



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

Mejora del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*: Evaluación de especies forrajeras

Gargaglione, V¹.; Peri, P.L.; Sosa Lovato, S.; Bahamonde, H.; Mayo, J. P.; Christiansen, R.

Resumen

Actualmente el 70% de los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) en Patagonia están siendo utilizados como sistemas silvopastoriles (SSP). Este trabajo evaluó la producción de especies forrajeras y el estrato herbáceo natural en SSP de ñire con diferentes condiciones hídricas y de fertilización. El estudio se ubicó en el SO de Santa Cruz, en un SSP de ñire donde se instalaron 12 parcelas de 6 x 6 m sembradas con *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, en un diseño de parcelas divididas con 3 repeticiones. Dentro de cada parcela se aplicaron dos niveles de riego (secano vs. irrigado) y tres niveles de fertilización, agregando 0, 100 y 200 Kg de N ha⁻¹ en el caso de las gramíneas y 0, 50 y 100 kg ha⁻¹ de P para leguminosas. A su vez, se instalaron tres parcelas testigo con estrato herbáceo natural con 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. La mayor producción se obtuvo con *Dactylis glomerata* con riego y nivel medio de fertilización (6347 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) seguido por el estrato herbáceo natural con riego y máximo nivel de fertilización (5729 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) y *Trifolium pratense* con riego y sin fertilizante (5207 kg ha⁻¹ año⁻¹). *Trifolium repens* en secano obtuvo significativamente el menor valor de producción de biomasa (394 kg MS ha⁻¹ año⁻¹). *Dactylis glomerata* se muestra como una buena opción para mejorar la productividad de estos sistemas silvopastoriles, como así también fertilizar el estrato herbáceo natural. Este tipo de información permite evaluar el potencial mejoramiento productivo de los SSP en la región.

Palabras claves: *Dactylis glomerata*, bosque nativo, Patagonia, ñire.

Evaluation of different pasture species to improve dry matter production in *Nothofagus antarctica* silvopastoral systems

Abstract

Patagonian *Nothofagus antarctica* (ñire) forest are usually used as silvopastoral systems (SPS). A split-split plot experiment was conducted in SW Santa Cruz, Argentina, to study the effects of water status and fertilization on dry matter production of four forage species and natural pasture growing in a SPS. This study was carried out in ñire forest with silvopastoral use where 12 plots of 6 x 6 m were sown with *Bromus catharticus*, *Dactylis gomerata*, *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* individually in each plot (n=3), and another three plots with natural understory were selected as control. Each plot was divided into two irrigation levels, and sub-divided in three levels of fertilizer application: low, medium and high. Levels for grasses were 0, 100 and 200 kg of N ha⁻¹ and for legumes were 0, 50 and 100 kg P ha⁻¹. All species achieved a good establishment with the only exception of *Bromus catharticus*. Significant differences were found according to specie, water condition and fertilizer level, where *Dactylis glomerata* under irrigation and 100 kg N ha⁻¹ obtained the highest biomass production (6347 kg MS ha⁻¹ year⁻¹), followed by natural grasses under irrigation and 200 kg N ha⁻¹ (5729 kg DM ha⁻¹ year⁻¹) and *Trifolium pratense* under irrigation (5207 kg DM ha⁻¹ year⁻¹). In contrast, the lowest production was for *Trifolium repens* in rainfed (394 kg DM ha⁻¹ año⁻¹). *Dactylis glomerata* showed as a good option to improve *N. antarctica* silvopastoral production, as well fertilized natural understory grasses.

Key words: *Dactylis glomerata*, native forest, Patagonia, ñire.

¹ INTA EEA Santa Cruz-UNPA, Mahatma Gandhi 1322 CP 9400 Río Gallegos, e- mail: gargaglione.veronica@inta.gob.ar

Introducción

Actualmente se estima que el 70 % de los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) se utilizan como sistemas silvopastoriles de manera extensiva (Peri, 2009). La productividad del estrato herbáceo suele estar condicionada por la calidad de sitio y la cobertura de copas que condiciona la cantidad de luz que llega al sotobosque (Scholes y Archer, 1997, Peri, 2009, Gargaglione et al., 2014). En este sentido, 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 et al., 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 australes carece de precedentes. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción y calidad de distintas 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 coetáneo en fase de crecimiento óptimo (41 ± 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 de $5,9^{\circ}\text{C}$ 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 (Gargaglione, 2011).

