

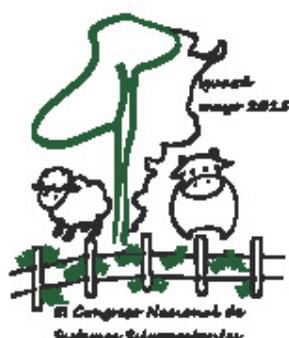


# 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles



# VIII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales





## **3° CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES**



## **VIII CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES**

**Editor Dr. Pablo Luis Peri**

**7 , 8 y 9 de Mayo 2015  
Iguazú, Misiones - Argentina**



3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles : VII Congreso Internacional  
Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. – Santa Cruz :  
Ediciones INTA, 2015.  
716 p. ; 28x20 cm.

ISBN 978-987-521-611-2

1. Sistemas Silvopastoriles . 2. Sistemas agroforestales. 3. Ganadería. 4. Manejo  
Sustentable. I. Peri, Pablo L., comp. II. Título  
634.0

© Copyright 2015 INTA

Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo, Misiones, Argentina

3° CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

VIII CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES

ISBN:

978-987-521-611-2

Diseño

Rafael Carranza

Diseño y Servicios

carranza.rafael@gmail.com

Imprimió ErreGé & Asociados

erregeyasoc@aol.com

Fecha de impresión: Abril 2015

Cantidad de ejemplares: 400 ejemplares

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Impreso en Argentina

# Exportación de nutrientes en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) raleados para uso silvopastoril. Pautas para su atenuación

H.A. Bahamonde<sup>1,2\*</sup>; P.L. Peri<sup>1,2,3</sup>; V. Gargaglione<sup>1,2</sup>

## Resumen

Este trabajo analizó flujos de nutrientes en bosques de ñire con y sin uso silvopastoril en Patagonia Austral, como base para sugerir pautas de manejo sustentable en estos sistemas. Basados en datos reportados en bibliografía, se calcularon valores de cada nutriente a nivel de árbol individual en función de su edad, clase de copa (CC) y la clase de sitio (CS). Se estimaron los contenidos de nutrientes a nivel rodal para bosques sin intervención (BSI) y las exportaciones generadas por raleos para uso silvopastoril (USP). Similarmente, con datos medidos durante 10 años se calculó la variación en el aporte de nutrientes provenientes de hojarasca en función de raleos en diferentes CS. Los cálculos se hicieron para dos tipos de raleo determinados por diferencias en las proporciones de CC remanentes y dos CS. Los valores de exportación de (C) por raleo tendrían distintas intensidades dependiendo de la CS y de cada tipo de raleo. Al modificar las proporciones de CC remanentes post raleo en ambas CS se redujo la exportación de C, de 31 a 20% y de 16 a 8% para CS IV y V, respectivamente. El porcentaje de exportación de otros nutrientes varió entre CS. La reducción del retorno potencial de nutrientes anual por hojarasca, no varió entre CS para un mismo tipo de raleo. No obstante, tales pérdidas también se verían disminuidas modificando la estructura de los árboles remanentes posterior al raleo para ambas CS. Esta información permite proponer pautas de manejo silvícola que tiendan a disminuir las exportaciones de C y otros nutrientes generadas por los raleos a corto plazo.

**Palabras clave:** *Bosque nativo, carbono, remoción de árboles.*

## Export of nutrients in *Nothofagus antarctica* (ñire) forests thinned for silvopastoral use. Guidelines for attenuation

