cálculo del volumen de trozas sin corteza utilizando las proporciones, relaciones y modelos obtenidos por Martínez Pastur *et al.* (2000a) realizando el aprovechamiento integral propuesto por Cellini *et al.* (1998); (h) estimación del volumen de leña en las distintas calidades de sitio y para los distintos raleos se utilizaron los resultados propuestos por Cellini *et al.* (1998), donde se calcularon los volúmenes astillables en una corta de protección, siendo considerados en este estudio como leña y quedando definido como piezas de diámetro mínimo 10 cm y menos de 2/3 de pudrición en la peor cara; (i) el volumen total de leña ofertado durante los aprovechamientos se calculó como una proporción del volumen maderable extraído. En el caso del bosque primario no intervenido, para las intervenciones de corta final así como el tercer madereo, según el modelo teórico propuesto, el volumen de leña es el doble que el maderable. Durante el segundo madereo la relación es de 2,5 veces mayor.

Metodología y modelos utilizados en Ñire

El modelo de producción propuesto se basa en una serie de supuestos a tenerse presentes: (a) se propone la conversión a un monte bajo, mediante el aprovechamiento del bosque actual y posterior manejo del rebrote; b) los bosques se manejan bajo un criterio silvícola que maximiza la producción de postes, varas y, principalmente, leña, los cuales son consumidos regionalmente; (c) los bosques bajo manejo silvícola no poseen presión por parte del ganado ni por otras poblaciones naturales de ramoneadores; (d) se plantea un diámetro objetivo promedio para el aprovechamiento leñatero de 15 cm al DAT (diámetro a la altura del tocón) lo cual permite proponer un turno de 45 años, según los modelos de crecimiento definidos por Martínez Pastur y Fernández (1995); (e) los crecimientos diamétricos se corresponden con árboles dominantes de rodales puros coetáneos de *Nothofagus antarctica*, desarrollándose bajo una dinámica natural. El crecimiento del rebrote se asumió, a los efectos de la modelización, similar al del bosque primario.

Se determinó la calidad del sitio forestal a partir de la altura de individuos dominantes longevos del rodal, según el método definido por Lencinas *et al.* (2002). Se propuso la realización de cortas anuales del bosque primario hasta lograr el bosque manejado. Las ecuaciones de volumen aplicadas se tomaron de Lencinas *et al.* (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura forestal

La cobertura vegetal dominante en las microcuencas se halla representada por bosques monoespecíficos de lenga y ñire, con 3.666 hectáreas. El bosque representa un 16,3% de la superficie total del área, dominada por glaciares y suelos rocosos desnudos. Éste se encuentra en las laderas de los valles desde la transición con los pastizales de altura y hasta la proximidad de los lechos de río o fondo de valles y mallines, en donde progresivamente la lenga es reemplazada por el ñire. Se distribuye en forma de manchones característicos, tal como se lo encuentra en casi toda la provincia de Santa Cruz (Maranzana *et al.*, 1984).

Los rodales de Lenga presentan una calidad promedio de sitio baja (V según la clasificación propuesta por Martínez Pastur y Fernández 1995), (TABLA 1). En general presentan una subocupación del sitio en términos de área basal y volumen total con corteza por hectárea según los valores esperados para la mencionada calidad de sitio y en rodales sin intervención silvícola de ningún tipo (Martínez Pastur *et al.*, 2002). En algunos casos esta subocupación es muy marcada, como se presenta en los rodales 072 y 505, en los que podrían esperarse valores aproximados de hasta 70,0 y 67,3 m² de AB/ha, respectivamente. La presencia de regeneración es variable entre los diferentes rodales aunque en general con valores más bajos que los esperados. El tipo de regeneración dominante es inicial (plantines), encontrándose en una

menor proporción regeneración avanzada (menor a 2 mt. de altura). En ninguno de los casos puede considerarse una presencia significativa de regeneración por encima de los 2 mt de altura (regeneración instalada), libre de la presión de eventuales ramoneadores (Pulido *et al.*, 2000).

Una vez descontadas las superficies de protección por pendientes (>40°) así como las pertenecientes al régimen de la Administración de Parques Nacionales, la superficie total aprovechable de Lengua alcanza a las 2.302 ha.

