

POTENCIALIDAD DE LA COSECHA Y RENDIMIENTO INDUSTRIAL DE BOSQUES DE *Nothofagus antarctica* EN TIERRA DEL FUEGO (ARGENTINA)⁽¹⁾

Martínez Pastur, G.⁽²⁾, Cellini, J.M.⁽³⁾, Lencinas, M.V.⁽²⁾ y Peri, P.L.⁽⁴⁾

(2) CADIC-CONICET. Casilla 92 (9410) Ushuaia, Argentina. cadicforestal@cadic.gov.ar.

(3) UNLP, Cátedra de Biometría Forestal., La Plata, Argentina.

(4) UNPA-INTA-CONICET, Río Gallegos, Argentina.

RESUMEN: La propuesta silvícola para bosques de *Nothofagus antarctica* es el manejo silvopastoril, siendo la limitante para su implementación la falta de mercado para los productos madereros generados durante su aplicación. En Tierra del Fuego (Argentina) existen más de 180 mil ha, de las cuales 23% pertenecen a sitios medio-altos (>11,5 m de altura). El potencial de cosecha y el rendimiento industrial fueron analizados en 12 parcelas de 500 m², cuya área basal fue 58,7±11,5 m².ha⁻¹ (promedio ± desvío estándar) con un remanente de 29,9±7,6 m².ha⁻¹ luego de la aplicación de raleos. El volumen cosechado fue 102,2±29,0 m³.ha⁻¹. El rendimiento en aserradero (127 trozas en 20 paquetes de muestreo) varió con la calidad y el tamaño de las trozas. Trozas >30 cm presentaron rendimientos del 34, 10, y 4% para calidades alta, media y baja, respectivamente. Trozas <30 cm de alta calidad presentaron rendimientos del 27%, y 10% para la de calidad media. Las trozas >30 cm de mejor calidad produjeron 9% de tablones, 21% de tablas, 49% de tirantes, 5% de madera corta y 16% de madera para pallet y las trozas <30 cm produjeron 0-1, 8-11%, 30-53%, 7-16% y 32-43%, respectivamente. Los rendimientos sugieren la posibilidad de incorporar al aserrado solo trozas de alta calidad de cualquier diámetro, lo que representa rendimientos de cosecha de 50,0±27,9 m³.ha⁻¹ para bosques de calidad de sitio media-alta. Considerando solo el punto de vista maderero, los rendimientos obtenidos pueden solventar la aplicación de los tratamientos silvopastoriles con ingresos brutos de hasta U\$S 3500 por hectárea.

⁽¹⁾ Estudio financiado por el proyecto PID2005 35648 (SECYT-Argentina), y gracias a la colaboración del Aserradero Kareken y la Consultora “*Servicios Forestales*” (Tierra del Fuego - Argentina).

INTRODUCCION

La industria del aserrado en Patagonia Sur, tanto en Argentina como en Chile se ha basado en la cosecha de bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga), y esporádicamente en la cosecha de bosques de *N. betuloides* (guindo, coihue de Magallanes), para los cuales actualmente se analiza la factibilidad de ser incorporados al manejo silvícola intensivo (Cruz y Caldentey 2007). La madera de *N. antactica* (ñire o ñirre) se aprovecha principalmente para postes, varas y leña, con producciones que fluctúan desde 64 a 186 m³.ha⁻¹ según la calidad de sitio para bosques raleados hasta una cobertura remanente del 40% (Peri et al., 2005a). Esto se une a que estos bosques no han sido usados históricamente para aserrado por considerarlos como de escasa productividad industrial, pese a que en los rodales de los mejores sitios los árboles pueden superar los 100 cm de diámetro y los 17 m de altura total (Lencinas et al. 2002). Como ejemplo de esto, en los muestreos de campo del inventario forestal nacional llevado a cabo recientemente en la Argentina, no se incluyeron a los bosques de *N. antarctica* (Dirección de Bosques 2004).

