



## III ENCUENTRO DE INVESTIGADORES DE LA PATAGONIA AUSTRAL

17 DE OCTUBRE | 2014  
RÍO TURBIO | SANTA CRUZ | ARGENTINA

UNIDAD ACADÉMICA RÍO TURBIO

01 DE JULIO HABILITACIÓN DE FORMULARIOS WEB PARA ENVÍO DE ARTÍCULOS

01 DE SEPTIEMBRE ÚLTIMO PLAZO PARA ENVÍOS DE ARTÍCULOS

INVITADO ESPECIAL DR. HUGO SIRKIN

PRESENTACIÓN DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, BECAS Y TESIS

PÁGINA WEB [http://secyt.unpa.edu.ar/encuentro\\_investigadores/index.php](http://secyt.unpa.edu.ar/encuentro_investigadores/index.php)



# EVALUACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS PARA LA MEJORA DE SISTEMAS SILVOPASTORILES DE *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*

Gargaglione, V., Peri, P.L., Sosa Lovato, S., Bahamonde, H., Mayo, J. P., Christiansen, R.

## CONTEXTO

El presente trabajo presenta resultados preliminares del proyecto de Investigación PI29/A293-1, emplazado en la UARG. Dicho proyecto consta de tres años de medición, en esta oportunidad se muestran los resultados correspondientes a la producción de materia seca en pico de biomasa de la segunda temporada de crecimiento (octubre de 2012 a marzo de 2013).

## RESUMEN

*Nothofagus antarctica* (ñire) es una especie forestal nativa de Patagonia y actualmente el 70% de estos bosques están siendo utilizados como sistemas silvopastoriles (SSP) de manera extensiva. En un sistema silvopastoril interactúan en una misma unidad de terreno los componentes arbóreo y herbáceo (sotobosque) con el pastoreo de ganado. El objetivo de este trabajo fue evaluar la implantación y producción de especies forrajeras tolerantes a la sombra, y el estrato herbáceo natural en SSP de ñire con diferentes condiciones hídricas y de fertilidad. El estudio se ubicó en el SO de Santa Cruz en bosques de ñire bajo uso silvopastoril donde se instalaron un total de 12 parcelas de 6 x 6 m en las cuales se evaluó la implantación de *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, en un ensayo de parcelas divididas con 3 repeticiones. Dentro de cada parcela se evaluaron dos niveles de riego (secano vs. irrigado) y tres niveles de fertilización, agregando 0, 100 y 200 Kg de N ha<sup>-1</sup> en el caso de las gramíneas y 0, 50 y 100 kg ha<sup>-1</sup> de P para las leguminosas. A su vez, se instalaron tres parcelas testigo con estrato herbáceo natural sometido a los mismos tratamientos. A excepción de *Bromus catharticus*, todas las especies lograron un alto porcentaje de implantación. Se encontraron diferencias significativas según la especie, el estado hídrico y nivel de fertilizante, donde la mayor producción se obtuvo con *Dactylis glomerata* con riego y nivel medio de fertilización (6347 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) seguido por el estrato herbáceo natural con riego y máximo nivel de fertilización (5729 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y *Trifolium pratense* con riego y sin fertilizante (5207 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). *Trifolium repens* en secano y nivel medio de fertilizante obtuvo significativamente el menor valor de producción de biomasa (394 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). Este tipo de información permite evaluar el potencial mejoramiento productivo de los SSP en la región.

## INTRODUCCIÓN

*Nothofagus antarctica* (ñire) es una especie nativa que crece en el sur de la región cordillerana de Argentina y Chile desde los 36° 30' hasta los 56° 00' de latitud Sur, ocupando una superficie total de 159.720 ha siendo la