### Abstract

This work analyzed nutrient fluxes in managed and unmanaged ñire forests for silvopastoral use in Southern Patagonia, as a basis to suggest guidelines for sustainable management in these systems. Based on literature data, nutrient values at individual tree level depending on their age, crown class (CC) and site class (SC) were calculated. From this, nutrient contents at stand level for unmanaged forests (UF) and exports generated by thinning for silvopastoral use (TSU) were estimated. Similarly, using data measured from 10 years, the variation in the supply of nutrients from litterfall was calculated in different SC. Calculations were made for two types of thinning determined by differences in the proportions of CC remnants and two SC. Carbon (C) export values by thinning had different impacts depending on the SC and each type of thinning. By modifying the proportions of remaining CC trees post thinning, C export was reduced from 31 to 20% and from 16 to 8% for SC IV and V, respectively. The export percentage of other nutrients varied between SC. The potential annual nutrient return from litter did not differ between SC for the same type of thinning. However, such losses would also be decreased by modifying the remaining structure after thinning for both SC. This information provides a guideline for silvicultural management that aim to reduce C and other nutrients exports generated by thinning in the short term.

**Keywords:** *Native forest, carbon, tree removal.*

\* Autor de correspondencia: bahamonde.hector@inta.gov.ar <sup>1</sup>INTA <sup>2</sup>UNPA <sup>3</sup>CONICET

## Introducción

La especie *Nothofagus antarctica* (ñire) cubre una superficie aproximada de 431.000 ha en la porción Austral de Patagonia argentina (Santa Cruz y Tierra del Fuego) distribuida en distintas calidades de sitio, de las cuales un 70% tiene potencial uso silvopastoril enmarcado en la Ley Bonasso (26.331) de Presupuestos Mínimos Ambientales de bosques nativos (Collado 2001; Peri y Ormaechea 2013). Esto implica la posibilidad de aplicar raleos a los bosques de ñire que permitan una mayor entrada de luz para aumentar su producción forrajera y receptividad ganadera (Peri 2009; Bahamonde y Peri 2013). Asimismo, este tipo de prácticas silvícolas generan modificaciones como cambios en la diversidad del sotobosque (Quinteros et al. 2010), regeneración por semillas (Bahamonde et al. 2013a), y producción y calidad forrajera del sotobosque (Bahamonde et al. 2012a). Bien conocido es el rol fundamental de los nutrientes en el desarrollo de los sistemas boscosos y los servicios ecosistémicos que éstos entregan (Adams, 2007). Particularmente,

en los bosques de ñire existen varios estudios relacionados a los flujos de nutrientes y su modificación con el uso silvopastoril de los mismos: acumulación de carbono y otros nutrientes en biomasa aérea y subterránea (Peri et al. 2006; 2010; Gargaglione et al. 2013); caída y descomposición de hojarasca (Bahamonde et al. 2012b; Bahamonde et al. 2014); mineralización de N del suelo (Bahamonde et al. 2013b). Sin embargo, esta información se encuentra disponible como trabajos individuales inconexos entre sí. Por otro lado, la citada Ley 26.331 vigente en Santa Cruz y Tierra del Fuego, implica que para el uso silvopastoril de los bosques de ñire se deban presentar planes de manejo tendientes a minimizar los impactos negativos que ello conlleve. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue analizar en forma integrada la información existente respecto a los flujos de nutrientes en bosques de ñire con y sin uso silvopastoril en Patagonia Austral, y que esto sirva como base para sugerir pautas de manejo sustentable en estos sistemas.

## Materiales y Métodos

En base a los datos reportados por Peri et al. (2006, 2008 y 2010) y Gargaglione et al. (2013), donde se informan valores medidos de acumulación de nutrientes (C, N, P, K, Ca, S y Mg) en árboles de ñire (parte aérea y raíz) para distintas edades, clases de sitio (CS) y clases de copa, se calcularon los valores de cada nutriente a nivel de árbol individual en función de su edad, clase de copa (dominante, codominante, intermedio y suprimido) y la CS. De esta manera se estimaron los contenidos de nutrientes a nivel rodal para bosques sin intervención (BSI) y se calcularon las exportaciones que se producirían debido a raleos para uso silvopastoril (USP). Similarmente, con datos medidos

durante 10 años en rodales con y sin intervención creciendo en distintas CS (Bahamonde et al. 2014) se calculó la variación anual en el aporte de nutrientes provenientes de la hojarasca en función de raleos en diferentes CS. Los cálculos de exportación de nutrientes se realizaron comparando BSI en CS IV y V ya que representan más del 90 % de los bosques de ñire en Santa Cruz (Peri y Ormaechea 2013). Asimismo, los cálculos se hicieron para dos tipos de raleo (Casos 1 y 2) determinados por diferencias en las proporciones de clases de copa remanentes (Tabla 1), basados en las parcelas evaluadas en Bahamonde et al. (2014)