El bosque de ñire se presenta mayormente en formaciones monoespecíficas achaparradas, con alturas dominantes que van desde los 3,60m a los 9,04m, en el rango de sitios de calidades IV a V (Lencinas *et al.*, 2002), (TABLA 2). En ambas microcuencas el ñire se presenta en los morfotipos camefítico (Ramírez *et al.*, 1985), en sitios anegadizos próximos a cauces de río, y arbustivo-achaparrado sobre antiguas planicies de inundación, donde se encuentra en proceso de colonización. El morfotipo arbóreo se presenta en zonas de transición con el bosque de lenga, asumiendo alturas dominantes progresivamente mayores. Es posible encontrar ejemplares aislados que superan los 10 metros de altura, aunque difícilmente con las dimensiones observables en formaciones similares de otros lugares de Patagonia, como en Tierra del Fuego (Martínez Pastur y Fernández, 1995). Tan solo en los mallines se observa regeneración inicial de ñire. El nivel de ocupación del sitio es marcadamente bajo, con densidades entre 12,1 y 18,1 m²/ha de AB. Esto determina la actual existencia de reducidos volúmenes totales de madera con corteza (VTCC), promediando unos 66,0 m³/ha.

TABLA 1. Estructura forestal del bosque de lenga.

RODAL	CS ¹	DENS (arb/ha)	DCM ² (cm)	AB (m ² /ha)	FASE ³	REG. (arb/ha) ⁴	SUPERFICIE APROV. (ha) ⁵	VTCC (m ³ /ha) ⁶
020	V	906	33,5	70,1	COF – ENV	360.000	---	---
064 + 061	IV	829	39,5	65,5	COI – ENV	Ausente	30,23	277,56
072	V	77	20,0	2,4	COI – COF	35.000	---	---
073 + 074	V	946	30,0	61,7	COF – DES	1.000	---	---
075	V	463	50,2	77,3	ENV	135.000	---	---
077	V	213	57,6	55,6	COI – DES	5.000	201,73	197,04
078	V	1.281	24,5	60,4	COF	Ausente	16,61	254,66
505	V	265	28,5	16,9	COI – COF	Ausente	782,66	69,15
506	IV-V	349	49,7	55,6	COI	137.500	1.270,69	370,64

¹ Calidad de sitio según Martínez Pastur *et al.* (1997); ² diámetro cuadrático medio; ³ fase dominante (ENV= envejecimiento; COI= crecimiento óptimo inicial; COF= crecimiento óptimo final; DES= desmoronamiento); ⁴ regeneración inicial total por hectárea; ⁵ superficie aprovechable una vez excluidas las tierras de APN y de protección por pendiente; ⁶ volumen total con corteza hasta punta fina de 5 cm, según Martínez Pastur *et al.* (2002).

TABLA 2. Estructura forestal del bosque de ñire.

RODAL	HD ¹ (m)	CS ²	DENSIDAD (arb/ha)	DCM ³ (cm)	AB (m ² /ha)	VTCC ⁴ (m ³ /ha)	FASE ⁵	REG. ⁶ (arb/ha)	AREA (ha) ⁷
063 + 52b	5,44	V	1.200	14,01	12,1	55,1	ENV-LAT	Ausente	155,2
066 + 067	7,55	IV	1.055	13,6	18,1	76,9	ENV-COI	Ausente	115,8

¹ Altura dominante; ² calidad de sitio, según Lencinas *et al.*, (2002); ³ diámetro cuadrático medio (cm); ⁴ volumen total con corteza hasta punta fina de 5 cm, según Lencinas *et al.* (2002); ⁵ fase dominante (ENV= envejecimiento; COI= crecimiento óptimo inicial); ⁶ regeneración inicial; ⁷ superficie aprovechable una vez excluidas las tierras de APN y de protección por pendiente.