El ñirre es una especie de gran importancia económica para la región, por su ubicación y distribución, ocupando los sectores donde se realizan gran parte de las actividades agropecuarias de Patagonia Sur (Peri et al. 2005b, 2006a). Solo en Tierra del Fuego, existen más de 180 mil ha de bosques de ñirre (Collado 2001, Dirección de Bosques 2004) que podrían ser incorporados al manejo silvopastoril. De estos bosques, el 23% pertenecen a rodales con calidad de sitio media-alta (>11,5 m de altura) (Martínez Pastur 1999) de acuerdo a la clasificación propuesta por Lencinas et al. (2002).

El manejo silvopastoril podría tener un impacto económico significativo en la región, ya que la industria ganadera ha sido históricamente el pilar de la economía de Patagonia Sur, siendo éste el sector de mayor crecimiento en los últimos años (Peri et al. 2005a, 2005b). Sin embargo, la principal limitante para su implementación es la falta de mercado para la gran cantidad de productos forestales generados durante la aplicación de los raleos, y el costo derivado de su implementación. El destino teórico de la madera es muy amplio (e.g. desde tableros hasta la fabricación de pellets), sin embargo la única industria de transformación primaria establecida en Patagonia Sur, es la industria del aserrado.

Si bien la rentabilidad del aserradero implica alcanzar los máximos rendimientos de acuerdo a la inversión realizada, en la actualidad se comienza a sufrir la falta de oferta de materia prima proveniente de los bosques de *Nothofagus pumilio*, debido a la falta de planificación territorial e inversión en silvicultura, que disminuyen los volúmenes de la posibilidad para Tierra del Fuego (Martínez Pastur et al. 2004). Una alternativa para cubrir la demanda de madera para el aserrado y a su vez posibilitar la implementación de sistemas silvopastoriles, podría ser la cosecha de los bosques de ñirre. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue analizar el rendimiento de cosecha y aserrado en bosques de *Nothofagus antarctica* en el marco referencial del proceso productivo de un aserradero mediano en Tierra del Fuego (Argentina).

MATERIALES Y METODOS

Rendimiento de cosecha: Se analizó el rendimiento potencial de cosecha en 12 parcelas de 500 m². Dentro de cada parcela se midieron los diámetros de los árboles y el volumen de trozas sin corteza de los árboles cosechados empleando la fórmula de Smalian considerando un diámetro mínimo de 20 cm en punta fina. Las trozas se clasificaron empleando la propuesta descrita para la lenga en Vukasovic et al. (2006) siendo: calidad “B1”: diámetros > 30 cm en punta fina, pudrición blanca < 10% en la peor cara, pudrición parda < 30%, mancha < 50%, flecha < 3 cm/m, rajaduras < 50 cm, ramas insertas vivas < 5 cm y sin fustes retorcidos; Calidad “B2”: diámetros < 30 cm en punta fina, sin pudrición blanca, pudrición parda < 10% en la peor cara, mancha < 20%, flecha < 1 cm/m, sin rajaduras, ramas insertas o fustes retorcidos; Calidad “C1”: diámetros > 30 cm en punta fina, pudrición blanca < 30% en la peor cara, pudrición parda < 50%, acepta manchas, flecha < 5 cm/m, acepta rajaduras, ramas insertas y fustes retorcidos; Calidad “C2”: diámetros < 30 cm en punta fina, pudrición blanca < 10% en la peor cara, pudrición parda < 20%, acepta manchas, flecha < 3 cm/m, rajaduras < 50 cm, ramas insertas vivas < 5 cm y sin fustes retorcidos; Calidad “D”: trozas > 30 cm que no se incluyan en las anteriores categorías. Se entiende por pudrición blanda a aquella compuesta por pudrición blanca (donde se observa la celulosa remanente) o parda (donde se observa la lignina remanente) o sus combinaciones (pudrición tipo arroz). Las manchas se consideran a los cambios de color en el duramen producto de la presencia de hongos de la madera que no alteran las propiedades

mecánicas, como los anteriores casos.. Flecha es una medida que cuantifica la curvatura de una troza y se mide como la distancia máxima entre la troza y una línea imaginaria que une ambos extremos de la misma. Rajaduras son aberturas naturales o producto del aprovechamiento a lo largo de la troza. Ramas insertas son defectos originados por la presencia de una rama viva o muerta que fue eliminada al elaborarse la troza. Fustes retorcidos son torceduras u ondulaciones que se presentan a lo largo de la troza que producen desviaciones espiraladas al procesar la madera.