**Tabla 1.** Principales parámetros dasométricos de rodales de *Nothofagus antarctica* creciendo en dos diferentes clases de sitio (CS) y dos tipos de raleo (Casos) en Patagonia sur (basados en parcelas evaluadas en Bahamonde et al. 2014).

Uso	CS	Cob. (%)	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ÁB (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Dom (%)	Caso 1			Caso 2			
						Cod (%)	Int (%)	Sup (%)	Dom (%)	Cod (%)	Int (%)	Sup (%)
BSI	IV	85	895	58	33	23	27	17	33	23	27	17
USP	IV	55	460	31	35	30	22	13	65	25	10	0
BSI	V	80	962	44	21	28	22	29	21	28	22	29
USP	V	49	440	25	36	27	23	14	65	25	10	0

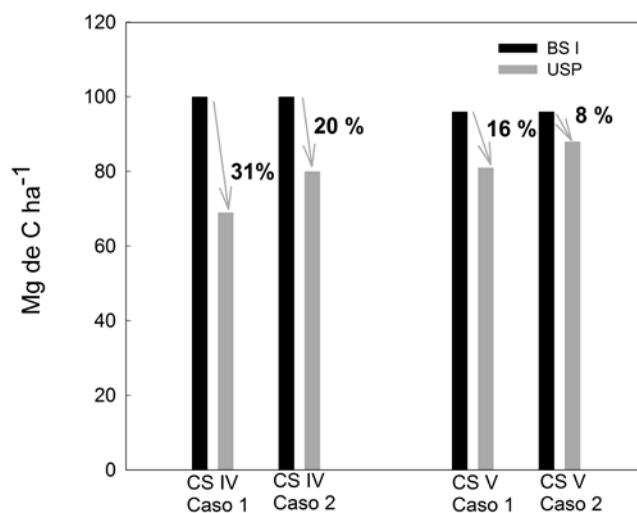
BSI: bosque sin intervención; USP: uso silvopastoril; Cob: cobertura de copas; Dom: dominantes; Cod: codominantes; Int: intermedios; Sup: suprimidos.