En una rodal de 0,4 ha cercado con alambrado perimetral, 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* var. Fierro Plus INTA (cebadilla criolla), *Trifolium pratense* var. Quiñequeli (trébol rojo) y *Trifolium repens* var. 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. Para cada especie se instalaron parcelas de 6×6 m ($n=3$), cada una dividida en dos sub-parcelas de 6×3 m aplicando a un lado riego (aplicado

semanalmente en diciembre-enero cada 12 días), lámina total aplicada de 90 mm) y la otra mitad, en secano. Dentro de estas sub-parcelas se instalaron tres sub-sub-parcelas correspondiendo a tres niveles de fertilizante aplicado durante dos años consecutivos. El nivel de fertilizante para el caso de las gramíneas constó de 0, 100 y 200 Kg de N ha^{-1} en forma de urea y para el caso de las leguminosas fue de 0, 50 y 100 Kg de P ha^{-1} aplicado como superfosfato. Además, se instalaron tres parcelas con el estrato herbáceo natural con los mismos tratamientos a modo de testigo comparativo, fertilizado con urea debido a que el 90% de la composición eran gramíneas (*Poa pratensis*, *Agrostis tenuis*, *Deschampsia flexuosa*, y *Dactylis glomerata*, entre otras). La siembra se realizó al voleo, luego de un laboreo superficial con rotovactor, a una densidad de: pasto ovillo 12 kg ha^{-1} , *Bromus catharticus* 14 kg ha^{-1} , trébol rojo 6 kg ha^{-1} y trébol blanco a 3 kg ha^{-1} durante la primavera del 2011. La productividad se midió mediante cortes de biomasa con un marco de $0,1 \text{ m}^2$ en pico de biomasa (fin de 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 ANOVA 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* el cual no logró establecerse, por lo que no fue considerada para los posteriores análisis. Se encontraron diferencias significativas debido a efectos de los factores especie, agua y fertilización, como así también interacciones entre factores (Tabla 1). El mayor valor de biomasa se observó

en el tratamiento de pasto ovillo con riego y nivel medio de fertilización (6347 kg MS ha^{-1}), seguido por el estrato herbáceo natural con riego y máximo nivel de fertilización (5729 kg MS ha^{-1}) y trébol rojo con riego y sin fertilizante (5207 kg MS ha^{-1}). En el otro extremo, el trébol blanco en secano obtuvo significativamente la menor producción de biomasa (394 kg MS ha^{-1}).

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 con dos niveles de agua (con riego y seco) y tres niveles de fertilización (bajo, medio y alto) en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en el S.O. de la provincia de Santa Cruz. La fertilización correspondió a tres niveles de nitrógeno para las gramíneas (0, 100 y 200 kg de N ha⁻¹) y tres niveles de fósforo para las leguminosas (0, 50 y 100 kg de P ha⁻¹).

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
Fertilización	2	7,98	0,0015
Agua* especie	3	4,29	0,0441
Agua * Fertilización	2	3,77	0,0337
Especie* Fertilización	6	6,58	0,0001
Agua* Especie *Fertilización	6	1,67	0,1616

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 para ambos tratamientos de disponibilidad hídrica (con riego y sin riego), alcanzando aproximadamente 1000 kg MS ha⁻¹, mientras que al aumentar la cantidad de fertilizante aumentó la producción

de materia seca, alcanzando un máximo de 6347 kg MS ha⁻¹ en el tratamiento con 100 kg de N ha⁻¹ y riego. 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⁻¹. Asimismo, si bien no se encontraron diferencias entre los tratamientos con riego y seco,