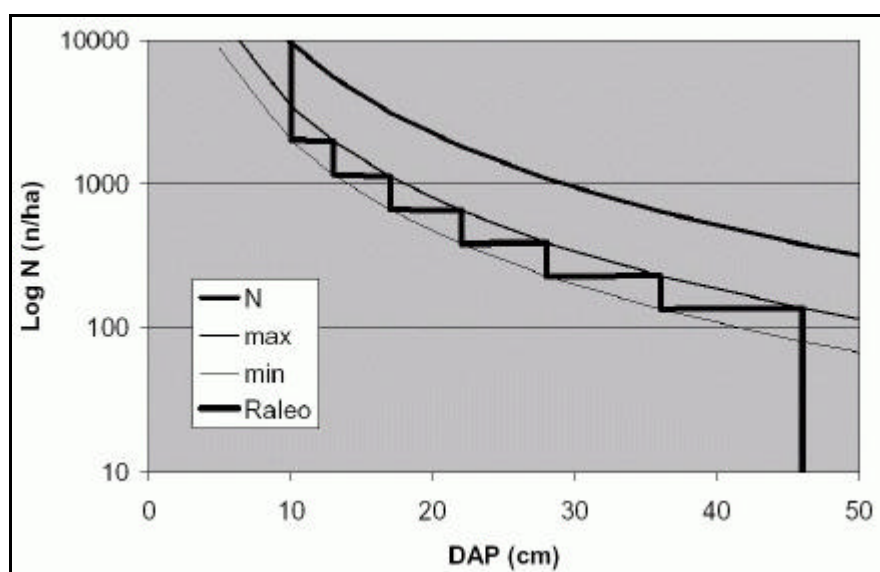
Modelo silvícola para el bosque de Lengua

El modelo silvícola propuesto se presenta en la FIGURA 1. El primer raleo se realiza cuando el rodal alcanza un DAP promedio de 10 cm., dejando un 21% de los individuos que componen el rodal. Posteriormente se realizan dos raleos fuertes (a los 13 y 17 cm) (TABLA 3 y FIGURA 1), donde también se elimina otro porcentaje de los árboles (43% de los árboles remanentes en cada intervención). En estas primeras intervenciones se pueden obtener productos de aprovechamiento secundarios, como ser postes, varas y leña. Posteriormente se plantea la realización de tres raleos por lo bajo a los 22, 28 y 36 cm. de DAP (extrayendo casi un 40% de los individuos en cada oportunidad), y una corta final al alcanzar un diámetro de 46 cm, donde se regenera nuevamente el rodal por medio de las prácticas tradicionales. En la TABLA 4 se presentan los resultados del Modelo de Producción para 3 clases de sitio (IV, V y una intermedia entre éstas) a través de la evolución del volumen total con corteza (antes y después de cada intervención) y del volumen de corta (total y aserrable) analizando el patrón de modificación a lo largo del tiempo, y el crecimiento potencial obtenido. El año cero es el momento en que el rodal alcanza una altura promedio de 1,3 m (entre 13 y 15 años para los sitios IV y V, respectivamente). El esquema de raleos plantea una densidad de ocupación que varía entre los 15 y los 25 m²/ha constante para todas las clases de sitio. Los tres primeros raleos no permiten la extracción de madera aserrable pero sí de cantidades crecientes de productos secundarios como postes, varas, leña y, eventualmente, postes cabañeros (25-30 cm. de diámetro y más de 3 m. de largo). Éstos varían desde volúmenes bajos hasta más de 100 m³/ha por intervención, de acuerdo a la calidad de sitio y al tipo de raleo practicado. Las últimas cuatro intervenciones aportan volúmenes de aserrado que varían de acuerdo al tipo de raleo y a la calidad de sitio, así como grandes cantidades de productos secundarios en volúmenes decrecientes a medida que avanzan las intervenciones silvícolas. Un sitio de clase V aporta volúmenes maderables que varían entre 13 m³/ha y 39 m³/ha.

Aplicación de modelos de producción en bosques de Lengua y Ñire

El sistema de producción forestal de Cortas de Protección, propuesto por Schmidt y Urzúa (1982) para *Nothofagus pumilio*, representa una intervención progresiva del bosque a lo largo de su ciclo. Esto permite que, cuando los niveles de aprovechamiento en cada oportunidad son determinados apropiadamente, el impacto sobre el ecosistema sea mínimo, en especial porque el sistema planteado simula la dinámica natural de estos bosques.

