

## USO DE FOTOS HEMIESFÉRICAS PARA LA ELABORACIÓN DE MODELOS DE ALTURA DE LA REGENERACIÓN EN *Nothofagus pumilio*<sup>(1)</sup>

Martínez Pastur, G.<sup>(2)</sup>, Cellini, J.M.<sup>(3)</sup>, Peri, P.L.<sup>(4)</sup>, Lencinas, M.V.<sup>(2)</sup>,  
Soler Esteban, R.<sup>(2)</sup>, Barrera, M.<sup>(3)</sup>

(2) CADIC-CONICET. Av. Houssay 200 (9410) Ushuaia, Argentina. *cadicforestal@cadic.gov.ar*.

(3) UNLP, La Plata, Argentina.

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

**RESUMEN:** El crecimiento en altura y la densidad de la regeneración son las variables más empleadas para caracterizar la respuesta de los bosques manejados. Entre los condicionantes para su crecimiento, se encuentra la cobertura del dosel que determina la cantidad de luz disponible. Se desarrollaron modelos de predicción de altura de regeneración de *Nothofagus pumilio* en relación con la cobertura y la radiación para bosques primarios y manejados. Se emplearon 3700 pares de datos (edad-altura) en parcelas permanentes de muestreo (n=16), caracterizadas con fotos hemiesféricas mediante un lente Sigma 8mm y analizadas con el programa Gap Light Analyzer v.2.0. Se ajustaron modelos no lineares ( $\text{Altura} = a \cdot \text{Edad}^b \cdot (c + d \cdot X + e \cdot X^2)$ ) empleando como variables independientes a la altura (H) y edad de las plántulas, y como variables dependientes a la cobertura de copas (CC), el índice de área foliar efectivo (IAF), la radiación global (RG) y el porcentaje de radiación global incidente (PRG). Los modelos tuvieron un ajuste aceptable ( $r^2=61\%-63\%$ ) generando curvas polimórficas donde H aumentó hasta un máximo (20-25 cm en plántulas de 6 años en CC 55%, LAI 1,0, GR 12,0 W.m<sup>2</sup> o PGR 50%) para luego decrecer en todas las edades analizadas en mayores o menores valores. Los bosques primarios presentaron CC=89,5%, LAI=2,6, GR=3,5 W.m<sup>2</sup> y PGR=14%, mientras que la corta de protección presentó CC=56,5%, LAI=0,8, GR=14,1 W.m<sup>2</sup> y PGR= 57%. El desarrollo de estos

---

<sup>(1)</sup> Estudio financiado por el proyecto PAE2004 22428 (SECYT-Argentina), y gracias a la colaboración de la Consultora “*Servicios Forestales*” y el Aserradero Los Castores (Tierra del Fuego - Argentina).

modelos es una herramienta útil para diseñar nuevas estrategias de manejo forestal para predecir la respuesta del crecimiento en altura de la regeneración.

## INTRODUCCION

Los bosques de *Nothofagus* en Patagonia Sur suelen ser manejados según múltiples propuestas (Schmidt y Urzúa 1982, Martínez Pastur et al. 2000, Gea et al. 2004, Bava y López Bernal 2005). Gran parte de ellos se basan en criterios económicos y de estructura forestal, siendo el más difundido el de cortas de protección. Sin embargo, en los últimos diez años se han propuesto otros métodos que incorporan distintos grados e intensidades de retención de árboles remanentes por más de un turno forestal (Franklin y Forman 1987, Franklin 1993), siendo el de mayor aplicación el de retención variable (Martínez Pastur y Lencinas 2005; Martínez Pastur et al. 2007a), cuyo principal objetivo es mejorar la capacidad de conservación de la biodiversidad en los rodales cosechados. El método incluye la retención de un agregado de 30 m de radio por hectárea y una retención dispersa de 10-15 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal entre agregados, donde se realiza la cosecha.

