

INCIDENCIA DEL RAMONEO DEL GUANACO (*Lama guanicoe* Müller) SOBRE LA REGENERACIÓN TEMPRANA EN BOSQUES DE LENGUA [*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser] DE TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA

F.J. PULIDO ¹, B. DÍAZ ², G. MARTÍNEZ PASTUR ³

¹ Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal,
Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal.
Centro Universitario. 10600 Plasencia, Cáceres, España

² Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UARG). Río Gallegos. Santa Cruz, Argentina

³ Centro Austral de Investigaciones Científicas, CONICET. Ushuaia. Tierra del Fuego, Argentina

fjfulido@unex.es

RESUMEN

En este trabajo se analiza la regeneración temprana y su consumo por el guanaco (*Lama guanicoe*) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Argentina. En primer lugar, se cuantifica la estructura de un rodal de bosque virgen (BV), uno de bosque aprovechado mediante corta de protección (CP: dejando árboles-padre homogéneamente distribuidos) en 1991-93 y uno aprovechado mediante floreo intenso (FL: extracción selectiva de los mejores pies) en 1995. En los tres rodales se analiza el uso del bosque por el guanaco y el consumo de plántulas y brinzales de lenga. Los resultados muestran que en todos los casos la incidencia del ramoneo es elevada, y que tiende a ser mayor en BV (100 % y 95,7 %) que en CP (69,9 % y 72,1 %) y en FL (67,3 % y 61,5 %) para el ramoneo basal y el ramoneo apical reciente, respectivamente. Estas diferencias se deben a que en los bosques aprovechados los acúmulos de residuos de corta impiden el acceso de los ramoneadores a las plántulas, que alcanzan así mayor altura. La comparación de alturas observadas y esperadas según un modelo de crecimiento sin influencia del guanaco indica que el ramoneo continuado, supone pérdidas de crecimiento del 83,1 % en BV, 45,7 % en CP y 50,3 % en FL. Se concluye que el guanaco puede ser un factor limitante del crecimiento inicial de la regeneración de los bosques virgen y aprovechado, si bien es preciso analizar esta incidencia a una escala de tiempo más amplia para conocer su efecto en la dinámica y la producción forestal.

PALABRAS CLAVE: Ramoneo
Guanaco
Regeneración
Lama guanicoe
Lenga
Nothofagus pumilio
Patagonia Sur

Recibido: 26-4-00

Aceptado para su publicación: 1-9-00

INTRODUCCIÓN

Los bosques de *Nothofagus* ocupan 635.000 ha en el sector argentino de Tierra del Fuego (Richter y Frangi, 1992). En la mayor parte de estas masas forestales predomina la Lengua (*Nothofagus pumilio* Poepp et Endl), especie que es objeto de un intenso aprovechamiento por el interés en su madera. Ante la necesidad de condicionar la explotación del bosque a su capacidad posterior de recuperación, se hace necesario conocer la dinámica de la regeneración e incorporar estos conocimientos a los planes de manejo (Mutarelli y Orfila, 1969). Hasta ahora la regeneración de los bosques de *Nothofagus* ha sido estudiada tanto desde una perspectiva ecológica (Richter y Frangi, 1992; Rebertus y Veblen, 1993) como silvícola (Bava y Puig, 1992; Arce *et al.*, 1998; Martínez Pastur *et al.*, 1999a). Sin embargo, las formas actuales de aprovechamiento plantean algunos interrogantes acerca de la capacidad de respuesta regenerativa, sobre todo si las áreas explotadas están expuestas al ramoneo de herbívoros salvajes o domésticos (Martínez Pastur *et al.*, 1999b).

En los bosques de Lengua el aprovechamiento maderero se realiza mediante floreo o corta de protección en distintas intensidades (Schmidt y Urzúa, 1982). Estas prácticas silvícolas pueden tener efectos directos indeseables sobre la regeneración temprana (plántulas y brinzales antes de la altura de liberación de dos metros) y sobre la regeneración avanzada (mayor de dos metros), derivados del daño mecánico provocado por las tareas de corta y arrastre (Martínez Pastur *et al.*, 1999a). Por otra parte, la apertura del dosel, que se asume favorable por mejorar las condiciones de iluminación, puede tener consecuencias indirectas negativas para la regeneración, entre las que se encuentran la reducción del espacio disponible para las plántulas debido a la acumulación de residuos, la invasión por especies herbáceas de pastizal que pueden limitar el establecimiento de plántulas y la atracción de grandes herbívoros que aprovechan el bosque abierto como refugio y/o fuente de alimento (Fernández *et al.*, 1998).

El ramoneo por el ganado ovino o vacuno y por el guanaco (*Lama guanicoe* Müller) puede constituir una seria amenaza para la regeneración del bosque aprovechado y, probablemente, de sectores de bosque virgen cercanos a las áreas preferidas de pastizal (Mella, 1995; Dodds, 1997; Martínez Pastur *et al.*, 1999b). Este problema se deriva de la atracción que ejercen las plantas de lengua en fase de regeneración temprana y los sectores de pastizal, los cuales poseen un notable interés forrajero (Fernández *et al.*, 1998). En el caso de los bosques aprovechados de Tierra del Fuego la mayor presión de ramoneo es atribuible al guanaco, cuya incidencia sobre el bosque parece haber aumentado gracias al incremento poblacional fruto de su reciente protección legal en Chile, y al desplazamiento que sufren, desde las vegas hacia el bosque, debido a la presión del ganado (Dodds, 1997).

