



XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles
URUGUAY 2023

Sistemas Silvopastoriles

Hacia una diversificación sostenible



XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles

II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

IV Seminario Seminario Nacional de Sistemas Silvopastoriles

Montevideo, Uruguay 2023

V Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles

Buenos Aires, Argentina 2023



Sistemas silvopastoriles

Hacia una diversificación sostenible

Editores

Julián E. Rivera
Carolina Viñoles
Jean Fedrigo
Adriana Bussoni
Pablo Peri
Luis Colcombet
Enrique Murgueitio
Andrea Quadrelli
Julián Chará

CIPAV

Red Global de Sistemas Silvopastoriles

XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles

II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

IV Seminario Seminario Nacional de Sistemas Silvopastoriles

Montevideo, Uruguay

V Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles

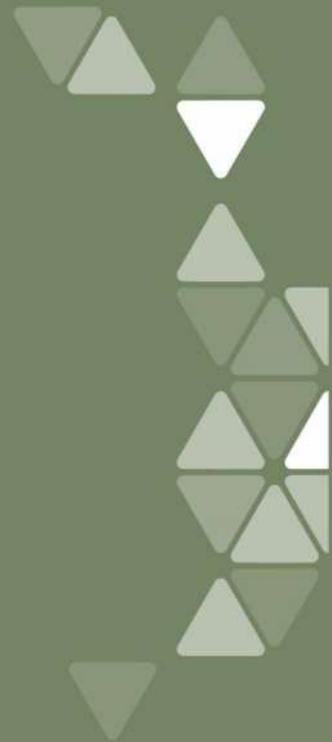
Buenos Aires, Argentina

ISBN: 978-628-95190-5-1

Cali – Colombia

Octubre de 2023

Editorial CIPAV © 2023





**XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles**
II CONGRESO DE LA RED GLOBAL DE
Sistemas Silvopastoriles
IV Seminario Nacional de Sistemas Silvopastoriles
MONTEVIDEO, URUGUAY 2023

INICIO
CRÉDITOS
COMITÉS
CONTENIDO
SESIÓN I
SESIÓN II
SESIÓN III
SESIÓN IV
ANEXOS



PATROCINADORES DIAMANTE



PATROCINADOR PLATINO



PATROCINADOR ORO



PATROCINADORES PLATA



PATROCINADORES BRONCE



PATROCINADORES FRIENDLY



P. SOLIDARIO APOYAN





XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles

URUGUAY 2023

INICIO
CRÉDITOS
COMITÉS
CONTENIDO
SESIÓN I
SESIÓN II
SESIÓN III
SESIÓN IV
ANEXOS



V CONGRESO NACIONAL SISTEMAS SILVOPASTORILES BUENOS AIRES 2023

ORGANIZAN:



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

.UBA **agronomía**
FACULTAD DE AGRONOMÍA



PROGRAMA
NACIONAL
FORESTALES

AUSPICIAN:

Dirección Nacional
de Bosques

Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible



Argentina

Dirección Nacional de
Desarrollo Foresto Industrial

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina



DERECHO
FUTURO

MINISTERIO DE
DESARROLLO
AGARIO



papel prensa s.a.



SECRETARÍA
DE BOSQUES

Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sostenible





XII CONGRESO INTERNACIONAL
Sistemas Silvopastoriles
URUGUAY 2023

INICIO
CRÉDITOS
COMITÉS
CONTENIDO
SESIÓN I
SESIÓN II
SESIÓN III
SESIÓN IV
ANEXOS

TÍTULO

SISTEMAS SILVOPASTORILES: HACIA UNA DIVERSIFICACIÓN SOSTENIBLE

EDITORES

Julián E. Rivera
Carolina Viñoles
Jean Fedrigo
Adriana Bussoni
Pablo Peri
Luis Colcombet
Enrique Murgueitio
Andrea Quadrelli
Julián Chará

FOTOGRAFÍA PORTADA

Plataforma Interdisciplinaria de Largo Plazo para la Investigación, Docencia y Extensión en Sistemas Silvopastoriles en Uruguay (detalles pg 471).

Jean Fedrigo

Plantación en filas dobles de *Eucalyptus dunnii*, 55 meses de edad, Florida, Uruguay.

Adriana Bussoni

Sistema silvopastoril con Álamo. Delta del Paraná, Argentina.

Pablo Peri

DISEÑO GRÁFICO

José Antonio Riascos de la Peña

ISBN

978-628-95190-5-1

© 2023. CIPAV

Para citar este documento

Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. 2023. Sistemas Silvopastoriles: Hacia una Diversificación Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia.

