
HACIA UN SISTEMA DE USO SILVOPASTORAL CON ÁRBOL NATIVO

Sánchez-Jardón, Laura¹; del Pozo, Alejandro²; Acosta, Belén³; Casado, Miguel Ángel⁴; Ovalle, Carlos⁵; Elizalde, H. Felipe⁶; Hepp, Christian⁷; de Miguel, Jose Manuel⁸

RESUMEN

Se estudió el efecto del arbolado de lenga (*Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasse) en las praderas de la región patagónica de Aysén (Región de Aysén, Chile).

Los grandes incendios de principios del siglo XX en la región afectaron grandes extensiones de bosque de esta especie nativa, la más extendida en la Patagonia. Actualmente el paisaje de los valles habitados de la Patagonia chilena consiste en una matriz de praderas de explotación ganadera con algunos bosques remanentes de lenga.

En el trabajo se analiza la influencia en la producción de las praderas del grado de cobertura arbolada y de la distancia al bosque. Para ello se realizaron dos experimentos complementarios en un sector arbolado en la finca experimental de INIA Tamel Aike, en el valle Simpson, comuna de Coyhaique, durante las dos temporadas de crecimiento 2006-07 y 2007-08.

Se seleccionaron 15 parcelas de 20 x 20 m en un gradiente de cobertura de arbolado y 4 sitios de contacto entre pradera y bosque. En cada uno de los 4 sitios se delimitó un transecto de 80 x 10 m (40 m de cada subsistema) dividido en pasillos paralelos a la línea de contacto.

El sector fue pastoreado por vacas desde el mes de diciembre hasta marzo-abril de las temporadas de crecimiento 2006-07 y 2007-08. Se calcularon la producción y el consumo de pasto con medidas de biomasa herbácea dentro y fuera de jaulas móviles (70 x 100 x 50 cm) registradas en varios momentos cada temporada.

Los resultados indican que, a pesar de ser consideradas tierras marginales, áreas con un nivel de cobertura arbolada intermedio presentan valores de producción equivalentes o mayores que las praderas circundantes. Además, la persistencia de especies

1 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. Em. laurasj@bio.ucm.es

2 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile. adelpozo@utalca.cl

3 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. galloa@bio.ucm.es

4 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. macasado@bio.ucm.es

5 Centro Regional de Investigación Quilamapu, INIA, Casilla 426, Chillán, Chile. covalle@inia.cl

6 Centro Regional de Investigación Tamel Aike, INIA, Casilla 296, Coyhaique, Chile. helizald@inia.cl

7 Centro Regional de Investigación Tamel Aike, INIA, Casilla 296, Coyhaique, Chile. chepp@inia.cl

8 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. demiguel@bio.ucm.es

herbáceas nativas asociadas al bosque de lenga es relevante para la conservación de la biodiversidad. Estos resultados apoyan el establecimiento de sistemas silvopastorales con lenga, una alternativa de uso frente al abandono o eventual desaparición de fragmentos de bosque nativo de la Patagonia.

TOWARDS SILVOPASTORALISM WITH NATIVE TREES

SUMMARY

It was studied the effect of Lenga (*Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasse) on grasslands from the Patagonian region of Aysén (Chile).

Human-set fires from the beginning of the XX century affected extensive areas of Lenga forest, which is the most abundant native tree species in Patagonia. Nowadays a typical valley in Chilean Patagonia consists of a grassland matrix for livestock production, where some fragments of Lenga forest still remain.

The influence of tree cover density and distance to the forest on grassland production was analyzed through two complementary experiments within a remnant forest in the experimental field INIA Tamel Aike, located in the Simpson valley, Coyhaique commune, during two growing seasons 2006-07 and 2007-08.

There were selected 15 (20 x 20 m) sites within a gradient of tree cover and 4 (80 x10 m) sites in forest/grassland contact areas. Grassland production was calculated from biomass measures inside and outside exclosure cages (70x100x50cm) sampled several times within each season.

