

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
**DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**” DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*)  
DESPUÉS DE LA CORTA DE REGENERACIÓN Y RENDIMIENTO  
DE TROZAS EN LA CORTA FINAL, EN LA XII REGIÓN”.**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**JORGE ALEJANDRO NEIRA PACHECO**

Profesor Guía: Ing. Forestal, Dr. Harald Schmidt van Marle

**SANTIAGO – CHILE**  
**2004**

# UNIVERSIDAD DE CHILE

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**” DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*)  
DESPUÉS DE LA CORTA DE REGENERACIÓN Y RENDIMIENTO  
DE TROZAS EN LA CORTA FINAL, EN LA XII REGIÓN”.**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**JORGE ALEJANDRO NEIRA PACHECO**

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Harald Schmidt	6,5	.....
Prof. Consejero Sr. Gustavo Cruz	6,0	.....
Prof. Consejero Sr. Manuel Ibarra	6,3	.....

**SANTIAGO – CHILE  
2004**

**A MI MADRE,  
A MI PADRE,  
Y A JAVIERA.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer con todo mi corazón y en primer lugar a mi Madre, a la que amo, que me dio el empuje y el cariño para realizarme como persona y concretar este trabajo.

También quiero agradecer a todas las personas que colaboraron y me dieron la posibilidad de realizar este estudio:

A mi profesor guía Ing. Forestal Dr. Harald Schmidt por su enorme colaboración y orientación en la realización de este trabajo, incluso su voluntad en realizar trámites no correspondientes a su labor. Muchas gracias.

A la gente de la Universidad que de una u otra manera también colaboraron en la finalización de mi memoria: Álvaro Promis, Raúl Caprile, Eric Campos y Juan Pablo Fuentes.

A la Empresa Constructora SALFA S.A., en especial a Don Juan Poblete por su disposición y colaboración en la realización del trabajo en terreno y además destacar el cariño por lo que hace e hizo. Al personal del campamento: Vejar, Chico Muñoz, Santiago, Cuky, Cárcamo, Carlos Barrientos, Carlitos y por supuesto al fallecido y muy querido motoserrista Mario Barría.

Finalmente, a mis compañeros de la U; Moya, Frene, Calerano, Las tres del stress, Pacheco, Kathy, Seba, y todos los cabros del destungue por los gratos momentos durante mi paso por la Universidad.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes generales de la especie	8
2.1.1. Descripción botánica	8
2.1.2. Distribución geográfica	8
2.1.3. Usos	8
2.2. Características de los bosques de Lenga	9
2.2.1. Estructura y dinámica	9
2.2.2. Aspectos de la regeneración natural	9
2.3. Antecedentes de la silvicultura en bosques de Lenga	10
2.3.1. Las Cortas de protección en bosques de Lenga	10
2.3.2. Situación de las cortas de protección en Magallanes	12
2.3.3. Crecimiento de los árboles en el dosel de protección	12
2.3.4. Desarrollo de la regeneración en cortas de protección	12
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
3.1. Objetivo general	14
3.2. Objetivos específicos	14
3.2.1. Respecto al dosel arbóreo	14
3.2.2. Respecto a la Regeneración	14
3.2.3. Respecto a la corta final	14
<b>4. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>15</b>
4.1. Material	15
4.2. Método	16
4.2.1. Descripción del dosel arbóreo	16
4.2.1.1. Inventario forestal	16
4.2.1.2. Crecimiento del dosel de protección	17
4.2.2. Análisis de la regeneración	18
4.2.2.1. Densidad de la regeneración	18
4.2.2.2. Altura y crecimiento de la regeneración	18
4.2.3. Rendimiento de trozas en la corta final del dosel de protección	19
<b>5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>21</b>
5.1. Descripción del rodal	21
5.1.1. Existencias en el rodal	23
5.1.1.1. Estabilidad en el dosel de protección	23
5.1.2. Crecimiento del dosel de protección	24
5.1.2.1. Crecimiento diametral de los árboles	24
5.1.2.2. Crecimiento volumétrico	27
5.2. Análisis de la regeneración	28
5.2.1. Densidad de la regeneración	28
5.2.2. Altura de la regeneración dominante	29
5.2.3. Crecimiento de la regeneración	30
5.3. Rendimiento de trozas en la corta final	33
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
Respecto a las existencias en el dosel de protección	35
Respecto del crecimiento del dosel de protección	35
Respecto a la regeneración	35
Respecto a la cosecha	35
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

Las cortas de protección se introdujeron en Magallanes en 1992 como alternativa de manejo sustentable para el aprovechamiento comercial de los bosques de Lenga. Durante los primeros 10 años de aplicación de este sistema silvicultural, se han realizado solamente cortas de regeneración, que constituye la primera intervención silvícola. A la fecha existen aproximadamente 30.000 ha intervenidas en la región.

En esta memoria se analiza la primera corta final del dosel de protección, que se realizó 10 años después de la corta de regeneración. En el análisis se incluye el desarrollo del dosel superior y de la regeneración después de la corta de regeneración y el rendimiento de trozas.

El estudio se realizó en un rodal de 30 ha de 22 a 24 m de altura. Este rodal tenía originalmente un volumen de 726 m<sup>3</sup>/ha. En 1992 fue intervenido con una corta de regeneración, en la que se extrajo el 48% del volumen. Durante el período 1993 hasta 2002 hubo pérdidas de 132 m<sup>3</sup>/ha debido a la caída de árboles por viento. En el año 2002 se hizo la corta final del dosel de protección de 259 m<sup>3</sup>/ha.

El crecimiento de los árboles del dosel de protección fue de 1,7 mm/año antes de la intervención y de 3,3 mm/año después de la intervención. El crecimiento en volumen del dosel de protección fue de 2,7 m<sup>3</sup>/ha/año.

La regeneración del bosque 10 años después de la corta de regeneración, tenía una densidad de 407.818 plantas por hectárea. La altura promedio de la regeneración dominante fue de 1,37 m, con un 86 % de las plantas sobre 1 metro y un 38 % sobre 2 metros. El crecimiento en altura de la regeneración dominante fue de 1,7 cm/año antes de la intervención (período 1984-1992), y de 12,3 cm después (período 1993-2002).

En la corta final del dosel de protección se cortó un volumen de 259 m<sup>3</sup>/ha y el rendimiento de trozas aserrables fue de 62 m<sup>3</sup>/ha.

## SUMMARY

In 1992, the shelterwood system was introduced in Magallanes with the main goal of the sustainable management of Lenga forests. During the first ten years of the application of this system, seeding cuttings have been applied to approximately 30.000 ha. This study analyzed the growth of the protection canopy, the development of the regeneration, and timber production after ten years of the application of a seeding cutting in a 30 ha forest stand. The forest stand was 22 to 24 m height, with an original basal area of  $726 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . The establishment cutting consisted in the removal of 48% of the stand volume. From the years 1993 to 2002,  $132 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  were lost due to blow-down caused by wind. The final cutting was made in 2002 and consisted in the removal of  $259 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  of the residual trees. As a result of the seeding cutting, the growth-in-diameter of the protection canopy trees increased from  $1,7 \text{ mm y}^{-1}$  to  $3,3 \text{ mm y}^{-1}$ . After the seeding cutting, the annual increment in volume of the residual trees was  $2,7 \text{ m}^3 \text{ ha y}^{-1}$ . The density of Lenga regeneration, ten years after the first silvicultural application, was  $407.818 \text{ plants ha}^{-1}$ . The average height of the dominant regeneration was 1,37 m, with 86% of the plants with heights greater than 1 m, and 38% of the plants with heights over 2 m. The annual increment in height of the dominant regeneration was  $1,7 \text{ cm y}^{-1}$  (1984-1992) and increased to  $12,3 \text{ cm y}^{-1}$  after the application of the silvicultural system (1993-2002). The final cutting of the protection canopy yielded a volume of  $259 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , which corresponded to  $62 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  of sawtimber logs.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tipo forestal Lenga es el tipo más importante en el país, ya que posee una superficie de 3.400.346 ha, equivalente al 25,3% de la superficie total de bosque nativo en Chile, concentrado en las XI y XII regiones (CONAF, 1997). Por esta razón, específicamente en la región de Magallanes, ha surgido la necesidad de manejar e intervenir estos bosques en forma extensiva. De este modo, se ha propuesto distintas técnicas y prácticas silvícolas conducentes a un sistema de uso sustentable del recurso.