Ficha catalogación

Sistemas silvopastoriles: hacia una diversificación sostenible / Rivera, Julián; Viñoles, Carolina; Fedrigo, Jean; Bussoni, Adriana; Peri, Pablo; Colcombet, Luis; Murgueitio, Enrique; Quadrelli, Andrea; Chará, Julián. -- Cali, CIPAV, 2023

Libro digital descargable Formato PDF

Tamaño 22 Mb

ISBN 978-628-95190-5-1

1.Sistemas silvopastoriles. -- 2. Producción agropecuaria. -- 3. Sistemas sostenibles. -- 4. Producción sostenible. -- 5. Pastoreo. -- 6. Silvicultura -- I. Julián Rivera, Carolina Viñoles, Jean Fedrigo, Adriana Bussoni, Pablo Peri, Luis Colcombet, Enrique Murgueitio, Andrea Quadrelli, Julián Chará. -- II. Título

634.99 CD 21

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.

Evaluación de distintas especies forrajeras como alternativa para incrementar la producción herbácea en sistemas silvopastoriles de ñire

Evaluation of different pasture species to improve dry mater production in ñire's silvopastoral systems

V. Gargaglione^{1,2,3}; P. L. Peri; J. P. Mayo; R. Christiansen

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

² Universidad Nacional de la Patagonia Austral,

³ CONICET

Resumen

En Santa Cruz, el 70% de los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) son utilizados como sistemas silvopastoriles (SSP). Para incrementar su productividad, se evaluó la producción de especies forrajeras comparadas con el estrato herbáceo natural, en dos niveles hídricos y tres niveles de fertilización. El estudio se ubicó en el SO de Santa Cruz (Patagonia, Argentina) 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 hídricos (secano vs. irrigado) y tres niveles de fertilización: 0, 100 y 200 Kg de N ha⁻¹ para gramíneas y 0, 50 y 100 kg ha⁻¹ de P para leguminosas. También se instalaron tres parcelas testigo en estrato herbáceo natural con los mismos tratamientos. Se realizaron mediciones durante tres años. Luego de un año de instalación, se encontraron diferencias significativas según la especie, el nivel hídrico y nivel de fertilizante. La mayor producción la obtuvo la pastura de *D. glomerata* con riego y 100 Kg de N ha⁻¹ (6347 kg MS ha⁻¹), seguido por el estrato herbáceo natural con riego y 200 Kg de N ha⁻¹ (5729 kg MS ha⁻¹) y *T. pratense* con riego y 50 kg P ha⁻¹ (5207 kg ha⁻¹). Luego de dos años, se encontraron diferencias significativas solamente para especie y nivel de fertilizante, obteniendo la mayor biomasa *T. pratense* con 50 kg P ha⁻¹ (8489 kg MS ha⁻¹), *D. glomerata* con 200 Kg de N ha⁻¹ (5985 kg MS ha⁻¹), estrato natural con 100 Kg de N ha⁻¹ (3883 kg MS ha⁻¹) y trébol blanco sin fertilizante (3095 kg MS ha⁻¹). Tanto *D. glomerata* como *T. pratense* se muestran como buenas opciones para mejorar la productividad de estos SSP. Por otra parte, fertilizar el estrato natural permitió incrementar su producción de 852 a 3388 kg MS ha⁻¹ al año y de 1772 a 3883 kg MS ha⁻¹ al segundo año, lo cual demuestra que estos sistemas responden muy bien a un

INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

incremento de nitrógeno en el suelo. Este tipo de información sirve como herramienta para incrementar la productividad de los SSP en la región.