En este trabajo se analiza la incidencia del ramoneo del guanaco sobre la regeneración temprana de Lengua en bosques de Tierra del Fuego. Los objetivos del estudio son: evaluar la intensidad del ramoneo en distintos escenarios de manejo, analizar la relación entre el estado de la regeneración temprana y su consumo por el guanaco con la estructura del bosque virgen y aprovechado, y cuantificar la reducción del crecimiento de las plántulas y brinzales ocasionadas por el ramoneo. De este modo se pretende contribuir a un conocimiento más preciso de los efectos del aprovechamiento sobre el comportamiento de ramoneo del guanaco y de su incidencia sobre la regeneración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en bosques de Lengua en isleta de la Estancia San Justo (provincia de Tierra del Fuego, Argentina; 54°06' S, 68°37' O), situada a una altitud media de 200 m.s.n.m. Este tipo de formación se caracteriza por presentarse en las ondulaciones del terreno, limitada en los bajos por áreas de turberas y vegas con pastizales. En la actualidad estos bosques son aprovechados por el aserradero «Los Castores» para la producción maderera conforme a la reglamentación vigente en la provincia. El aprovechamiento ganadero de la zona fue suprimido hace aproximadamente diez años, por lo que en la actualidad el ramoneo dentro de los bosques es atribuible exclusivamente al guanaco. Esta especie utiliza preferentemente las vegas de pastizal y los bordes del bosque, donde se observan en grupos de hasta 20 individuos. La ausencia de ganado ha facilitado el incremento poblacional del guanaco, que cuenta con una población sedentaria a la que se suman individuos procedentes del sector chileno de Tierra del Fuego, donde la caza del guanaco está prohibida (Mella, 1995; Dodds, 1997).

Los rodales objeto de estudio correspondieron a un *bosque virgen (BV)* en fase de envejecimiento-desmoronamiento (según clasificación propuesta por Schmidt y Urzúa, 1982), un bosque sometido a *corta de protección (CP)* entre los años 1991 y 1993, y un bosque aprovechado bajo el sistema de *floreo intenso (FL)* durante el año 1995. El sistema de *corta de protección* contempla la intervención progresiva del rodal en dos momentos: una primera sobre el 60-70 % del área basal existente y una corta final del dosel-padre remanente, luego de asegurada la instalación del nuevo rodal. De esta forma se intenta asegurar la apertura del dosel como para facilitar el establecimiento y desarrollo inicial de la futura regeneración. El rodal resultante se compone de un conjunto de árboles-padre homogéneamente distribuidos sobre la superficie. Por tanto en este sistema se da prioridad a la distribución espacial, dejando no sólo árboles de mala calidad maderera sino también individuos sanos de buen porte que puedan soportar el embate del viento. El *floreo* implica la extracción de una cantidad variable de individuos de alta calidad maderera sin respetar la distribución de los árboles remanentes.

Caracterización de la estructura de los rodales

Para cuantificar la estructura de los tres rodales seleccionados se diseñó un muestreo basado en parcelas situadas a lo largo de una transecta coincidente con el eje mayor de las isletas de bosque visualizadas en fotografías aéreas de escala 1:5000. Una vez elegida la dirección sobre el terreno, se establecieron un total de 20 parcelas de muestreo de 10 × 10 m situadas cada 30 m a lo largo del itinerario. En cada parcela se realizó un conteo de individuos adultos y del área basimétrica por hectárea aplicando el método Bitterlich de conteo angular. Se calificó el grado de apertura del dosel (totalmente abierto o parcialmente cerrado). A partir de estos datos se estimaron la densidad de plantas por hectárea y su diámetro cuadrático medio (*DCM*) (Tabla 1). Cada 60 m se realizó una determinación de la calidad de sitio (Martínez Pastur *et al.*, 1997). En el caso del bosque virgen se determinó su fase de crecimiento (Schmidt y Urzúa, 1982).

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LOS TRES RODALES ESTUDIADOS

Characteristics of the three stands studied

	DCM (cm)	AB (m ² /ha)	Densidad (árbs/ha)	Ht (m)	CS	Luz	% pasto	% reg	% res	% suelo
Bosque virgen	44,2	61,5	400	26,3	II	10	14,5	14,6	17,4	53,2
Corta de protección	27,3	15,0	256	26,5	II	85	27,3	26,3	33,7	12,7
Floreo	42,1	24,0	172	23,4	III	65	38,9	14,6	32,4	14,1

DCM: diámetro cuadrático medio; **AB/ha:** área basimétrica; **CS:** calidad de sitio más frecuente en la muestra de 20 parcelas; **Ht:** altura promedio de individuos dominantes por rodal; **Luz:** porcentaje de parcelas con iluminación total; **% pas:** cobertura de pasto; **% reg:** cobertura de plantas de regeneración; **% res:** cobertura de residuos de madera; **% suelo:** cobertura de tierra y hojarasca.

DCM: average quadratic diameter; AB/h: basimetric area; CS: site quality calculated over 20 plots; Ht: average height of dominant trees; Luz: percentage of fully illuminated plots; % pas: percentage cover of herbs; % reg: percentage cover of seedlings and saplings; % res: percentage cover of fallen logs; % suelo: percentage cover of bare ground.

Para determinar el porcentaje de cobertura de los distintos microhábitats del suelo del bosque (residuos de aprovechamiento $\varnothing > 1$ cm, regeneración, pasto u hojarasca con residuos finos $\varnothing < 1$ cm) se tomaron 30 puntos de muestreo con 1 m de separación a lo largo de tres líneas paralelas de 10 m en cada parcela. En cada punto se situaba una vara en posición vertical, anotándose cuál de los microhábitats mencionados contactaba. La cobertura superficial de cada microhábitat se calculó como la frecuencia relativa (%) de los puntos en que era contactado.

