



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

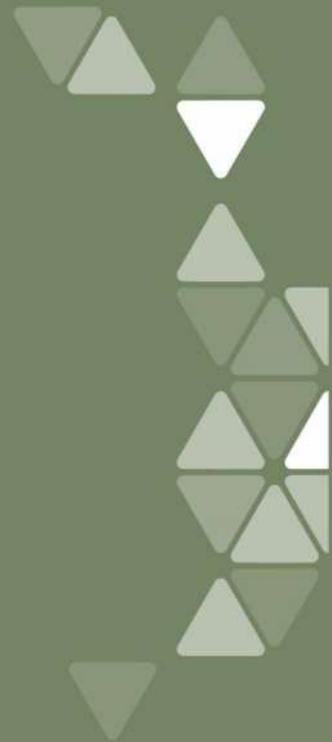
Buenos Aires, Argentina

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

ORGANIZAN

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.

chubut

SECRETARÍA
DE BOSQUES

Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

SALTA
GOBIERNO



IPCV
Instituto de Promoción
de la Carne Vacuna
Argentina



Municipalidad
de Campana
siempre con vos

SAN
FERNANDO
MUNICIPIO

ASOCIACIÓN COOPERADORA
E.E.A DELTA DEL PARANÁ



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 especies forrajeras como alternativa para incrementar la producción en sistemas silvopastoriles de ñire. Parte II: calidad del sotobosque vs. especies implantadas

Evaluation of pasture species to improve dry mater production in ñire'silvopastoral systems. Part II: Quality of natural understory vs. pastures

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, gargaglione.veronica@inta.gob.ar;

² Universidad Nacional de la Patagonia Austral,

³ CONICET

Resumen

Nothofagus antarctica, es la segunda especie en abundancia en la provincia de Santa Cruz y cerca del 70 % de estos bosques son utilizados como sistemas silvopastoriles (SSP). El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del sotobosque del SSP vs. el de pasturas implantadas y su variación ante distintas condiciones de fertilización y riego. Se instalaron 12 parcelas de 6 x 6 m sembradas con *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, y con estrato herbáceo original del sitio (control) 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. Se realizaron mediciones de concentración de nitrógeno y porcentaje de digestibilidad durante dos años consecutivos. *T. pratense* y *T. repens* presentaron las mayores concentraciones de N al año uno y dos, respectivamente. El estrato original del sotobosque incrementó en un 250% la concentración de N con la fertilización. En contraste, las leguminosas no mostraron respuestas a la fertilización con P. En cuanto a la digestibilidad, trébol blanco presentó significativamente los mayores valores durante los dos años consecutivos (80 %), seguido por *T. pratense* (74%), sotobosque original (73 %) y *D. glomerata* (72 %). El nivel hídrico produjo diferencias significativas dependiendo el año, indicando que no siempre el factor agua es el limitante para la calidad del forraje. Asimismo, la aplicación de fertilizante tuvo impacto en los tratamientos con gramíneas, confirmando que el nitrógeno suele ser limitante en estos bosques.

Palabras Claves: *proteína bruta, nitrógeno, forraje, Patagonia.*



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

Abstract

Nothofagus antarctica is the second most abundant species in the province of Santa Cruz and 70 % of these forests are used as silvopastoral systems (SSP). The aim of this work was to evaluate SSP understory quality the SSP vs. implanted pastures, and its variation under different fertilization and irrigation conditions. Twelve 6 x 6 m plots planted with *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, and with original understory (control) were installed in a split-split plot design with 3 replicates. Two water levels (rainfed vs. irrigated) and three fertilization levels were applied: 0, 100 and 200 kg of N ha⁻¹ for grasses and 0, 50 and 100 kg ha⁻¹ of P for legumes. Measurements of nitrogen (%) and digestibility (%) were carried out during two consecutive years. *T. pratense* and *T. repens* had the highest concentrations of N during the first and second year, respectively. Understory increased N concentration by 250 % with fertilization. In contrast, pastures with legumes did not show changes according to fertilization with P. Regarding digestibility, *T. repens* had the highest values during the two consecutive years (80 %), followed by *T. pratense* (74 %), original understory (73 %) and *D. glomerata* (72 %). Water treatment produced significant differences depending on the year, indicating that the water factor is not always the limiting factor for forage quality. Likewise, fertilizer application had an important impact in grass plots, confirming that nitrogen is usually a limiting element in these forests.