Cuando el método de cortas de protección es correctamente aplicado, la regeneración se presenta de manera homogénea a lo largo de toda la superficie intervenida, facilitando la predicción de su crecimiento. Sin embargo, en los métodos con retención variable, se incrementa la heterogeneidad de microambientes dentro de los rodales cosechados, con extremos que varían entre coberturas de árboles remanentes casi completas (e.g. dentro de los agregados de retención) hasta coberturas inferiores al 40% (e.g. entre los árboles remanentes de la retención dispersa). Dado que el crecimiento en altura de la regeneración es una de las principales variables empleada para caracterizar la continuidad de bosques primarios y manejados, es necesario generar herramientas de predicción para estimar el gradiente de condiciones microclimáticas producidas a partir de la corta.

Las principales variables que influyen sobre el establecimiento y crecimiento de la regeneración son la disponibilidad de humedad en el suelo y de luz a nivel del sotobosque (Heinemann et al. 2000). Ambas están influenciadas por la cobertura del dosel, o bien por la intercepción del agua de las precipitaciones (Frangi y Richter 1994), o por impedir el ingreso de

la luz. El objetivo de este trabajo fue elaborar modelos de predicción de altura de regeneración de *Nothofagus pumilio* en relación con parámetros de cobertura y radiación obtenidos mediante fotos hemiesféricas, para bosques primarios sin intervención y manejados.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó en un bosque de *Nothofagus pumilio* de 61 ha en la Ea. San Justo situado en Tierra del Fuego, Argentina (54°06' LS, 68° 37' LO) que presentaba todo el rango de calidades de sitio. Los rodales de los mejores sitios ( $IS_{60}=19,8$  a  $23,2$  m) (Martínez Pastur et al. 1997) presentaron un volumen total de  $1100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , mientras que en los sitios de menor calidad ( $IS_{60} < 9,8$  m) el volumen total fue menor a  $400 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (Martínez Pastur et al. 2000, Gea et al. 2004). El bosque fue subdividido en parcelas donde se aplicaron diferentes tratamientos de regeneración: (a) un bosque primario sin intervención (8,6 ha), (b) una primera intervención con corta de protección (23,6 ha), (c) un tratamiento de retención variable con retención agregada y retención dispersa (10,7 ha), y (d) un tratamiento con agregados y talas rasas entre ellos (18,5 ha). Todas las intervenciones se realizaron al mismo tiempo en el verano del 2001.

Los diferentes tratamientos silvícolas generaron diferentes condiciones de rodal que influyeron en forma diferencial sobre el desarrollo de la regeneración. Para analizar la respuesta de la regeneración, se establecieron dieciséis parcelas permanentes de  $2 \text{ m}^2$  cada una en el año 2002 a lo largo de un gradiente de coberturas de árboles remanentes (15% a 90%). Anualmente, se analizó su dinámica (incorporación, establecimiento y mortalidad), edad y altura durante los primeros seis años después de la corta. La edad de las plántulas fue determinada en el campo a partir del análisis de los mucrones (Cuevas 2002, Gea et al. 2004), mientras que la altura fue determinada desde la base hasta la yemas más alta con la planta extendida.

Fotos hemiesféricas del canopy forestal fueron tomadas a 1 m de altura desde el nivel del piso forestal durante la temporada de crecimiento 2006-2007. Un total de 32 fotos fueron tomadas, utilizando como punto de muestreo al centro de cada parcela permanente, incluyendo sectores dentro de los agregados de retención (*D*), a 5 m del borde de los agregados de retención (*B*), en la retención dispersa dentro de la influencia de los agregados de retención (10 m del borde) (*C*) y fuera de la influencia de los agregados de retención (a 20 m del borde) (*L*). Las