## Resultados y Discusión

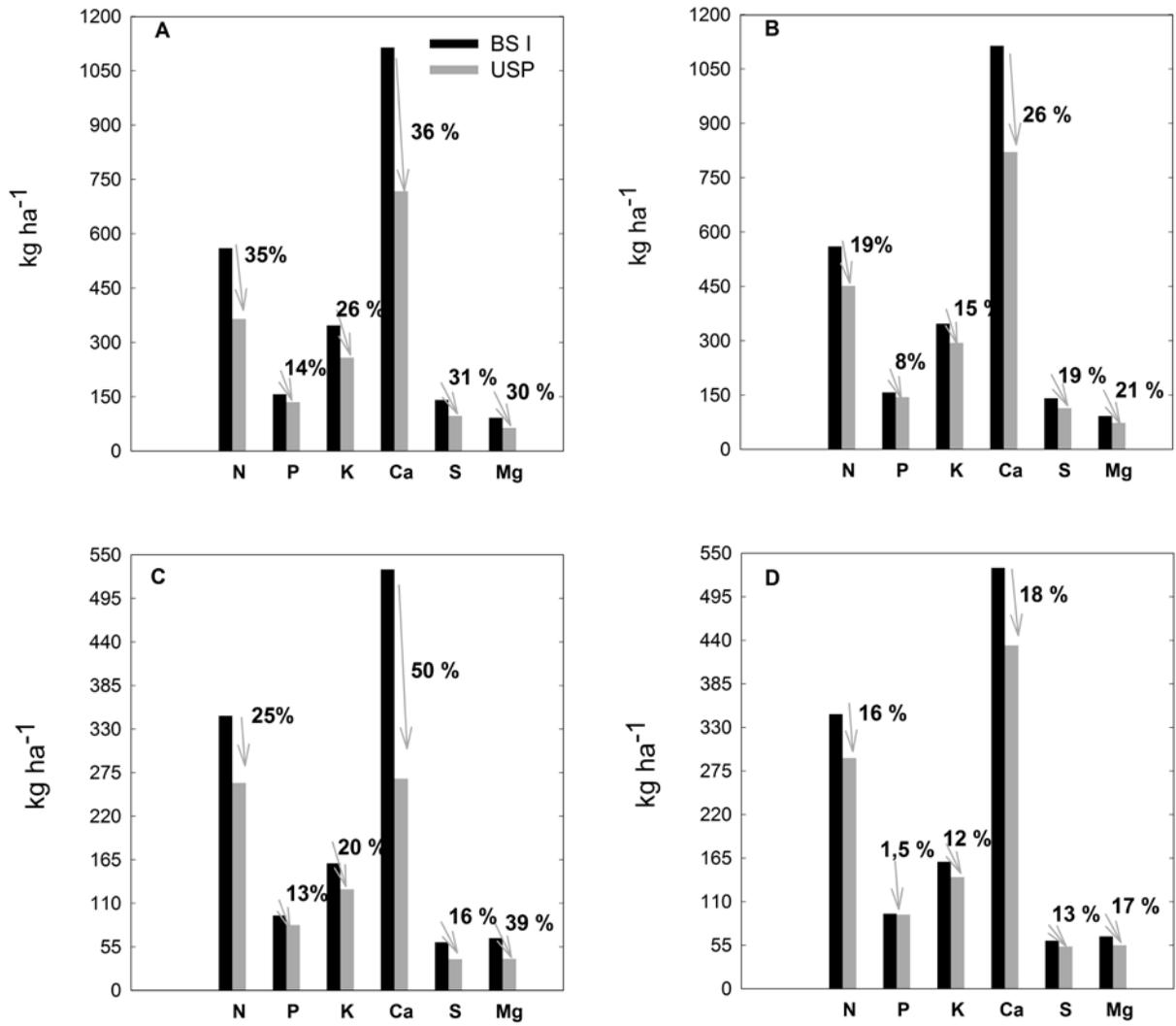
Los valores de exportación de C por la remoción de árboles tendrían distintas intensidades dependiendo de la CS y de cada tipo de raleo o caso (Fig. 1). En CS IV ante un mismo tipo de raleo la exportación de C es mayor que en CS V, a pesar de que en ambas CS el área basal remanente después del raleo es similar (53 y 56 % para CS IV y V, respectivamente). Esto se debe a que los árboles creciendo en CS V acumulan mayor proporción de biomasa y C en la parte subterránea (Peri et al. 2010; Gargaglione et al. 2013). Por otro lado, al modificar las proporciones de clases de copa remanentes después del raleo (Casos 1 y 2, Tabla 1) en ambas CS se redujo la exportación de C, disminuyendo de 31 a 20% y de 16 a 8% para CS IV y V, respectivamente (Fig. 1). Esto era esperable considerando que los árboles dominantes acumulan mayor cantidad de C que las demás clases de copa (Peri et al. 2010). Antecedentes indican que en el mediano plazo los bosques de ñire con manejo silvícola para uso silvopastoril fijan más C que un rodal sin ralear (Peri 2011), lo cual estaría dado por una mayor producción de biomasa herbácea (Bahamonde et al. 2012a) y mayor actividad en el ciclado de nutrientes en bosques raleados (Sharro e Imail 2004). La comparación hecha en este trabajo, permite cuantificar la disminución de C fijado generada por los raleos en estos bosques nativos de ñire para su uso silvopastoril en lo inmediato después de su intervención. Asimismo, estos datos permiten sugerir que al realizar un raleo para USP en estos bosques de ñire se podrían disminuir las exportaciones de C modificando las proporciones de clases de copa remanentes.