Las cortas de protección fueron adoptadas como sistema silvicultural desde 1992, habiéndose observado hasta el momento una superficie aproximada de 30.000 ha, en que se ha realizado una primera corta de regeneración. Esta intervención, en comparación con las prácticas realizadas anteriormente, es más beneficiosa en términos económicos (Schmidt<sup>1</sup>).

Estudios realizados en la zona revelan que el desarrollo de la regeneración después de las cortas de regeneración es significativamente mayor en densidad, altura y crecimiento, que en situaciones testigo, en igualdad de condiciones de estructura y fase de desarrollo. Así, después de 8 a 12 años aproximadamente, esta regeneración necesita ser liberada del dosel superior, el cual debe ser extraído en una corta final.

Dado que el sistema silvicultural de cortas de protección se introdujo recién en el año 1992, no hay información acerca del desarrollo de los bosques después de la intervención, ni sobre el rendimiento de trozas que podría haber en una corta final. En este estudio se entregarán los primeros antecedentes de las existencias del dosel de protección, del estado de la regeneración y del rendimiento de trozas, en una corta final, después de 10 años de una corta de regeneración, en un bosque de Lenga en la Provincia de Última Esperanza, XII Región.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal: Harald Schmidt. Profesor Cátedra de Silvicultura de Bosque Nativo. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Antecedentes generales de la especie**

#### **2.1.1. Descripción botánica**

Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) es un árbol de tamaño mediano, que en la región de Magallanes alcanza una altura máxima de 30 m. El tronco es recto y relativamente cilíndrico de hasta 1,5 m de DAP. Sus hojas son verde claro, caducas, simples y alternas, de 2-4 cm de largo; la lámina es elíptica, roma de margen lobulado-dentado; con venas que terminan en el seno de cada dos dientes. Tiene estípulas caducas (Rodríguez *et al.*, 1983).

El fruto corresponde a una cúpula de 2 valvas lineares llevando un solo aquenio trialado, posee un tamaño de 7 a 10 mm de largo por 5 a 7 mm de ancho. Maduran de enero a febrero y poseen una dispersión anemócora (Serra, 1988).

#### **2.1.2. Distribución geográfica**

Lenga es una especie nativa de Chile y Argentina. Por la Cordillera de los Andes, crece desde la Provincia de Talca (VII Región) hasta las proximidades del Cabo de Hornos en la XII Región y en la Cordillera de la Costa, en las partes altas de la Cordillera de Nahuelbuta y en la Cordillera Pelada de la provincia de Valdivia. Se encuentra siempre en el límite altitudinal de la vegetación arbórea y en Magallanes alcanza el nivel del mar (Rodríguez *et al.*, 1983).

#### **2.1.3. Usos**

Tradicionalmente el destino más importante de la madera de Lenga ha sido para la industria del aserrío. Además, se utiliza la astilla para la producción de pulpa y tableros y existen otros productos de menor grado de industrialización, como los tacos y rajones para leña y los postes (Uriarte y Grosse, 1991).

La producción de astillas de Lenga en Magallanes comenzó el año 1992 y duró hasta 1997 año en que cesa su elaboración (Schmidt, A. 1999).

## **2.2. Características de los bosques de Lenga**

### **2.2.1. Estructura y dinámica**

Los bosques de Lenga en general, se presentan en forma de un mosaico de rodales, que son el producto de los distintos tipos de bosques, sitios y fases de desarrollo. Esta variabilidad es natural, pero puede alterarse a través de la intervención humana. La estructura de los bosques varía de multietáneo a coetánea en una clara secuencia cíclica de fases (Schmidt y Urzúa, 1982).

Las fases más características presentes en los bosques de estructura coetánea son la fase de desmoronamiento con regeneración, fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo y fase de envejecimiento (Schmidt y Urzúa, 1982).

### **2.2.2. Aspectos de la regeneración natural**

Grosse (1988) estudió el desarrollo de las plantas de los géneros *Fagus* y *Nothofagus* en relación a los grados de luminosidad y confirman que este es el factor que más influye sobre el desarrollo de la regeneración. A medida que la disponibilidad de luz aumenta, la posibilidad de sobrevivencia en el tiempo se acrecienta. Sin embargo, existe un punto de saturación de luz donde la luminosidad no produce mayores crecimientos e incluso estos pueden declinar.

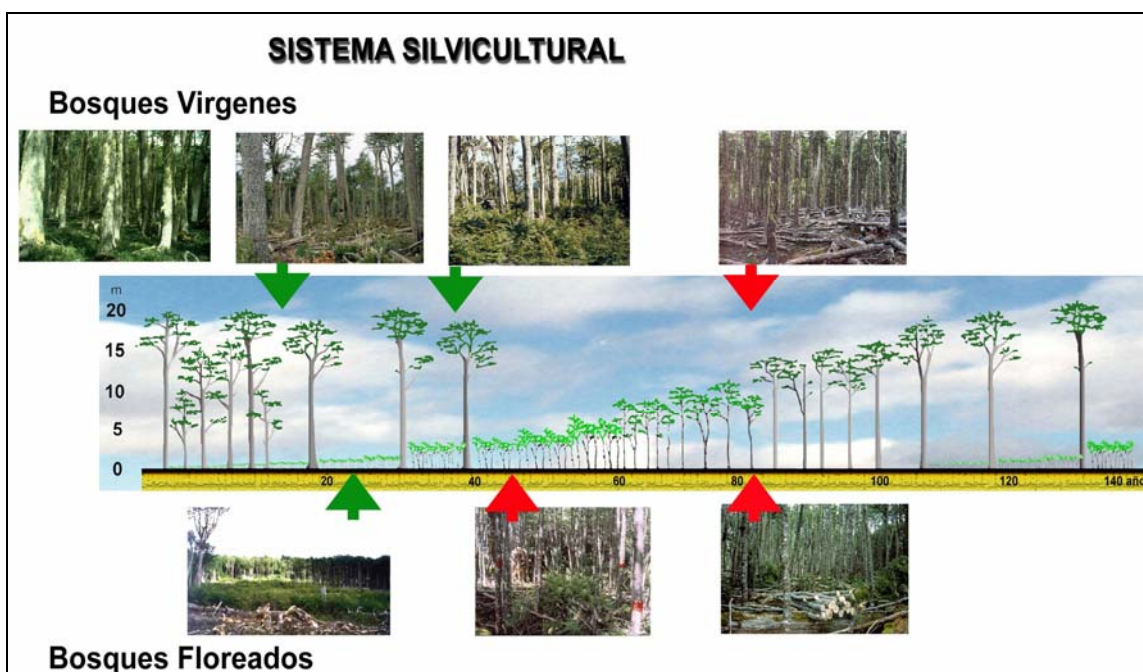
Según Schmidt y Urzúa (1982), la regeneración natural en Lenga presenta densidades del orden de 191.300 y 546.000 plantas por hectárea, lo que refleja que la especie tiene cierta facilidad en regenerarse.

## 2.3. Antecedentes de la silvicultura en bosques de Lengua

### 2.3.1. Las Cortas de protección en bosques de Lengua

La corta de protección o corta sucesiva corresponde a la explotación gradual de un rodal en una serie de cortas parciales para dar origen a un rodal coetáneo a través de regeneración natural, la cual se inicia bajo la protección del antiguo rodal (Vita, 1996).

Schmidt *et al.* (2003) indica que dependiendo del estado y el desarrollo del bosque, se puede intervenir de maneras distintas para ingresar a este sistema silvicultural (Figura 1).



Fuente: Schmidt *et al.*, 2003.

Figura 1: Esquema de desarrollo de bosque de Lengua bajo cortas de protección, con las distintas maneras de ingreso al sistema silvicultural (flechas verdes indican los tratamientos que se hacen comercialmente y flechas rojas no).