Key words: *crude protein, nitrogen, forage, Patagonia.*

Introducción

El ñire (*Nothofagus antarctica*), es la segunda especie en importancia por su cobertura en la provincia de Santa Cruz, en donde el 70 % de estos bosques son utilizados como sistemas silvopastoriles (SSP) con ganado ovino o bovino (Peri y Ormaechea, 2013). La productividad del estrato herbáceo en los SSP 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 y calidad del estrato herbáceo en estos sistemas sería la implantación de especies tolerantes a cierto nivel de sombreado, lo cual determinaría un incremento de la carga animal. El contenido de nitrógeno (N) en las plantas tiene una relación directa con su concentración de proteína bruta (McDonald *et. al.*, 1986), cuya importancia para la producción animal radica en que las necesidades de los tejidos de los rumiantes son cubiertas por los aminoácidos, que son constituyentes básicos de las proteínas. En este



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

sentido, los parámetros más comunes para evaluar la calidad de una pastura son el contenido de proteína bruta (asociado directamente al contenido de N) y la digestibilidad de la materia seca (proporción de la materia seca que es totalmente aprovechada o metabolizada por los animales). Ambos parámetros de calidad pueden fluctuar a lo largo de la temporada de crecimiento vegetativo, asociado a los cambios fenológicos de las plantas a medida que se acercan al momento de floración. Actualmente, si bien existen antecedentes de evaluación de calidad del estrato herbáceo natural (Peri *et. al.*, 2012, Bahamonde *et. al.*, 2012; Peri *et. al.*, 2016), no existen antecedentes de estudios que comparen esta calidad con la que pueda brindar pasturas implantadas en SSP, como así tampoco existen para Santa Cruz estudios que indiquen como es la respuesta de la calidad ante cambios en la precipitación o agregado de fertilización. Generar este tipo de información es importante en el marco de poder tener herramientas para incrementar la productividad de los sistemas silvopastoriles en la región. Dentro de las especies comúnmente conocidas como tolerantes a la sombra se encuentran el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (Maddaloni y Ferrari, 2001; Devkota *et. al.*, 1997). Estas especies han sido ya probadas en la zona con buenos resultados en implantación y producción en zonas de estepa bajo riego (Christiansen *et. al.*, 2007). Por otra parte, si bien existen algunas leguminosas nativas presentes en el sotobosque de bosques de ñire (como *Vicia sativa*), su participación en la biomasa total es inferior al 5% (Gargaglione y Peri, 2015). La incorporación y promoción de leguminosas en estos sistemas sería beneficioso debido a su capacidad de fijar N aportando fertilidad al sitio y una producción de materia seca de alta digestibilidad y contenido de proteína bruta para el ganado. Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue el de evaluar la calidad del sotobosque de un SSP de ñire vs. el de pasturas implantadas bajo distintas condiciones de fertilización y riego. Cabe destacar que el presente trabajo es complementario a otro (Gargaglione *et. al.*, parte I) en donde se presentan los resultados de producción de biomasa tanto del sotobosque como de las pasturas anteriormente mencionadas.

Materiales y métodos

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)



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

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 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 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). Para caracterizarla composición botánica del estrato herbáceo natural de la zona se realizaron 2 transectas de 6 metros cada una, donde se realizó censo de puntos en cada uno de los tratamientos de fertilización, correspondiente a la parcela más pequeña, (total evaluado 12 metros por tratamiento, con tres repeticiones, dadas las tres repeticiones de la parcela principal). En cada transecta se midió la cobertura de especies por el método de intercepción (Levy y Madden, 1933), registrándose cada 10 cm todas las especies interceptadas, o bien la presencia de mantillo o suelo desnudo. Con estos datos se obtuvo el porcentaje de cobertura vegetal, la riqueza específica y el índice de diversidad de Shannon.