Rendimiento del aserrado: En las instalaciones de un aserradero mediano se analizaron 20 paquetes de entre 5-7 trozas cada una (con un total de 127 trozas) discriminadas en calidades (*B* a *D*) y tamaños (calidades 1 a 2) con el fin de definir el límite económico de la línea de producción (la mínima calidad y tamaño de troza para el esquema productivo tradicional planteado). Los paquetes se separaron en la playa de acopio, identificando cada troza con una chapa numerada y aerosol en ambas caras con colores diferenciales (rojo y azul alternados). Posteriormente, los paquetes de 5-7 trozas se colocaron en la boca de sierra. Una vez cargadas las trozas se les midió el largo y el diámetro en las dos caras, y se pintaron todas las caras con los colores correspondientes de modo de poder identificar las piezas durante el procesamiento de las mismas. Para cada paquete se midió la producción de piezas aserradas en medidas comerciales, no incluyendo la sobremedida en los cálculos del rendimiento. Las piezas aserradas se clasificaron en madera para pallets (0,5 pulgadas de espesor), madera corta (menos de 5 pies de largo), tabla (dimensiones de 1x3, 1x4, 1x6, 1x8), tirante (dimensiones de 2x2, 2x4, 3x3) y tablón (> 1,5 pulgadas de espesor).

RESULTADOS

Rendimiento de cosecha: La calidad de sitio de los rodales de ñirre analizados fue media-alta (altura dominante $13,3 \pm 1,3$ m) (promedio \pm desviación estándar) con densidad completa (área basal $58,7 \pm 11,5$ m².ha⁻¹). La aplicación de los raleos para el manejo silvopastoril dejó un área basal remanente de $29,9 \pm 7,6$ m².ha⁻¹, donde el área basal cosechada ($28,8 \pm 7,4$ m².ha⁻¹) generó un volumen de trozas de $102,2 \pm 29,0$ m³.ha⁻¹. Un 64% de las trozas cosechadas presentaron un diámetro mínimo superior a los 30 cm (categoría *I* y/o *D*), mientras que el resto varió hasta un

mínimo de 20 cm (categoría 2). Un 49% de las trozas fueron de calidad *B* y un 39% de calidad *C* (Tabla 1). No se observó una correlación significativa entre la calidad de sitio y la proporción de calidades de trozas para las parcelas analizadas. Por ejemplo, para la mejor calidad de trozas (*BI*) las dos primeras parcelas arrojan valores porcentuales para dicha calidad superiores al 50%, mientras que las dos parcelas siguientes arrojan valores cercanos al 0%. Asimismo, las trozas con defectos generalizados (calidad *D*) varían desde el 0% hasta más del 20% en algunas parcelas, sin que exista una correlación con la calidad de sitio del rodal.

Tabla 1. Rendimiento de cosecha de bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego luego de la aplicación de raleos para manejo silvopastoril.