Para caracterizar la regeneración en cada parcela se tomaron tres subparcelas de 1×1 m de superficie alineadas en la dirección perpendicular al itinerario. Para cada muestra se registró el número de plántulas, distinguiéndose aquellas con diámetro basal del tallo mayor o igual a 5 mm, en las que se analizaron los efectos de ramoneo. Con este procedimiento se calculó la densidad media por parcela de plántulas pequeñas (PP: $\varnothing < 0,5$ cm) y plántulas grandes o brinzales (PG: \varnothing igual o $> 0,5$ cm). Además se calculó el cociente PG/PP como indicador del estado de «avance» de la regeneración (IAV).

Evaluación del ramoneo de plantas en regeneración

El ramoneo por guanaco se determinó en todas las plántulas grandes presentes en las subparcelas de 1 m² muestreadas. En el caso de ausencia o insuficiente número de plántulas se registró el ramoneo en las plántulas presentes en el interior de la parcela de 10 \times 10 m. En todos los casos el número mínimo de plántulas inspeccionadas por parcela fue de 10. En cada plántula se anotó la altura total (cm), el diámetro basal (mm) y la presencia de indicios de ramoneo. En este caso se distinguieron los signos de ramoneo basal (deformaciones apreciables en el tercio basal del tallo) y de ramoneo apical (guía de crecimiento vertical cortada por guanacos). La primera categoría se tomó como indicativa de ramo-

neo continuado durante la vida de la plántula, mientras que la segunda se utilizó como estima del ramoneo reciente. Finalmente, en cada parcela se contó el número de bosteos (grupos fecales) de guanaco como índice de la intensidad de uso por estos animales.

Crecimiento de árboles en regeneración e incidencia del ramoneo

Para evaluar el efecto del ramoneo sobre el crecimiento de la regeneración temprana de Lengua, este se modelizó a partir de tres muestras de cinco árboles seleccionadas en un renewal denso preestablecido, situado en el rodal con corta de protección. Para ello el radio del renewal se dividió en tres tramos iguales que delimitaban tres bandas concéntricas. Estas tres muestras se consideraron representativas de situaciones de ramoneo intenso (banda externa), intermedio (banda media) y escaso o nulo (círculo interno del renewal). El crecimiento de los árboles se estudió mediante análisis fustal basado en la lectura de anillos de crecimiento a intervalos de altura de 1 m desde la base hasta el extremo apical (para individuos del tercio interno, de mayor altura) cada 0,2 m para aquellos del tercio medio y 0,1 m para los del tercio exterior (de menor altura). Los registros de edad-altura obtenidos se ajustaron a modelos de regresión sencillos y con claro significado biológico hasta encontrar la opción con mejor ajuste.

La incidencia del ramoneo sobre el crecimiento se analizó en muestras al azar de 30 plántulas grandes de Lengua en cada rodal. El efecto del ramoneo se evaluó comparando la altura medida con la altura esperada, según el modelo de crecimiento ajustado, para plantas sin ramoneo. Para ello se determinó la edad de las plantas muestreadas mediante el conteo de anillos en cortes efectuados en la base del tallo, procediéndose después al cálculo de la altura esperada.

Análisis de los datos

Previamente al análisis estadístico de los datos se comprobó la normalidad en la distribución de las variables consideradas mediante el test de Kolmogorov-Smirnov sobre los correspondientes histogramas de frecuencias. La comparación de los valores medios se realizó mediante *ANOVA* en caso de normalidad y del análisis de la varianza de Kruskal-Wallis en caso de no cumplirse este supuesto, incluso después de la transformación de los datos. Para el análisis de las relaciones entre variables descriptoras de la regeneración o el ramoneo (dependientes) y las relativas a la estructura de las parcelas (independientes) se utilizaron el análisis de regresión simple y las pruebas de correlación de Pearson o Spearman según el caso. A lo largo del trabajo las medias se presentan acompañadas de la desviación estándar.

RESULTADOS

Estructura de los rodales estudiados

Como consecuencia del aprovechamiento reciente de dos de ellos, los tres rodales estudiados difieren notablemente en sus características estructurales (Tabla 1). El bosque

virgen (BV) presenta los valores más altos de densidad, diámetro medio y área basimétrica. El rodal con *corta de protección (CP)* presenta un diámetro medio y un área basimétrica claramente menor. Esta diferencia no sólo es resultado de la corta sino del efecto de intensos volteos ocasionados por vientos excepcionalmente fuertes ocurridos durante la temporada 1998-99. Por último, el rodal objeto de *floreo (FL)* presenta la mínima densidad entre las situaciones estudiadas, con un área basimétrica intermedia y un alto diámetro cuadrático medio de los árboles remanentes debido a que en este rodal se mantuvieron árboles viejos de mala calidad.

La totalidad de parcelas por bosque estudiado se encontraron dentro del rango de calidad de sitio promedio para el rodal, y con valores muy próximos entre rodales (Tabla 1). Por ello, no deben esperarse diferencias significativas entre rodales para las variables relacionadas con el crecimiento de renovales y su respuesta al ramoneo. Por otra parte, el estudio de la fase del ciclo forestal de los rodales (aplicable sólo en *BV*), reveló una situación en que predominaban árboles en fases de envejecimiento y desmoronamiento. Finalmente, la iluminación de los estratos subarbóreos del bosque fue mínima en *BV* (donde la penetración de luz se concentra en claros ocasionados por el desmoronamiento de árboles), y máxima en *CP*, debido a las bajas densidades y tamaños de los árboles remanentes.