FIGURA 1. Evolución de las intervenciones silvícolas propuestas en el modelo de producción forestal para lenga.



Los parámetros dasométricos del bosque de lenga, obtenidos en el inventario forestal de la cuenca evidencian un bosque sumamente irregular, aunque mayormente se trata de sitios de la más baja calidad forestal (TABLA 1). La posibilidad anual para la lenga en el bosque ordenado asciende a unos 1.279 m³ de trozas sin corteza (TABLA 5), valor que permitiría sustentar a un aserradero pequeño-mediano operando en la zona. La calidad de sitio IV, la mejor de las que se hallan presentes en la zona, se encuentra escasamente representada, con tan solo 31 ha. Es por ello que, pese al interesante volumen aserrable que puede aportar por unidad de superficie, su representatividad en la posibilidad anual es sumamente reducida. Los volúmenes aserrables resultan suficientes para satisfacer las demandas actuales de la zona, incluso con algunos excedentes para su comercialización fuera de la cuenca.

TABLA 3. Evolución del número de árboles para las intervenciones silvícolas propuestas en el modelo de producción de lenga.

INTERVENCION	DAP (cm)	ANTES DEL RALEO (arb/ha)	DESPUES DEL RALEO (arb/ha)
---	0	100.000	100.000
---	5	41.623	41.623
Raleo 1	10	9.631	2.033
Raleo 2	13	2.033	1.168
Raleo 3	17	1.168	663
Madereo 1	22	663	385
Madereo 2	28	385	231
Madereo 3	36	231	136
Corta final	46	136	0

La aplicación del modelo de producción permite estudiar la evolución de la oferta de distintos productos del bosque de lenga. Conforme avanza el Plan de Ordenación es posible asegurar un abastecimiento continuo de postes, varas y, principalmente si se toman en consideración las necesidades actuales de la zona, leña, a la vez que un volumen continuo y creciente de material aserrable (TABLA 6). Esto se debe al progresivo mejoramiento de la sanidad del bosque resultante de la aplicación de podas (P) y raleos (R) durante las etapas juveniles del bosque (TABLA 4).

La oferta anual de leña en el bosque de lenga es importante. Si bien, conforme avanza el Plan de Ordenación, ésta se ve progresivamente reducida resultado del mejoramiento de la calidad maderable del bosque (TABLA 7). Para los primeros 50 años de aprovechamiento es posible extraer entre 3.800 y 5.100 m³ anuales de leña estabilizándose en el orden de los 2.500 m³ anuales en el bosque ordenado. El bosque de ñire tiene una escasa representación en las unidades bajo estudio, alcanzando a las 271 ha (TABLA 2). La oferta actual de leña de estos bosques es relativamente baja, producto de la fase en que se halla, del bajo grado de ocupación del sitio y, en general, de la estructura presente. Su oferta leñatera anual para los primeros 50 años de aprovechamiento alcanza entre 244 y 348 m³ (TABLA 8).

TABLA 4. Modelo de producción para un rango de calidades de sitio. SITIO = clase de sitio, T = Tiempo, VI = Volumen inicial, VF = Volumen final, VC = Volumen de corta, Crec. = Crecimiento, VMSC = Volumen de trozas sin corteza.

SITIO	T (años)	VI (m3/ha)	VF (m3/ha)	VC (m3/ha)	CREC. (m3/ha*año)	VMSC (m3/ha)
IV	13	0	0	0	0.0	0
	43	206	206	0	7.5	0
	63	325	69	256	6.6	postes-varas-leña
	72	140	81	59	7.6	postes-varas-leña
	85	166	95	71	6.5	postes-varas-leña
	103	187	109	78	5.6	32
	123	203	122	81	4.6	33
	153	227	134	93	3.6	38
	195	238	0	238	0.0	98
TOTAL				876	TOTAL	200
IV -V	14	0	0	0	0.0	0
	49	208	208	0	6.5	0
	70	314	67	248	5.4	postes-varas-leña
	79	133	77	56	6.8	postes-varas-leña
	93	155	89	67	5.7	postes-varas-leña
	112	173	101	73	4.8	22
	133	186	112	74	4.0	23
	163	207	122	85	3.2	27
	204	217	0	217	0.0	68
TOTAL				819	TOTAL	140
V	15	0	0	0	0.0	0
	54	210	210	0	5.4	0
	76	303	64	239	4.2	postes-varas-leña
	86	125	72	53	6.1	postes-varas-leña
	101	144	82	62	4.8	postes-varas-leña
	120	159	92	67	4.0	13
	142	168	101	67	3.5	13
	172	187	110	77	2.8	15
	213	196	0	196	0.0	39
TOTAL				761	TOTAL	80