Abstract

In Santa Cruz, 70% of *Nothofagus antarctica* forests (ñire) are used as silvopastoral systems (SPS). To increase understory productivity, introduction of forage species vs. natural understory under two levels of irrigation and three levels of fertilization were evaluated. This study was carried out in ñire forest under silvopastoral use where a split-split plot experiment was conducted. Twelve plots of 6 x 6 m were sown with *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* and *Trifolium pratensis* individually in each plot (n=3), and another three plots with natural understory vegetation were selected as control. Each plot was divided into two irrigation levels, and subdivided in three levels of fertilizer application: low, medium and high. Levels for grasses were 0, 100 y 200 kg de 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 *B. catharticus*. Measurements were made for two years. After first year, significant differences were found according to specie, water and fertilizer levels, where *D. glomerata* under irrigation and 100 kg N ha⁻¹ had 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 MS ha⁻¹ year⁻¹), and *T. pratense* under irrigation (5207 kg ha⁻¹ year⁻¹). In contrast, after two years of treatments, only significant differences were found according to specie and level of fertilization, where *T. pratense* with 50 P ha⁻¹ had the highest production (8489 kg MS ha⁻¹) followed by *D. glomerata* with 200 Kg de N ha⁻¹ (5985 kg MS ha⁻¹), natural understory with 100 Kg de N ha⁻¹ (3883 kg MS ha⁻¹) and *T. repens* without fertilization (3095 kg MS ha⁻¹). Our results indicate that *D. glomerata* and *T. pratense* improved understory SPP production. Likewise, fertilization of natural understory could increase their production from 852 to 3388 kg MS ha⁻¹ after one year and from 1772 to 3883 kg MS ha⁻¹ after two years, indicating that these systems reacted to soil N increase. This kind of information is useful as tool to increase understory production in austral ñire SSP.

Palabras claves: *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, bosque nativo, Patagonia, *Nothofagus*.

Key words: *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, native forest, Patagonia, *Nothofagus*.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Introducción

Nothofagus antarctica es una especie del bosque nativo andino patagónico que se extiende desde los 46° hasta los 56° de latitud Sur en Argentina y Chile. En la provincia de Santa Cruz, es la segunda especie en abundancia y su principal uso es mediante la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) en donde el ganado ovino o bovino pastorea el estrato herbáceo que crece en el sotobosque (Peri y Ormaechea, 2013). La productividad del estrato herbáceo suele estar condicionada por la calidad de sitio y la cobertura de copas que influye en 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. Asimismo, dado el contexto actual de cambio climático, existe una tendencia a incrementar la intensificación de los sistemas a fin de obtener mayor rendimiento por unidad de superficie, implementando distintas estrategias como ser el uso de fertilización y riego, para aumentar la productividad. Actualmente, son escasos los estudios que evalúen mejoras del estrato herbáceo de los SSP, ya sea mediante implantación de especies adaptadas a la sombra, como otras opciones como ser el uso de fertilización y riego en Santa Cruz (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 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 baja, de alrededor del 5% (Gargaglione y Peri, 2015). 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 SSP es 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 especial durante la primavera, donde las bajas temperaturas condicionan la mineralización del N (Bahamonde *et. al.*, 2013). En este sentido, una práctica común para la mejora de la productividad forrajera es la fertilización, una herramienta que podría también incrementar la productividad del sotobosque de estos sistemas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

producción de especies forrajeras en SSP 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.

En un rodal de 0,4 ha cercado con alambrado perimetral, se realizó un raleo de árboles hasta dejar un 50% de cobertura de copas para establecer un SSP. Las especies implantadas fueron *Dactylis glomerata* variedad Porto nacional (pasto ovilla), *Bromus catharticus* var. Fierro Plus INTA (cebadilla criolla), *Trifolium pratense* var. Quiñe quelí (trébol rojo) y *Trifolium repens* var. Nimbus (trébol blanco). El diseño constó de parcelas sub-divididas con estructura completamente aleatoria teniendo como principal factor 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 x 6 m ($n=3$), cada una dividida en dos sub-parcelas de 6 x 3 m aplicando a un lado riego (aplicado semanalmente de diciembre-enero y cada 12 días durante la temporada de crecimiento, 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 ovilla 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 m^2 en pico de biomasa (fin de enero) durante tres años consecutivos: 2011, 2012



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

y 2013. 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

Al finalizar la primera temporada de crecimiento, es decir a fines del primer verano, se observó una buena implantación de las especies, con excepción de *Bromus catharticus* el cual no logró establecerse, por lo que no fue considerada para los posteriores análisis. Luego de transcurrido un año desde la siembra, se encontraron diferencias significativas en la producción de materia seca del sotobosque entre el factor especie, agua y fertilización, como así también interacciones significativas entre los tratamientos agua y fertilizante (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado de análisis de la varianza de la biomasa acumulada comparando las especies implantadas (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Dactylis glomerata*) y el estrato herbáceo natural con dos niveles de agua (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⁻¹) y tres niveles de fósforo para las leguminosas (0, 50 y 100 kg de P ha⁻¹).