Características de la regeneración temprana de Lengua

Los tres rodales estudiados presentan diferencias notables en la importancia superficial de los microhábitats distinguibles en el estrato inferior, tal y como se deduce de la comparación de los valores medios de cobertura registrados en las 20 parcelas muestreadas en cada rodal (Tabla 1). En la situación natural (*BV*), la mayor parte del suelo está cubierta por hojarasca, siendo las coberturas del resto de microhábitats muy similares entre sí. En las dos situaciones de bosque aprovechado, se aprecia un incremento hasta el doble en la importancia de los residuos, que incluyen los desechos de la corta y los troncos de árboles desmoronados o volteados por el viento con posterioridad. Finalmente, el incremento de la superficie del suelo que recibe iluminación directa tiene como consecuencia un aumento claro en la cobertura de plántulas de Lengua. Esta situación es más evidente en la corta de protección, donde se halló la mayor apertura del dosel, ya que se trata de una especie con plántulas de tendencia heliófila (Rusch, 1992). En los otros rodales este aumento parece estar limitado por el sombreado del dosel (*BV*) o por la invasión del pastizal (*FL*).

En la Tabla 2 se muestran los resultados del muestreo en parcelas de la regeneración temprana de Lengua en los tres rodales. La densidad de plántulas pequeñas es significativamente más elevada en *BV* debido a que en el conteo se incluyen principalmente plántulas de pocos años de edad, por lo que en gran parte refleja la mayor producción reciente de semillas en este rodal y que es probablemente, resultado directo de la mayor densidad de árboles (las producciones habituales promedio por árbol y por hectárea están en el orden de magnitud de 10^4 y 10^6 , respectivamente; véase Martínez Pastur *et al.*, 1999a). En cuanto a la regeneración de mayor tamaño, las diferencias entre rodales son estadísticamente muy significativas a favor de la corta de protección (Tabla 2), por lo que la mayor densidad de plántulas grandes sería responsable de las diferencias en la cobertura antes mencionada (Tabla 1).

TABLA 2
DENSIDAD, ESTRUCTURA DE EDADES Y TAMAÑOS DE LA
REGENERACIÓN TEMPRANA (PLÁNTULAS Y BRINZALES DE MENOS DE
2 m DE ALTURA) EN LAS TRES SITUACIONES DE MANEJO
CONSIDERADAS

*Density, age- and size structure of seedlings and saplings (up to 2 m in height)
in the three stands studied*

	Bosque virgen	Floreo	Corta de protección	gl	F o H	p
Densidad de plántulas < 0,5 mm (a)	61,75 ± 34,02	22,75 ± 26,01	33,10 ± 28,7	2,57	F=9,21	0,0010
Densidad de plántulas > 0,5 mm (b)	0,06 ± 0,29	1,11 ± 2,53	4,85 ± 6,28	2,60	H=22,88	< 0,0001
IAV = b/a	0,002 ± 0,005	0,17 ± 0,24	0,38 ± 0,76	2,60	H=14,36	0,0008
Diámetro basal (mm)	7,96 ± 3,29	6,15 ± 1,13	7,46 ± 2,37	3,82	F=3,19	0,0224
Altura (cm)	14,10 ± 4,77	24,8 ± 10,3	28,72 ± 14,93	2,77	F=13,14	< 0,0001
Edad (años)	8,62 ± 4,67	5,00 ± 1,51	5,00 ± 1,29	1,57	H=15,75	0,0001

En la mitad derecha se muestran los resultados de los análisis de la varianza (basados en el estadístico F para las variables con distribución normal y en el estadístico la para el resto de variables) realizados para la comparación estadística de los valores medios. IAV: índice de avance de la regeneración.

The right side of the table shows the results from parametric (F) or nonparametric (H) analysis of variance comparing average values.

Las diferencias entre rodales en la frecuencia de tamaños se refleja en los valores medios del «índice de avance de la regeneración» (IAV), que es muy bajo en BV (dos de cada 1.000 plántulas grandes), intermedio en FL y elevado en CP (380 de cada 1.000 plántulas grandes). Estas tendencias no pueden ser explicadas sobre la base de diferencias en la edad de las plantas, ya que ésta es significativamente mayor en el rodal con menor valor de IAV (BV; Tabla 2). Tomados en conjunto, estos datos revelan que el proceso de autorraleo (sustitución de individuos pequeños numerosos por grandes y escasos en el banco de plántulas) se acelera en las situaciones de aprovechamiento.

Intensidad del ramoneo: distribución espacial e influencia de la estructura del rodal

Utilizando como indicador de la intensidad de uso por guanacos a la densidad de bosteos, se aprecia una tendencia al aumento en la dirección CP-FL-BV, que resulta marginalmente significativa (Tabla 3). El hecho de que el rodal no aprovechado presente la mayor intensidad puede atribuirse a la proximidad de algunas de las parcelas de muestreo a los pastizales de la vega circundante, dada la tendencia ecotonal en el uso del hábitat que caracteriza a estos animales (Dodds, 1997). Los valores relativamente bajos en los rodales aprovechados pueden explicarse además por el impedimento para el tránsito que representan los residuos (en su mayoría acumulación de grandes troncos) en gran parte de la superficie del bosque. Esta situación hace que en el bosque aprovechado los guanacos concentren su actividad en pequeños sectores de pastizal, lo que se refleja en los elevados coeficientes de variación de la densidad de bosteos con respecto al bosque virgen (CV = 189 % en CP, CV = 195 % en FL y CV = 142 % en BV).