segunda especie en importancia de la provincia de Santa Cruz (Peri y Ormaechea, 2013). Dado que esta especie en general presenta un fuste de crecimiento retorcido que no la hace atractiva para la industria maderera, históricamente ha sido utilizada para la obtención de leña, y en algunas ocasiones postes y varas. Actualmente se estima que el 70 % de estos bosques se utilizan como sistemas silvopastoriles de manera extensiva (Peri, 2009). Un sistema silvopastoril se define como un sistema en donde en una misma unidad de superficie interactúan distintos componentes como ser el componente arbóreo, el componente herbáceo (natural o mediante pasturas implantadas) y el pastoreo del ganado ovino o bovino. En este sentido, la densidad arbórea debe ser tal que permita la suficiente entrada de luz para estimular el crecimiento herbáceo y consecuentemente aumentar la producción animal. Por este motivo, en bosques de ñire, dichos sistemas se pueden implementar en bosques maduros abiertos (con 350-500 árboles ha<sup>-1</sup>) o en rodales en crecimiento óptimo (21-110 años) con intervenciones silvícolas (raleos y podas) que implique la quita de algunos individuos para permitir la entrada de luz y consecuentemente aumente la disponibilidad forrajera. Estudios previos han demostrado que en sistemas silvopastoriles de *N. antarctica* al sur de Patagonia la productividad del estrato herbáceo natural, como así también el contenido de proteína bruta, en sitios de mediana y baja calidad era mayor bajo cierta cobertura arbórea comparados con la situación abierta (pastizal sin árboles), mientras que por el contrario, en sitios de calidad óptima se observaba el patrón inverso (Peri, 2005; Peri et al., 2005). Esto indicaría probablemente que en sitios menos favorables los árboles producirían un efecto de “protección” o “facilitación” de recursos, mientras que en sitios buenos predominaría la competencia. Se conoce que los árboles modifican las condiciones microclimáticas y provocan reducciones de la velocidad del viento, cambios en la cantidad y calidad de luz que llega al estrato herbáceo, un régimen más moderado de temperaturas (menores amplitudes térmicas), menores tasas de evapotranspiración y, en algunas ocasiones, mayores niveles de humedad del suelo en comparación con un pastizal creciendo en condición abierta (Morecroft et al., 1998, Bahamonde et al., 2009). Gargaglione (2011) trabajando en un sistema silvopastoril de ñire en un sitio de calidad intermedia cercano a Río Turbio encontró que, si bien el estrato herbáceo natural del sistema silvopastoril aprovechaba mejor el fertilizante nitrogenado agregado y producía forraje de mayor calidad en comparación al pastizal abierto, los valores de biomasa acumulada por hectárea, siempre fueron inferiores a los del pastizal

creciendo sin la presencia de árboles. Esta menor producción de biomasa estaría estrechamente relacionada a que existe una limitante de entrada de luz hacia el sotobosque que afecta a las especies presentes. Algunos autores han observado que existe una relación exponencial negativa entre la producción del sotobosque y la cobertura de copas o área basal arbórea del estrato arbóreo (Scholes y Archer, 1997, Peri, 2009). Una alternativa para mejorar la producción de materia seca del estrato herbáceo en estos sistemas sería la implantación de especies tolerantes a cierto nivel de sombreado. En este sentido, si bien existen antecedentes de producción del estrato herbáceo natural bajo la cobertura de ñire, son escasos los estudios acerca de mejoras del estrato herbáceo mediante la implantación de especies adaptadas (Peri y Mayo, 2012). Dentro de las especies comúnmente conocidas como tolerantes a la sombra se encuentran el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) y trébol rojo (*Trifolium repens*) (Maddaloni y Ferrari, 2001; Devkota et al., 1997). Estas especies han sido ya probadas en la zona con buenos resultados en implantación y producción (Christiansen et al., 2007) aunque todos los antecedentes existentes pertenecen a zonas de estepa bajo riego, por lo que su utilización en sistemas boscosos carece de precedentes. Por otra parte, si bien existen algunas leguminosas nativas presentes en estos sotobosques de ñire (por ejemplo *Vicia sativa*), su participación en la biomasa total es muy escasa. La incorporación y promoción de leguminosas sería beneficioso debido a su capacidad de fijar N atmosférico para ellas y para el resto de la comunidad vegetal, aportando fertilidad al sitio y buenas cantidades de materia seca de alta digestibilidad para el consumo del ganado. Otra limitante en la productividad de los sistemas silvopastoriles es frecuentemente el nivel de nutrientes del suelo. El nitrógeno (N) es uno de los recursos considerados más limitantes en los bosques andino-patagónicos de ñire (Diehl et al., 2008). En este sentido, una práctica común para la mejora de la productividad forrajera es la fertilización. Sin embargo, no existen en la zona antecedentes de ensayos de fertilización del estrato herbáceo natural del bosque, herramienta que podría también incrementar la productividad de estos sistemas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción y calidad de especies forrajeras en sistemas silvopastoriles de ñire comparando con un sistema natural, bajo distintos niveles de fertilización y riego.