Factor de Variación	Primer año			Segundo Año		
	gdl	Valor F	Valor p	gdl	Valor F	Valor p
Modelo	39	3,52	0,0002	39	5,41	<0,0001
Especie	3	8,89	0,0063	3	9,23	0,0056
Agua	1	34,39	0,0004	1	0,76	0,4086
Fertilizante	2	9,15	0,0007	2	13,34	0,0001
Agua* especie	3	4,48	0,0399	3	0,34	0,7985
Agua * Fertilizante	2	4,6	0,0175	2	1,22	0,3077
Especie* Fertilizante	6	6,17	0,0002	6	2,53	0,0404
Agua* especie *Fertilizante	6	1,86	0,1196	6	0,4	0,875

El mayor valor de biomasa lo obtuvo la pastura de pasto ovillo con riego y nivel medio de fertilización (6347 kg MS ha⁻¹, Figura 1 B), seguido por el estrato herbáceo natural con riego y máximo nivel de fertilización (5729 kg MS ha⁻¹, Figura 1 A) y trébol rojo con riego y sin fertilizante (5207 kg ha⁻¹, Figura 1 C) (Tabla 2).



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

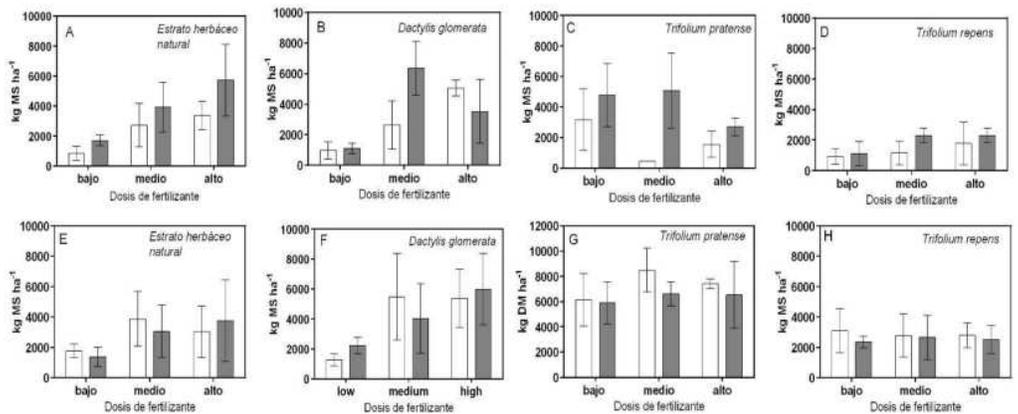


Figura 1. Producción en materia seca de tres especies implantadas (*Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*) y el estrato herbáceo natural de la zona, en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* al SO de la provincia de Santa Cruz, bajo distintos tratamientos hídricos (riego y seco) y tres niveles de fertilización: bajo (sin aplicación), medio y alto. En el caso de gramíneas los niveles aplicados 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. Se muestra la producción luego un año de implantado (A, B, C, D), y dos años de implantado tras (E, F, G y H). Las barras verticales indican desvíos estándar de las medias.

Por otro lado, el trébol rojo y el pastizal natural en seco obtuvieron significativamente la menor producción de biomasa con 419 y 852 kg Ms ha⁻¹, respectivamente (Tabla 2). En contraste al año 1, luego de dos años de implantadas las parcelas, se encontraron diferencias significativas solo entre los factores especie y fertilizante (Tabla 1). En esta oportunidad, la mayor productividad la obtuvo el trébol rojo en nivel medio de fertilizante, con 8489 kg MS ha⁻¹ (Figura 1 G), seguida por pasto ovillo en nivel medio de fertilizante con 5985 kg MS ha⁻¹ (Figura 1 F), el estrato herbáceo natural con 3883 kg MS ha⁻¹ (Figura 1 E) y trébol blanco 3096 kg MS ha⁻¹ (Figura 1 H). Asimismo, el nivel bajo de fertilizante obtuvo significativamente menos producción de biomasa en todas las especies en comparación a los niveles medio y alto (Figura 2).



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Tabla 2. Valores medios de producción de forrajeras implantadas en un sistema silvopastoril de ñire y el estrato natural del sotobosque, evaluados tras un año (2013) y dos años (2014) de aplicación de los tratamientos de siembra, fertilización y riego. En letras cursivas se observan el resultado del test de Tukey, letras diferentes indican diferencias significativas a un valor $p < 0,05$.