TABLA 3
INTENSIDAD DE USO POR GUANACOS (ESTIMADA A PARTIR DE LA DENSIDAD DE BOSTEOS) Y FRECUENCIA DE RAMONEO EN LOS TRES RODALES

Intensity of habitat use (estimated from the density of faecal remains) and frequency of browsing by guanacos in the three stands studied

	Bosque Virgen (4)	Corta de protección (10)	Floreo (10)	gl	H	p
Densidad de bosteos	2,25 ± 3,19	1,05 ± 1,99	1,60 ± 3,12	2,60	5,61	0,060
% con ramoneo basal	100 ± 0	69,90 ± 25,31	67,30 ± 17,73	2,24	9,04	0,012
% con ramoneo apical	95,75 ± 8,50	72,10 ± 18,50	61,51 ± 15,30	2,24	9,90	0,012

Entre paréntesis se muestra el número de parcelas en las que se basa el cálculo de los valores medios de cada rodal. *Sample sizes for average values are shown in parentheses.*

Los valores del porcentaje de plantas ramoneadas son en general muy elevados y congruentes con las tendencias encontradas de uso de los rodales por guanacos, con valores máximos en *BV* y similares en los rodales aprovechados (Tabla 3). Aunque las medias del rodal *BV* se basan sólo en cuatro parcelas con presencia de un número suficiente de plántulas susceptibles de ramoneo, la conclusión anterior se ve apoyada por la obtenida a partir de la muestra de 30 plantas seleccionadas al azar para el análisis de crecimiento, en que también el porcentaje de ramoneo fue del 100 %.

Para conocer las relaciones entre las características estructurales del bosque (variables independientes) y la regeneración o el ramoneo (variables dependientes) se utilizó el análisis de regresión simple. Estos análisis permitieron detectar como relaciones significativas de interés las existentes entre la cobertura de residuos de corta y la altura media y el porcentaje de ramoneo basal de las plántulas en el rodal *CP*. Así, las plántulas sufren menos ramoneo y, en consecuencia, alcanzan un mayor desarrollo en altura, a medida que se incrementa la cobertura de residuos ($r = 0,474$, $p < 0,05$ y $r_s = -0,472$, $p < 0,05$, respectivamente; Fig. 1). Por otra parte, se detectó una asociación significativa entre el porcentaje de cobertura de regeneración y la tasa de ramoneo basal ($r = 0,652$, $p < 0,05$), lo que sugiere un aumento de la atracción de los guanacos hacia manchas más densas de regeneración (Fig. 2). El resto de relaciones analizadas no alcanzó significación estadística, hecho que en el caso de *BV* se debe en parte al bajo tamaño de muestra (sólo cuatro parcelas presentaban un número suficiente de plántulas).

Consecuencias del ramoneo para el crecimiento de la regeneración

Para la modelización del crecimiento de los árboles no ramoneados se ajustó una ecuación del tipo $H = a * (1 - e^{b * E})$, basado en una modificación del modelo de Chapman-Richards (Martínez Pastur *et al.*, 1999b). Este modelo presentó un ajuste satisfactorio que describe un patrón de crecimiento inicial exponencial con claro sentido biológico. Los árboles con ramoneo intenso e intermedio exhiben un crecimiento lineal con una pendiente muy baja (Tabla 4), indicando que el corte recurrente por el guanaco impide el despegue inicial en altura que caracteriza a los árboles intactos (Fig. 3).