- a) **En bosques vírgenes maduros en fases de desarrollo de envejecimiento o de desmoronamiento con regeneración** debe realizarse cortas de regeneración, rebajando la cobertura en 40 a 60% para permitir el establecimiento de la regeneración y el crecimiento de ésta en altura. También puede realizarse, en bosques vírgenes maduros, cortas de precosecha o raleo de menor intensidad para aprovechar el volumen que se perdería por mortalidad. Así, se posterga la corta de regeneración para un período posterior.
- b) **En bosques vírgenes juveniles** debe hacerse cortas de raleo para favorecer el crecimiento de los mejores individuos. Se destacan dos situaciones principales: desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial y desmoronamiento con crecimiento óptimo final. La intensidad de raleo recomendada es de 20 a 30%.
- c) **En bosques floreados de alta cobertura y escasa regeneración** deben realizarse cortas complementarias de regeneración para homogeneizar la regeneración y permitir su desarrollo en altura.
- d) **En bosques floreados con bosque secundario más desarrollado con regeneración avanzada y monte bravo** corresponde realizar la corta final del dosel remanente y clareos de regeneración.
- e) **En bosques floreados con bosque secundario en estado de latizal o fustal** debe realizarse corta final de árboles sobremaduros y raleo en el latizal o fustal.

### **2.3.2. Situación de las cortas de protección en Magallanes**

La corta de regeneración es la primera intervención dentro de las cortas de protección y la más utilizada en la región. Actualmente, la superficie con cortas de regeneración es de aproximadamente 30.000 ha. La intensidad de corta va de 40 a 50 % del área basal, por lo cual, en estos bosques existe un área basal residual significativa para una corta final futura. Los rendimientos de trozas aserrables obtenidos en la corta de regeneración es del orden de 70-80 m<sup>3</sup>/ha (Schmidt<sup>2</sup>).

### **2.3.3. Crecimiento de los árboles en el dosel de protección**

En el dosel de protección en bosques analizados en Monte Alto se obtuvo, 5 años después de la intervención, un crecimiento en diámetro de los árboles juveniles y maduros de 2,8-3,1 mm/año y de árboles sobremaduros de 1,9-2,2 mm/año. El crecimiento volumétrico del dosel de protección fue de 3 m<sup>3</sup>/ha/año (Borie, 2000).

### **2.3.4. Desarrollo de la regeneración en cortas de protección**

Según Espejo (1996), en un estudio realizado en Monte Alto (Provincia de Última Esperanza), el efecto de la corta de regeneración provoca un aumento de más de tres veces la densidad de la regeneración, respecto a una situación sin intervenir, llegando a sobre 1 millón de plantas por hectárea. Espejo también menciona que la altura de la regeneración es superada en un 340% respecto al testigo.

Vergara (1996), concluye que existen diferencias significativas en el crecimiento de la regeneración debido al efecto de la intervención, manejo de residuos y el grado de extracción, dos años después de la corta de regeneración. Así, también menciona que el crecimiento medio de la regeneración en sitios intervenidos fue un 64% superior al crecimiento en los bosques testigo.

---

<sup>2</sup>Comunicación personal: Harald Schmidt. Profesor Cátedra de Silvicultura de Bosque Nativo. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Respecto al desarrollo de la regeneración, después de la intervención, se resumen los resultados en el cuadro 1:

**Cuadro 1:** Desarrollo de la regeneración después de 5 años de la corta de regeneración.

Regeneración	Sitios Buenos		Sitios Regulares		Sitios Malos		Ramoneo liebres %
	plantas/ha	crec. cm/año	plantas/ha	crec. cm/año	plantas/ha	crec. cm/año	
Plántulas	95.000		131.667		117.333		
<20 cm	244.333	7,9	188.667	7,2	309.333	7,8	4
20 – 49 cm	93.000	13,4	44.000	14,4	44.000	12,5	25
50 – 99 cm	16.667	20,3	5.667	15,8	-	18,2	33
100 – 200 cm	2.334	26,8	-	16,7	133.000	18,5	
<b>Total</b>	<b>451.334</b>		<b>370.000</b>		<b>603.666</b>		<b>9</b>

**Fuente:** Borie (2000).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar el desarrollo del dosel de protección y de la regeneración en un bosque de Lengua, 10 años después de la corta de regeneración y medir el rendimiento de trozas en la corta final del dosel de protección.

#### **3.2. Objetivos específicos**

##### **3.2.1. Respecto al dosel arbóreo**

- Estimar las existencias antes y después de la corta de regeneración realizada en 1992.
- Estimar el crecimiento del dosel de protección y la caída de árboles después de la intervención.

##### **3.2.2. Respecto a la Regeneración**

- Estimar densidad, la altura y el crecimiento de las plantas.

##### **3.2.3. Respecto a la corta final**

- Medir el volumen de corta y el rendimiento de trozas.

## 4. MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1. Material

El área de estudio se ubica en los bosques de la Estancia Jerónima (Lote 2-B), pertenecientes a la empresa Constructora SALFA S.A., Provincia de Última Esperanza, XII Región. Se encuentra en las coordenadas UTM 19 F 0313805 4226271, a 420 metros sobre el nivel del mar (Figura 2).



**Figura 2:** Mapa de Magallanes y ubicación del área de estudio

La zona se encuentra en la región fisiográfica Sub-Andina Oriental de clima Trasandino con Degeneración Esteparia y sus suelos pertenecen a los Grandes Grupos de Suelos Podzólicos y Grises de Bosque con depósitos morrénicos de fines de la tercera y la cuarta glaciación (Pisano, 1977). Los suelos son delgados de 30 a 50 cm de profundidad, de texturas livianas fácilmente erosionables y de estructura superficial fina (IREN, 1968).



El Distrito Agroclimático es de Punta Arenas, donde la estación meteorológica representativa entrega temperaturas medias mínimas de  $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y medias máximas de  $15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las precipitaciones medias anuales son de  $416\text{ mm/año}$  (INIA, 1989).

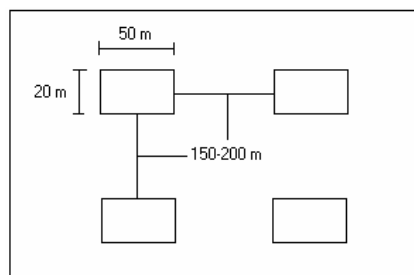
La formación vegetal pertenece a la del Bosque Caducifolio de Magallanes, según la clasificación de Gajardo (1994) y el área específica de estudio corresponde a un bosque de Lengua que tiene una superficie de  $30\text{ ha}$ . En el rodal se realizó una corta de regeneración, con una intensidad de  $40\%$  a  $50\%$ , entre los años 1992-1993. La altura de los árboles dominantes es de  $22$  a  $24\text{ m}$ .

## 4.2. Método

### 4.2.1. Descripción del dosel arbóreo

#### 4.2.1.1. Inventario forestal

Para la descripción del rodal se realizó un inventario forestal, orientado a conocer el estado actual y el original del bosque, las existencias y la estabilidad del dosel de protección. El muestreo se hizo en 11 parcelas rectangulares de  $50*20\text{ m}$ , distribuidas de forma sistemática, con un distanciamiento de  $150\text{-}200\text{ m}$  entre sí (Figura 3).



**Figura 3:** Esquema básico de distribución de las parcelas

En cada parcela se midió la exposición, pendiente, altitud, las coordenadas UTM y la calidad del sitio, a través de la altura de los árboles dominantes del dosel superior.