Results showed that, though considered marginal areas, Lenga woodlands with intermediate tree cover had equal grassland production values than surrounding treeless grasslands. Moreover, preservation of some native herbaceous species associated to the tree environment may be relevant in terms of biodiversity conservation. These results support the existence of silvopastoral systems with Lenga as an alternative to abandonment or eventual disappearance of forest fragments of Patagonian tree species.

INTRODUCCIÓN

En la zona intermedia de la región de Aysén, transición entre la zona húmeda costera y la estepa hacia el interior, originalmente dominaban las formaciones de bosque monoespecífico de *Nothofagus* (*Nothofagaceae*), principalmente *N. pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, lenga, y también *N. antarctica* (Forster f.) Oersted, ñirre.

Los grandes incendios a principios del siglo XX determinaron un paisaje mosaico de predios con predominancia de praderas en los fondeos de valle, donde se desarrollan separadamente explotaciones ganaderas o forestales, principalmente plantaciones con variadas especies de coníferas exóticas (Delgado and Bachmann, 2008).

Los bosques primarios se han conservado en las zonas de mayor altitud mientras que en altitudes intermedias aún se encuentra el árbol nativo en forma de pequeñas manchas de bosque o como arbolado disperso.



Vista general del valle Simpson: Los bosques primarios se sitúan en las altitudes más elevadas y las praderas en los fondos de valle donde también se pueden encontrar algunos fragmentos remanentes del bosque original donde podrían establecerse los sistemas de uso silvopastoral con árbol nativo.

El objetivo del trabajo es argumentar científicamente la viabilidad de sistemas silvopastorales con árbol nativo de lenga. Para ello se estudiaron los fragmentos de bosque de altitudes intermedias, donde la presencia de arbolado nativo en la matriz de praderas ganaderas podría evitar los problemas asociados a la deforestación o el abandono ganadero (Manning *et al.*, 2006), además de favorecer la conservación de la biodiversidad al proporcionar un hábitat similar al bosque nativo y permitir la conectividad del mismo (Breshears, 2006).

El trabajo analiza la influencia del arbolado en la producción herbácea, considerando dos gradientes: Uno de cobertura de arbolado y otro de distancia a la línea de contacto entre el bosque y la pradera.

MATERIAL Y MÉTODO

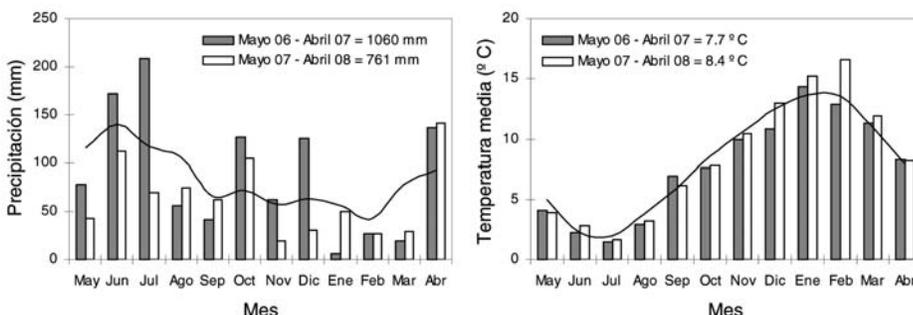
El estudio se desarrolla en la finca experimental de INIA Tamel Aike situada en el valle Simpson, comuna de Coyhaique, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes en la región de Aysén (44 - 48° S, Chile).

El valle Simpson cuenta con una de las más largas historias de explotación de la región de Aysén. Esta ubicación corresponde a la zona intermedia, transición entre la zona húmeda costera y la estepa hacia el interior; presenta un clima estepario frío, con vientos fuertes, bajas temperaturas y precipitación escasa donde originalmente dominaban los bosques de *Nothofagus*.

El paisaje combina amplias superficies de praderas con manchas dispersas de bosques de lenga (*N. pumilio*) y ñire (*N. antarctica*), así como algunas plantaciones forestales de coníferas exóticas.