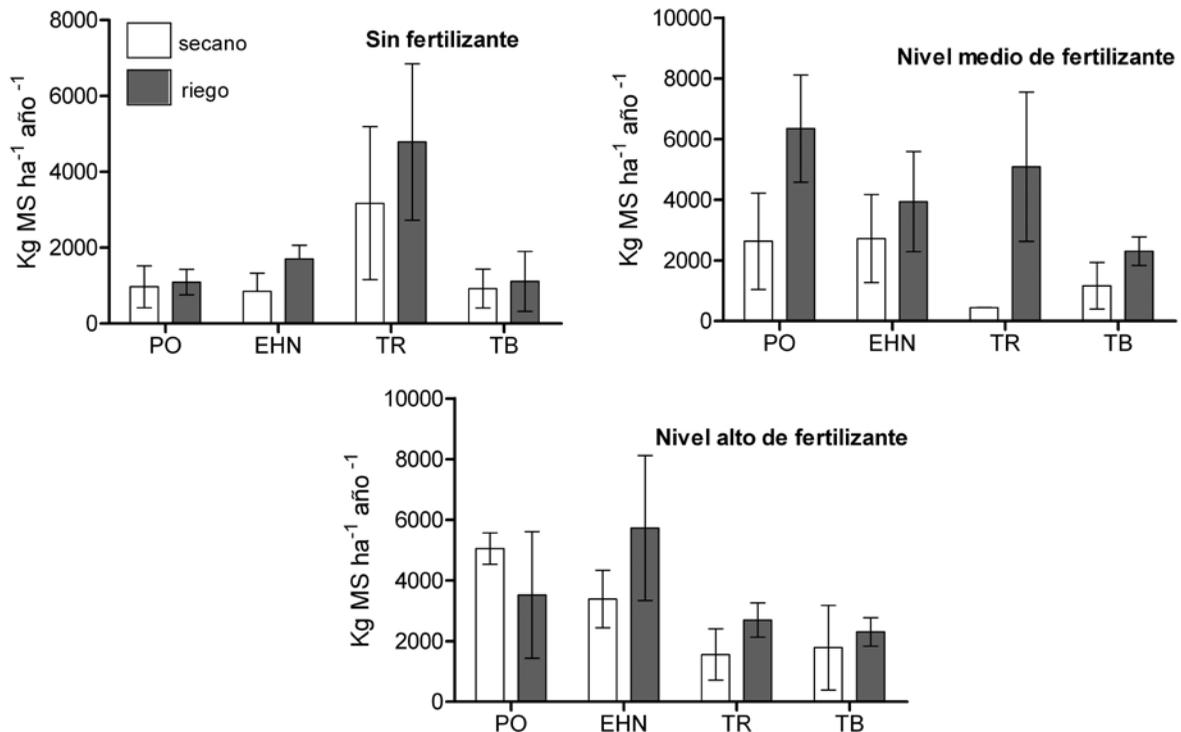


Figura 1. Producción en materia seca por año de tres especies implantadas en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* al S.O. de la provincia de Santa Cruz y el estrato herbáceo natural de la zona. Las especies evaluadas fueron pasto ovillo (*Dactylis glomerata*, PO), trébol rojo (*Trifolium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

sí hubo una interacción positiva entre el nivel de agua y el fertilizante, siendo mayor la producción con niveles medios de fertilizante y riego. Para el caso del estrato herbáceo natural (EHN), la máxima producción en todos los casos se dio bajo el tratamiento con riego, aunque estas diferencias no fueron significativas (Figura 1). En contraste, se encontraron diferencias significativas según el nivel de fertilizante, siendo mayor la producción con dosis medias y altas de N. En este sentido, la mínima producción se observó en el tratamiento sin fertilización y sin riego (852 Kg MS ha⁻¹) mientras que la máxima (5729 kg MS ha⁻¹) se obtuvo con 200 kg de N ha⁻¹ y riego (Figura 1). 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 mayor cantidad de forraje que las parcelas en secano (Figura 1, TR). En contraste, no hubo diferencias en cuanto al nivel de P agregado. Para esta especie, la mayor producción se obtuvo bajo riego (5088 kg MS ha⁻¹). Finalmente, para el trébol blanco no se encontraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos de agua y fertilizante, aunque se observó una tendencia de mayor producción bajo riego (alrededor de 2300 kg de MS ha⁻¹), siendo en todos los casos inferior a la observada para las otras forrajeras y el EHN.

Discusión

Los valores de producción de materia seca del estrato herbáceo natural encontrados en este trabajo en secano y sin fertilización (852 kg ha⁻¹), se encuentran entre los valores informados para ñirantales del sur de Patagonia. Por ejemplo, Bahamonde et al (2012) encontraron productividades de entre 240 y 1025 kg de MS ha⁻¹ para la provincia de Santa Cruz y de entre 350 y 1649 kg de MS ha⁻¹ para Tierra del Fuego, dependiendo de la cobertura de copas y la calidad de sitio. Sin embargo, en el presente estudio se encontró que la fertilización nitrogenada produjo importantes incrementos en la producción de biomasa del estrato herbáceo natural (2719 y 3388 Kg de Ms ha⁻¹ para 100 y 200 kg de N ha⁻¹, respectivamente). En este sentido, es importante destacar que en este sitio de estudio el estrato herbáceo natural de la zona ya cuenta con forrajeras que fueron introducidas durante el siglo anterior. Entre ellas se destacan el propio pasto ovillo y *Poa pratensis*, las que responden muy activamente a la aplicación de fertilización nitrogenada, especialmente el pasto ovillo el cual incrementó su producción de biomasa y además, su porcentaje de cobertura. Este incremento del pasto ovillo sería el que explicaría el importante aumento en productividad que mostró el estrato herbáceo natural al aplicar fertilización. Estos resultados indicarían que una forma rápida de mejorar la productividad en sitios donde ya se encuentran forrajeras exóticas preestablecidas, es la de fertilizar con nitrógeno. Por otra parte, en este estudio se observó que la implantación de una pastura de pasto ovillo pura puede ser una buena alternativa para incrementar la productividad de estos sistemas, ya que esta especie presentó altos niveles de producción tanto en riego como en secano, aunque debe ser acompañada con fertilización nitrogenada, siendo el nivel óptimo a aplicar el de 100 kg de N ha⁻¹, ya que no se encontraron diferencias significativas en biomasa acumulada ante dosis mayores de fertilizante. En el caso de las leguminosas, el trébol rojo se muestra también