TABLA 5. Posibilidad anual de los bosques de lenga en las microcuencas bajo estudio.

SITIO	AREA (ha)	VVSC ¹ (m ³ /ha)	Turno (años) ²	POSIBILIDAD (m ³ /ha*año)
IV	30,23	200	195	31,01
IV-V	1.270,69	140	204	872.05
V	1.001,00	80	213	375.96
TOTAL	2.301,92	140 *	204 *	1.279,02

¹ Volumen de viga sin corteza; * promedio.

TABLA 6. Volumen maderable (VVSC) para el bosque de lenga en la superficie bajo estudio (m³/año).

AÑO	P1	P2	R1	R2	R3	M1	M2	M3	CF	TOTAL
1-25	0	0	0	0	0	0	6,4	331,0	59,1	396,5
25-50	0	0	0	0	0	0	1,6	300,3	199,3	501,2
50-75	0	0	0	0	0	0	250,0	0,5	77,1	327,6
75-100	0	0	PVL	0	0	0	10,0	169,3	25,9	205,2
100-125	0	0	PVL	PVL	PVL	21,9	0,0	25,9	169,3	217,1
125-150	0	0	PVL	PVL	PVL	581,4	91,7	0	0	673,1
150-175	0	0	PVL	PVL	PVL	403,8	606,3	38,7	0	1.048,8
175-200	0	0	PVL	PVL	PVL	0	252,3	711,1	0	963,4
200-225	0	0	PVL	PVL	PVL	117,0	0	450,7	694,0	1.261,7
225-250	0	0	PVL	PVL	PVL	150,3	168,5	0	1798,8	2.117,6

P= intervenciones de poda luego del establecimiento de la regeneración (P1) y con un DAP medio de 5 cm (P2); R= intervenciones de raleo; M= aprovechamiento mediante cortas parciales; CF= corta final; PVL= productos aprovechables: postes, varas y leña.

TABLA 7. Oferta de leña para el bosque de lenga en la superficie bajo estudio (en m³/año).

AÑO	IV	IV-V	V	TOTAL
1-25	160,1	2.836,4	864,0	3.860,5
25-50	50,5	4.734,0	351,0	5.135,5
50-75	260,4	2.086,9	929,5	3.276,9
75-100	0,0	778,4	1.678,0	2.456,4
100-125	17,0	2.488,6	2.408,5	4.914,1
125-150	165,8	2.520,5	104,0	2.790,3
150-175	51,0	1.326,5	221,0	1.598,5
175-200	43,9	1.039,5	1.121,0	2.204,3
200-225	50,5	1.622,5	949,0	2.622,0
225-250	39,1	1.694,3	767,0	2.500,3

TABLA 8. Oferta de leña para el bosque de ñire en la superficie bajo estudio (en m³/año).

AÑO	BV	CF	TOTAL
1-25	348,0	0	348,0
25-50	214,6	30,0	244,6
50-75	0	151,3	151,3

CONCLUSIONES

La escasa producción de madera proveniente del bosque nativo en Santa Cruz es absorbida en la actualidad por el mercado interno principalmente como material para la construcción (encontrados y carpintería), en la forma de tablones, tablas y tirantes. La fuerte expansión urbana de El Chaltén, en la Cuenca del río de las Vueltas (CRV), en años recientes sumado a las importantes inversiones en infraestructura turística privada representa un mercado local para el abastecimiento de madera para la construcción (fundamentalmente madera larga) y para otros usos a menor escala, como la mueblería rústica.

