



## **A1-504 Efecto del manejo silvopastoril sobre la estructura demográfica del dosel y la composición del sotobosque en bosques mixtos de ciprés de la cordillera (*Austrocedus chilensis*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*)**

Amoroso, M.M.<sup>1,2,\*</sup>, Chillo, V.<sup>1,2</sup>, Rezzano, C.A.<sup>1</sup>, Alcalá, V.M.<sup>3</sup>, Villacide, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Sede Andina El Bolsón. <sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <sup>3</sup>Universidad del Aconcagua, Mendoza. \*[mamoroso@unrn.edu.ar](mailto:mamoroso@unrn.edu.ar)

### **Resumen**

Los bosques mixtos de ciprés de la cordillera y coihue del noroeste de la Patagonia se encuentran influenciados por fuertes presiones antrópicas como el uso silvopastoril sin un manejo sustentable. Los efectos de esta actividad tienen la capacidad de generar fuertes y diversos impactos negativos. En tres establecimientos productivos se estudiaron los cambios demográficos de la comunidad de dosel y la estructura de la vegetación del sotobosque en bosques bajo diferentes intensidades de uso silvopastoril. La intensidad de uso no tuvo un efecto significativo sobre la estructura demográfica de la población. Sin embargo, la complejidad y la heterogeneidad del sotobosque fueron mayores en los sitios con alta intensidad de uso. Si bien al momento incrementos en la intensidad de uso no estaría comprometiendo la perpetuidad del recurso forestal, los cambios documentados en el sotobosque indican posibles cambios en los patrones de desarrollo de los mismos.

**Palabras-clave:** Bosques mixtos, uso silvopastoril, Patagonia.

### **Abstract**

The mixed forests of cypress and coihue of northwestern Patagonia are influenced by strong human pressures, such as silvopastoral use without sustainable management. The effects of this activity have the ability to generate strong and diverse negative impacts. In three production facilities we studied changes in demography of the community canopy and in the structure of understory vegetation in forests under two silvopastoral use intensities. The intensity of use had no significant effect on the demographic structure of the population. However, the complexity and heterogeneity of understory were higher at sites with high intensity of use. Although when increases in the intensity of use would not compromise the permanence of forest resources, changes documented in the understory indicate possible changes in the patterns of their development.

**Key words:** Mixed forests, silvopastoral use, Patagonia.

### **Introducción**

Los bosques nativos producen muchos de los productos demandados por poblaciones locales y regionales. En estos sistemas, el recurso maderero ha sido históricamente el más importante y su extracción una de las acciones antrópicas de mayor importancia en la pérdida mundial de biodiversidad. Como alternativa, el manejo silvopastoril puede ser una práctica ventajosa para la producción y la conservación de la diversidad, en comparación con el pastoreo extensivo en pastizales o el desmonte (Soler et al. 2013). En el noroeste de la Patagonia el uso pastoril del bosque es una práctica histórica. En particular, los bosques mixtos de ciprés de la cordillera y coihue de la provincia de Río Negro dan lugar a la producción ganadera bovina con un manejo extensivo, escasas pautas de manejo del rodeo y baja inversión en infraestructura. En las zonas de mayor intensidad de uso también se extraen árboles muertos y leña, lo que favorecería la producción de forraje.

Los efectos de la ganadería sobre estos bosques son diversos y muchas veces pueden producir impactos negativos dados por el pisoteo y el ramoneo, y a través de cambios en la composición de la comunidad vegetal (Vázquez 2002). Es muy común observar una disminución de la densidad de renovales de las especies principales y un alto porcentaje de individuos jóvenes deformados por efecto del ramoneo (Relva y Veblen 1998; Blackhall et al. 2008). Asimismo, es de esperar que diferentes intensidades de pastoreo repercutan en el crecimiento de los renovales de manera dispar. Por otro lado, en la comunidad del sotobosque se espera una disminución en la proporción de especies forrajeras de mayor valor nutritivo, y el incremento del estrato arbustivo y de la densidad de especies de poca utilidad resistentes al pastoreo (Relva et al. 2008). La consideración de las formas de vida puede ser un buen indicador de la intensidad de pastoreo, ya que agrupa a las plantas en función de la ubicación de su yema de renuevo y, por ende, de la tolerancia a disturbios. A su vez, el cambio en la abundancia relativa de especies del sotobosque puede afectar procesos clave como la capacidad de resistir las invasiones biológicas, las interacciones de facilitación y la polinización (Vázquez 2002).