El porcentaje de exportación de cada nutriente varió entre CS (Fig. 2). Por ejemplo, para el raleo en caso 1, mientras que la exportación de N, K y S resultó menor en CS V, para

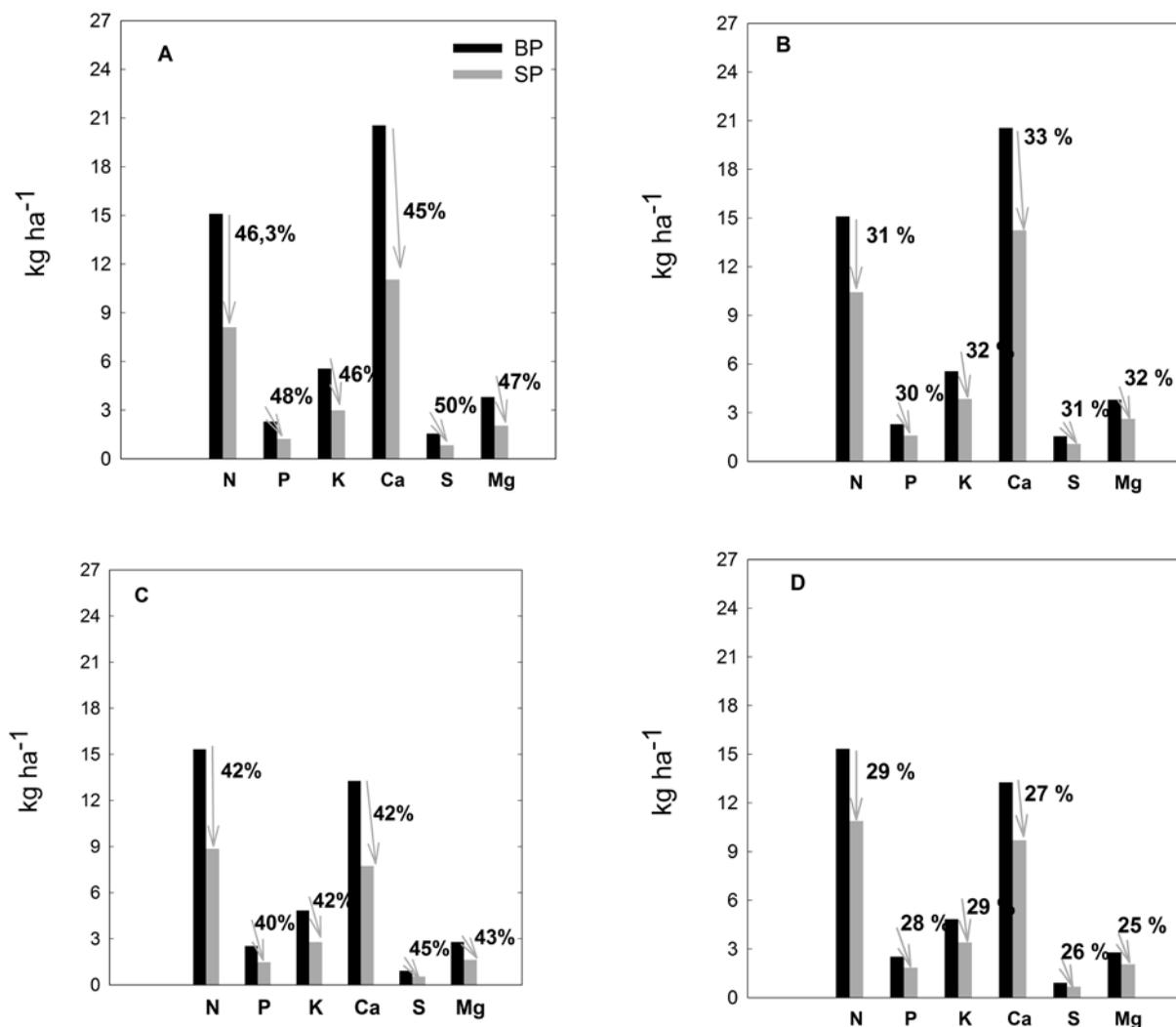
el Ca y Mg fue mayor (Fig. 2A y 2C). Esto se debe a que en CS V; N, K y S se acumulan en mayor proporción en raíces (Peri et al. 2008; Gargaglione et al. 2013). Por otro lado, se observó una reducción en la exportación de nutrientes con el raleo "caso 2" para ambas CS (Fig. 2B y 2D). Destacan en CS V la disminución en la exportación de P y Ca entre los dos casos de raleo, donde el P extraído se reduciría de 13 a 1,5 % mientras que el Ca se vería reducido de un 50 a 18 % (Fig. 2C y 2D). Estas altas reducciones en la exportación de P y Ca serían el producto de una combinación de mayor acumulación en raíces y árboles dominantes que se dejan posterior al raleo, de acuerdo a los datos medidos en Peri et al. (2008). También se ha informado que en estos bosques la apertura del canopy producida por los raleos incrementa la tasa de descomposición de hojas (Bahamonde et al. 2012b), lo cual incrementaría la tasa de respiración del suelo. Sin embargo, en el mismo trabajo no se detectaron diferencias en la tasa de liberación de nutrientes entre distintas coberturas de copa. De manera similar, Bahamonde et al. (2013b) informaron que aperturas intermedias del dosel no modificaron la mineralización neta de N de suelo comparadas con aperturas similares a un bosque sin raleo. En relación al retorno potencial de nutrientes anual por la caída de hojarasca, las pérdidas ocasionadas por los raleos no se manifiestan diferencialmente entre CS para un mismo caso de raleo (comparación Fig. 3A con Fig. 3C; Fig. 3B con Fig. 3D). No obstante, tales pérdidas también se verían disminuidas modificando la estructura de los árboles remanentes posterior al raleo para ambas CS. Esto era esperable si consideramos que los árboles dominantes y codominantes aportan entre un 70 y 80% del total de hojas y ramas finas en rodales de ñire de distintas edades (Peri et al. 2008).