#### METODOLOGÍA.

El trabajo se realizó en un bosque joven ( $41 \pm 6$  años) con una densidad de 5820 árboles por hectárea, ubicado en la estancia Cancha Carrera ( $51^{\circ} 13' 21''$  S,  $72^{\circ} 15' 34''$  O) en una calidad de sitio intermedia donde los árboles maduros dominantes alcanzan una altura de entre 8 y 10 m. El clima en toda la zona es templado frío con una temperatura media anual entre  $5,9^{\circ}\text{C}$  y una precipitación media anual de 563 mm. Los suelos

del área de estudio pertenecen al orden Molisoles (haploboroles énticos) presentan una profundidad de hasta 60 cm, un pH de 4,7, contenido de nitrógeno (N) total de 0,6 %, 23,5 ppm de fósforo (P) y 5,6 % de carbono orgánico.

En la zona de estudio se realizó un raleo de árboles hasta dejar un 50% de cobertura de copas y establecer un sistema silvopastoril. Las especies implantadas fueron *Dactylis glomerata* variedad Porto nacional (pasto ovillo), *Bromus catharticus* variedad Fierro Plus INTA (cebadilla criolla), *Trifolium pratense* variedad Quiñequeli (trébol rojo) y *Trifolium repens* variedad Nimbus (trébol blanco). El diseño constó de parcelas sub-divididas con estructura completamente aleatoria teniendo como principal factor a la especie a implantar, subfactor el nivel de riego y como sub-sub-factor el nivel de fertilizante. El área total consta de una superficie de 0,4 ha en donde se establecieron tres parcelas de 6 x 6 m por especie a sembrar, cada una dividida en dos sub-parcelas de 6 x 3 m aplicando a un lado riego (una vez por semana durante diciembre-enero y cada 12 días en el resto de la temporada de crecimiento), haciendo un total de 90 mm en la temporada) y la otra mitad en seco. Dentro de estas sub-parcelas se instalaron tres sub-sub-parcelas correspondiendo a tres niveles de fertilizante. El nivel de fertilizante para el caso de las gramíneas constó de 0, 100 y 200 Kg de N ha<sup>-1</sup> en forma de urea y para el caso de las leguminosas fue de 0, 50 y 100 Kg de P ha<sup>-1</sup> aplicado como superfosfato simple aplicado ambos casos durante dos años consecutivos. El nitrógeno se aplicó dividido en dos dosis una en primavera temprano y la otra en enero, mientras que el superfosfato se aplicó todo junto en la primavera temprano. Además de las parcelas implantadas, se instalaron tres parcelas con el estrato herbáceo natural en la zona con los mismos tratamientos a modo de testigo comparativo, en este caso también se fertilizó con urea debido a que el 90% de la composición del estrato estaba compuesto por gramíneas. Todas las parcelas fueron aisladas del pastoreo mediante un alambrado perimetral. La siembra de las especies se realizó al voleo, luego de un laboreo superficial con rotovactor, a una densidad correspondiente según cada especie: pasto ovillo 12 kg ha<sup>-1</sup>, *Bromus catharticus* 14 kg ha<sup>-1</sup>, trébol rojo 6 kg ha<sup>-1</sup> y trébol blanco a 3 kg ha<sup>-1</sup> durante la primavera del 2011. La productividad se midió mediante cortes de biomasa con un marco de 0,1 m<sup>2</sup> en pico de biomasa (enero). En gabinete, el material fue separado en verde, seco e inflorescencias y secado en estufa a 65° C para obtener el peso seco. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVAS para parcelas divididas con un nivel de significancia de  $P < 0,05$  utilizando el software Infostat 2.0 y las diferencias significativas fueron separadas mediante el test de Tukey.