La instalación de las parcelas conteniendo pasturas se realizó mediante siembra al voleo, luego de un laboreo superficial con rotovactor, a una densidad de: pasto ovillo 12 kg ha⁻¹, *Bromuscatharticus* 14 kg ha⁻¹, trébol rojo 6 kg ha⁻¹ y trébol blanco a 3 kg ha⁻¹ durante la primavera del 2011. La concentración de N del estrato herbáceo se midió mediante cortes mensuales con un marco de 0,1 m² a lo largo de la estación de crecimiento



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

desde su implantación (2012 hasta enero de 2014). En gabinete, el material fue separado en verde, seco e inflorescencias y secado en estufa a 65° C para obtener el peso seco. De cada muestra se tomaron submuestras de 20 gramos que fueron enviadas para realizar análisis de contenido de nitrógeno total (NT) al Laboratorio LANAQUI de la Universidad Nacional del Sur mediante la técnica de Kjeldahl. La digestibilidad de la materia seca por su parte, fue evaluada en pico de biomasa (enero) en donde se colectaron muestras adicionales, se hizo el mismo procedimiento que para el N, con la diferencia que otros 20 gramos extra fueron enviados al laboratorio de nutrición y calidad de Forrajes de INTA Balcarce.

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

Composición botánica

La cobertura vegetal en las parcelas con estrato herbáceo natural del sotobosque del SSP fluctuó entre el 95 y 98%, no presentando diferencias según la condición hídrica ni tampoco según el nivel de fertilizante aplicado en los dos años (Figura 1A). En cuanto a la composición botánica, las principales especies presentes del grupo gramíneas fueron *Poa pratensis* (41 %) y *Dactylis glomerata* (17%) estando en mucha menor proporción *Trisetum spicatum* (4%), *Deschampsia flexuosa* (1%) y *Bromus unioloides* (1%). En cuanto a las dicotiledóneas, las más abundantes fueron *Taraxacum officinale* (15 %) y *Osmorhiza chilensis* (12%). La proporción de cada una de las especies presentó ligeras variaciones según el tratamiento considerado. Por ejemplo, en las parcelas bajo riego, *P. pratensis* decreció su participación con el incremento de N aplicado, de 41% en el tratamiento sin fertilizante a 24% en el tratamiento con 200 kg N ha⁻¹, mientras que *D. glomerata* aumentó su proporción de 16,4 a 43 % con los mismos niveles de N aplicado. En el caso de las dicotiledóneas, *T. officinale* decreció de 14,9 con 0 N a 9,0% en el tratamiento con 200 kg N ha⁻¹, mientras que *O. chilensis* se mantuvo entre el 12 y 14% en todos los niveles. El resto de las especies presentaron coberturas relativas muy inferiores, como ser *Viola magellanica* (0,5 %), *Vicia sativa* (0,5 %) y *Gallium aparine*, el cual descendió de 2% de cobertura relativa en el tratamiento sin fertilizante a 0,2% en el tratamiento con 200 kg de N ha⁻¹. La riqueza específica presentó una media entre 8 y 10 especies para los distintos tratamientos de N aplicado y el índice de diversidad de Shannon fue de -1,7



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

en el tratamiento sin fertilización y este valor decreció a $-1,44$ para el caso del tratamiento con $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (Figura 1B).

Con respecto a la instalación de las pasturas, todas lograron implantarse con coberturas de entre el 80 y 90%, con excepción de *Bromus catharticus* la cual no prosperó.

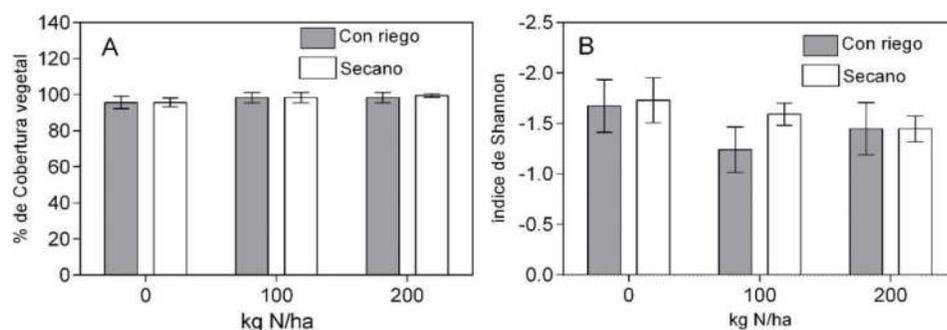


Figura 1. Porcentaje de cobertura vegetal A) y valores de índice de diversidad de Shannon B) correspondientes al estrato herbáceo natural de un sistema silvopastoril de ñire en la provincia de Santa Cruz y su respuesta ante los tratamientos aplicados de riego (90 mm más en la temporada de crecimiento) y tres niveles de nitrógeno: 0, 100 y 200 kg N/ha.