Para cada árbol en las parcelas se registró el DAP, la fase de desarrollo (juvenil, maduro, sobremaduro) y el estado del árbol (vivo en pie, muerto, apoyado, quebrado, caído). Para todos los individuos volteados en la corta de regeneración, se midió el DAT (diámetro de tocón) para estimar el DAP y reconstruir el bosque original. En el cálculo del DAP de los árboles volteados en la corta de regeneración se utilizó la siguiente función:

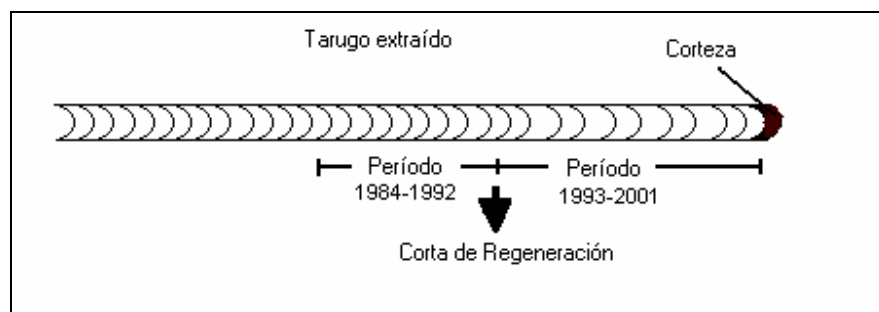
$$\text{DAP} = 0,868976 * \text{DAT}$$

Los volúmenes de los árboles fueron calculados con la fórmula:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 0,000129 * (\text{DAP}^{1,930261}) * (\text{Sitio}^{0,666289})$$

#### 4.2.1.2. Crecimiento del dosel de protección

Para medir el crecimiento de los árboles en el dosel de protección en cada parcela se extrajeron tarugos de incremento de 5 árboles, distribuidos por fase de desarrollo y clase diamétrica. Se midió el crecimiento de los árboles en el período 1984-1992 antes de la corta de regeneración y en el período 1993-2001 después (Figura 4).



**Figura 4:** Esquema de medición de los anillos en el tarugo de incremento

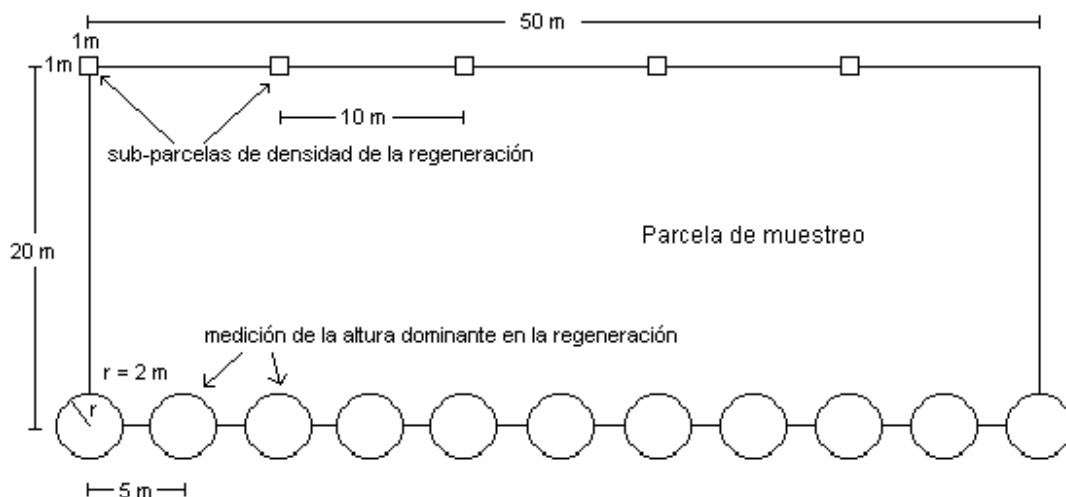
## 4.2.2. Análisis de la regeneración

### 4.2.2.1. Densidad de la regeneración

Para medir la densidad de la regeneración se realizaron 5 sub-parcelas de  $1\text{ m}^2$ , distribuidas sistemáticamente cada 10 m sobre uno de los lados de las parcelas de inventario descritas en el punto 4.2.1.1. (Figura 5). Se registró la cantidad de plantas distribuidas por categorías de altura ( $\leq 20\text{ cm}$ , 21-50 cm, 51-100 cm,  $>200\text{ cm}$ ). Las plantas se clasificaron en ramoneadas y no-ramoneadas por liebres.

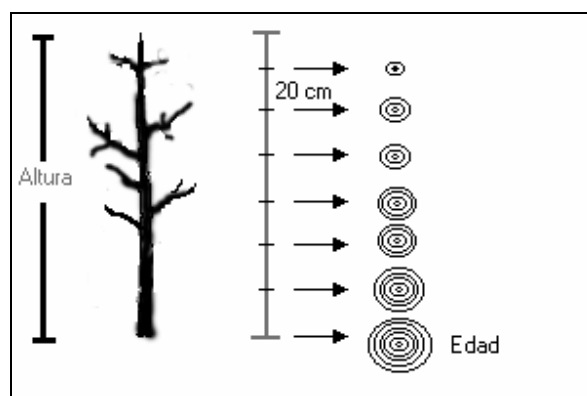
### 4.2.2.2. Altura y crecimiento de la regeneración

Se analizó la altura y el crecimiento en altura promedio de la regeneración dominante en forma sistemática mediante 21 transectos de 50 m, sobre un lado de las parcelas y entre éstas, en los cuales se distribuyeron 11 puntos de muestreo (cada 5 m). Se midió el individuo de mayor altura en un radio de 2 m en torno a cada punto de muestreo (ver Figura 5).



**Figura 5:** Parcela de inventario y esquema de distribución de las sub-parcelas y transecto para medir la densidad y la altura dominante de la regeneración.

Para estimar la edad y el crecimiento de la regeneración, se extrajeron tres plantas en cada transecto. En éstas se midió la altura total de la planta, y el crecimiento, a través de las cicatrices de los tres últimos períodos de crecimiento y de rodelas que se cortaron cada 20 cm a partir de la base de la planta para la realización de un análisis altura – edad (Figura 6).



**Figura 6:** Muestreo de plantas dominantes para un análisis altura – edad.

Además de la medición de la altura y el crecimiento promedio de la regeneración en los transectos, se analizó el crecimiento en altura de la regeneración en forma dirigida, bajo condiciones de cobertura baja (30-40%) y muy baja (20-30%). En cada uno de estos sectores se midieron 20 plantas dominantes.