Desde el punto de vista ecológico, el manejo sustentable del bosque mixto a través del manejo de la regeneración aparece como una alternativa viable debido a que el establecimiento de individuos de estas especies es frecuente como resultado de diversos disturbios. Ante estas situaciones, se propone la revalorización y recuperación del recurso nativo a través del manejo sustentable de los bosques degradados. Para poder llegar a cumplir este objetivo resulta indispensable incrementar el conocimiento de la dinámica poblacional de los bosques para determinar cuáles serían las condiciones adecuadas para el éxito en el establecimiento y crecimiento inicial de los renovales bajo diferentes intensidades de uso silvopastoril y, consecuentemente, los posibles aspectos de manejo a considerar.

El objetivo general del trabajo fue estudiar la composición y estructura de los bosques mixtos de ciprés de la cordillera y coihue bajo diferentes intensidades de uso silvopastoril poniendo énfasis en los cambios demográficos de la comunidad de dosel y la estructura de la comunidad vegetal del sotobosque.

### **Metodología**

Se trabajó en establecimientos de productores forestales ganaderos del suroeste de la provincia de Río Negro, con dos niveles de uso silvopastoril: alto y bajo. Para reducir la variabilidad dada por la historia de uso y factores ambientales, se trabajó con un diseño de muestreo apareado. En cada establecimiento, y para cada intensidad de pastoreo, se instalaron tres parcelas de 10 m x 10 m. En cada parcela y para cada individuo con una altura mayor a 1,30 m, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total, y se determinó el género y especie. A su vez, dentro de cada parcela se instalaron 3 sub-parcelas de 1 m x 1 m para medición de la regeneración, donde se cuantificó la presencia de renovales de las principales especies arbóreas del dosel y a cada renoval se le midió el diámetro a la base y la altura total. Para cuantificar la estructura y composición de la vegetación del sotobosque se utilizó el método de point-quadrat. En cada parcela se midió una transecta de 30 m, con estaciones de medición cada 30 cm. En cada estación se registró el número de toques por estrato (cada 0,25 cm) sobre una vara de 1,5 m de alto. También se registró a qué forma de vida de Raunkiaer pertenecía cada especie.

Se realizó un análisis de clases diamétricas para evaluar la estructura demográfica de los sitios. Para cada especie del dosel y para los grupos “árboles” y “arbustos” (agrupaciones de especies por su arquitectura) se armaron clases diamétricas de 5cm y se ajustaron regresiones lineales al logaritmo del número de individuos por clase diamétrica.

Posteriormente, se compararon el valor de ajuste ( $R^2$ ) y la pendiente de cada función entre intensidades de uso. Para evaluar el potencial de regeneración se calculó la proporción de dos clases de juveniles (Juvenil 1: <0,1 m, Juvenil 2: 0,1-1,3 m) y de adultos (más de 5 m) en cada parcela y se compararon entre intensidades de uso a través de un análisis de la varianza (ANOVA). Para evaluar la estructura y composición de la vegetación del sotobosque se calcularon índices de diversidad para obtener información sobre la complejidad (diversidad de estratos verticales) y heterogeneidad (diversidad de formas de vida) estructural de la vegetación del sotobosque. Estos índices se compararon entre intensidades de uso mediante un test.

## Resultados y discusión

En el análisis de clases diamétricas, una pendiente más negativa implica mayor presencia de regeneración y, por ende, de juveniles que garantizan la renovación futura de los individuos más viejos del dosel (Tabla 1). Esto puede ser interpretado como un bosque con una estructura demográfica más “saludable”. A pesar que en los sitios de alta intensidad hay mayor proporción de juveniles 1 (regeneración de hasta 0,1m de altura) (Tabla 2), encontramos que en dos de los tres campos analizados no hay diferencia en la pendiente para las diferentes intensidades de uso silvopastoril. Esto podría indicar que la intensificación en la producción no estaría afectando la estructura demográfica del componente arbóreo del bosque ni de las especies dominantes del dosel. Sin embargo, sí encontramos diferencias en el establecimiento Lanfré, donde un aumento en la intensidad de uso silvopastoril va de la mano con una reducción en la abundancia de la regeneración (pendiente más positiva que en baja intensidad de uso silvopastoril) (Tabla 1). La mayor carga ganadera que presenta este establecimiento productivo puede ser una de las razones por la cual el aumento en la intensidad de uso modifica la estructura demográfica del bosque.