Concentración de nitrógeno

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la concentración de nitrógeno según los factores especie, agua aplicada y fertilización, sus interacciones y según el período de crecimiento (Tabla 2). Las diferencias entre especies se detectaron principalmente en primavera (diciembre de 2012) en donde el trébol rojo presentó significativamente mayores concentraciones de N que el resto (Figura 2), y en la primavera siguiente (diciembre de 2013) donde el trébol blanco fue el que presentó la mayor concentración de N, seguido por trébol rojo y por último las gramíneas (Figura 2). El fertilizante aplicado también influyó en la concentración de N de las especies, dependiendo de la fecha evaluada. Se encontraron diferencias significativas en febrero de 2012, y en enero y marzo de 2013 (Tabla 2) en donde especialmente el pasto ovillo y el estrato herbáceo original creciendo sin fertilizante presentaron significativamente menor concentración de N que aquellas creciendo con los valores medio y alto (Figura 3).



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

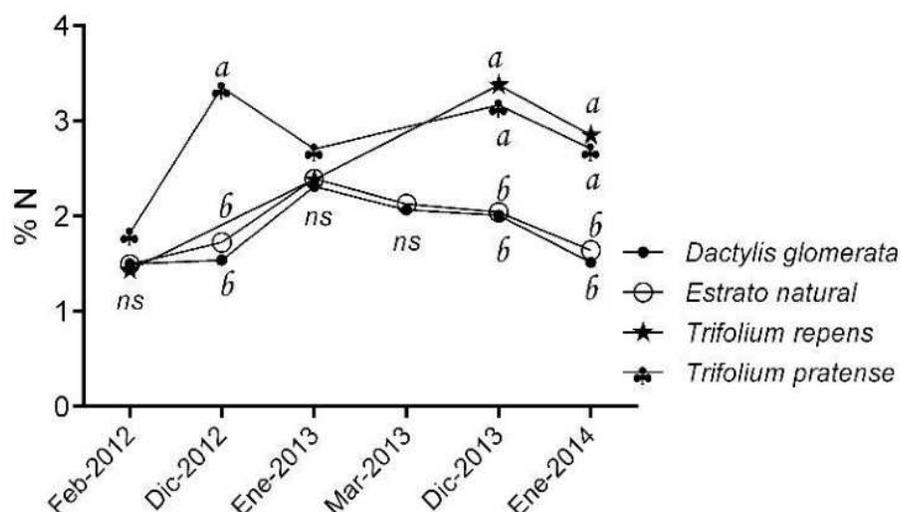


Figura 2. Evolución de la concentración de N en pasturas de *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y el estrato herbáceo natural de la zona, a lo largo de la temporada de estudio desde la implantación hasta dos años después. El estudio se realizó en un sistema silvopastoril de ñire en la provincia de Santa Cruz.

Tabla 1. Resultados de Análisis de la Varianza (valores p) de la concentración de N en las plantas según los factores evaluados: especie (pasturas puras de *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y estrato herbáceo natural SSP); agua (con riego y en seco) y fertilización: tres niveles de N para las gramíneas (0, 100 y 200 kg N/ha) y tres niveles de P para las leguminosas (0, 50 y 100 kg P/ha).

Date	especie	agua	fertilizante	agua* especie	agua* fertilizante	especie* fertilizante
Feb 2012	0.2023	0.0051	0.0017	0.7341	0.2172	0.0697
Dic 2012	0.0051	0.4342	0.359	0.0461	0.8285	0.0759
Ene2013	0.0873	0.0818	<0.0001	0.1367	0.2043	<0.0001
Mar 2013	0.6866	0.0247	0.0001	0.4779	0.0065	0.134
Dic2013	0.0021	0.7614	0.8278	0.4659	0.355	0.0781
Ene2014	<0.0001	0.3183	0.6381	0.1857	0.7469	0.0628

En la Figura 3 pueden observarse los valores de concentración N en los períodos de pico de biomasa tras uno y dos años de implantadas las pasturas y aplicados los tratamientos. El estrato herbáceo natural de la zona presentó similares valores de concentración de N que la pastura de pasto ovillo yambos presentaron una respuesta similar a la aplicación de los niveles de fertilizante, con valores de alrededor de 1,2% N en el tratamiento sin fertilizante luego de un año (Figura 3 A) y de 1,5 % al año 2 de aplicados los tratamientos (Figura 3 B). En cuanto a las leguminosas, éstas presentaron mayores valores de