	Irrigado			Secano		
Enero 2013	Nivel de Fertilizante			Nivel de Fertilizante		
Tratamiento	bajo	medio	alto	bajo	medio	alto
<i>Estrato natural</i>	1705 abcde	3936 abcdef	5729 ef	852 a	2720 abcdef	3388 abcdef
<i>Pasto ovillo</i>	1093 abc	6347 f	3525 abcdef	969 ab	2635 abcdef	5054 bcdef
<i>trébol blanco</i>	1113 abcd	2305 abcdef	2306 abcdef	923,7 ab	1159 abcd	1783 abcde
<i>trébol rojo</i>	5217 cdef	5256 def	2932 abcdef	2758 abcdef	419 a	1555 abcd
Enero 2014						
<i>Estrato natural</i>	1378 ab	3049 abcde	3762 abcdef	1773 abc	3883 abcdef	3041 abcde
<i>Pasto ovillo</i>	2227 abcd	4033 abcdef	5985 cdefg	1255 a	5475 abcdefg	5370 abcdefg
<i>trébol blanco</i>	2346 abcde	2660 abcde	2503 abcde	2804 abcde	2769 abcde	2801 abcde
<i>trébol rojo</i>	5566 bcdefg	6611 efg	6535 efg	6147 defg	8489 g	7413 fg

El estrato herbáceo natural por su parte, respondió productivamente a los tratamientos de fertilización y riego. Al año posterior de la aplicación de los tratamientos, se encontraron diferencias significativas en la producción de materia seca que incrementó de 852 kg MS ha⁻¹ en el tratamiento sin riego y sin fertilizante a 5729 kg ha⁻¹ en el tratamiento con riego y nivel alto de fertilizante (Tabla 2). Asimismo, al segundo año, el estrato herbáceo natural obtuvo su mayor nivel de producción con la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de N, con 3883 kg MS ha⁻¹ vs. 1772 kg MS ha⁻¹ sin fertilizante.

En cuanto a las leguminosas, para el trébol rojo luego del primer año 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 G). En contraste, no se encontraron patrones definidos en cuanto al nivel de P agregado. Asimismo, durante el año dos, la producción media de esta especie fue alrededor de 6793 kg MS ha⁻¹ y no se encontraron diferencias significativas en su producción según el nivel de fertilización (Figura 1 K). Finalmente, para el trébol blanco, si bien luego del primer año se observó una mayor producción bajo riego y nivel medio de fertilizante, estas diferencias no fueron significativas siendo en general inferior la respuesta observada para las otras forrajeras y el estrato herbáceo natural.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que la incorporación de especies forrajeras como el pasto ovillo, acompañado con un nivel medio de fertilización o el trébol rojo, pueden ser opciones viables para incrementar la productividad del estrato herbáceo de los sistemas silvopastoriles de ñire al sur de Santa Cruz, ya que estas especies en general obtuvieron niveles de producción más altos a los que proporciona el estrato herbáceo natural de la zona. Tras un año de la siembra, el nivel de implantación de pasto ovillo, trébol rojo y trébol blanco fue en general muy bueno, incluso en aquellas parcelas en secano. La condición hídrica (riego y secano) obtuvo respuestas diferentes según el año evaluado. Luego del primer año, se encontraron diferencias significativas en la producción de las pasturas según la condición hídrica, siendo mayor la producción en los tratamientos bajo riego. Sin embargo, al segundo año, no se encontraron diferencias significativas entre riego y secano. Esto puede deberse a que este último fue más húmedo que el anterior o a que las pasturas ya se encontraban mejor establecidas, con un sistema radicular mayor. En contraste, el nivel de fertilización determinó diferencias significativas en la producción de materia seca en los dos años, especialmente en el estrato herbáceo natural y en la pastura de pasto ovillo, en donde se aplicó fertilizante nitrogenado, esto es concordante con Dhiel *et. al.*, (2008) quien postulaba que este nutriente suele ser el más limitante en los bosques andinos patagónicos. Los valores de producción de materia seca del estrato herbáceo natural encontrados en este trabajo en secano y sin fertilización (852 kg/ha), 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. Algo interesante encontrado en el presente estudio fue que la fertilización nitrogenada produjo importantes incrementos en la producción de biomasa del estrato herbáceo natural tanto en secano como bajo riego, incrementando desde 852 (sin fertilización) a 3388 Kg MS ha⁻¹ luego del primer año y de 1772 a 3883 Kg MS ha⁻¹ al segundo año de aplicación. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre los niveles medio y alto de fertilización, con lo cual la aplicación de 100 kg N ha⁻¹ serían suficientes para lograr una respuesta óptima de la pastura. Es importante destacar que en este sitio de estudio el estrato herbáceo natural de la zona ya cuenta con forrajeras que fueron introducidas tiempo atrás por los productores de la zona. Entre ellas se destacan el propio pasto ovillo y *Poa pratensis*, las que responden muy activamente a la aplicación de fertilización nitrogenada (Gargaglione y Peri, 2015). Este incremento del pasto ovillo