**TABLA 1.** Análisis de clases de tamaños: Resultados de regresiones lineales del logaritmo de la abundancia de individuos en función de clases diamétricas (de 5cm consecutivas). En negrita se muestran los sitios con diferencias entre intensidades de uso.  $R^2$ : valor de ajuste de la función a los datos. Pendiente: valor de la pendiente de la curva.  $p$ : valor de significancia.

		Alto uso silvopastoril			Bajo uso silvopastoril		
		$R^2$	pendiente	$p$	$R^2$	pendiente	$p$
Criado	Ciprés	0,46	-0,22	0,004	0,47	-0,23	0,004
	Coihue	0,29	-0,14	0,027	0,19	-0,14	0,06
	Árbol	0,67	-0,28	0,0002	0,48	-0,26	0,004
	Arbusto	0,15	-0,06	0,09	0,3	-0,12	0,03
Foyel	Ciprés	0,74	-0,14	0	0,49	-0,15	0,003
	Coihue	0,4	-0,16	0,009	0,21	-0,11	0,056
	Árbol	0,89	-0,25	0	0,8	-0,24	0
	Arbusto	0,25	-0,15	0,04	0,29	-0,16	0,03
Lanfre	Ciprés	<b>0,16</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,56</b>	<b>-0,24</b>	<b>0,001</b>
	Coihue	<b>0,33</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,26</b>	<b>-0,13</b>	<b>0,04</b>
	Árbol	<b>0,51</b>	<b>-0,14</b>	<b>0,003</b>	<b>0,58</b>	<b>-0,25</b>	<b>0,001</b>
	Arbusto	0,31	-0,13	0,02	0,38	-0,13	0,01

El potencial de regeneración expresa la proporción de individuos en diferentes estadios

(juveniles y adultos) sobre el total de la población. A pesar de ser pocas las diferencias significativas entre los diferentes estadios para las diferentes intensidades de uso, se destacan fuertes tendencias (Tabla 2). En general, los juveniles 1 de las especies del dosel son más abundantes en los sitios de alta intensidad de uso, posiblemente dado por la mayor disponibilidad de luz producto de una mayor apertura de dosel. A su vez, la mayor complejidad y heterogeneidad estructural del sotobosque (Tabla 3) les puede estar brindando protección contra la desecación y el pisoteo. Sin embargo, esta tendencia no se mantiene hacia los juveniles 2, donde la mayor proporción de estos varía según el campo y la especie. Contrariamente a lo encontrado para los estadios más jóvenes, la proporción de individuos adultos fue siempre mayor a baja intensidad de uso silvopastoril. Esto podría estar indicando que la regeneración presente en sitios de alto uso no llegaría a mantener la estructura de dosel, quizás por la presión de herbivoría sobre los juveniles 2 y por las condiciones microclimáticas más extremas en los sitios de alta intensidad de uso.

**TABLA 2.** Potencial de regeneración: resultados de ANOVA comparando la proporción de individuos en distintos estadios entre usos silvopastoriles. Se muestra el uso que presentó mayor proporción y el valor de significancia (p). Juvenil 1: hasta 0,1m. Juvenil 2: 0,1 a 1,5m. Adulto: más de 5m. A: mayor proporción en alta intensidad de uso. B: mayor proporción en baja intensidad de uso.