#### **4.2.3. Rendimiento de trozas en la corta final del dosel de protección**

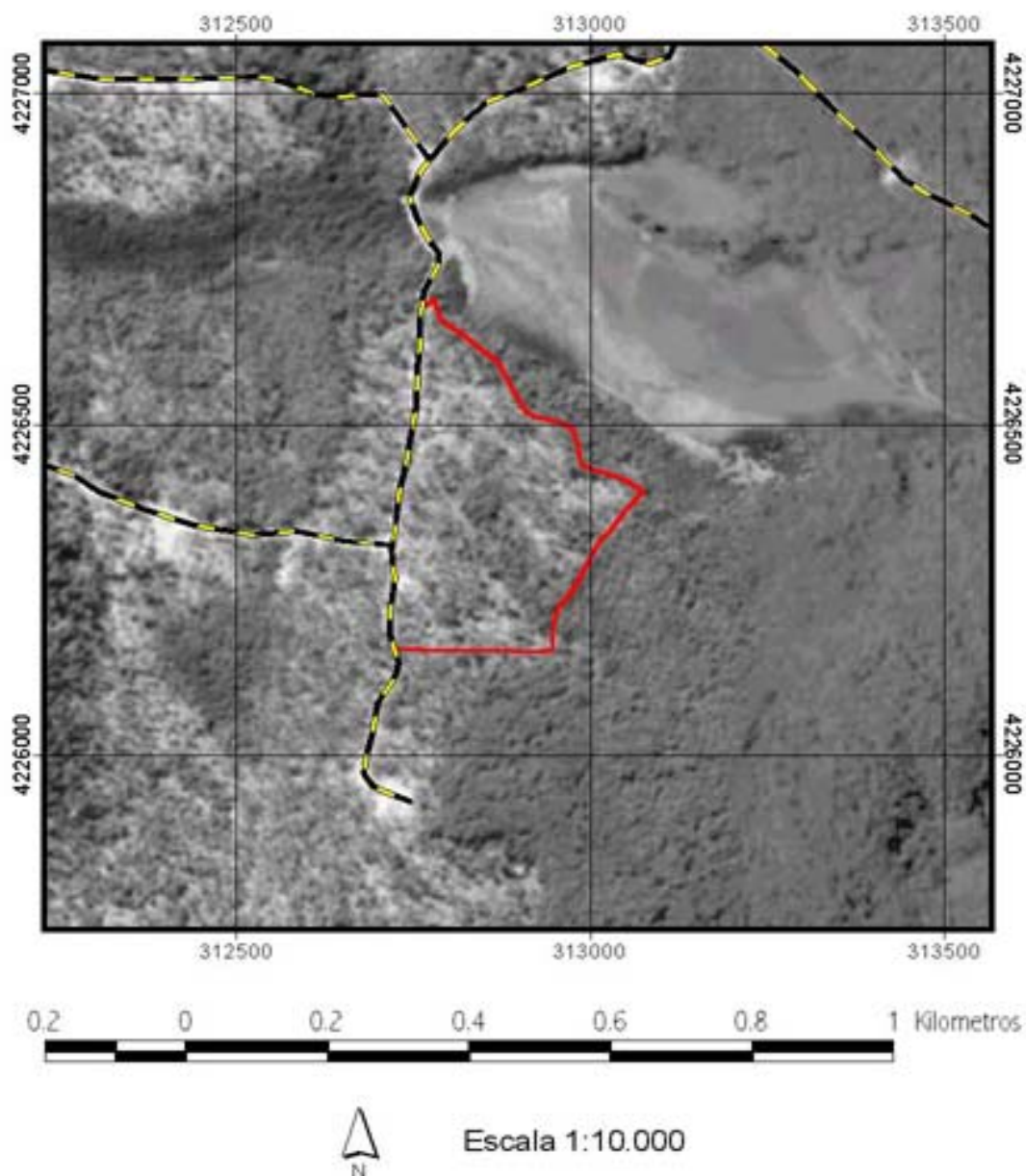
En un sector de 30 ha donde se hizo la corta de regeneración en el año 1992 se delimitó una superficie de 11 ha en la que se realizó una corta final del dosel de protección (figura 7). En ella se trazaron primero las calles de madereo, distanciadas 40 m entre si. Las calles se diseñaron en forma de “espina de pescado”, con el fin de facilitar el desplazamiento de la maquinaria y minimizar el daño en la faena de madereo. La cosecha fue realizada por personal de la empresa.

Se estimaron los volúmenes de la corta, midiendo las trozas aserrables y metros ruma pulpables en cancha de acopio. El volumen de las trozas aserrables se estimó con la fórmula de Smalian.

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Descripción del rodal

El análisis del desarrollo del bosque de Lengua después de la corta de regeneración, se realizó en los bosques de la Estancia Jerónima (Lote 2-B), perteneciente a SALFA S.A., en la Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes. El bosque se muestra



**Figura 7:** Fotografía aérea del bosque en estudio con la delimitación del área intervenida con corta final del dosel de protección.

en la fotografía aérea, en la que se destaca el rodal de 11 ha (Figura 7). Este rodal fue intervenido por primera vez entre los años 1992-1993, con corta de regeneración (Figura 8). Luego en el año 2002 se realizó la corta final del dosel de protección (10 años después de la corta de regeneración).



**Figura 8:** Rodal antes de la corta final, intervenido con corta de regeneración en el año 1992.

El rodal corresponde a un bosque puro de Lengua, tiene una altura de 22 a 24 m y se sitúa a 420 m.s.n.m., en una zona de lomajes suaves.

### 5.1.1. Existencias en el rodal

El rodal en estudio en su estado original, antes de la corta de regeneración, tenía 614 árboles, un área basal de 74,8 m<sup>2</sup> y un volumen de 752 m<sup>3</sup> por hectárea (Cuadro 2). En la corta de regeneración realizada en 1992-1993 se extrajo el 68% de los árboles, el 47% del área basal y el 48% del volumen. En el dosel de protección quedaron 184 árboles por hectárea, 39,3 m<sup>2</sup>/ha y 390 m<sup>3</sup>/ha. En el año 2002 el dosel de protección estaba constituido por 119 árboles por hectárea, con un área basal de 25,9 m<sup>2</sup>/ha y un volumen de 259 m<sup>3</sup>/ha. Después de la intervención, se produjeron algunos daños debido a los fuertes vientos imperantes en la zona. Durante el periodo 1993-2002, se perdió un tercio del volumen y del área basal de los árboles del dosel de protección, pérdidas que corresponden fundamentalmente a árboles caídos y árboles quebrados por efecto del viento.

**Cuadro 2:** Existencias en el bosque original, la cosecha y el estado del bosque antes de la corta final.

<i>Parámetro</i>	<i>Bosque original</i>	<i>Cosecha en corta de regeneración</i>	<i>Dosel de protección 1993</i>	<i>Pérdidas (1993-2002)</i>	<i>Dosel de protección 2002</i>
Nº árb/ha	<b>614</b>	<b>430 (68%)</b>	<b>184</b>	<b>65 (35%)</b>	<b>119</b>
AB (m <sup>2</sup> /ha)	<b>74,8</b>	<b>35,5 (47%)</b>	<b>39,3</b>	<b>13,4 (34%)</b>	<b>25,9</b>
Vol (m <sup>3</sup> /ha)	<b>752,7</b>	<b>362 (48%)</b>	<b>390,7</b>	<b>131,9 (34%)</b>	<b>258,8</b>

#### 5.1.1.1. Estabilidad en el dosel de protección

Este análisis de estabilidad de los árboles del dosel de protección se hizo en función de la fase de desarrollo de los árboles. El principal factor ambiental que influye en la estabilidad de los bosques de Lengua es el viento, el cual afecta en forma negativa a las plantas a través de procesos fisiológicos y mecánicos (Uriarte y Grosse, 1991). Así, el nivel de pérdida de árboles en cada fase de desarrollo, dará cuenta de la estabilidad de este rodal después de la corta de regeneración.

En el Cuadro 3 se muestran los árboles que constituían el dosel de protección y el porcentaje de pérdida entre los años 1993 y 2002.



**Cuadro 3:** Existencias y pérdidas del dosel de protección distribuidas por fase de desarrollo de los árboles en los años 1993 y 2002.

Fase	N° árb/ha			AB (m <sup>2</sup> /ha)			Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		
	1993	2002	Pérdida	1993	2002	Pérdida	1993	2002	Pérdida
Juvenil	30	18	40%	1,0	0,7	30%	10,2	7,4	27%
Maduro	75	50	33%	8,7	6,1	30%	89,8	62,8	30%
Sobremaduro	79	51	35%	29,6	19,1	35%	290,7	188,6	35%
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>119</b>	<b>35%</b>	<b>39,3</b>	<b>25,9</b>	<b>34%</b>	<b>390,7</b>	<b>258,8</b>	<b>34%</b>

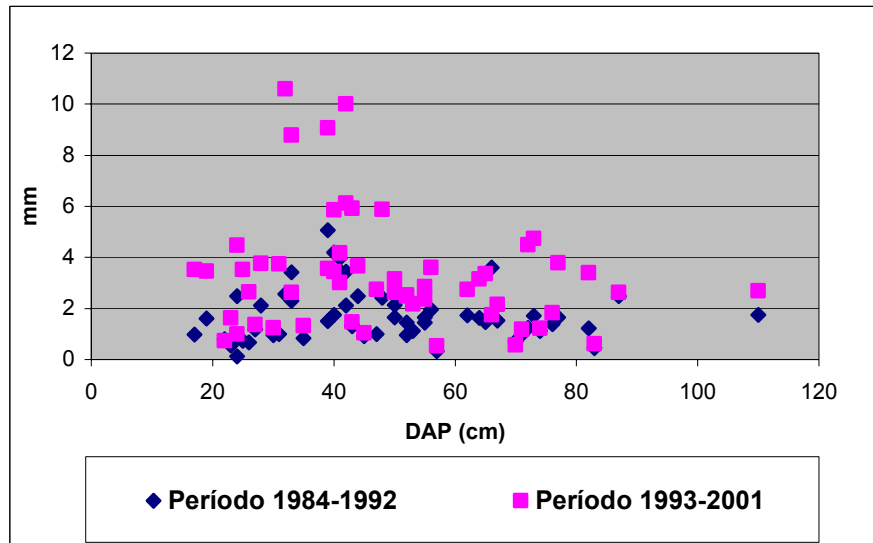
Las pérdidas en número de árboles fue mayor en los árboles juveniles. Esto coincide con los resultados de Herrera (2000), quien menciona que las pérdidas por acción eólica se concentran en los árboles juveniles. Sin embargo, para el parámetro volumen (m<sup>3</sup>/ha) se muestran pérdidas mayores en los árboles que están en las fases de desarrollo más avanzadas. Esto se debe a que la pérdida en volumen de un árbol sobremaduro es mucho más significativo que el volumen de un árbol juvenil. Por otro lado, los individuos de fases más avanzadas (maduros y sobremaduros) están presentes en una proporción mayor en el dosel de protección que los individuos juveniles. Además, los árboles sobremaduros presentan en su mayoría problemas de pudrición interna, lo que les hace ser más susceptibles a quebraduras y caídas por viento.