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

concentración de N que las gramíneas, principalmente en los tratamientos sin fertilización, en donde estas obtuvieron cerca de 2,5 % de N (Figura 3 A) tras un año y cerca de 3% al año dos (Figura 3 B). A diferencia de las gramíneas, las leguminosas no mostraron respuesta a medida que incrementaba el nivel de fertilización aplicado (Figura 3).

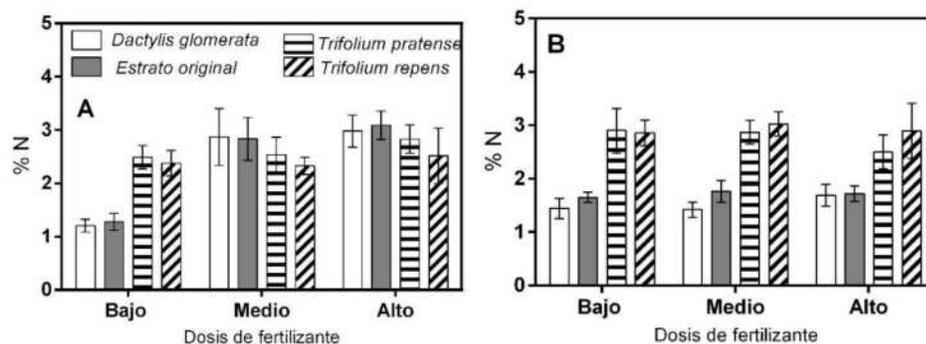


Figura 3. Valores medio de concentración de N tras un año A) y dos años B) de implantadas parcelas con pasturas de *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y el estrato herbáceo natural del SSP (control) tras la aplicación de tres de niveles de fertilización: bajo (sin fertilizante), medio y alto. La fertilización correspondió a tres niveles de N para el *D. glomerata* y el estrato herbáceo natural (0, 100 y 200 kg N/ha) y tres niveles de P para las parcelas con leguminosas (0, 50 y 100 kg P/ha). Se muestran valores promediados de riego y secano.

Evaluación de la calidad del estrato herbáceo y pasturas implantadas: Digestibilidad

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la digestibilidad del sotobosque natural, las pasturas según la especie, el agua, el nivel de fertilizante aplicado y según el año de estudio (Tabla 2), pero a diferencia de lo ocurrido con el N, no se encontraron interacciones significativas entre los factores. En ambos años, la especie que obtuvo los mayores valores de digestibilidad fue el trébol blanco, con un 81,6 y un 80,0 % de digestibilidad tras uno y dos años de implantado, respectivamente (Tabla 2). Los menores valores fueron obtenidos por el pasto ovillo con 72 y 66 %, seguido por el estrato herbáceo natural con 74 y 67 % tras uno y dos años de aplicación, respectivamente (Tabla 2). Con respecto a los tratamientos agua y fertilización, estos produjeron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la digestibilidad según el año evaluado. En el primer año, se encontraron diferencias significativas, siendo mayor en aquellas parcelas que estaban bajo riego, mientras que el segundo año, no hubo diferencias significativas. Por su parte, el nivel de fertilizante aplicado produjo diferencias significativas solo a los dos años posteriores, obteniendo las parcelas con mayor nivel de



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

fertilizante significativamente mayores valores de digestibilidad (71,4%) en comparación a aquellas que no tuvieron fertilizante aplicado (69,3 %).

Tabla 3. Valores de digestibilidad evaluados en pico de biomasa (enero) tras uno y dos años de implantadas parcelas con pasturas de *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y estrato herbáceo natural de la zona en un sistema silvopastoril de ñire en la provincia de Santa Cruz. Bajo la aplicación de dos niveles hídricos (riego y secano) y tres niveles de fertilización: bajo (sin fertilizante), medio y alto. La fertilización correspondió a tres niveles de N para el *D. glomerata* y el estrato herbáceo natural (0, 100 y 200 kg N/ha) y tres niveles de P para las parcelas con leguminosas (0, 50 y 100 kg P/ha).