Parcela	<i>HD</i> m	<i>ABT</i> m ² .ha ⁻¹	<i>ABrem</i> m ² .ha ⁻¹	<i>ABcos</i> m ² .ha ⁻¹	<i>VB1</i> m ³ .ha ⁻¹	<i>VB2</i> m ³ .ha ⁻¹	<i>VC1</i> m ³ .ha ⁻¹	<i>VC2</i> m ³ .ha ⁻¹	<i>VD</i> m ³ .ha ⁻¹	<i>VT</i> m ³ .ha ⁻¹
1	11,7	56,67	35,63	21,05	44,34	12,20	7,01	2,67	11,49	77,71
2	11,9	57,79	20,40	37,39	85,55	29,44	9,68	11,18	31,25	167,10
3	12,0	70,22	36,37	33,86	5,88	24,18	39,00	36,35	10,18	115,60
4	12,5	48,53	23,15	25,38	0,00	10,96	24,72	34,16	6,61	76,45
5	13,1	65,70	37,57	28,13	43,95	16,82	13,71	13,43	2,90	90,80
6	13,1	55,67	24,00	31,68	13,66	13,70	57,60	10,05	0,00	95,01
7	13,2	45,74	26,08	19,65	19,97	18,65	15,46	21,73	7,49	83,30
8	13,5	39,66	22,05	17,60	26,88	24,06	16,72	11,77	9,63	89,07
9	13,6	66,32	32,96	33,35	26,28	1,75	32,81	0,00	15,18	76,02
10	14,3	82,26	42,72	39,54	18,52	23,80	21,18	25,57	6,90	95,98
11	15,2	58,33	35,47	22,86	28,36	52,92	0,00	18,34	11,57	111,20
12	15,7	57,56	22,69	34,87	47,40	11,30	39,57	19,32	30,52	148,12
<i>Promedio</i>	<i>13,3</i>	<i>58,70</i>	<i>29,92</i>	<i>28,78</i>	<i>30,07</i>	<i>19,98</i>	<i>23,12</i>	<i>17,05</i>	<i>11,98</i>	<i>102,20</i>
<i>DS</i>	<i>1,3</i>	<i>11,46</i>	<i>7,61</i>	<i>7,37</i>	<i>22,95</i>	<i>12,88</i>	<i>16,45</i>	<i>11,24</i>	<i>9,70</i>	<i>29,04</i>

HD = altura dominante del rodal; *ABT* = área basal del rodal; *ABrem* = área basal remanente luego de la aplicación de los raleos; *ABcos* = área basal cosechada que incluye árboles productivos y no productivos; *V* = volumen de trozas sin corteza; *B-C-D* = calidad de trozas; *l-2* = tamaño de trozas (de acuerdo a Vukasovic et al. 2006); *VT* = volumen total de trozas sin corteza.

Rendimiento del aserrado: Los paquetes de trozas ensayados variaron entre $0,9 \pm 0,3 \text{ m}^3$ y $2,9 \pm 0,3 \text{ m}^3$, donde los diámetros promedios de las trozas grandes (categoría 1) alcanzaron los 32-39 cm y las trozas pequeñas (categoría 2) los 25-26 cm (Tabla 2).

El rendimiento del aserradero varió con la calidad y el tamaño de las trozas. Las trozas de grandes dimensiones (>30 cm) presentaron rendimientos del 34%-10%-4% para las calidades

alta, media y baja respectivamente, mientras que las trozas de bajas dimensiones (<30 cm) presentaron rendimientos de 27%-10% para las calidades alta y media (Tabla 2). La cantidad de producto por metro cúbico de troza fue extremadamente variable con la calidad y el tamaño de las trozas, desde 16 ± 10 pies²/m³ (calidad *D*) hasta 146 ± 19 pies²/m³ (calidad *B1*). Estos productos generaron ingresos brutos variables, desde 13 ± 9 U\$S/m³ (calidad *D*) hasta 175 ± 93 U\$S/m³ (calidad *B1*).

Tabla 2. Rendimiento del aserradero de trozas de *Nothofagus antarctica* clasificadas por calidad y tamaño (promedio \pm desviación estándar).