#### RESULTADOS

Todas las especies lograron una buena implantación con excepción de *Bromus catharticus* que el primer

año logró un 20 % de implantación y si bien se volvió a sembrar durante el segundo año, tampoco logró establecerse, por lo que no fue considerada para los posteriores análisis. De las especies restantes y el estrato herbáceo natural, los resultados mostraron diferencias significativas entre el factor especie, agua y fertilización como así también interacciones entre los tratamientos agua y fertilizante (Tabla 1). El mayor valor de biomasa lo obtuvo la pastura de pasto ovillo con riego y nivel medio de fertilización (6347 kg MS ha<sup>-1</sup>) seguido por el estrato herbáceo natural con riego y máximo nivel de fertilización (5729 kg MS ha<sup>-1</sup>) y trébol rojo con riego y sin fertilizante (5207 kg ha<sup>-1</sup>). En el otro extremo, el trébol blanco en secano y nivel medio de fertilizante obtuvo significativamente la menor producción de biomasa (394 kg MS ha<sup>-1</sup>).

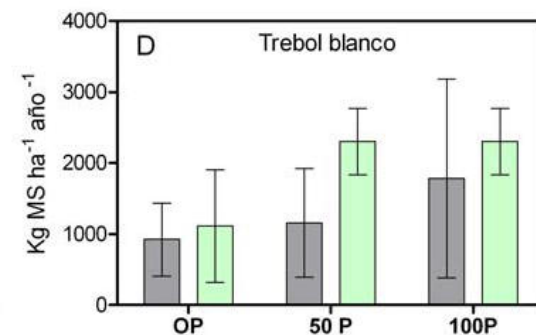
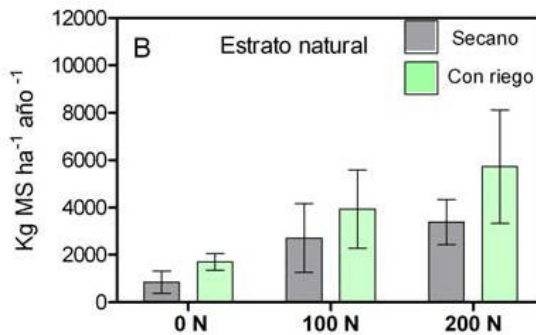
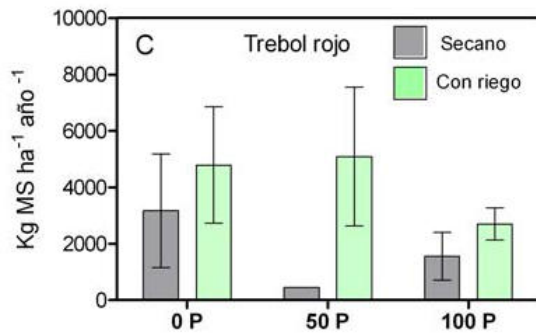
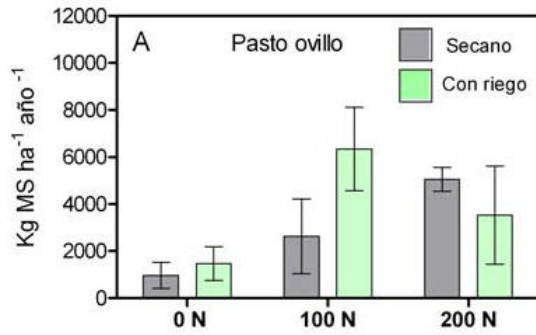
**Tabla 1.** Resultado de análisis de la varianza global comparando todas las especies implantadas (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Dactylis glomerata*) y el estrato herbáceo natural (considerado también como una especie adentro del análisis) con dos niveles de agua (con riego y secano) y tres niveles de fertilizante (bajo, medio y alto) en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en el SO de la provincia de Santa Cruz. El fertilizante correspondió a tres niveles de nitrógeno para las gramíneas (0, 100 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup>) y tres niveles de fósforo para las leguminosas (0, 50 y 100 kg de P ha<sup>-1</sup>). El estrato herbáceo natural está compuesto en un 90 % por gramíneas.