Factor	Digestibilidad (%)	
	Tras un año	Tras dos años
Especie		
<i>Dactylis glomerata</i>	72,5 a	66,52 a
<i>Estrato herbáceo original</i>	73,8 a	67,46 a
<i>Trifolium pratense</i>	74,25 a	66,79 a
<i>Trifolium repens</i>	81,58 b	80,04 b
Agua		
Riego	76,08a	69,91 a
Secano	75,00 b	70,49 a
Nivel de fertilizante		
bajo	75,25 a	69,33 a
Medio	75,6 a	69,91 ab
alto	75,76 a	71,37 b

Discusión

La composición botánica del estrato herbáceo del sotobosque (control) estaba compuesta principalmente por gramíneas, y la aplicación de fertilizante produjo una respuesta positiva produciendo un aumento de la calidad forrajera. Asimismo, se observó una disminución en el índice de biodiversidad de Shannon, principalmente debido a un aumento en la cobertura vegetal de la especie exótica y naturalizada *D. glomerata*. Los valores de concentración de N en el estrato herbáceo control fueron concordantes a los presentados por Bahamonde *et. al.*, (2012) para un bosque de ñire en clase de sitio IV. Asimismo, en el presente estudio observamos que, tras un año de aplicación de los tratamientos de fertilización, el estrato herbáceo natural mejoró su calidad en un 250%. Esto demuestra que se puede obtener una mejora sustancial en la calidad del estrato natural de estas zonas con la aplicación de niveles medios de fertilización (100 kg N/ha), lo cual es concordante con Diehl *et. al.*, (2008) y Gargaglione *et. al.*, (2014) quienes postularon que el N es el nutriente más limitante en estos bosques de Patagonia. Asimismo, es importante destacar



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

que la calidad y la respuesta del estrato herbáceo natural fue similar a la producida por la pastura de *D. glomerata*, indicando que, desde el punto de vista de la calidad y respuesta a la fertilización, el hecho de realizar una fertilización en estos sitios produce una mejora sustancial en la calidad del pastizal. Sin embargo, es importante destacar también que esta respuesta es variable con los años, ya que se observó que al segundo año de aplicación de los tratamientos no se produjo la misma respuesta, indicando que otro factor, probablemente el agua o la temperatura, fueron limitantes para lograr desarrollar el potencial de crecimiento y calidad. En concordancia, Peri *et. al.*, (2007) indicaron que la concentración de proteína en *D. glomerata* disminuía cuando los contenidos de humedad volumétrica descendieron.

Con respecto a las leguminosas evaluadas en este estudio, no se observó una respuesta significativa según el nivel de fósforo aplicado. Esto puede indicar que el fósforo disponible en el suelo de estos bosques no era limitante para el desarrollo de este tipo de pasturas. Asimismo, en este estudio observamos que las leguminosas siempre obtuvieron mayores valores de concentraciones de N en comparación a las gramíneas. Esto es concordante con Kyriazopoulos *et. al.*, (2012) quienes comparando una pastura de pasto ovillo y otra de *Trifolium subterraneum* encontraron en esta última mayores valores de proteína bruta, independientemente de la condición de sombreado. Bakoglu *et. al.*, (1999) también indicaron que las leguminosas siempre obtuvieron concentraciones de proteína bruta mayor en comparación a las gramíneas. Es conocido que las leguminosas benefician a la dieta del ganado por su mayor contenido de proteína bruta, que redundan en un aumento de la ingesta voluntaria y ganancias de peso vivo de los animales que consumen pasturas que contienen este tipo de componentes. Asimismo, en regiones de clima templado, las leguminosas se asocian con bacterias del género *Rhizobium* capaces de fijar N atmosférico, lo cual puede redundar en una mejora del contenido de N del suelo. Es importante destacar que algunas de las leguminosas evaluadas en el presente estudio ya se encuentran naturalizadas en el sitio, tal es el caso del trébol blanco (Peri *et. al.*, 2012 b).