Calidad	<i>VP</i> m ³ .paquete ⁻¹	<i>D</i> cm	<i>VMA</i> m ³ .paquete ⁻¹	Rend. %	Producto pies ² .m ⁻³	Ingreso Bruto U\$S.m ⁻³
B1	2,12 \pm 0,80	38,7 \pm 3,9	0,72 \pm 0,30	34,4 \pm 4,5	145,7 \pm 19,1	174,9 \pm 92,9
B2	0,92 \pm 0,27	24,9 \pm 3,8	0,25 \pm 0,09	27,0 \pm 3,6	114,5 \pm 15,1	50,5 \pm 17,9
C1	2,87 \pm 0,89	38,4 \pm 1,9	0,28 \pm 0,15	10,5 \pm 7,4	44,3 \pm 31,2	55,4 \pm 34,0
C2	0,99 \pm 0,09	26,0 \pm 1,3	0,10 \pm 0,04	10,4 \pm 3,6	44,1 \pm 15,1	20,2 \pm 7,6
D	1,70 \pm 0,69	31,7 \pm 4,1	0,07 \pm 0,05	3,7 \pm 2,4	15,8 \pm 10,2	13,5 \pm 9,0

VP = volumen de trozas sin corteza del paquete; *D* = diámetro medio de las trozas; *VMA* = volumen de madera aserrada del paquete; Rend. = rendimiento del aserrado; Producto = pie² de madera aserrada en relación a m³ de trozas sin corteza; Ingreso Bruto = dólares americanos de productos en relación a m³ de trozas sin corteza y precios referenciales de venta de madera de lenga a Noviembre de 2007. *B-C-D* = calidad de trozas; *1-2* = tamaño de trozas (de acuerdo a Vukasovic et al. 2006).

Los porcentajes de productos de cada paquete ensayado variaron con la calidad y tamaño de trozas ensayados (Tabla 3). Las trozas grandes (>30 cm) de mejor calidad (*B1*) produjeron 9 \pm 12% de tablonos, 21 \pm 8% de tablas, 49 \pm 7% de tirantes, 5 \pm 5% de madera corta y 16 \pm 5% de madera para pallet. Las trozas grandes de calidad media (*C1*) produjeron 3 \pm 5% de tablonos, 17 \pm 2% de tablas, 28 \pm 13% de tirantes, 6 \pm 2% de madera corta y 46 \pm 16% de madera para pallet. Las trozas pequeñas (*B2-C2*) casi no generaron tablonos (<1%), pero produjeron 8-11 \pm 5-10% de tablas, 30-53 \pm 16-22% de tirantes, 7-16 \pm 6-16% de madera corta y 31-43 \pm 8-20% de madera para pallet.

Las trozas de menor calidad (*D*) presentaron un muy bajo rendimiento en el aserradero, menor al 4% (Tabla 2), produciendo una gran cantidad de madera cuyo único destino fue la producción de pallets llegando al 58% del rendimiento (Tabla 3). Las trozas de bajo diámetro mostraron un comportamiento distinto de acuerdo a su calidad. Las de alta calidad (*B2*)

produjeron una importante cantidad de tablas y tirantes (61%), mientras que las de baja calidad (C2) incrementaron el porcentaje de madera corta y pallets (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de productos (\pm desvío estándar) para el rendimiento del aserradero de trozas de *Nothofagus antarctica* clasificadas por calidad y tamaño.

Calidad	Pallet %	Corta %	Tabla %	Tirante %	Tablón %
B1	16,2 \pm 4,9	4,7 \pm 5,3	21,3 \pm 8,3	49,1 \pm 6,6	8,8 \pm 12,1
B2	31,5 \pm 7,6	6,8 \pm 6,4	7,6 \pm 4,8	53,2 \pm 15,8	0,9 \pm 2,0
C1	46,3 \pm 16,0	5,8 \pm 2,4	16,8 \pm 1,5	28,2 \pm 13,4	2,9 \pm 5,0
C2	43,0 \pm 20,8	15,8 \pm 16,1	11,5 \pm 10,0	29,6 \pm 21,7	0,0 \pm 0,0
D	57,7 \pm 34,1	9,1 \pm 13,2	6,0 \pm 8,8	27,2 \pm 23,1	0,0 \pm 0,0

B-C-D = calidad de trozas; 1-2 = tamaño de trozas (de acuerdo a Vukasovic et al. 2006).