fotos fueron obtenidas mediante el uso de un lente ojo de pescado marca Sigma (Japón) 8mm montado en un cuerpo de cámara digital de 35 mm marca Nikon (Japón) con un trípode nivelado para asegurar la posición horizontal del lente y la altura. Cada foto fue tomada de modo que la misma estuviera orientada con referencia al norte magnético. Las fotos fueron tomadas evitando la influencia directa del sol, bajo un cielo cubierto de nubes, temprano en la mañana o durante la tarde luego de la caída del sol (Roxburgh y Kelly 1995). Para el análisis de las fotos se empleó el software Gap Light Analyzer v.2.0 (Robison y McCarthy 1999, Frazer et al. 2001) obteniendo los siguientes parámetros: cobertura de copas (*CC*) como el porcentaje de canopeo forestal en la foto; índice de área foliar efectivo (*IAF*) integrado sobre el zenit considerando un ángulo entre 0° y 60° (Stenburg et al. 1994); radiación global (*RG*) al nivel del sotobosque como el total de radiación directa y difusa que es transmitida a través del canopeo, y el porcentaje de la radiación global (*PRG*) como la relación entre *RG* y la radiación incidente sobre el canopeo. El programa fue suplementado con las siguientes variables: (a) una proyección de la distorsión provistas por el fabricante del lente; (b) una grilla de división del cielo compuesta por 20 azimuts y 4 regiones de cenit; (c) una constante de 1367 W.m<sup>2</sup> para la radiación solar que llega a la Tierra (Hardya et al. 2004) y un coeficiente de transmisión de claridad del cielo de 0,6; (d) un índice de nubosidad, fracción espectral y una relación entre la radiación directa y global obtenidos a partir de serie de datos de radiación (años 2004-2005) de la Universidad de Magallanes (Santana 2006, Santana et al. 2006) y la Estación VAG-Ushuaia (Global Atmospheric Watch Station).

Se ajustaron modelos que predicen la altura media de las plántulas (*A*) luego del aprovechamiento o en bosques primarios, de acuerdo a su edad (*E*) a lo largo de gradientes de cobertura de copas (*CC*), índice de área foliar efectivo (*IAF*), radiación global (*RG*) y porcentaje de radiación global (*PRG*). Para ello se emplearon 3700 pares de datos (*A-E*) de mediciones en las parcelas permanentes de muestreo de la regeneración. Con estos datos se ajustó la ecuación 1 mediante técnicas de regresión no lineal, evaluando su ajuste mediante el R-cuadrado ajustado (*r<sup>2</sup>-aju*), el error estándar de la estimación (*ESE*) y el error medio residual (*EMR*).

$$A = a E^b (c + d X + e X^2)$$

Ecuación 1

donde  $A$  = altura media de las plántulas (cm),  $E$  = edad de las plántulas (años),  $X$  es  $CC$  (%),  $IAF$ ,  $RG$  ( $W.m^2$ ) o  $PRG$  (%), y  $abcde$  = los parámetros ajustados.

## RESULTADOS

La aplicación de tratamientos de regeneración que incluyen retención variable, generan diversas condiciones de canopeo de acuerdo a la ubicación e influencia de la retención agregada. Dentro de los agregados de retención se observa la mayor cobertura de copas (79%), algo menor a la observada en los bosques primarios sin intervención ( $89\% \pm ES 1\%$ ). Esta cobertura decrece paulatinamente a medida que se acerca a los bordes o se aleja de su influencia, llegando a valores cercanos al 35% (Figura 1).