### 5.1.2. Crecimiento del dosel de protección

El crecimiento de los árboles en el dosel de protección se estimó a través de tarugos de incremento. El crecimiento se separó en un período antes de la corta de regeneración (entre 1984 y 1992) y otro después (entre 1993 y 2001).

#### 5.1.2.1. Crecimiento diametral de los árboles

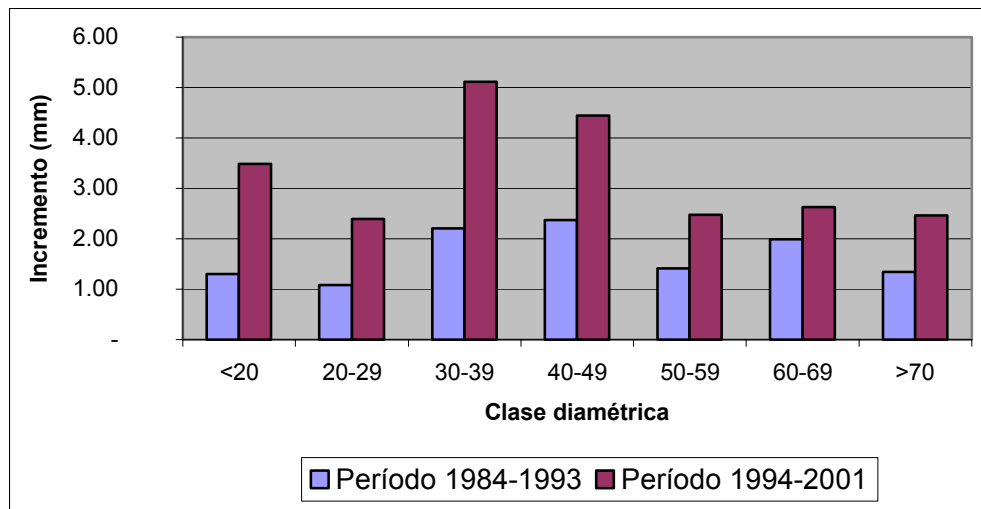
El crecimiento diametral anual promedio de los árboles antes de la corta de regeneración fue de 1,7 mm (varió entre los 0,1-5,1 mm). Después de la intervención este parámetro se incrementó a 3,3 mm (con una variación de 0,5 a 10,6 mm) (Figura 9).



**Figura 9:** Crecimiento diametral promedio de los árboles del dosel de protección en los períodos antes (1984-1992) y después (1993-2001) de la corta de regeneración.

En la Figura 10 se observa que el crecimiento promedio de los árboles antes de la intervención era similar en las distintas clases diamétricas. Después de la intervención se observa un mejoramiento general en el crecimiento diametral, y que los árboles de menores diámetros tienden a crecer más que los árboles de diámetros mayores. Esto coincide con los resultados de Rodríguez (2002) en los sectores de Monte Alto y Esperanza y de Troncoso (2004) en Penitente.

Agrupando los registros de crecimiento de los árboles en clases diamétricas, se observó en el período posterior a la intervención, mejoramientos en todas estas clases con respecto al anterior periodo (Figura 10). Este mejoramiento se explica principalmente por la apertura del dosel, que mejora la entrada de luz hacia estratos inferiores, disminuye la competencia y aumenta la disponibilidad de nutrientes para los individuos del dosel remanente.



**Figura 10:** Incremento anual diametral por clases diamétricas en los períodos antes y después de la corta de regeneración.

Los crecimientos más altos se encuentran en las clases diamétricas de 30-39 cm (5,1 mm/año) y 40-49 cm (4,4 mm/año). Estos individuos se encontraban en los estratos superiores y en crecimiento óptimo, por lo que su respuesta a la intervención fue la mejor en cuanto a la magnitud de crecimiento.

Por otro lado, la mayor diferencia porcentual se encuentra en la clase <20 cm, donde el periodo posterior a la intervención tiene un crecimiento 2,7 veces mayor respecto del anterior. Estos árboles de diámetros menores que se encontraban en los estratos intermedios y se vieron muy beneficiados por la apertura del dosel, teniendo mayor disponibilidad de luz y espacio para crecer.

En las clases diamétricas mayores a 50 cm, el mejoramiento después de la intervención es menor. Estos son individuos que antes de la intervención ya se encontraban en el dosel superior y no competían por luz, se encontraban en una fase de desarrollo avanzada y sus tasas naturales de crecimiento estaban en declinación.

Haciendo un análisis por fase de desarrollo también se encontraron diferencias notorias entre los periodos. Se observó además, que los individuos maduros fueron los de mayor crecimiento después de la intervención con un crecimiento de 4,3 mm/año, sin embargo, en términos porcentuales los árboles juveniles fueron los que más aumentaron sus tasas de crecimiento respecto al periodo anterior, llegando a un 142% más que el periodo antes de la intervención (Cuadro 5). Los árboles maduros aumentaron en un 105% y los sobremaduros en un 67%.

**Cuadro 5:** Crecimiento diametral de los árboles del dosel de protección por fase de desarrollo antes y después de la intervención (mm/año).

Períodos	Árboles		
	Juveniles	Maduros	Sobremaduros
Antes de la intervención (1984-1993)	1,4	2,1	1,5
Después de la intervención (1994-2001)	3,4	4,3	2,5

Los resultados encontrados por Rodríguez (2002), en Monte Alto y Esperanza, son concordantes, donde el crecimiento de los árboles juveniles fue de 3,1 mm. Otros estudios similares en la zona muestran que incremento diametral es mayor mientras más joven es la fase de desarrollo de los árboles.

#### 5.1.2.2. Crecimiento volumétrico

El crecimiento en volumen del dosel de protección se estimó en función de la tabla de rodal y el incremento diamétrico de los árboles. El volumen se calculó con la función de volumen:

$$V (m^3) = 0,000129*(DAP^{1,930261})*(Sitio^{0,666289})$$

El crecimiento volumétrico del dosel de protección, durante los años 1993-2001, fue de 2,7 m<sup>3</sup>/ha/año. Estos mismos individuos, antes de la corta de regeneración, crecieron 1,5 m<sup>3</sup>/ha/año.

En el cuadro 6 se muestra el crecimiento volumétrico anual por clases de DAP durante el periodo posterior a la corta de regeneración, bajo la función de volumen mencionada anteriormente.