El bosque en las microcuencas Laguna del Diablo y Río Eléctrico se presenta subocupado, aunque los volúmenes de madera actualmente disponibles permiten sustentar un

aserradero pequeño-mediano operando en la zona, generando algunos excedentes para su comercialización extra regional.

El acelerado proceso de colonización de la región, desde la fundación de El Chaltén en el año 1987, sumado a la ausencia de un abastecimiento de gas para calefaccionamiento de viviendas y cocina así como el incremento del turismo alternativo, supone para el bosque una presión importante en concepto de extracción leñatera, la cual en años recientes se ha transformado progresivamente de la recolección de residuos del bosque a la explotación puntual en algunas zonas de la cuenca. En la actualidad, el Plan Preliminar de Manejo del Parque Nacional Los Glaciares (APN, 1997) no contempla el manejo de áreas específicas del bosque para la producción de leña, no obstante presentar algunas áreas evidencias de este uso. Tampoco se halla normatizada y controlada su explotación en tierras fiscales o privadas, actividad que se caracteriza por carecer de planificación.

La población permanente en la CRV asciende a unos 250 habitantes, cifra a la que debe agregársele, en término promedio, unos 16.000 visitantes anuales durante la temporada turística (STSC, 2000). En años recientes, las inversiones locales en infraestructura turística han acompañado el acelerado crecimiento del número anual de visitantes en la región previéndose que esta tendencia se mantenga en los próximos años (STSC, 2000). Es posible prever, en este contexto, que la presión para la extracción de leña se incrementará en la zona de no establecerse planes de manejo del recurso. Si bien el aprovechamiento forestal no es incompatible con el turismo, la coexistencia de ambas actividades requiere de una cuidadosa planificación en la intervención sobre el recurso, en especial cuando la demanda de productos pudiera exceder la posibilidad anual.

BIBLIOGRAFÍA

- APN. 1997.** Plan preliminar de manejo del Parque Nacional Los Glaciares. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires. 131p.
- BLYDENSTEIN J. 1971.** Pastizales como cuencas hidrográficas. Seminario Latinoamericano de Ordenación de Cuencas Hidrográficas. La Plata, 22 de Noviembre – 16 de Diciembre. Publicación FAO, Roma: 116-122.
- BRAN D., NAKAMATSU V., BARRIA J. 1987.** La vegetación del área comprendida entre los lagos San Martín y Viedma, provincia de Santa Cruz. Comunicación Técnica N°44, INTA EEA Bariloche. 20p.
- CELLINI J., SPAGARINO C., MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P., VUKASOVIC R. 1998.** Rendimiento de distintos sistemas de aprovechamiento en la corta de protección de un bosque de Lenga. CD de Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia (Chile), 22-28 Noviembre.
- DIAZ B., PERI P., MARTÍNEZ PASTUR G. 1998.** Crecimiento diamétrico en bosques de Lenga en sitios de calidad IV de Patagonia Sur. CD de Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia (Chile), 22-28 Noviembre.
- FAO. 1996.** Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. FAO Serie: Azonas Áridas y Semiáridas N°7. Santiago, Chile. 321p.
- FERNANDEZ M.C. 1996.** Manejo forestal de los bosques de ñire: funciones de calidad de sitio y crecimientos para los morfotipos arborescentes en Tierra del Fuego. Informe Final de Proyecto, Dirección de Ciencia y Técnica – Sec. Plan. y Des., Tierra del Fuego. 27p.
- GUTIÉRREZ E., SEBASTIÁ M.T. 1985.** On some ecological characteristics of the Nothofagus forests in Tierra del Fuego (Argentina). Informe Técnico - CADIC. 80p.

