

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA Y COIHUE DE MAGALLANES
DESPUÉS DE LA CORTA DE REGENERACIÓN EN EL SECTOR DE SAN
LUCAS, XII REGIÓN**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

SEBASTIÁN NIEMEYER MAC-NIVEN

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

SANTIAGO-CHILE

2005

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA Y COIHUE DE MAGALLANES
DESPUÉS DE LA CORTA DE REGENERACIÓN EN EL SECTOR DE SAN
LUCAS, XII REGIÓN**

Memoria para optar al Título

Profesional de Ingeniero Forestal

SEBASTIÁN NIEMEYER MAC-NIVEN

Calificaciones:

Prof. Guía Sr. Harald Schmidt van Marle	6,2
Prof. Consejero Sr. Gustavo Cruz Madariaga	6,5
Prof. Consejero Sr. Antonio Vita Alonso	6,5

SANTIAGO-CHILE

2005

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos.

- A mi familia por su apoyo, paciencia y darme la posibilidad de estudiar durante todos estos años.
- A mi profesor guía Ingeniero Forestal Sr. Harald Schmidt por su tiempo y dedicación durante el desarrollo de esta memoria.
- A los profesores consejeros Ingenieros Forestales Sres. Gustavo Cruz y Antonio Vita por su apoyo y disposición durante todo el desarrollo de este trabajo.
- A Carlos Garfias, Gustavo Cabello y Raúl Caprile por su ayuda en terreno, además de su importante compañía en las tierras patagónicas.
- A Andreas Schmidt y Álvaro Promis por su tiempo, ayuda y disposición en la toma de datos en Magallanes y posterior análisis de los resultados.
- Al Sr. Eric Campos por su importante ayuda en el procesamiento de las muestras.
- A todos los trabajadores de Monte Alto, en especial a Don Pancho y Benjamín.
- A Javier, Carolina y Pepe del hotel Río Rubens.
- A todos mis compañeros de universidad que alegraron esta extensa estadía en Antumapu.
- Finalmente me agradezco a mi.

ÍNDICE

RESUMEN

SUMARY

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LAS ESPECIES.....	3
2.1.1 Distribución y superficie	3
2.1.2 Características ambientales.....	3
2.1.3 Asociaciones biológicas.....	4
2.1.4 Antecedentes de crecimiento.....	4
2.1.5 Estructura y dinámica.....	6
2.1.6 Regeneración.....	7
2.1.7 Silvicultura y manejo	8
2.1.8 Estabilidad de los bosques frente al viento.....	9
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	11
3.1 MATERIAL	11
3.1.1 Antecedentes generales del área de estudio.....	11
3.1.1.1 <i>Ubicación</i>	12
3.1.1.2 <i>Clima</i>	12
3.1.1.3 <i>Geología y Geomorfología</i>	13
3.1.1.4 <i>Suelos</i>	13
3.1.1.5 <i>Vegetación</i>	14
3.2 METODOLOGÍA.....	14
3.2.1 Delimitación del sector de estudio	14
3.2.2 Caracterización del bosque.....	15
3.2.3 Crecimiento de los árboles en el dosel de protección.....	16
3.2.4 Desarrollo de la regeneración.....	17
3.2.4.1 <i>Densidad</i>	17

3. 2. 4. 2 <i>Altura de la regeneración dominante</i>	18
3. 2. 4. 3 <i>Crecimiento en altura</i>	18
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	19
4. 1 CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE ANTES DE LA INTERVENCIÓN	19
4. 1. 1 Análisis por sitio	20
4. 2 CARACTERIZACIÓN DE LA COSECHA Y EL DOSEL DE PROTECCIÓN.....	21
4. 2. 1 Análisis por diámetro.....	21
4. 2. 2 Análisis por sitio	22
4. 3 ESTABILIDAD DEL BOSQUE DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.....	24
4. 3. 1 Análisis por diámetro.....	24
4. 3. 2 Análisis por sitio	26
4. 4 CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE ACTUAL	28
4. 5 CRECIMIENTO DEL DOSEL DE PROTECCIÓN	29
4. 5. 1 Crecimiento en diámetro	29
4. 5. 1. 1 <i>Análisis del crecimiento por fase de desarrollo</i>	30
4. 5. 1. 2 <i>Análisis del crecimiento por diámetros</i>	30
4. 5. 2 Crecimiento en volumen	31
4. 6 DESARROLLO DE LA REGENERACIÓN.....	33
4. 6. 1 Densidad de la regeneración	33
4. 6. 2 Altura de la regeneración dominante	34
4. 6. 3 Crecimiento de la regeneración dominante	35
5. CONCLUSIONES	39
6. BIBLIOGRAFÍA	41

RESUMEN

Se evaluó el desarrollo de un bosque mixto de Lenga y Coihue de Magallanes nueve años después de efectuada la corta de regeneración, en una superficie de seis hectáreas intervenidas en el año 1995, ubicadas en el sector de San Lucas, Provincia de Última Esperanza, XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Se caracterizó el bosque original, el dosel de protección, la cosecha y las pérdidas producidas después de la intervención mediante el establecimiento de nueve parcelas de inventario de 20x50 metros, distribuidas sistemáticamente en toda la superficie. Para estimar el crecimiento en diámetro y volumen de los árboles de Coihue de Magallanes se extrajeron 45 tarugos. Para el caso de Lenga se utilizó la función de regresión construida para la misma área de estudio.

Para determinar la densidad de la regeneración se realizaron 40 parcelas de 5m², en las que se contabilizaron todas las plantas mayores a 20 cm de altura distribuidas sistemáticamente, aquellas menores a 20 cm de altura se contabilizaron en 40 parcelas de 1m². La altura de la regeneración dominante se obtuvo de 400 puntos de muestreo y el crecimiento de la regeneración dominante se obtuvo de una muestra de 66 plantas, ambas mediciones distribuidas en 40 transectos (50m). Se extrajo una a dos plantas al final de cada transecto, en donde se midió el crecimiento apical de los tres últimos años y se extrajeron rodelas a distintas alturas.