DISCUSION

La implementación de sistemas silvopastoriles en bosques de ñirre en Tierra del Fuego implica la corta de un importante porcentaje del bosque original (49% del área basal original) en grandes superficies de estructuras maduras sin manejo forestal previo (Martínez Pastur 1999) y el aumento de la producción animal por unidad de superficie como único ingreso anual de los estos sistemas (Peri et al. 2006b). Si bien estos bosques han sido considerados como improductivos desde un punto de vista maderero, la cosecha produjo en promedio 50 m³.ha⁻¹ de trozas de alta calidad (B1 y B2) y 52 m³.ha⁻¹ de otras calidades. Sin embargo estos volúmenes de cosecha potenciales son mayores que los históricamente cosechados en Tierra del Fuego para sitios de calidad media alta de bosques de lenga (Martínez Pastur et al. 2000, Gea et al. 2004). Asimismo, cabe destacar que las parcelas de ñirre ensayadas se correspondieron a calidades de sitio media-alta, que representan un 23% de los bosques de ñirre de la porción Argentina de Tierra del Fuego (Martínez Pastur 1999) lo que representan más de 40 mil hectáreas.

El rendimiento de cosecha no presentó una clara correlación con la calidad de sitio, tal como fuera informado para bosques de lenga (Martínez Pastur et al. 2000), debido principalmente a un comportamiento azaroso de las pudriciones dentro de los fustes. Estos hechos no permiten predecir un comportamiento en los sitios de menor calidad, pudiendo llegar a obtenerse rendimientos similares en la calidad de sitio inmediata inferior. Si comparamos el

rendimiento en términos de productividad de rodal (m^3 de trozas por m^2 de área basal cosechada), los bosques de ñirre de la mejores calidades de sitio (*I-II*) de acuerdo a la clasificación propuesta por Lencinas et al. (2002) presentan el mismo rendimiento de cosecha que los bosques de lenga de menor calidad de sitio (*IV-V*) de acuerdo a la clasificación propuesta por Martínez Pastur et al. (1997). Estas calidades de sitio en bosques de lenga son aprovechados en todos los obrajes (Gea et al. 2004), representando el 47% de los bosques productivos de la porción Argentina de Tierra del Fuego (Martínez Pastur 1999). Esto implicaría que no existe un impedimento económico ni de costos para que los bosques de ñirre de calidades de sitio media-alta no puedan ser incorporados a la industria del aserrado.

En este ensayo se incluyó la producción de madera para pallets dentro del rendimiento, siendo un producto que usualmente no se produce en el aserradero. La inclusión de este producto incrementó significativamente el rendimiento en el aserradero.

Si comparamos el rendimiento sin producción de pallets de ñirre con trozas de lenga (de acuerdo a lo informado por Vukasovic et al. 2006), se observó un menor rendimiento, que varía en su magnitud de acuerdo a la calidad de trozas. En trozas de alta calidad y tamaño (*B1*) de ñirre presentó una disminución del rendimiento del 4% y en las trozas de alta calidad y tamaño pequeño (*B2*) se observó una disminución del rendimiento del 7%, lo que representa el 93% y el 74% de los ingresos ($\text{U}\$\text{S}.\text{m}^{-3}$) respecto de la lenga. Sin embargo, al comparar las calidades inferiores de trozas, la disminución del rendimiento es significativa en ñirre comparada con la lenga, 14% para las calidades *C1* y *C2* y del 4% para las trozas *D*. En el actual contexto del manejo forestal en Tierra del Fuego, los rendimientos de aserrado obtenidos para ñirre sugieren la posibilidad de incorporar al aserrado sólo trozas de alta calidad de cualquier diámetro (*B1* y *B2*), lo que representa rendimientos de cosecha de $50,0 \pm 27,9 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para bosques de calidad de sitio media-alta.