- HENAO J.E.S. 1988.** Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Publicación de la Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia. 396p.
- MARANZANA O., VERZINO G., OCAMPO J.B., DIAZ M., DRAKE M. 1984.** Situación actual de los bosques nativos de la provincia de Santa Cruz: descripción, manejo y estado sanitario. Informe Técnico Consejo Agrario Provincial. Inédito, 33p.
- MARTINEZ PASTUR G y FERNANDEZ C. 1997.** Crecimiento diamétrico de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego para diferentes sitios y status de competición. *Interciencia* 22(2): 87-91.
- MARTINEZ PASTUR G. y FERNANDEZ C. 1995.** Estimación de la producción para ñire en Tierra del Fuego: 3. Ecuaciones de crecimiento para diferentes sitios y primeros resultados en la construcción de Indices de Sitio. Actas IV Jornadas Forestales Patagónicas. San Martín de los Andes, 24-27 Octubre 1995: 1-11.
- MARTÍNEZ PASTUR G., CELLINI J., PERI P., VUKASOVIC R., FERNÁNDEZ C. 2000a.** Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). *Journal of Forest Ecology and Management* 134(1-3): 153-162.
- MARTÍNEZ PASTUR G., LENCINAS M.V., CELLINI J.M., DIAZ B., PERI P., VUKASOVIC R. 2002.** Herramientas disponibles para la construcción de un modelo para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidades de sitio. *Bosque* 23(2):69-80.
- MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P., VUKASOVIC R., CELLINI J., SPAGARINO C., SHARPE D. 1997b.** Funciones de rendimiento volumétrico para un bosque de *Nothofagus pumilio* de calidad III y un aserradero mediano en Tierra del Fuego. II° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Industria y Comercio. Posadas, 13-15 Agosto. 123-132.
- MARTINEZ PASTUR G., PERI P., VUKASOVIC R., LENCINAS M.V., DIAZ B., CELLINI J.M. 2000b.** Modelo de producción y rendimiento para bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo a lo largo de un gradiente de calidad de sitio. I° Congreso Internacional: Modelos y Métodos Estadísticos Aplicados a Bosques Naturales. Valdivia (Chile), 5-7 Abril. 22-23.
- MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P.L., VUKASOVIC R., VACCARO S., PIRIZ CARRILLO V. 1997a.** Site index equation for *Nothofagus pumilio* forests. *Phyton*, 6: 55-60.
- MOLCHANOV A.A. 1963.** Hidrologia florestal. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal. 419p.
- PERI P., MARTÍNEZ PASTUR G. 1996.** Crecimiento diamétrico de *Nothofagus pumilio* para dos condiciones de copa en un sitio de calidad media en Santa Cruz, Argentina. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 5(2): 201-212.
- PERI P., MARTINEZ PASTUR G., DIAZ B., FUCARACCIO F. 1997.** Uso del Índice de Sitio para la construcción de ecuaciones estándar de volumen total de fuste para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Patagonia Austral. II° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. Posadas, 13-15 Agosto. 309-316.
- PIRIZ CARRILLO V., VACCARO S., MARTÍNEZ PASTUR G. 1996.** Informe Técnico: Funciones de volumen total y crecimiento diamétrico para bosques de segundo crecimiento de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. LPPV-CADIC. 13 pp.
- PULIDO F.J., DIAZ B., MARTÍNEZ PASTUR G. 2000.** Incidencia de ramoneo del guanaco (*Lama guanicoe* Müller) sobre la regeneración temprana en bosques de lenga [*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Kraser] de Tierra del Fuego, Argentina. *INIA, Sist. y Rec. Ftles.* 9(2), diciembre: 381-394.

- RAMÍREZ C., CORREA M., FIGUEROA H., SAN MARTÍN J. 1985.** Variación del hábito y del hábitat de crecimiento de *Nothofagus antarctica* en el centro sur de Chile. Bosque 6(2): 55-73.
- SCHMIDT H., URZÚA A. 1982.** Transformación y manejo de los bosques de Lenga de Magallanes. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Ciencias Agrícolas (11): 62 pp.
- STSC. 2000.** El Chaltén, temporada 99/00. El turismo en cifras. Informe estadístico, Subsec. Turismo Prov. Santa Cruz, Min. Econ. y Ob. Públicas. 17p.
- TRAGSA, TRAGSATEC, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 1998.** Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 945p.
- VAN HOUTTE J. 1964.** Empleo del relascopio de Bitterlich en la medición forestal. IDIA, Suplemento Forestal N°12:83-117.