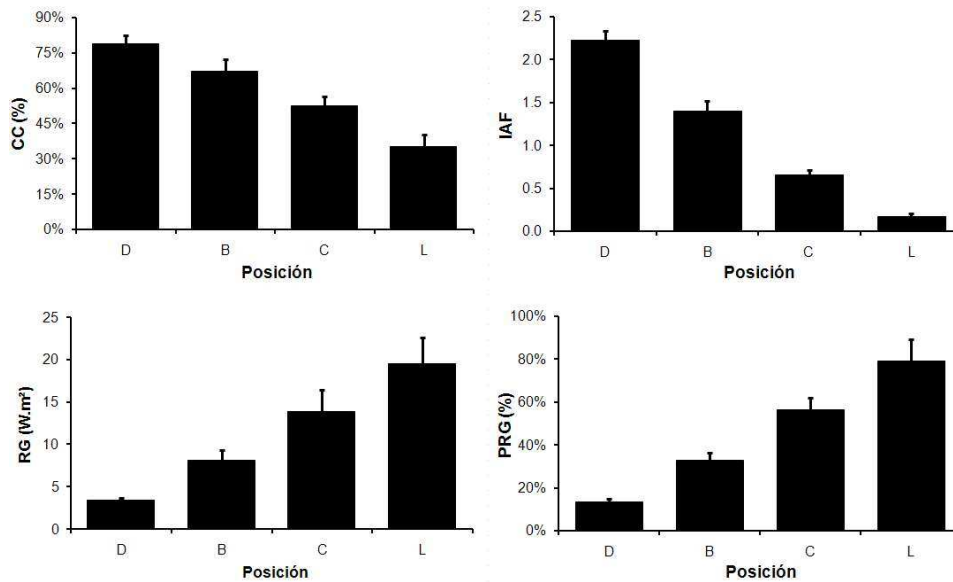


Figura 1. Cobertura de copas ( $CC$ ) (%), índice de área foliar efectiva ( $IAF$ ), radiación global ( $RG$ ) ( $W.m^2$ ) y porcentaje de radiación global ( $PRG$ ) (%) a nivel del sotobosque transmitida a través del canopeo forestal para cuatro posiciones dentro de la retención variable ( $D$  = dentro de la retención agregada,  $B$  = borde de los agregados de retención,  $C$  = retención dispersa bajo la influencia de los agregados de retención y  $L$  = retención dispersa fuera de la influencia de los agregados de retención). Las barras indican el error estándar.

Asociado al gradiente observado para la cobertura de copas, se observaron valores de IAF de  $2,6 \pm ES 0,3$  para los bosques primarios, que fue mayor en comparación con la retención agregada (2,2), siendo los mínimos observados en la retención dispersa sin influencia de la retención agregada (0,2). La radiación global y el porcentaje de radiación global incidente presentaron valores inversamente proporcionales a los gradientes antes descritos. Los valores más bajos se observaron en el bosque primario ( $GR = 3,5 \text{ W.m}^2 \pm ES 0,4 \text{ W.m}^2$  y  $PGR = 14\% \pm ES 1,4\%$ ) y en el centro de la retención agregada ( $GR = 3,3 \text{ W.m}^2$  y  $PGR = 13\%$ ), mientras que en la retención dispersa sin influencia de la retención agregada se observaron los valores máximos ( $GR = 19,5 \text{ W.m}^2$  y  $PGR = 79\%$ ) (Figura 1). En comparación con estos valores, una corta de protección de  $30 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  de dosel forestal remanente, presenta una cobertura de copas de  $56,5\% \pm ES 5,7\%$  con un índice de área foliar relativo de  $0,8 \pm ES 0,3$ , y valores de radiación global y porcentaje de radiación global de  $14,1 \text{ W.m}^2 \pm ES 2,8 \text{ W.m}^2$  y  $57\% \pm ES 11\%$ , respectivamente.

Los modelos ajustados que predicen la altura promedio de las plántulas en función de las variables obtenidas por medio de las fotos hemiesféricas ( $CC$ ,  $IAF$ ,  $RG$ ,  $PRG$ ) presentaron los siguientes parámetros y estadísticos:

<i>CC (%)</i>		<i>IAF</i>	
a = 0,000704155	$r^2\text{-aju} = 63,23$	a = 0,443043	$r^2\text{-aju} = 61,63$
b = 1,43756	$ESE = 10,97$	b = 1,46777	$ESE = 11,21$
c = -2360,52	$EMR = 6,30$	c = 2,5947	$EMR = 6,65$
d = 168,42		d = 1,64084	
e = -1,49719		e = -0,805127	
 <i>RG (W.m<sup>2</sup>)</i>		 <i>PRG (%)</i>	
a = 0,0959482	$r^2\text{-aju} = 64,87$	a = 1,57837	$r^2\text{-aju} = 64,87$
b = 1,37746	$ESE = 10,73$	b = 1,37732	$ESE = 10,73$
c = -9,20709	$EMR = 6,09$	c = -0,560158	$EMR = 6,09$
d = 4,86635		d = 7,29334	
e = -0,195326		e = -7,21331	

El modelo propuesto presentó curvas polimórficas, donde las alturas de las plántulas se incrementaron hasta llegar a un valor máximo, para luego decrecer en todas las edades modelizadas (1 a 6 años). La altura de las plántulas se incrementó hasta llegar a un máximo bajo una cobertura de copas del 55%, decreciendo posteriormente en mayores o menores coberturas. Por ejemplo, plántulas de 1 y 6 años llegan a tener desde 1,7 a 22,0 cm de altura a una *CC* de 55% comparados con 0,3 y 3,8 cm y 0,5 y 6,2 cm a 20% y 90% *CC*, respectivamente. Este máximo de crecimiento en altura se corresponde a un *IAF* de 1,0 (altura de plántulas de 21,1 cm a los 6 años de edad), y una *RG* de 12,0  $W.m^2$  o 50% de *PRG* transmitida alcanzando una altura de 23,8 cm a los 6 años de edad.