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

explicaría el importante aumento en productividad que mostró el estrato herbáceo natural al aplicar fertilización. Gargaglione y Peri (2015) evaluaron los cambios en la composición botánica del estrato herbáceo de un sistema silvopastoril en la provincia de Santa Cruz luego de dos años de la aplicación de fertilización nitrogenada y riego, y observaron que estos tratamientos indujeron la predominancia de *D. glomerata* por sobre las demás especies, disminuyendo por consiguiente la riqueza específica y el índice de diversidad de Shannon en comparación a un sistema de bosque primario. Algo similar ocurrió al agregar fertilizante nitrogenado en seco, siendo en este caso la especie *P. pratensis* la que incrementó en mayor medida su participación en la cobertura vegetal.

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, un 84% más que los tratamientos en seco (3761 Kg MS/ha). 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 se 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 el norte de Patagonia (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 a 2178 kg MS/ha. Este menor incremento en la productividad con respecto al encontrado en este estudio 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 evaluar la respuesta de estrato herbáceo y la implantación de forrajeras en cada caso.

Conclusiones

La implantación de forrajeras en sistemas silvopastoriles de ñire al sur de Santa Cruz, acompañada con fertilización nitrogenada en caso de gramíneas, se muestra como una opción viable para incrementar la productividad del estrato herbáceo de la zona. Las mejores respuestas se obtuvieron con pasto ovillo y nivel medio de fertilización, el cual produjo en seco un 60% y un



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

40% más de materia seca al primer y segundo año de implantación, respectivamente en comparación al estrato herbáceo natural. El trébol rojo también se mostró como una buena opción, aunque en secano el primer año su producción de biomasa fue similar al estrato herbáceo natural, bajo riego logró un 40 % más de producción de biomasa, indicando que se encontraba limitado por agua. Asimismo, al segundo año de implantación, en secano esta forrajera logró obtener un 200% más de biomasa que el estrato herbáceo natural.

El trébol blanco, por su parte, logró implantarse, pero su producción de biomasa no fue muy superior al estrato herbáceo natural, con lo cual debería evaluarse si se justifica su instalación por otras cuestiones, como, por ejemplo, por la mejora de la calidad del alimento para el ganado.

Por último, se destaca también que el estrato natural de la zona puede incrementar su productividad hasta tres veces con el solo agregado de fertilizante nitrogenado, llegando a un tope máximo de $5729 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ cuando el agua no fue limitante. Algo a experimentar también para mejorar el aporte de nitrógeno al estrato herbáceo natural podría ser la implantación de trébol rojo mediante técnicas de intersiembra. De esta manera podría esperarse que el aporte de N que haga la leguminosa incremente la producción de biomasa de las gramíneas de la zona, ya que existe evidencia científica que las mezclas de especies (gramíneas-leguminosas) producen más que el cultivo monoespecífico. Esta sería otra forma de incrementar la productividad del estrato herbáceo natural sin la necesidad de tener que utilizar fertilizantes nitrogenados, lo cual ahorraría pérdidas por volatilización y posibles contaminaciones debido a malas prácticas en la aplicación de fertilizantes

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.
- Bahamonde, H. A., Peri, P. L., Alvarez, R., Barneix, A., Moretto, A., & Martínez Pastur, G. (2013). Silvopastoral use of *Nothofagus antarctica* in Southern Patagonian forests, influence over net nitrogen soil mineralization. *Agroforestry Systems*, 87, 259-271.
- 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. Tree–grass interactions for N in *Nothofagus antarctica* silvopastoral systems: evidence of facilitation from trees to underneath grasses. *Agroforestry systems* 88 (5): 779-790.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

- Gargaglione, V., Peri, P. 2015. Variación en la composición botánica de un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* tras la aplicación de tratamientos de fertilización y riego. Actas del 3º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. 7-9 de mayo de 2015. Iguazú, Misiones, Argentina. Pp. 17-20. ISBN: 978-987-521-611-2.
- Hansen, N., Ríos, C., Dromaz, M., De María, G., Rôo, 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., Chirstiansen, 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.