La finca experimental contiene un fragmento de bosque de lenga que se ha raleado y pastoreado en verano de forma intermitente desde hace al menos 12 años.

Para este estudio se delimitó un sector de unas 50 ha donde se incorporaron unas 30 vacas desde diciembre hasta marzo, durante dos temporadas de crecimiento que difirieron en condiciones meteorológicas; la primera (2006-07) fue similar a la media climática mientras que la segunda (2007-08) fue más seca y calurosa (Figura N° 1).



(Fuente: Anuarios climatológicos de la Dirección Meteorológica Nacional. Estación meteorológica del aeropuerto Teniente Vidal, Coyhaique)

Figura N° 1
VALORES MENSUALES DE LAS DOS TEMPORADAS DE ESTUDIO
(2006-07: BARRAS BLANCAS; 2007-08: GRISES) Y PROMEDIO CLIMÁTICO 1980-
2006 (LÍNEA)

El trabajo consta de dos experimentos complementarios. Por un lado, se seleccionaron 15 parcelas de 20 x 20 m en un gradiente de cobertura de arbolado, considerando 5 clases de 0, 25, 50, 75 y 100% de cobertura (Figura N° 2a), cada una con 3 réplicas.

Por otro lado, se seleccionaron 4 zonas de contacto entre bosque denso y pradera en cada una de las cuales se delimitó un transecto de 10 m de ancho y 80 m de largo (40 m de bosque y 40 m de pradera). En cada transecto se dispusieron 9 pasillos equidistantes 10 m, paralelos a la línea de contacto entre subsistemas (Figura N° 2b).

En el bosque, se midió la radiación fotosintéticamente activa transmitida a través del dosel usando un ceptómetro de 80 cm de largo (AccuPAR model PAR-80, Decagon Devices INC., USA). Se hicieron 4 medidas por pasillo.

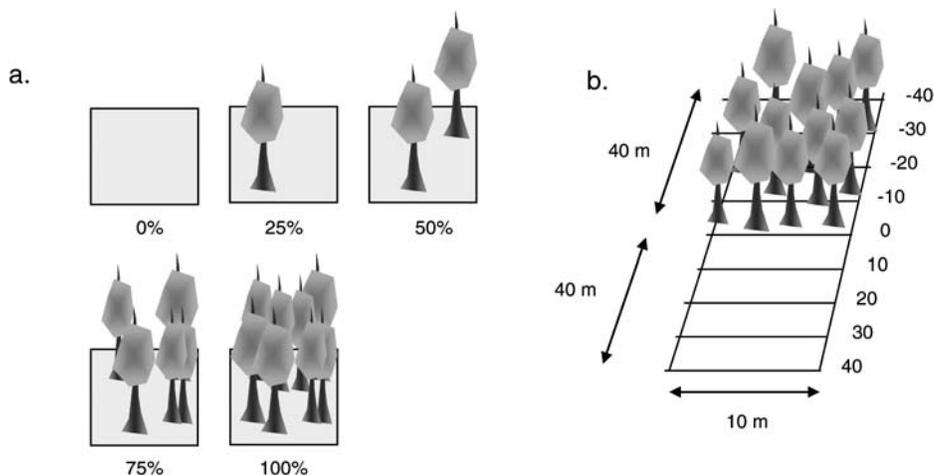


Figura N° 2

DISEÑO EXPERIMENTAL MOSTRANDO LOS DOS EXPERIMENTOS
(a) GRADIENTE DE COBERTURA ARBÓREA: 15 PARCELAS 20 X 20 m (3 RÉPLICAS X 5 CLASES DE COBERTURA) (b) GRADIENTE DE DISTANCIA AL CONTACTO BOSQUE/PRADERA: 4 PARCELAS 80 X 10 m.

En ambos experimentos se registró la biomasa herbácea aérea a lo largo de las dos temporadas 2006-07 y 2007-08 (desde octubre hasta marzo-abril).