como una buena alternativa para estos sistemas, aunque en este caso debe pensarse en acompañar la pastura con riego, ya que en secano no se obtuvieron buenos rendimientos. Asimismo, no se encontraron diferencias entre los niveles de fertilizante para las leguminosas, indicando que los suelos de estos bosques no serían deficientes en fósforo para estas pasturas. Existen pocos antecedentes en Patagonia Sur de implantación de forrajeras en sistemas silvopastoriles. Mayo et al. (2014) realizaron un ensayo con una pastura mezcla de trébol blanco y pasto ovillo bajo distintas condiciones hídricas y lumínicas y encontraron que las pasturas bajo riego produjeron 6929 kg MS ha⁻¹, un 84% más que los tratamientos en secano (3761 Kg MS ha⁻¹). Asimismo estos autores informaron que las parcelas creciendo con un 25% de transmisividad lumínica obtuvieron significativamente menor cantidad de biomasa que las parcelas con 100% de transmisividad, pero no encontraron diferencias significativas entre el 100 y el 50% transmisividad lumínica, lo que demuestra que estas especies son muy aptas para implantar en sistemas silvopastoriles (Mayo et al., 2014). Por su parte, Hansen et al. (2013) trabajando con sistemas silvopastoriles de ñire en la Pcia. de Chubut, realizaron una siembra al voleo con una mezcla de pasto ovillo, *Festuca* sp. y trébol rojo, y encontraron un aumento en la productividad del estrato herbáceo de 172 kg MS ha⁻¹ a 2178 kg MS/ha. Si bien este incremento en la productividad es muy importante, en valores absolutos la biomasa obtenida por fue inferior a las encontradas en este estudio. Esto puede deberse a que estos autores no realizaron fertilización o bien a que se trata de sitios con un mayor déficit hídrico. En este sentido, debido a la gran diversidad de ambientes en los que el ñire se desarrolla y por ende se emplazan los sistemas silvopastoriles, sería conveniente realizar ensayos en una mayor variedad de sitios a fin de poder confirmar o enmarcar los resultados encontrados en este estudio.

Conclusiones

La pastura con pasto ovillo, acompañado con niveles medios de fertilización nitrogenada, se muestra como una buena alternativa forrajera para mejorar la productividad de los sistemas silvopastoriles de ñire, mientras que el trébol rojo logra una buena implantación y productividad pero en este sitio debe ir acompañado con riego para alcanzar su máximo potencial. Se

destaca también que el estrato natural de la zona, que contiene pasto ovillo naturalizado, puede incrementar su productividad hasta tres veces con el solo agregado de fertilizante nitrogenado, alcanzando niveles de más de 5500 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en caso de agregar riego y la máxima dosis de fertilizante.

Bibliografía

- Bahamonde, H., Peri, P.L., 2012. Producción del pastizal bajo un corte mensual en bosques de ñire bajo uso silvopastoril. Actas 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 122-127. Ediciones INTA, Santiago del Estero, 9 al 11 de Mayo de 2012. ISBN: 978-987-679-123-6.
- 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.
- Gargaglione, V., Peri, P.L., Rubio, G. 2014. Tree–grass interactions for N in *Nothofagus antarctica* silvopastoral systems: evidence of facilitation from trees to underneath grasses. Agroforestry systems 88 (5): 779-790.
- Hansen, N., Ríos, C., Dromaz, M., De María, G., Rêo, G., von Müller, A., Lloyd, C., Raso, M., Buduba, C., Fetherson, S. 2013. Ejecución de prácticas de manejo silvopastoril en bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas II Jornadas Forestales de Patagonia Sur- 2º Congreso Internacional Agroforestal Patagónico, El Calafate, Santa Cruz Argentina, 16 y 17 de Mayo.
- 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.
- Mayo, J.P., Christiansen, R., Cabrera, M.L., Cosio, A.E., Ferrari, L. 2014. Evaluación de la productividad potencial de una pastura de *Trifolium repens* L. y *Dactylis glomerata* L., bajo diferentes niveles de sombra y sin restricción hídrica. Resultados preliminares. Actas 3º Encuentro de Investigadores de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Turbio, Santa Cruz, 17 de Octubre de 2014 (actas en CD).
- Peri P. L., 2009. Sistemas Silvopastoriles en Patagonia: revisión del conocimiento actual. Pp.10-26 en Actas del 1º 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