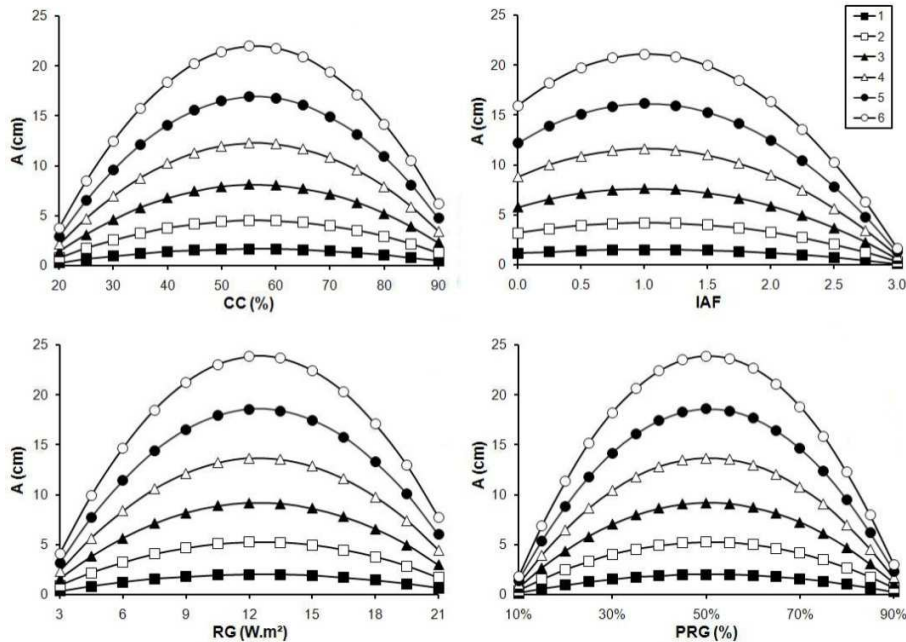


Figura 2. Modelos de predicción de altura de plántulas (*A*) (cm) de acuerdo a gradientes de edad (1 a 6 años) y de cobertura de copas (*CC*) (%), índice de área foliar efectiva (*IAF*), radiación global (*RG*) ( $W.m^2$ ) y porcentaje de radiación global (*PRG*) (%) al nivel del sotobosque.

## DISCUSION

Los bosques de *Nothofagus* poseen un banco permanente de plántulas en el sotobosque, pero no presentan un banco de semillas en el suelo forestal, debido a que las mismas pierden su viabilidad al cabo de una estación de crecimiento (Cuevas y Arroyo 1999, Martínez Pastur et al. 2008). Sin embargo, las plántulas bajo el dosel pueden sobrevivir por largos períodos de tiempo (Cuevas 2000, 2002) esperando la apertura del dosel debido a la dinámica natural del rodal (Rebertus y Veblen 1993, Heinemann et al. 2000) o al aprovechamiento (Martínez Pastur et al. 1999, Rosenfeld et al. 2006). En altos niveles de cobertura las plántulas no desarrollan gran biomasa ni altura (Lencinas et al. 2006, 2007), como se observa en el modelo desarrollado en este trabajo. Pese a ello, el banco de plántulas reacciona favorablemente a un amplio rango de coberturas de copas (70% al 40%), siendo el más favorable (*CC*, *IAF*, *RG*, *PRG*) para la estimulación del crecimiento en altura, el que se obtiene luego de una intervención inicial en un tratamiento de cortas de protección ( $30 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  área basal), así como en la retención variable en los sectores de retención dispersa ( $10\text{-}15 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  área basal) bajo influencia de los agregados de retención. Bajo altas coberturas (arriba del 70%) o en sectores muy abiertos (menos del 40%) la altura de las plántulas decrece significativamente debido a procesos fisiológicos de aclimatación de las plántulas (Martínez Pastur et al. 2006, 2007b). Durante los primeros años de vida (1-6 años), en los sitios con dosel muy cerrado, las plántulas generan un escaso sistema radicular, con pocas hojas y escaso crecimiento en altura (trabajo de los congresos). En sectores abiertos, las plántulas generan un escaso desarrollo aéreo con menos hojas de menor tamaño, pero con un importante sistema radicular (Lencinas et al. 2006, 2007). Esto explica mayormente el comportamiento observado en el modelo ajustado.