**Figura 1.** Exportación de C en bosques de *Nothofagus antarctica* sin intervención (BSI) y bajo uso silvopastoril (USP) en dos clases de sitio (CS)\* sometidos a dos tipos de raleo (casos) (ver Tabla 1). \*CS IV: altura de árboles dominantes entre 8 y 10 m; CS V: altura de árboles dominantes < 8 m.



**Figura 2.** Exportación de nutrientes por extracción de árboles en bosques de *Nothofagus antarctica* sin intervención (BSI) y bajo uso silvopastoril (USP) en dos clases de sitio (CS)\* sometidos a dos tipos de raleo (casos) (ver Tabla 1). \*CS IV: altura de árboles dominantes entre 8 y 10 m; CS V: altura de árboles dominantes < 8 m. A: CS IV caso 1; B: CS IV caso 2; C: CS V caso 1; D: CS V caso 2.



**Figura 3.** Exportación de nutrientes por hojarasca de árboles en bosques de *Nothofagus antarctica* sin intervención (BSI) y bajo uso silvopastoril (USP) en dos clases de sitio (CS)\* sometidos a dos tipos de raleo (casos) (ver Tabla 1). \*CS IV: altura de árboles dominantes entre 8 y 10 m; CS V: altura de árboles dominantes < 8 m. A: CS IV caso 1; B: CS IV caso 2; C: CS V caso 1; D: CS V caso 2.