Factor de Variación	Grados de libertad	Valor F	Valor p
Modelo	39	3,29	0,0004
Especie	3	8,67	0,0068
Agua	1	37,09	0,0003
Fertilizante	2	7,98	0,0015
Agua* especie	3	4,29	0,0441
Agua* Fertilizante	2	3,77	0,0337
Especie* Fertilizante	6	6,58	0,0001
Agua* Especie*	6	1,67	0,1616
Fertilizante			

La Figura 1 muestra la producción de biomasa separada por las distintas especies implantadas y el estrato herbáceo natural según el nivel de fertilización y condición hídrica. En el caso del pasto ovillo, la producción fue mínima en el tratamiento sin fertilizante en ambos estatus hídrico (con riego y sin riego) obteniendo alrededor de 1000 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que al aumentar la cantidad de fertilizante aumentó la producción de materia seca, alcanzando un máximo de 6347 kg MS ha<sup>-1</sup> en el tratamiento con 100 kg de N ha<sup>-1</sup> y riego (Figura 1A). En este sentido, es importante destacar que el tratamiento sin fertilizante obtuvo significativamente menos cantidad de biomasa que el resto de los tratamientos, pero no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con 100 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Asimismo, si bien no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con riego y secano, sí hubo una

interacción positiva entre el nivel de agua y el fertilizante, siendo mayor la producción con niveles medios de fertilizante y riego (Figura 1A). Para el caso del estrato herbáceo natural de la zona, la máxima producción en todos los casos se dio bajo el tratamiento con riego, aunque estas diferencias no fueron significativas (Figura 1B). En contraparte, se encontraron diferencias significativas según el nivel de fertilizante, siendo significativamente mayor la producción en las pasturas con dosis medias y altas de nitrógeno que en el tratamiento sin fertilizante (Figura 1 B). En este sentido, la mínima producción se observó con cero N y sin riego (852 Kg MS ha<sup>-1</sup>) mientras que la máxima (5729 kg MS ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con 200 kg de N ha<sup>-1</sup> y riego (Figura 1B). En cuanto a las leguminosas, para el trébol rojo se encontraron diferencias significativas según el tratamiento hídrico, en donde en todos los casos las parcelas bajo riego produjeron significativamente mayor cantidad de forraje que las parcelas en secano (Figura 1C). En contraste, la producción de biomasa de trébol rojo no presentó diferencias significativas en cuanto al nivel de P agregado. Para esta especie, la mayor producción se obtuvo bajo riego con 5088 kg MS ha<sup>-1</sup> tanto para el nivel bajo y medio de fósforo (Figura 1C). Esto podría indicar que los suelos de este bosque no son deficitarios en este nutriente, al menos no para la producción de estas leguminosas. Por último en cuanto a la producción del trébol blanco, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de agua y fertilizante, aunque se observó una tendencia de mayor producción bajo riego y dosis media y alta de fósforo, con una producción de alrededor de 2300 kg de MS ha<sup>-1</sup>. Esta producción fue en todos los casos inferior al observado para las otras forrajeras implantadas como así también fue bastante inferior a la producida por el propio estrato herbáceo natural de la zona.

Figura 1. Producción en materia seca por año de tres especies implantadas en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* al SO de la provincia de Santa Cruz y el estrato herbáceo natural de la zona. Las especies evaluadas fueron pasto ovillo (*Dactylis glomerata*, A), trébol rojo (*Trifolium pratense*, C), trébol blanco (*Trifolium repens*, D) y estrato herbáceo natural de la zona compuesto en un 90% de gramíneas (B), todos bajo distintos tratamientos hídricos (riego y secano) y tres niveles de fertilización: bajo medio y alto. En el caso de gramíneas los niveles fueron 0, 100 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup> y en el caso de las leguminosas se aplicaron 0, 50 y 100 kg de P ha<sup>-1</sup>. Las barras verticales indican desvíos estándar de las medias.



### CONCLUSIONES

La pastura con pasto ovillo, acompañado con niveles medios de fertilización nitrogenada, se muestra como una buena alternativa forrajera para mejorar la productividad del estrato herbáceo de los sistemas

silvopastoriles de ñire, mientras que el trébol rojo logra una buena implantación y productividad pero en este sitio debe ir acompañado de agregado de una lámina de riego para alcanzar su máximo potencial. Se destaca también que el estrato natural de la zona puede incrementar su productividad hasta cuatro veces con el solo agregado de fertilizante nitrogenado, llegando a un tope máximo de 5729 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en caso de agregar riego y la máxima dosis de fertilizante.

### FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En el marco del presente proyecto, se obtuvo una beca CIN “Estímulo a la Vocación Científica” para el año 2012-2013 donde el alumno de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Santiago Sosa Lovato trabajó bajo el tema: “Implantación de gramíneas forrajeras en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*” obteniendo una evaluación satisfactoria y su posterior renovación para el año 2013-2014 bajo el tema: “Implantación de leguminosas forrajeras en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*” la cual todavía se encuentra en período de ejecución.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bahamonde, H. A., Peri, P. L., Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V. 2009. Variaciones microclimáticas en bosques primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en dos clases de sitio en Patagonia Sur. Actas 1º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina 14-16 Mayo 2009. Pp. 289-296.
- Christiansen, R., Mayo, J. P., Alvarado, C., Rubinich, J. M. 2007. Informe de Avance: Ensayo de Adaptación de especies forrajeras en estancia Cancha Carreras, zona de Río Turbio, Santa Cruz. UNPA-UART.
- Devkota, N. R., Kemp, P. D., Hodgson, J. 1997. Screening Pasture Species for shade tolerance. Proc. Agron. Soc. New Zealand 27: 119-128.
- Diehl, P., Mazzarino, M. J., Fontenla, S. 2008. Plant limiting nutrients in Andean-Patagonian woody species: Effects of interannual rainfall variation, soil fertility and mycorrhizal infection. Forest Ecology and Management, 255: 2973-2980.
- Gargaglione, V. 2011. Dinámica de macro nutrientes en bosques de *Nothofagus antarctica* creciendo en distintas condiciones en Patagonia Sur. Tesis de Doctorado de Ciencias Agrarias. UBA. Facultad de Agronomía. Aprobada y defendida el 9 sep de 2011.
- Ivancich, H., Martínez Pastur, G., Peri, P. L. 2011. Modelos forzados y no forzados para el cálculo de índice de sitio en bosques de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur. Bosque 32 (2): 135-145.
- Maddaloni, J., Ferrari, L. 2001. Forrajeras y Pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. Universidad Nacional de Lomas de Zamora – INTA, NesDan SRL, Capital Federal.
- Morecroft, M. D., Taylor, M. E., Oliver, H. R. 1998. Air and Soil microclimates of deciduous woodland compared to an open site. Agricultural and Forest Meteorology, 90: 141-1566.

- Peri, P. L. 2005. Patagonia Sur - Sistemas silvopastoriles en ñirantales. IDIA XXI 5(8), 255-259.
- Peri, P. L., Sturzenbaum, M. V., Monelos, L., Livraghi, E., Christiansen, R., Moreto, A., Mayo, J. P. 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Pp 10 en Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Silvicultura Bosque Nativo. Corrientes, 6 al 9 de Septiembre 2005.
- Peri P. L., 2009. Sistemas Silvopastoriles en Patagonia: revisión del conocimiento actual. Pp.10-26 en Actas del 1° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 14-16 Mayo, Misiones, Argentina.
- Peri, P. L., Mayo, J. P., Christiansen R. 2012. Producción y calidad del pastizal mejorado con trébol blanco en sistemas silvopastoriles de ñire en Patagonia. Proceedings of the 2nd National Congress of Silvopastoral Systems, Santiago del Estero, Argentina. INTA Editions, pp 70-75
- Peri, P., Ormaechea, S. 2013. Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo. Ediciones INTA, 2013. ISBN 978-987-679-219-6.
- Scholes, R. J., Archer, S. R. 1997. Tree-grass interactions in Savannas. Annual Review of Ecology Systems, 28: 517-544.
- Veblen, T.T., Donoso, C., Kitzberger, T., Rebertus, A.J. 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. Pp. 293-353 en: Veblen, T., Hill, R., Read, J. (Eds.) The Ecology and Biogeography of *Nothofagus* Forests, Yale University Press, New Haven.