Se instalaron pequeñas jaulas de protección (70 x 100 x 50 cm) que evitan el consumo por grandes y medianos herbívoros en los sitios de muestreo: Una por pasillo paralelo al contacto bosque/pradera, y 2 a 4 en las parcelas de 20 x 20 m (dependiendo de la heterogeneidad de la cobertura arbolada dentro de la parcela).

La biomasa se cortó a nivel del suelo usando una cortadora eléctrica, dentro y fuera de las jaulas. Después de cada muestreo, las jaulas se movieron dentro de la parcela o pasillo para evitar áreas previamente muestreadas. En el laboratorio, se separó una submuestra para analizar la composición florística. Las muestras se secaron 48 h a 60 °C y se calculó su peso seco.

Los valores de biomasa registrados en las jaulas móviles permitieron calcular la producción primaria neta aérea mensual (producción desde el mes anterior, $PPNi = D_t - F_{t-1}$ siendo D_t la biomasa dentro de la jaula de exclusión en el tiempo t , y F_{t-1} la biomasa fuera de ella en el muestreo anterior) y estimar el consumo mensual por parte del ganado (diferencia de biomasa dentro y fuera de las jaulas móviles en cada tiempo de muestreo).

Los valores anuales de producción primaria neta (PPN) y consumo se calcularon como la suma de los respectivos valores mensuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del Gradiente de Cobertura de Arbolado

En la Figura N° 3 se muestran sintéticamente los valores de biomasa registrados a lo largo de las dos temporadas estudiadas y su reparto en grupos taxonómicos.

En todas las situaciones, la máxima cantidad de biomasa se registró en los meses de inicio del verano (diciembre-enero). El máximo de producción ocurrió en las coberturas intermedias (25 y 50%), en los dos años de estudio.

Realmente, la producción muestra una relación unimodal positiva con el gradiente de cobertura de arbolado, en ambas temporadas (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a), señalando que la presencia de arbolado, a un nivel de cobertura inferior a la de un bosque denso, favoreció la producción herbácea respecto a las zonas sin árboles.