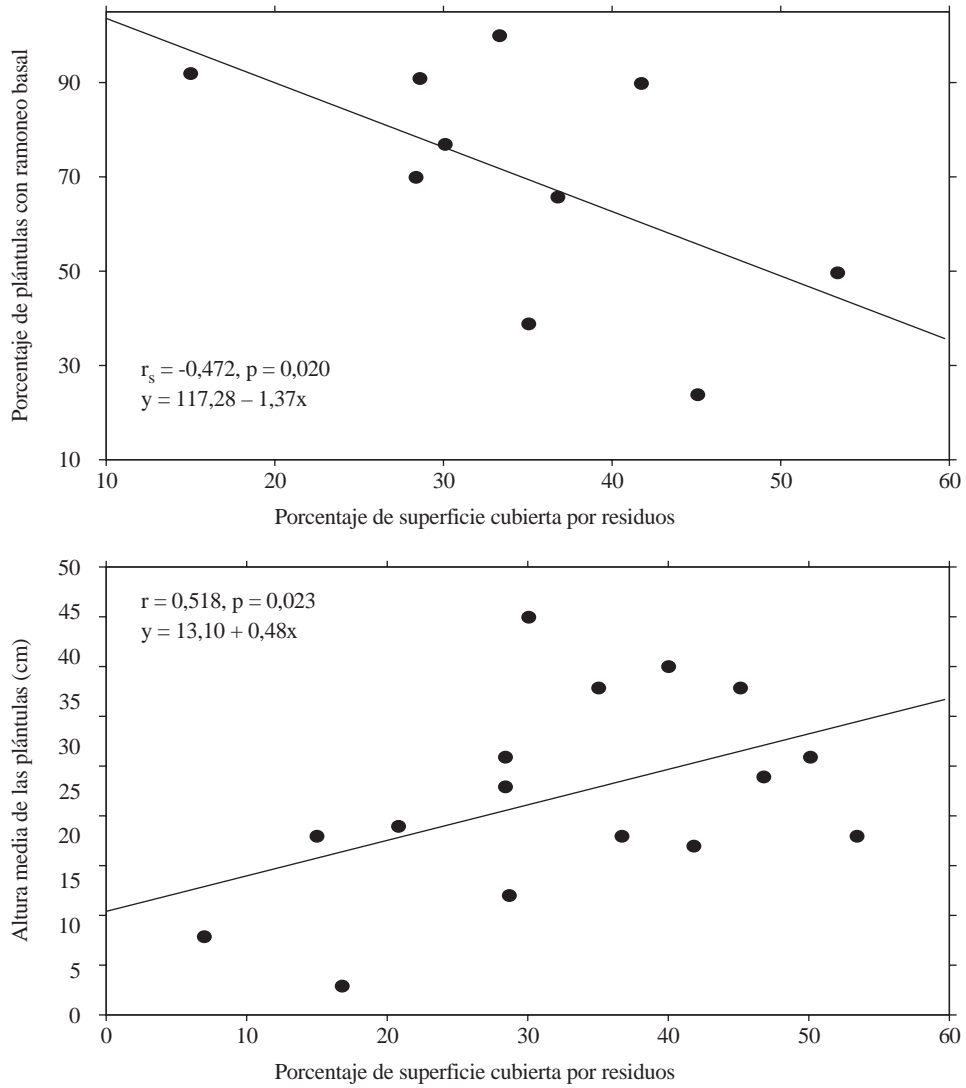


Fig. 1.—Relación entre la superficie cubierta por residuos y la altura media de la regeneración (arriba) y el porcentaje de brinzales con ramoneo basal (abajo) en el rodal con corta de protección (CP)

Relationships between percentage cover of fallen logs and average height of saplings (upper graph) and percentage of plant with basal damage (lower graph) in CP stand

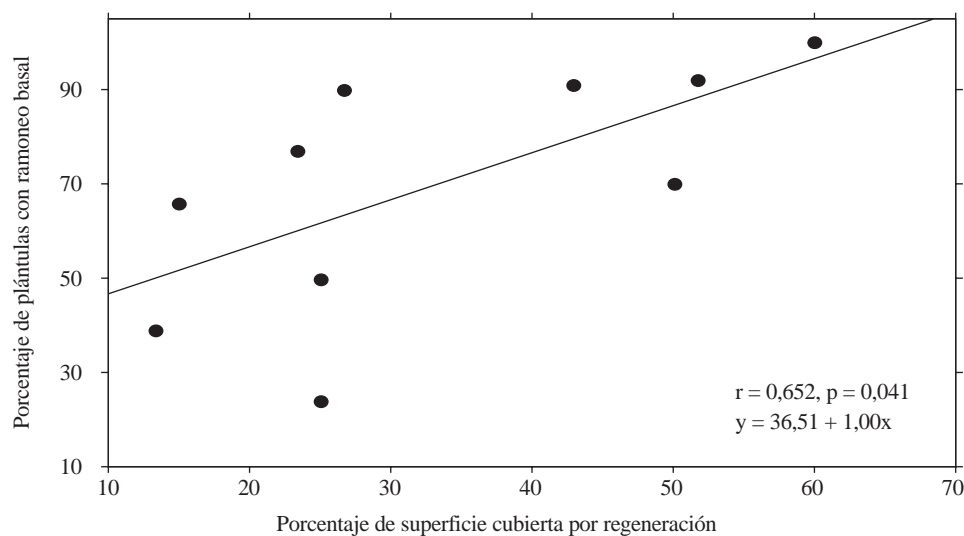


Fig. 2.—Relación entre la cobertura de plántulas en regeneración y la tasa de ramoneo por guanacos en el rodal aprovechado con corta de protección

Relationship between percentage cover of regeneration and browsing rate in the CP stand

TABLA 4

PARÁMETROS Y ESTADÍSTICOS DE LOS MODELOS DE CRECIMIENTO EN ALTURA CON MEJOR AJUSTE

Parameters and statistics of models for height growth

	Tercio externo: Ramoneo intenso $A = a + bE$	Tercio medio: Ramoneo intermedio $A = a + bE$	Tercio interno: Ramoneo mínimo $Y = a(1 - e^{-bE})$
<i>Parámetros</i>			
a	0,948	0,355	-3,475
b	0,200	0,067	0,029
<i>Estadísticos</i>			
r²	0,681	0,904	0,899

En todos los casos de relación lineal la prueba de F dio valores estadísticamente muy significativos ($p < 0,001$).
F values were highly significant ($p < 0.001$) in the two cases of linear relationship.

El efecto del ramoneo sobre las plántulas de los tres rodales se evaluó comparando la altura medida en muestras de 30 plántulas con la altura esperada según el modelo sin ramoneo. Como se aprecia en la Fig. 3, el ramoneo continuo impide el despegue en altura de forma similar en los tres rodales, sólo en CP algunas plantas alcanzan la altura espera-