En cuanto a la digestibilidad, se destacó la pastura de trébol blanco, la cual los dos años evaluados presentó significativamente los mayores valores de digestibilidad. Esto es concordante con Peri *et. al.*, (2016), quienes informaron que la calidad del pastizal del SSP de ñire mejoraba mucho cuando esta especie era incorporada en el conjunto de especies consumidas del sotobosque. Los valores de digestibilidad observados en este estudio para las gramíneas (tanto estrato natural como pasto ovillo) fueron superiores a los informados por Peri y Bahamonde (2012) para el estrato natural de otros sistemas silvopastoriles de ñire en Santa Cruz, los cuales se encontraban



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

entre 50 y 63% dependiendo de la intensidad de luz recibida y el año. Estas diferencias pueden deberse a diferencias en las condiciones ambientales de temperatura y humedad de suelo, ya que estos autores encontraron asociaciones negativas entre la digestibilidad y las variables de temperatura de aire y suelo, mientras que existían relaciones positivas con la humedad volumétrica del suelo (Peri y Bahamonde, 2012). En el presente estudio, la digestibilidad también se vio influenciada por el tratamiento agua y fertilidad, pero fue diferente según el año evaluado. Mientras que al primer año se encontraron diferencias según el agua aplicada (mayor digestibilidad bajo riego), al segundo año solo se encontraron diferencias según el nivel de fertilizante (siendo mayor la digestibilidad con niveles altos de fertilizante). Esto indica probablemente que el agua fue limitante durante el primer año mientras que en el segundo el sistema no estuvo bajo estrés hídrico, con lo cual el tratamiento de riego no tuvo efecto significativo.

Conclusiones

En el presente trabajo se evaluaron parámetros de calidad tanto del estrato herbáceo original de un sistema silvopastoril de ñire en el SO de Santa Cruz como de 3 pasturas implantadas (pasto ovido, trébol blanco y trébol rojo) y su respuesta a distintos niveles de fertilización y riego. La pastura de trébol blanco fue la que presentó los mejores valores de calidad, seguida por trébol rojo y luego los tratamientos con gramíneas. El nivel hídrico produjo diferencias significativas dependiendo el año, indicando que no siempre el factor agua es el limitante para la calidad del forraje. Asimismo, la aplicación de fertilizante tuvo un importante impacto, pero solo en los tratamientos con gramíneas, confirmando que el nitrógeno suele ser un elemento limitante en estos bosques. Por último, se destaca que en estos sitios la fertilización nitrogenada en niveles medios (100 kg N/ha) produce incrementos significativos en la calidad del estrato herbáceo original, incluso superiores a los obtenidos en pasturas de pasto ovido.

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado con fondos de INTA y de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Agradecemos a la familia Morrison y al administrador Santiago Fernández de Ea. Cancha Carrera por permitirnos realizar el ensayo en su establecimiento.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

Bibliografía

- Bahamonde, H., Peri, P.L., Alvarez, R., BARNEIX A. (2012) 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.
- Bakoglu A, Koc A, Gokkus A. (1999) Some characteristics of common plants of range and Meadows in Erzurum in relation to life span, beginning of flowering and forage quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 951-957.
- Christiansen, R., Mayo, J. P., Alvarado, C., Rubinch, 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., 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.
- 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*
- Kyriazopoulos, A. P., Abraham, E. M., Parissi, Z. M., Koukoura, Z., & Nastis, A. S. (2013). Forage production and nutritive value of *Dactylis glomerata* and *Trifolium subterraneum* mixtures under different shading treatments. *Grass and forage Science*, 68(1), 72-82.
- Levy, EG; Madden, EA. 1933. The point method of pasture analyses. *New Zealand Journal of Agriculture* 46:267-379.
- 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.
- Mcdonald, P, Edwardsr R.A, JFD Greenhalgh, JFD. 1986. *Nutrición Animal*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pp.518.
- Peri, PL; LucasR.J, Moot 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. *Agroforestry Systems* 70:63-79.
- 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., & Bahamonde, H. A. (2012). Digestibilidad de gramíneas creciendo en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) bajo uso silvopastoril. *Actas II Congreso Nacional de Sistemas silvopastoriles*
- Peri P.L.; Bahamonde, H., Lencinas, M.V., Gargaglione, V., Soler, R., Ormaechea, S., Martínez Pastur G. (2016) A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems* 90: 933-960.
- Peri, P. L., Mayo, J. P., & Christiansen, R. (2012) b. Producción y calidad del pastizal mejorado con trébol blanco en sistemas silvopastoriles de ñire en Patagonia.
- Peri PL, Ormaechea S (2013) Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo, Ediciones INTA, Buenos Aires. 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.