		Juvenil 1		Juvenil 2		Adulto	
		Uso con mayor proporción	p	Uso con mayor proporción	P	Uso con mayor proporción	p
Criado	Ciprés		0,89	A	0,05	B	0,21
	Coihue	A	0,09	B	0,35	=	0,62
	Árbol	A	0,36	=	0,45	B	0,32
	Arbusto	<b>A</b>	<b>0,04</b>	<b>B</b>	<b>0,04</b>	=	0,81
Foyel	Ciprés	=	0,68	B	0,21	=	0,58
	Coihue	=	0,49	A	0,29	B	0,27
	Árbol	=	0,37	=	0,98	=	0,85
	Arbusto						1
Lanfre	Ciprés	A	0,15	=	0,48	B	0,13
	Coihue	=	0,37	=	0,83	=	0,46
	Árbol	=	0,42	=	0,8	<b>B</b>	<b>0,05</b>
	Arbusto			B	0,28	=	0,97

El índice de complejidad estructural del sotobosque describe la diversidad de estratos del sotobosque (Tabla 3). Para cada una de las situaciones muestreadas, la diversidad de estratos fue siempre mayor en alto uso, lo que puede estar indicando que el aumento en la intensidad de uso modifica la estructura del sotobosque hacia una comunidad más compleja estructuralmente. De forma similar, encontramos una mayor diversidad de formas de vida en los sitios con alta intensidad de uso silvopastoril (heterogeneidad de formas de vida). Esto quizás este dado por un aumento en la abundancia de especies terófitas y hemicriptófitas (hierbas anuales, pastos con estolones, etc.), tolerantes al disturbio de herbivoría. Los bosques de esta zona, sin disturbio, están caracterizados por una mayor proporción de fanerofitas y camefitas (árboles y arbustos) y geófitas adaptadas a sobrevivir en el invierno. Los sitios de baja intensidad de uso, al tener menor apertura de dosel, desarrollan

sotobosques con menor intensidad de luz que resultan en que la complejidad y heterogeneidad sea menor que en alto uso.

**TABLA 3.** Complejidad y heterogeneidad del sotobosque: Índices de diversidad entre usos silvopastoriles (alto y bajo) y comparación entre usos silvopastoriles mediante test t modificado (en negrita se marcan las diferencias significativas). Complejidad: diversidad de estratos verticales (separados cada 25 cm). Heterogeneidad: diversidad de formas de vida de Raunkiaer a lo largo de 30 m.

	Complejidad		Heterogeneidad	
	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Lanfre	0,44	0,53	<b>0,52</b>	<b>0,23</b>
Foyel	<b>0,58</b>	<b>0,31</b>	<b>0,50</b>	<b>0,25</b>
Criado	<b>0,64</b>	<b>0,42</b>	<b>0,49</b>	<b>0,19</b>

### Conclusiones

Contrariamente a lo esperado, la intensidad de uso no tuvo un efecto significativamente negativo sobre la estructura demográfica de la población tanto desde el punto de vista del potencial de regeneración como del análisis de las clases diamétricas de los componentes arbóreos y arbustivos más importantes de los mismos. Sin embargo, la complejidad y la heterogeneidad de los diferentes estratos del sotobosque fué mayor en los sitios con alta intensidad de uso. Si bien al momento incrementos en la intensidad de uso no estaría comprometiendo la perpetuidad del recurso forestal, los cambios documentados en el sotobosque indican posibles cambios en los patrones de desarrollo de los mismos.

### Agradecimientos

A los Sres. Roberto Criado, Lisando Lanfre y Estancia El Foyel Lta por permitirnos trabajar en sus establecimientos productivos. Los fondos utilizados para llevar a cabo este estudio fueron provistos por la Universidad Nacional de Rio Negro (PI 40-B-311) y la Fundación Rufford (RSG).

### Referencias bibliográficas

- Blackhall ME Raffaele & TT Veblen (2008) Cattle affect early post-fire regeneration in a *Nothofagus dombeyi*-*Austrocedrus chilensis* mixed forest in northern Patagonia, Argentina. *Biological Conservation*, 141: 2251-2261.
- Relva MA & TT Veblen (1998) Impacts of introduced large herbivores on *Austrocedrus chilensis* forests in northern Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 108: 27.
- Relva MA, C LópezWesterholm & T Kitzberger (2008) Effects of introduced ungulates on forest understory communities in northern Patagonia are modified by timing and severity of stand mortality. *Plant Ecology*, 201: 11-22.
- Soler RM Gonzalez Pastur, P Peri, MV Lencinas & F Pulido (2013) Are silvopastoral systems compatible with forest regeneration? An integrative approach in southern Patagonia. *Agroforestry Systems*, 87:1213.
- Vázquez DP (2002) Multiple effects of introduced mammalian herbivores in a temperate forest. *Biological Invasions*, 4: 175-191.