CONCLUSIONES

Es posible incorporar los rodales de *N. antarctica* de calidades de sitio media-alta a la industria del aserrado ya instalada en Patagonia Sur. Considerando sólo la industria del aserrado, los rendimientos obtenidos pueden solventar la aplicación de los tratamientos silvopastoriles con

ingresos brutos de U\$S3500 por hectárea considerando sólo el procesamiento de las trozas de alta calidad (B1 y B2). Las trozas de menor calidad se encuentran cercanas al límite comercial para los valores de las trozas, no recomendándose su inclusión en el proceso productivo actual, pero debiendo considerarse una futura inclusión de una línea de producción alternativa que pueda obtener otros productos diferentes a los considerados en este trabajo, o para productores con objetivos de producción de madera corta (e.g. pallets). Es necesario analizar los rendimientos a nivel de rodal en peores calidades de sitio para analizar la factibilidad de su inclusión en la industria del aserrado. Por otra parte, los rendimientos de cosecha obtenidos sugieren la potencialidad de los bosques de ñirre para ser considerados al analizar la factibilidad de instalación de industrias primarias o secundarias alternativas (e.g. producción de pellets).

LITERATURA CITADA

- Collado, L. 2001. Los bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. *Multequina* 10: 1-16.
- Cruz, G; Caldentey, J. 2007. Caracterización, silvicultura, y uso de los bosques de coihue de magallanes (*Nothofagus betuloides*) en la XII Región de Chile. Universidad de Chile, Santiago (Chile). 126 pp.
- Dirección de Bosques. 2004. Atlas de los bosques nativos argentinos. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentino. Buenos Aires (Argentina). 117 pp + mapas y anexos.
- Gea, G; Martínez Pastur, G; Cellini, JM; Lencinas, MV. 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser primary forests. *For. Ecol. Manage.* 201(2-3): 335-347.
- Lencinas, MV; Martínez Pastur, G; Cellini, JM; Vukasovic, R; Peri, PL; Fernández, C. 2002. Incorporación de la altura dominante y la calidad de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica* (Forster f.) Oersted. *Bosque* 23(2): 5-17.
- Martínez Pastur, G; Peri, PL; Vukasovic, R; Vaccaro, S; Piriz Carrillo, V. 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Phyton* 6(1/2): 55-60.

- Martínez Pastur, G. 1999. Biometría del Inventario Forestal de la Provincia de Tierra del Fuego – Campaña 1996-1997. Dirección de Bosques – Subsecretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano – Gobierno de Tierra del Fuego. 25 pp + 120 tablas. 10 Marzo.
- Martínez Pastur, G; Cellini, JM; Peri, PL; Vukasovic, R; Fernández, C. 2000. Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). For. Ecol. Manage. 134(1-3): 153-162.
- Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Vukasovic, R; Peri, PL; Díaz, B; Cellini, JM. 2004. Turno de corta y posibilidad de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego (Argentina). Bosque 25(1): 29-42.
- Peri PL; Sturzenbaum, MV; Monelos, L; Livraghi, E; Christiansen, R; Moretto, A; Mayo, JP. 2005a. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Nuevas Tendencias Forestales. 10 pp. Corrientes, 6-9 Septiembre.
- Peri, PL; Martínez Pastur, G; Monelos, L; Livraghi, E; Allogia, M; Christiansen, R; Sturzenbaum, V. 2005b. Sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire: una estrategia para el desarrollo sustentable en la Patagonia Sur. En: Dinámicas Mundiales, Integración Regional y Patrimonio en Espacios Periféricos (R Zárate, L Artesi, Eds.). Río Gallegos (Argentina), Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Pp 251-259.
- Peri, PL; Gargaglione, V; Martínez Pastur, G. 2006. Dynamics of above and below-ground biomass and nutrient accumulation in an age sequence of *Nothofagus antarctica* forest of Southern Patagonia. For. Ecol. Manage. 233: 85-99.
- Peri, PL; Sturzenbaum, MV; Rivera, EH; Milicevic, F. 2006. Respuesta de bovinos en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur, Argentina. Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible, 7 pp. Varadero (Cuba) 24-28 Octubre.
- Vukasovic, R; Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Cellini, JM; Acuña, U; Gamondés Moyano, I. 2006. Análisis de los factores que afectan el rendimiento de un aserradero mediano en Tierra del Fuego. Actas del Tercer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Pp 165. Concepción (Chile) 28-30 Noviembre.