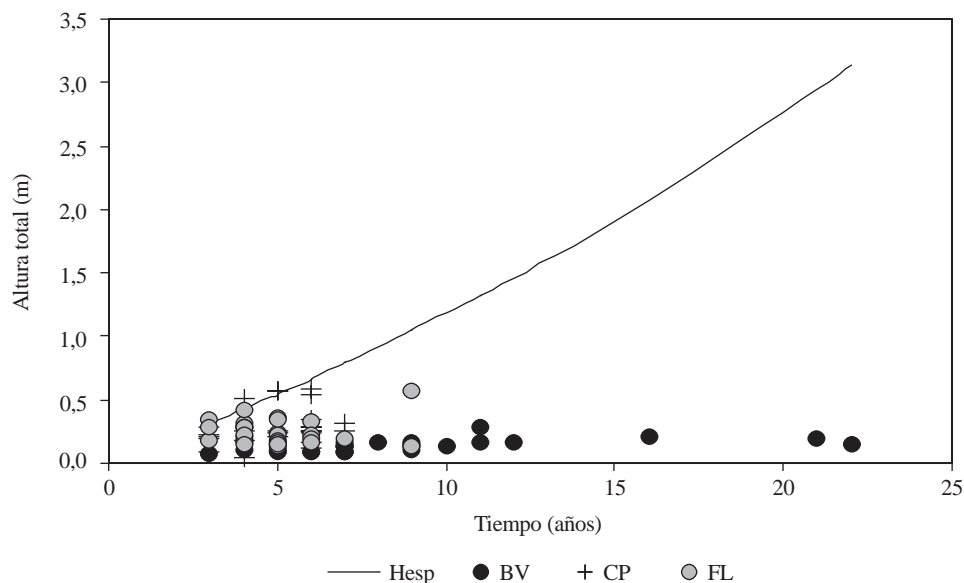


Fig. 3.—Comparación del crecimiento en altura observado (puntos) en una muestra de plantas seleccionadas al azar en los tres rodales con la altura esperada (Hesp, línea continua) en una muestra de plantas libres de ramoneo
Comparison of observed (points) and expected (line) height growth of saplings in the three stands studied

BV: bosque virgen; CP: corta de protección; y FL: floreo. Nota: Algunos puntos representan más de un par de valores

BV: native forest; CP: logging with and homogeneous density of parent trees; FL: intensive and selective logging. Note: some points on the graph represent more than one pair of values

da en el intervalo de 4-6 años. El caso de *BV* puede tomarse como representativo de una situación de ramoneo crónico, en que plántulas de hasta 22 años de edad y una altura esperada de 3 m no consiguen rebasar los 15 cm de altura. En promedio, las pérdidas en crecimiento que supone el ramoneo son del 83,1 % en *BV*, 45,7 % en *CP* y 50,3 % en *FL*, si bien una evaluación precisa e independiente de la edad requeriría proyectar el crecimiento en los dos rodales aprovechados hasta una edad similar a la de media de *BV*.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden en parte con los presentados en estudios anteriores sobre el ramoneo del guanaco en bosque de Lengua de Tierra del Fuego (Mella, 1995; Dodds, 1997; Martínez-Pastur *et al.*, 1999b). En todos los casos se ha comprobado una elevada incidencia del ramoneo, que tiende a ser mayor en los bosques apro-

vechados. En nuestro caso, la mayor intensidad de ramoneo fue observada en el bosque virgen, lo que puede atribuirse al pequeño tamaño de las isletas del bosque estudiado, situación en la que la gran movilidad del guanaco no permitiría hacer referencia a un efecto de borde, tal como concluye Mella (1995). Esta observación implica que el efecto del guanaco, que habitualmente se considera irrelevante en el bosque virgen, puede ser serio. Como en el resto de los estudios citados, se puede concluir que el ramoneo continuado supone una detención del crecimiento que puede extenderse en el tiempo en la medida en que perduren las condiciones de elevada presión de ramoneo. Por su parte, esta última también persistirá según que la apertura del dosel garantice una oferta interesante para el guanaco, de pastos y plántulas.

Conviene aclarar, no obstante, que tanto en este estudio como en los anteriores, el método utilizado permite cuantificar la intensidad, distribución y efecto del ramoneo sobre el crecimiento. Sin embargo, esta información no puede tomarse como indicativa del efecto sobre la dinámica de la regeneración a una escala temporal relevante para el manejo. Para ello sería necesario conocer el efecto del guanaco sobre la probabilidad de liberación de las plántulas por encima de la altura de ramoneo (aproximadamente 2 m). Esta cuestión depende en gran parte de la distribución espacial de la regeneración, ya que la liberación de algunos individuos sólo es posible si se encuentran en el centro de grandes manchas (bosque virgen; Rebertus y Veblen, 1993) o entre acumulaciones de residuos de corta (bosque aprovechado; Martínez Pastur 1999a).

El guanaco es un componente natural de los ecosistemas forestales de Tierra del Fuego, por lo que debe existir una densidad de estos animales compatible con la regeneración del bosque (Veblen *et al.*, 1989). Este equilibrio podría conocerse a partir de estudios en bosque virgen pero no en los bosques aprovechados, para los cuales no existe suficiente información sobre la dinámica de regeneración y aún de su interacción con otros ramoneadores (ganado ovino, vacuno, equino y liebre), como para precisar la densidad crítica de guanacos a partir de la cual la regeneración no está asegurada. El aprovechamiento del bosque parece crear condiciones favorables para la entrada de guanacos al aumentar la disponibilidad de pasto en sectores que además, sirven de refugio (Fernández *et al.*, 1998). Sin embargo, tal desplazamiento en las preferencias de hábitat no ha sido aún estudiado explícitamente, por lo que no es posible precisar el peso relativo que la entrada de guanacos tiene en comparación con otras características del aprovechamiento que pueden afectar a la regeneración.