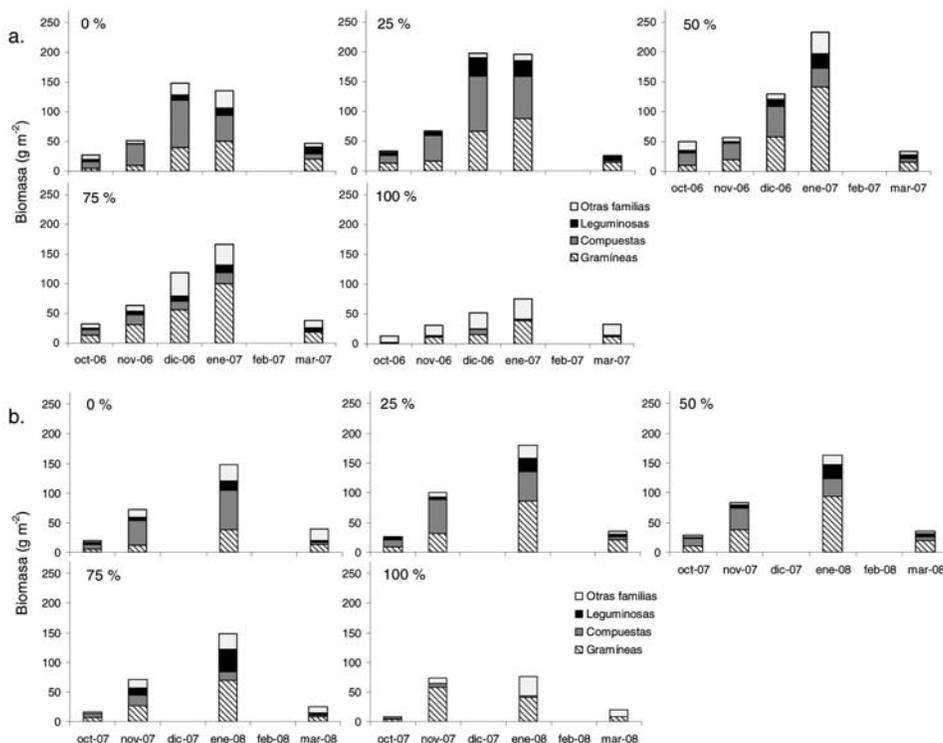


Figura N° 3

VALORES MEDIOS DE BIOMASA HERBÁCEA Y SU REPARTO EN GRUPOS TAXONÓMICOS POR CLASES EN EL GRADIENTE DE COBERTURA, DESDE LA AUSENCIA TOTAL DE ARBOLADO (0%) HASTA SITUACIONES PRÓXIMAS AL 100% DE COBERTURA, A LO LARGO DE LAS TEMPORADAS 2006-07 (a) Y 2007-08 (b)

La producción fue menor en el segundo año (prueba t para muestras relacionadas: $t_{14} = 5,8$; $p < 0,001$), lo que podría estar asociado a unas condiciones meteorológicas menos favorables de temperatura y precipitación. La pérdida de producción fue más intensa en las zonas de mayor cobertura que en las áreas sin arbolado, indicando que el efecto neto positivo del arbolado se ve disminuido en condiciones más cálidas y con menores precipitaciones (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a).

La cantidad de gramíneas no varió significativamente, mientras que las compuestas tendieron a disminuir a medida que aumentó el nivel de cobertura. Excepto en los bosques densos, estas dos familias constituyeron más de la mitad de la biomasa herbácea. *Dactylis glomerata* y *Taraxacum officinale* fueron las especies dominantes, seguidas por la leguminosa *Trifolium repens*. Esta última fue más abundante en las coberturas intermedias que en los extremos del gradiente. Las especies de otras de familias dominaron en los

bosques densos, lo que pone de manifiesto el papel de estas áreas de gran densidad de árboles en la conservación de la biodiversidad. El Cuadro N 1 muestra las especies más frecuentes en la zona de estudio.

Cuadro N° 1
ESPECIES HERBÁCEAS MÁS FRECUENTES EN LOS MUESTREOS DE BIOMASA

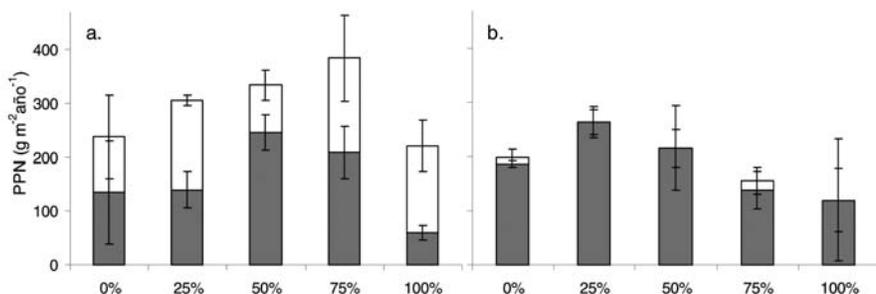
Gramíneas	Otras familias de latifoliadas
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Acaena ovalifolia</i> Ruiz et Pav. *
<i>Holcus lanatus</i> L.	<i>Acaena pinnatifida</i> Ruiz et Pav. *
<i>Poa pratensis</i> L.	<i>Adenocaulon chilense</i> Less. *
	<i>Cerastium arvense</i> L.
Compuestas	<i>Fragaria chiloensis</i> (L.) Duch. *
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav. *
<i>Hipochoaeris radicata</i> L.	<i>Plantago lanceolata</i> L.
	<i>Osmorhiza chilensis</i> H. et A. *
Leguminosas	<i>Rumex acetosella</i> L.
<i>Trifolium repens</i> L.	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.
	<i>Viola maculata</i> Cav. *

Se señalan con asterisco las especies nativas de la Patagonia (Correa, 1969-1999)

Los análisis bromatológicos del pasto mostraron que, a pesar de la variación de la composición florística, zonas de cobertura intermedia tienen una calidad aceptable con valores medios de proteína, azúcares y fibras (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a). Estos cambios están asociados fundamentalmente a la variación de la composición química de las especies a causa del microclima generado por el árbol, y no tanto a cambios en la composición florística de la comunidad (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010b).