Finalmente, cabe destacar que los tratamientos de regeneración con retención variable combinan todas las condiciones de *CC*, *IAF*, *RG* y *PRG* estudiadas, incluyendo las observadas en otros tratamientos de regeneración, por ejemplo, las cortas de protección. Los tratamientos de regeneración con retención dispersa no homogenizan los bosques cosechados produciendo una mayor diferenciación de microambientes.



## CONCLUSIONES

Es factible desarrollar modelos que predican el crecimiento en altura de la regeneración bajo diferentes grados de cerramientos de dosel, índice de área foliar relativa y radiación solar. Estas variables son de fácil obtención mediante fotos hemiesféricas, siendo posibles de aplicar en una amplia gama de condiciones de rodal. El desarrollo de estos modelos es una herramienta útil para diseñar nuevas estrategias de manejo forestal al predecir la respuesta de la regeneración durante los primeros años después del establecimiento.

## LITERATURA CITADA

- Bava, J; López Bernal, PM. 2005. Cortas de selección en grupo en bosques de lenga. IDIA-XXI 5(8): 39-42.
- Cuevas, J; Arroyo, MK. 1999. Ausencia de banco de semillas persistente en *Nothofagus pumilio* (Fagaceae) en Tierra del Fuego, Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 72: 73-82.
- Cuevas, J. 2000. Tree recruitment at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Ecology 88: 840-855.
- Cuevas, J. 2002. Episodic regeneration at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Ecology 90: 52 -60.
- Frangi, JL; Richter, L. 1994. Balances hídricos de bosques de *Nothofagus* de Tierra del Fuego, Argentina. Rev. Fac. Agron. La Plata 70: 65-79.
- Frazer, GW; Fournier, RA; Trofymow, JA; Gall, RJ. 2001. A comparison of digital and film fisheye photography for analysis of forest canopy structure and gap light transmission. Agric. For. Meteorol. 109: 249-263.
- 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.
- Hardya, J; Melloha, R; Koeniga, G; Marks, D; Winstralb, A; Pomeroy, J; Linkd, T. 2004. Solar radiation transmission through conifer canopies. Agric. For. Meteorol. 126: 257-270.

- Heinemann, K; Kitzberger, T; Veblen, T. 2000. Influences of gap microheterogeneity on the regeneration of *Nothofagus pumilio* in a xeric old-growth forest of northwestern Patagonia, Argentina. *Can. J. For. Res.* 30(1): 25-31.
- Lencinas, MV; Martínez Pastur, G; Moretto, A; Gallo, E; Busso, C. 2006. Productividad diferencial de plántulas de *Nothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Actas del Tercer Congreso Chileno de Ciencias Forestales*. Pp 93. Concepción (Chile) 28-30 Noviembre.
- Lencinas, MV; Martínez Pastur, G; Moretto, A; Gallo, E; Busso, C. 2007. Productividad diferencial de plántulas de *Nothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Bosque* 28(3): 241-248.
- Martínez Pastur, G; Peri, P; 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; Peri, P; Fernández, C; Staffieri, G. 1999. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: Incidencia de la cobertura y el aprovechamiento o cosecha. *Bosque* 20(2): 39-46.
- Martínez Pastur, G; Cellini, JM; Peri, P; 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. 2005. El manejo forestal en los bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. *IDIA-XXI* 5(8): 107-110.
- Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Cellini, JM; Peri, P. 2006. Aclimatación de los parámetros fotosintéticos de la regeneración de *Nothofagus pumilio* a gradientes de luz y humedad del suelo. *Actas del Tercer Congreso Chileno de Ciencias Forestales*. Pp 99. Concepción (Chile) 28-30 Noviembre.
- Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Peri, P; Moretto, A; Cellini, JM; Mormeneo, I; Vukasovic, R. 2007a. Harvesting adaptation to biodiversity conservation in sawmill industry: Technology innovation and monitoring program. *J. Technol Manage. Innov.* 2(3): 58-70.
- Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Peri, P; Arena, M. 2007b. Photosynthetic plasticity of *Nothofagus pumilio* seedlings to light intensity and soil moisture. *For. Ecol. Manage.* 243(2): 274-282.