En el estado actual de conocimientos es posible afirmar que el guanaco es un factor limitante del crecimiento inicial de la regeneración de los bosques después del aprovechamiento y probablemente en situaciones locales de bosque virgen. Sin embargo, para incorporar el manejo del guanaco a la planificación del aprovechamiento forestal sería necesario: conocer la distribución espacial de las actividades de alimentación de los guanacos, evaluar los posibles cambios en las poblaciones de guanacos y sus hábitos de uso del bosque que pueden producirse como consecuencia del incremento en la superficie aprovechada y cuantificar la importancia relativa de otros factores asociados al aprovechamiento que influyen en el establecimiento y desarrollo de la regeneración.

AGRADECIMIENTOS

Los responsables del presente trabajo desean expresar su agradecimiento a los dueños y personal del ASERRADERO «LOS CASTORES» por su desinteresada colaboración en el aporte de recursos y paciencia. A Miriam Arena y Gustavo Vater por permitirnos «invadir» su laboratorio en el Centro Austral de Investigaciones Científicas y a Vanessa Lencinas por su paciencia durante la estancia en Ushuaia. El trabajo de uno de los autores (F.J.P.) en Tierra del Fuego fue posible gracias a una Ayuda para Estancia Breve concedida por la Dirección General de Enseñanzas Universitarias e Investigación de la Junta de Extremadura (1999).

SUMMARY

Incidence of browsing by guanaco (*Lama guanicoe* Müller) on early regeneration of lenga [*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser] forests in Tierra de Fuego, Argentina

In this work we analyze the early regeneration of *Nothofagus pumilio* forests, as well as the impact of browsing by guanacos (*Lama guanicoe*), in Tierra del Fuego, Argentina. First, we describe the structure of three *N. pumilio* stands with differing management schedules: a native virgin forest stand (*BV*), a stand that was logged in 1991-93 leaving a certain homogeneous density of parent trees («shelterwood cut», *CP*), and a third stand that was selectively and intensively logged (*FL*) in 1995. In these three stands we quantify the use by guanacos (estimated from the density of fecal remains) and the frequency of browsed seedlings (< 0.5 cm) and saplings (> 0.5 cm in stem diameter). Results show a high incidence of browsing, which was higher for the native forests stand (100 % and 95.7 %), than for *CP* (69.9 % and 72.1 %) and *FL* (67.3 % and 61.5 %, for basal and apical damage of browsed plants, respectively). These differences are mainly due to the fact that patches where big trunks accumulate in managed stands, provide shelter from damage by guanacos. Comparison of observed and expected (according to calculated growth models) sapling height show that recurrent damage by guanacos prevent successful growth, the corresponding height loss being 83.1 % for *BV*, 45.7 % for *CP*, and 50.3 % for *FL*. We conclude that guanacos effectively limits early regeneration in both native and managed stands, though a wider time scale is needed for a conclusive assessment of the incidence of browsing in forest dynamics and production.

KEY WORDS: Browsing
Guanaco
Forest regeneration
Lama guanicoe
Nothofagus pumilio
Patagonia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE J., PERI P., MARTÍNEZ PASTUR G., 1998. Estudio de la regeneración avanzada de Lengua (*Nothofagus pumilio*) bajo diferentes alternativas de conducción silvícola. I Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia (Chile), 22-28 de noviembre.
- BAVA J., PUIG C., 1992. Regeneración natural de Lengua. Algunos factores involucrados. CIEFAP, Publicación técnica n.º 8: 85-110.
- DODDS P., 1997. Efecto del ramoneo de guanacos (*Lama guanicoe*) sobre la regeneración de Lengua (*Nothofagus pumilio*) en Russfin, Tierra del Fuego. Tesis de Grado. Universidad de Chile. 58 pp.
- FERNÁNDEZ C., STAFFIERI G., MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P., 1998. Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de la Lengua. I Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia (Chile), 22-28 de noviembre.
- MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P.L., VUKASOVIC R., VACCARO S., PIRIZ-CARRILLO V., 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* forests. Phytom, 6: 55-60.

- MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P.L., FERNÁNDEZ C., STAFFIERI G., 1999a. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: 1. Incidencia de la cobertura y el aprovechamiento o cosecha. *Bosque* 20(2): 39-46.
- MARTÍNEZ PASTUR G., PERI P.L., FERNÁNDEZ C., STAFFIERI G., RODRÍGUEZ D., 1999b. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: 2. Incidencia del ramoneo de *Lama guanicoe*. *Bosque* 20(2): 47-53.
- MELLA J., 1995. Guanacos. Informe del Subproyecto 94-14. Estudios de línea de base: Proyecto Río Cóndor. 54 pp.
- MUTARELLI E.J., ORFILA E.N., 1969. Los bosques de Tierra del Fuego y los primeros ensayos de tratamientos para su regeneración, conducción y organización. *Revista Forestal Argentina*, 13: 125-137.
- REBERTUS A., VEBLEN T., 1993. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 4: 641-654.
- RICHTER L.L., FRANGI J.L., 1992. Bases ecológicas para el manejo del bosque de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 68: 35-52.
- RUSCH V., 1992. Principales limitantes para la regeneración de la Lenga en la zona NE de su área de distribución: variables ambientales en claros del bosque. CIEFAP, Publicación técnica n.º 8: 61-73.
- SCHMIDT H., URZÚA A., 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lenga de Magallanes. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. *Ciencias Agrícolas* n.º 11. 62 pp.
- VEBLEN T.T., MERMOZ M., MARTÍN C., RAMILO E., 1989. Effects of exotic deer on forest regeneration and composition in northern Patagonia. *Journal of Applied Ecology* 26: 711-724.