Los valores de consumo al final de cada año mostraron que el ganado consumió tanta o más biomasa en las coberturas intermedias que en praderas abiertas o bosques densos (Figura N° 4).

El primer año la cantidad de biomasa consumida no superó los valores de producción, mientras que el segundo prácticamente la totalidad de la producción fue consumida.



Se señala la cantidad consumida por el ganado (área sombreada).

Figura N° 4
VALORES MEDIOS DE PRODUCCIÓN (Y ERRORES TÍPICOS) POR CLASES EN EL GRADIENTE DE COBERTURA, DESDE LA AUSENCIA TOTAL DE ARBOLADO (0%) HASTA SITUACIONES PRÓXIMAS AL 100% DE COBERTURA ARBÓREA, EN LAS TEMPORADAS 2006-07 (a) Y 2007-08 (b).

Influencia del Gradiente de Distancia al Bosque

Los valores de producción de las parcelas de contacto bosque/pradera mostraron una gran variabilidad entre sitios.

De las 4 parcelas seleccionadas, dos de ellas mostraron una tendencia a aumentar a mayor distancia del bosque que fue consistente entre años (Figura N° 6a y b), mientras que en las otras dos estos valores no estuvieron relacionados con la distancia (Figura N° 6c y d).

Aunque en todas ellas el bosque fue denso, los valores de PAR transmitido revelaron que las parcelas a y b tienen un dosel más denso que deja atravesar menos radiación que las parcelas c y d (Cuadro N° 2).

En general, las praderas abiertas son la fuente principal de alimento del ganado ya que éstas mantienen mayor carga ganadera que las zonas de bosque.

Cuando el dosel permite la entrada de mayor cantidad de radiación, se pueden alcanzar en el bosque valores de producción equivalentes a los de la pradera aledaña.

El segundo año la producción descendió sobre todo en las praderas cercanas a bosques densos (parcelas a y b), manteniéndose valores más constantes en los pasillos de bosque correspondientes, así como en las parcelas con menor cobertura de arbolado (c y d).

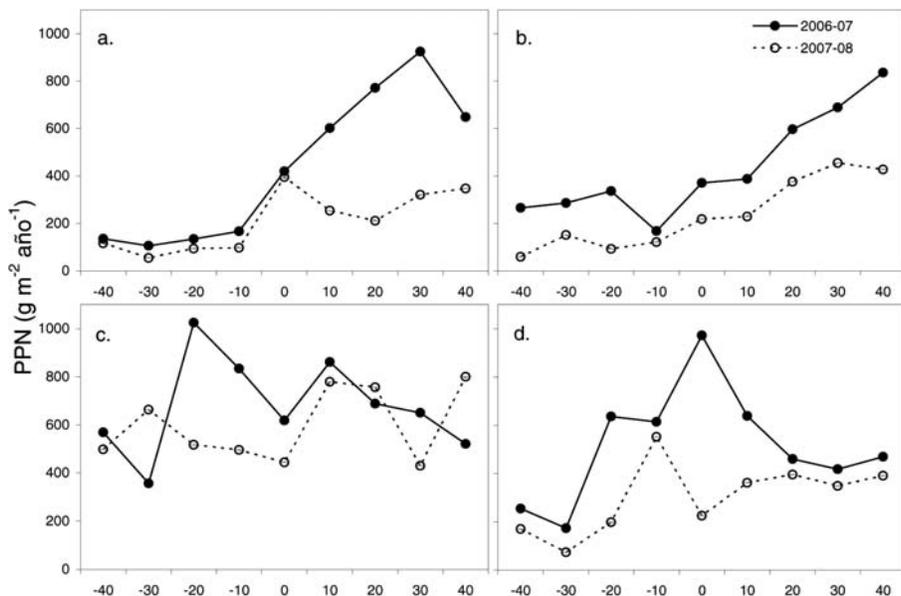


Figura N° 6
VALORES DE PRODUCCIÓN A AMBOS LADOS DEL CONTACTO BOSQUE/ PRADERA, DESDE LA LÍNEA DE CONTACTO (0) HASTA 40 m HACIA EL INTERIOR DEL BOSQUE (-40) Y 40 m HACIA LA PRADERA (40), REGISTRADOS EN LAS 4 PARCELAS (a-d) EN LAS DOS TEMPORADAS DE ESTUDIO (2006-07: LÍNEA CONTINUA; 2007-08: LÍNEA DISCONTINUA)