- Martínez Pastur, G; Lencinas, MV; Peri, P; Cellini, JM. 2008. Flowering and seeding patterns in unmanaged and managed *Nothofagus pumilio* forests with a silvicultural variable retention system. *Forstarchiv* 79: 60-65.
- Rebertus, A; Veblen, T. 1993. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina. *J. Veg. Sci.* 4(5): 641-654.
- Robison, SA; McCarthy, BC. 1999. Potential factors affecting the estimation of light availability using hemispherical photography in oak forest understories. *Bull. Torrey Bot. Club* 126: 344-349.
- Rosenfeld, JM; Navarro Cerrillo, RM; Guzmán Alvarez, JR. 2006. Regeneration of *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser forests after five years of seed tree cutting. *J. Environ. Manage.* 78: 44-51
- Roxburgh, JR; Kelly, D. 1995. Uses and limitations of hemispherical photography for estimating forest light environments. *NZ J. Ecol.* 19(2): 213-217.
- Santana, A. 2006. Resumen meteorológico año 2005 Estación “Jorge C. Schythe” (53°08’S; 70°53’W; 6 m.s.n.m.). *Ann. Inst. Patagonia (Chile)* 34: 81-90.
- Santana, A; Porter, C; Butorovic, N; Olave, C. 2006. Primeros antecedentes climatológicos de estaciones automáticas (AWS) en el Canal Beagle, Magallanes, Chile. *Ann. Inst. Patagonia (Chile)* 34: 5-20.
- Schmidt, H; Urzúa, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Universidad de Chile. *Ciencias Agrícolas* n° 11. p. 62.
- Stenburg, P; Linder, S; Smolander, H; Flower-Ellis, J. 1994. Performance of the LAI-2000 plant canopy analyzer in estimating leaf area index of some Scots pine stands. *Tree Physiol.* 14: 981-995.
-



**UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
4° CONGRESO CHILENO DE CIENCIAS FORESTALES**

**Aceptación para publicación en plataforma virtual**

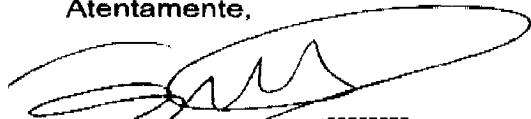
Señores  
Comisión Organizadora  
4° Congreso Chileno de Ciencias Forestales  
Universidad de Talca, Chile.

Estimados Señores

Quien suscribe, autores de la ponencia: "Uso de fotos hemisféricas para la elaboración de modelos de altura de la regeneración en *Nothofagus pumilo*" autoriza a los organizadores del 4° Congreso Chileno de Ciencias Forestales, a la publicación del texto completo en la plataforma virtual *Dspace* de la Biblioteca de la Universidad de Talca, permitiendo con ello a su acceso a través de la Internet.

El texto, que se envió en formato Word, será transformado a formato pdf para su publicación. Su difusión estará disponible hasta el mes de Octubre del 2010.

Atentamente,



---

Guillermo Martínez



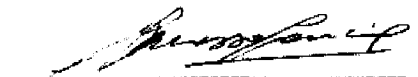
---

Manuel Cellini



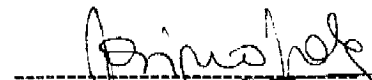
---

Pablo Peri



---

Vanesa Lencinas



---

Rosina Soler

---

Marcelo Barrera

Talca, junio de 2009.