**Cuadro 6:** Crecimiento volumétrico de los árboles del dosel de protección por clase de DAP, periodo 1993-2001.

Clase DAP (cm)	Número de árboles por hectárea	Crecimiento Volumétrico (m <sup>3</sup> /ha/año)
<20	6	0.07
20-29	19	0.30
30-39	23	0.44
40-49	18	0.40
50-59	16	0.43
60-69	10	0.28
>70	26	0.80
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>2.72</b>

## 5.2. Análisis de la regeneración

### 5.2.1. Densidad de la regeneración

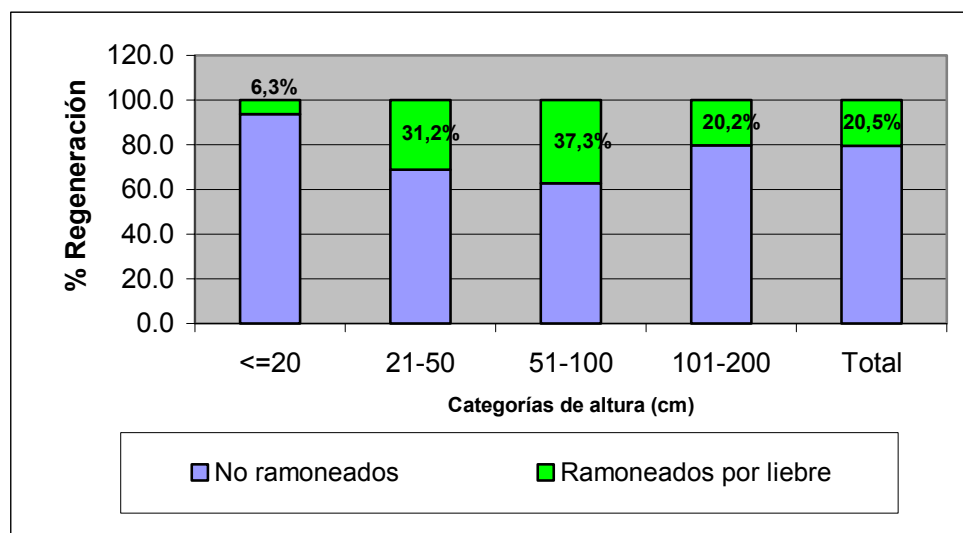
La densidad de la regeneración en el rodal en el año 2002 fue de 407.818 plantas por hectárea. Las plantas se estratificaron por categorías de alturas y se clasificaron en ramoneadas (R) y no ramoneadas (S) por liebres (Cuadro 7). La mayor densidad de plantas se encontró en la categoría <20 cm. A medida que aumenta el tamaño de las plantas, la cantidad de plantas se hace gradualmente menor.

**Cuadro 7:** Densidad de la regeneración

	Plántulas	<=20 cm		21-50 cm		51-100 cm		101-200 cm		>200 cm		Total	
		S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
Nº plantas/ha	1.455	172.727	11.636	89.818	40.727	45.273	26.909	16.545	4.182	0	0	324.363	83.454
Total	1.455	184.364 (45%)		130.545 (32%)		72.182 (18%)		20.727 (5%)		0		407.818	

En promedio, el 20,5% de las plantas fueron ramoneadas por liebres. La proporción de ramoneo de la regeneración en las distintas clases de altura se muestra en

la Figura 11, donde se aprecia en términos porcentuales que las plantas ramoneadas aumentan hasta 1 m, para disminuir después.

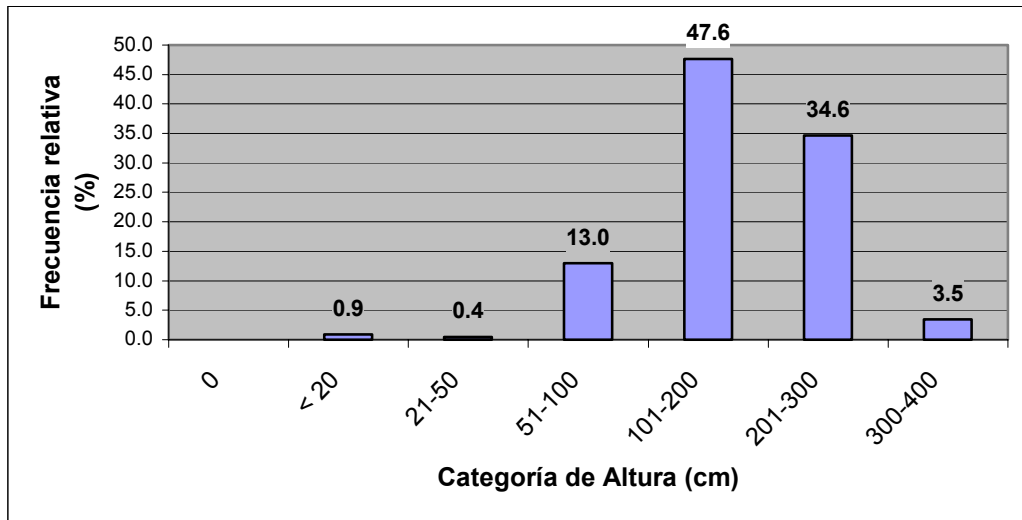


**Figura 11:** Proporción de plantas ramoneadas y no ramoneadas en la regeneración por clases de altura.

Según González (1997), el daño producido por liebres sobre la regeneración de Lengua se concentra en los meses en que el suelo está cubierto por nieve, y la altura del daño depende del nivel de ésta. Por lo cual, el mayor daño se encuentra sobre los 20 cm de altura hasta el metro, donde la liebre tiene su mejor alcance. a las yemas de las ramas y/o ápices.

### 5.2.2. Altura de la regeneración dominante

La medición de la altura de la regeneración se hizo mediante transectos de 50 metros de longitud, registrando la altura de las plantas dominantes cada 5 metros de avance en un radio de 2 metros. La altura de las plantas dominantes varía entre 10 a 320 cm, con un promedio de 137 cm y una desviación estandar de 54,56.



**Figura 12:** Presencia de plantas dominantes en la regeneración, por clase de alturas.

Borie (2000), en un muestreo similar 5 años después de la corta de regeneración, registra sólo plantas hasta de 2 metros de altura y en este caso (10 años después), se registra que el 86% de las plantas dominantes sobrepasan el metro y más del 38 % superan los 2 metros (Figura 12).

### 5.2.3. Crecimiento de la regeneración

El crecimiento promedio de la regeneración del rodal fue analizado a través de un muestreo sistemático de 63 plantas dominantes (3 plantas por transecto). Además se realizó un muestreo dirigido en 2 sectores, con extracción de 20 plantas en cada uno, bajo condiciones de cobertura baja (30-40%) y de cobertura muy baja (20-30%) (Figura 13). En las plantas se cortaron rodela cada 20 cm y además se midió el crecimiento de los 3 últimos años, registrando la longitud entre las cicatrices de los crecimientos anuales.



**Figura 13:** Sectores con cobertura promedio del rodal (40-50%) (foto izquierda) y cobertura muy baja (20-30%) (foto derecha).

La edad promedio de las plantas dominantes fue de 17 años, con una dispersión de 6 a 41 años de edad. El 56% de la plantas se establecieron antes de la corta de regeneración y el resto en el período posterior, además se observa que no hay plantas dominantes menores de 6 años (Cuadro 8).

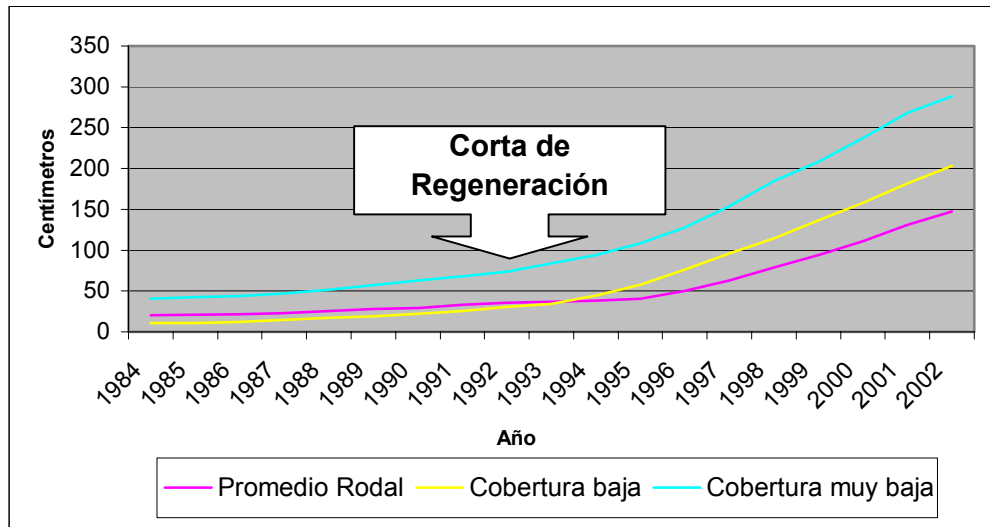
**Cuadro 8:** Establecimiento de las plantas dominantes en el tiempo.