## Conclusiones

Considerando la importancia que tiene la fijación de C en un contexto de aumento de su concentración como gas invernadero en la atmósfera, contar con este tipo de información permite proponer pautas de manejo silvícola que tiendan a disminuir las pérdidas generadas por los raleos a corto plazo. Asimismo, reconociendo la relevancia del ciclado de nutrientes como base de la productividad de estos ambientes en donde no hay fertilización externa, es importante contar con

este tipo de cuantificación. En este contexto, se propone como criterio que la estructura remanente de rodales de ñire después de su raleo para uso silvopastoril, conserve altas proporciones de árboles dominantes y codominantes, para reducir la exportación de C y otros nutrientes. También se propone que no se extraiga todo el material raleado, dejando en el lugar las ramas finas, y en lo posible realizar los raleos posterior a la caída de hojarasca para que esta quede en el suelo.

## Bibliografía

- Adams, M., 2007. Nutrient Cycling in Forests and Heathlands: an Ecosystem Perspective from the Water-Limited South. En: Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems, Petra Marschner Zdenko Rengel (Eds.). ISBN 978-3-540-68026-0 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, pp: 333-360.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Alvarez, R., Barneix, A., 2012a. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia. *Ecología Austral* 22,62-73.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Alvarez, R., Barneix, A., Moretto, A., Martínez Pastur, G., 2012b. Litter decomposition and nutrients dynamics in *Nothofagus antarctica* forests under silvopastoral use in Southern Patagonia. *Agroforestry Systems* 84, 345-360.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., 2013. Receptividad ganadera en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) bajo uso silvopastoril en Patagonia sur basado en los requerimientos energéticos de los animales. Pp. 10. 4° Congreso Forestal argentino y latinoamericano, 23-27 de Septiembre, Misiones, Argentina.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Monelos, L.H., Martínez Pastur, G., 2013a. Regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 34, 89-101.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Alvarez, R., Barneix, A., Moretto A., Martínez Pastur, G., 2013b. Silvopastoral use of *Nothofagus antarctica* in Southern Patagonian forests, influence over net nitrogen soil mineralization. *Agroforestry Systems* 87, 259-271.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Monelos, L., 2014. Litterfall and nutrients return in *Nothofagus antarctica* forests growing in a site quality gradient with different management uses in Southern Patagonia. *European Journal of forest research*. Doi: 10.1007/s10342-014-0837-z.
- 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.
- Gargaglione, V., Peri P. L., Rubio, G., 2013. Partición diferencial de nutrientes en árboles de *Nothofagus antarctica* creciendo en un gradiente de calidades de sitio en Patagonia Sur. *Bosque* 34, 291-302.
- Peri, P.L., 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. *Forest Ecology and Management* 233, 85-99.
- Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., 2008. Above and belowground nutrients storage and biomass accumulation in marginal *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 233, 85-99.
- Peri, P., 2009. Evaluación de Pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Pp 335-342 en Actas del 1° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 14-16 Mayo, Misiones, Argentina.
- Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., 2010. Carbon accumulation along a stand development sequence of *Nothofagus antarctica* forests across a gradient in site quality in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 260, 229-237.
- Peri, P.L., 2011. Carbon storage in cold temperate ecosystems in Southern Patagonia, Argentina. En: Biomass and remote sensing of biomass, Islam Atazadeh (Ed.) ISBN 978-953-307-490-0, In Tech, Croatia, pp. 213-226.
- Peri, P.L., Ormaechea, S.G., 2013. Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo, Ediciones INTA, Buenos Aires, pp. 88.
- Quinteros, P., Hanzen, N., Kutschker, A., 2010. Composición y diversidad del sotobosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) en función de la estructura del bosque. *Ecología Austral* 20, 225-234.
- Sharrow, S.H., Ismail, S., 2004. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. *Agroforestry Systems* 60, 123-130.