Cuadro N° 2
VALORES MEDIOS (Y ERRORES TÍPICOS) DE LOS VALORES DE PAR TRANSMITIDA EN EL BOSQUE Y DE LA PRODUCCIÓN DE CADA AÑO EN LAS MANCHAS DE BOSQUE O PRADERA DE CADA PARCELA (A-D)

			a.	b.	c.	d.
PAR (%)			4,5	9,2	39	22,7
PPN ($\text{g m}^{-2} \text{año}^{-1}$)	2006-07	Bosque	135,7 (12,5)	263,5 (35,3)	695,9 (146)	419,5 (119)
		Pradera	673,3 (84,5)	575,6 (89,1)	667,6 (55,7)	591,5 (102)
	2007-08	Bosque	103,6 (28,5)	105,6 (19,7)	543,5 (40,1)	248,7 (104)
		Pradera	305,2 (32,9)	340,8 (49,6)	641,9 (83,8)	344,6 (31)

CONCLUSIONES

Los resultados avalan la implementación de sistemas silvopastorales con arbolado disperso de lenga hasta coberturas del 75%.

Desde el punto exclusivamente productivo, la promoción de un sistema con arbolado disperso no alteraría el potencial productivo de las praderas, ya que se mantienen e incluso se superan los valores de producción.

La presencia de bosque denso muy sombrío disminuye la producción de la pradera en sus proximidades; sin embargo, si entra más radiación a través del dosel, se consiguen valores de producción equivalentes a los de la pradera. Así, fincas ganaderas con manchas de bosque o arbolado disperso podrían cumplir un papel importante en otros aspectos productivos (uso del hábitat por el ganado, recursos complementarios) y naturalísticos (mantenimiento de especies nativas), que justificarían su mantenimiento.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto estuvo financiado por la Fundación Biodiversidad y la Universidad Complutense de Madrid.

Se agradece a INIA Tamel Aike por la posibilidad y las facilidades ofrecidas para utilizar sus instalaciones. Igualmente a Nicolás Romero Sandoval por su inestimable ayuda técnica en la obtención de los datos, y a todo el personal de INIA Tamel Aike por su imprescindible y afectuoso apoyo durante el trabajo de campo.

REFERENCIAS

Breshears, D. D., 2006. The grassland–forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4, 96-104.

Correa, M. N., 1969-1999. Flora Patagónica. Colección Científica del INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

Delgado, L. E. and Bachmann, P., 2008. Socio-economy of the Aysén area. In: Neves, R., Baretta, J.W., Mateus, M. (Eds.), *Perspectives on integrated coastal zone management in South America*, Lisboa, pp. 357-364.

Manning, A. D., Fischer, J. and Lindenmayer, D. B., 2006. Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biological Conservation* 132, 311-321.

Sánchez-Jardón, L., Acosta, B., del Pozo, A., Casado, M. A., Ovalle, C., Elizalde, H. F., Hepp, C., and de Miguel, J. M., 2010a. Grassland productivity and diversity on a tree cover gradient in *Nothofagus pumilio* in NW Patagonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137, 213-218.

Sánchez-Jardón, L., Acosta, B., Elizalde, H. F., del Pozo, A., Casado, M. A., Ovalle, C., Hepp, C., and de Miguel, J. M., 2010b. Floristic composition and herbage quality changes with tree cover in NW Patagonia, Chile. In: Schnyder, H., Isselstein, J., Taube, F., Auerswald, K., Schellberg, J., Wachendorf, M.,