<b>Año de establecimiento</b>	Antes de la intervención	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997-2002</b>	Total
Edad de las plantas (años)	>10	9	8	7	6	< 6	-----
% Establecimiento	56,0%	9,5%	17,5%	11,1%	6,3%	0,0%	100,0%

En la figura 14 se observa un crecimiento lento de la regeneración en el bosque original y un aumento fuerte después de la intervención. Un análisis altura-edad muestra que la regeneración del rodal creció en altura a una tasa promedio de 1,8 cm anual antes de la intervención, y después de la corta de regeneración las plantas crecieron a una tasa promedio de 12,3 cm.

Incorporando en el análisis las 3 curvas de crecimiento de la regeneración, se compara la situación promedio del rodal, que tiene una cobertura de 40-50%, con una cobertura baja de 30-40% y una cobertura muy baja de 20-30% (Figura 14).





**Figura 14:** Comparación de crecimiento en altura de la regeneración (período 1984-2002), para 3 situaciones.

Se observa en todas una mejoría del crecimiento en altura respecto al período anterior. Se pudo constatar además que, las plantas después de la intervención bajo las condiciones de cobertura baja y muy baja, tuvieron un incremento mayor que el promedio del rodal, es decir, las plantas en cobertura baja crecieron 19 cm/año y las con cobertura muy baja 23 cm/año. Esto presenta una gradiente positiva respecto a la disminución de cobertura. Sin embargo, según Grosse (1988) existe un punto que se podría denominar punto de saturación de luz, donde el incremento de luminosidad o la disminución en la cobertura no produce aumentos en el crecimiento en altura, incluso podría haber una disminución de las tasas de crecimiento.

### 5.3. Rendimiento de trozas en la corta final

En el año 2002 se realizó la corta final del dosel de protección con el fin de liberar a la regeneración establecida en el rodal (Figura 15). En la superficie de 11 hectáreas se extrajeron los árboles existentes en el dosel de protección. El volumen de corta fue de 259 m<sup>3</sup>/ha y en él se obtuvieron 62 m<sup>3</sup>/ha de trozas aserrables (24%) y 25 m<sup>3</sup>/ha de trozas astillables (Cuadro 9 y figura 16).



Figura 15: Corta final realizada en el año 2002.

Cuadro 9: Evolución volumétrica del bosque y rendimiento trozas en la corta final.

Existencias y rendimiento de trozas	Volumen scc <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /ha)
Bosque original	753
Cosecha de volumen bruto en la corta de regeneración (1992)	362
Dosel de protección (1992)	391
Pérdidas 1993-2002	132
Cosecha en la corta final 2002	259
Trozas aserrables en la corta final (2002)	62
Trozas astillables en la corta final (2002)	25

<sup>1</sup>: Volumen sólido con corteza.

Cabe destacar que la obtención de 62 m<sup>3</sup>/ha de trozas aserrables hace que la operación sea comercialmente viable. No hay registros sobre el rendimiento de trozas en la corta de regeneración hecha en 1992. Se puede asumir que fue similar a Monte Alto donde se muestra un rendimiento de trozas aserrables de 105 m<sup>3</sup>/ha en una corta de regeneración (Schmidt *et al.*, 2003), lo que indica que el volumen de trozas aserrables obtenido en esta corta final corresponde aproximadamente a un 60% del volumen de trozas aserrables obtenido en la corta de regeneración. Además, es importante mencionar que los costos de cosecha en la corta final son significativamente menores, ya que no requiere de construcción de caminos.

En el período 1993-2002 se perdió un volumen bruto de 132 m<sup>3</sup>/ha por la caída de árboles por viento, lo que representa aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/ha de trozas aserrables que podrían ser recuperadas.



**Figura 16:** Madera aserrable (foto izquierda) y madera astillable (foto derecha)

## **6. CONCLUSIONES**

### **Respecto a las existencias en el dosel de protección**

- Los parámetros dasométricos encontrados en el bosque original y la intensidad de cosecha en la corta de regeneración, son normales para los bosques de esta calidad de sitio en la zona.
- En el análisis de estabilidad se mostró que las pérdidas totales fueron un tercio del volumen y que los árboles juveniles son los más susceptibles a caídas por viento.

### **Respecto del crecimiento del dosel de protección**

- El crecimiento de los árboles en diámetro aumentó al doble de 1,7 mm/año a 3,3 mm/año después de la corta de regeneración. Los individuos que mejor reaccionaron a esta intervención fueron los juveniles.

### **Respecto a la regeneración**

- Después de la corta de regeneración se establece una abundante regeneración. Diez años después de la intervención un 86% de la regeneración dominante alcanza alturas sobre 1 metro y un 38% alturas sobre 2 metros.
- La altura y el crecimiento de la regeneración es mayor mientras menos es la cobertura del dosel de protección.

### **Respecto a la cosecha**

- En la corta final del dosel de protección se cortaron 259 m<sup>3</sup>/ha y el rendimiento de trozas fue de 62 m<sup>3</sup>/ha, lo cual hace que esta intervención sea comercialmente viable.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BORIE, S. 2000. Respuesta de bosque de lenga a intervenciones de corta de regeneración y raleo, en la XII Región. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 45 p.
- CONAF. 1997. Catástro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF – CONAMA – BIRF. Informe Regional Duodécima Región. Chile 96 p.
- ESPEJO, G. 1996. Desarrollo de la regeneración inicial de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) bajo cortas de protección e la XII Región. Memoria Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 57p.
- GONZÁLEZ, E. 1997. Efecto del ramoneo por liebres (*Lepus capensis*) en la regeneración de Lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo corta de protección en Magallanes. Memoria Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 55p.
- HERRERA, R. 2000. Caída de árboles por efecto del viento en bosques de lenga, bajo cortas de protección en Russfin, Tierra del Fuego. Memoria Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 60 p.
- INIA. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 221p.
- IREN. 1968. Asociaciones de suelo de la Provincia de Magallanes (zona continental). Informe N° 24. 145 p.
- LOEWE, V; TORAL , M; PINEDA, G; LÓPEZ, C; URQUIETA, E. 1997. Monografía de Lenga *Nothofagus pumilio*. Potencialidad de especies y sitio para una diversificación silvícola nacional. INFOR-CONAF. Santiago de Chile. 103 p.

- PISANO, E. 1977. Fitogeografía de Tierra – Patagonia chilena. Anales de del Instituto de las Patagonia 8: 121-250. Punta Arenas.
- RODRÍGUEZ, C. 2002. Desarrollo de los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la Corta de Regeneración en Monte Alto, XII región. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 64 p.
- RODRÍGUEZ, R; MATHEI, O y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Chile. 408 p.
- SCHMIDT, A. 1999. Evolución de la producción forestal en Magallanes entre 1982 y 1996. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 59 p.
- SCHMIDT, H; CRUZ, G; PROMIS, A. 2003. Transformación de los bosques de Lenga vírgenes e intervenidos a bosques manejados. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 4. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 60 p.
- SCHMIDT, H y URZÚA, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lenga en Magallanes. Ciencias Agrícolas N° 11. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 62p.
- SERRA, M.T. 1988. Manual de Dendrología de Apétalas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 28 p.
- TRONCOSO, O. 2004. Desarrollo de un bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio* (poepp. et Endl.) Krasser) después de la corta de protección en la XII Región. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 46p.
- URIARTE, A y GROSSE, H. 1991. Los bosques de Lenga, una orientación para su uso y manejo. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 127, Concepción. 92p.

VERGARA, C. 1996. Evaluación de la regeneración en cortas de protección comerciales en bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), en la XII región. Memoria Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 56p.

VITA, A. 1996. Los tratamientos silviculturales. Segunda Edición. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile 147p.