El bosque antes de la corta de regeneración tenía 450 árboles/ha, un área basal de 52,6 m²/ha y un volumen de 492,2 m³/ha. La intensidad de cosecha fue del 59% del volumen por hectárea, situación que generó pérdidas del 53% y 47% en el número de árboles y volumen por hectárea respectivamente.

El crecimiento en diámetro de los árboles de Coihue de Magallanes fue de 1,2 y 1,7 mm/año antes y después de la corta de regeneración, con aumentos del 8, 59 y 65% para los árboles juveniles, maduros y sobremaduros respectivamente. El crecimiento del bosque en volumen después de la intervención fue de 1,1 m³/ha/año.

El número de plantas por hectáreas fue de 45.200 y el 97% de la superficie intervenida se encuentra cubierta por plantas mayores a un 1 metro de altura. El 66% de las plantas de Lenga y el 93% de las plantas de Coihue de Magallanes se establecieron antes de la corta de regeneración. El crecimiento en altura promedio para Lenga y Coihue de Magallanes antes de la intervención fue de 8,1 y 4,1 cm/año. Después de la intervención los crecimientos aumentan a 23 y 15,2 cm/año para Lenga y Coihue de Magallanes respectivamente.

P.C.: *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus betuloides*, Corta de regeneración.

SUMMARY

The development of a mix forest of Lenga and Coihue de Magallanes was evaluated nine years after regeneration cut was done, in a 6 hectares surface intervened in the year 1995, located in San Lucas sector, Última Esperanza Province, XII Región of Magallanes and the Antártica Chilena.

The original forest, protection canopy, harvest and the produced loses were characterized after the intervention through the establishment of nine inventory plots units of 20x50 meters, systematically distributed in the entire surface. To estimate the growth in diameter and volume of the trees 45 wooden plugs were extracted. In the case of Lenga a regression function, for the same study area, was used.

To determine the density of the regeneration 40 plots units of 5m² were performed, in which all the plants over 20 cm of height systematically distributed were counted, those that were under 20 cm of height were counted in 40 plots units of 1m². The dominant regeneration height was obtained from 400 sampling points and the growth of that regeneration was obtained from a 66 plant sampling, both measurements distributed in 40 transect (50 m). One or two plants were extracted and the ends of each transecto, where the apical growth of the three last years was measured, also bucklers were extracted from different heights.

The forest before the regeneration cut had 450 trees/ha, basal area of 52,6 m²/ha and a volume of 492,2 m³/ha. The harvest intensity was of 59% of the volume per hectare, situation that generated lost around 53% and 47% in the amount of trees and the volume per hectare respectively.

The diameter growth of Coihue de Magallanes trees was of 1,2 y 1,7 mm/year before and after the regeneration cut, with increments of 8, 59 y 65% for juvenile, mature and overmature trees respectively. The volume growth of the forest after the intervention was of 1,1 m³/ha/year.

The number of plants per hectare was of 45.200 and 97% of the intervened surface was covered with plants over one meter height. The 66% of Lenga plants and 93% of

Coihue de Magallanes plants were established before the regeneration cut. The average growth height for Lenga and Coihue de Magallanes before the intervention was of 8,1 y 4,1 cm/year. After the intervention the growth increase to 23 y 15,2 cm/year for Lenga and Coihue de Magallanes respectively.

P.C.: *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus betuloides*, regeneration cut.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad forestal en la Región de Magallanes se inició a mediados del siglo XIX. Desde aquella fecha, hasta las proximidades del año 1980, la forma de intervención fue el floreo, siendo los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) y Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides* (Mirbel) Oerst) los más explotados (Schmidt, 2002). Esta intervención, sin ningún criterio silvícola, ha provocado una degradación de los bosques, lo que junto a la disminución en la superficie de estos producto de la habilitación para la ganadería, han producido una pérdida importante en su calidad y su potencial productivo.

Durante la década del los años noventa, se ha producido un importante desarrollo forestal en la Región, siendo Lenga la especie más importante. La principal causa de este desarrollo ha sido la existencia de un mercado favorable para esta madera, además de la voluntad del Estado y empresas forestales por mejorar y hacer sustentable el proceso productivo. Para el logro de este objetivo, resultados obtenidos de múltiples estudios realizados han permitido importantes avances en la generación de conocimientos, en la aplicación de técnicas forestales y en el mejoramiento tecnológico en el procesamiento de la madera (Schmidt, 2002). Hoy en día, el sistema silvicultural que se aplica es el de cortas de protección con regeneración bajo dosel, existiendo alrededor de 25.000 ha manejadas bajo este sistema (Schmidt, 2002). Sin embargo, los bosques con presencia de Coihue de Magallanes, no han sido estudiados con fines productivos y solo se han realizado intervenciones a nivel experimental, siendo prácticamente nula su aplicación a escala operativa, debido principalmente a su dificultad en la cosecha y la falta de conocimiento en cuanto a su estructura, silvicultura y proceso industrial.

Se estima que los bosques de Lenga de mejor calidad alcanzan aproximadamente las 200.000 ha (Schmidt, 2002), pero de mantenerse las actuales tasas de cosecha de alrededor de 3.000 ha/año, la actividad industrial decaería por falta de materias primas en un plazo no superior a los 65 años. Junto con esto, cualquier incremento en el consumo industrial, ya sea por la ampliación o desarrollo de nuevos proyectos, bajo un esquema de manejo sostenible, implicaría necesariamente aumentar la superficie de los bosques manejados y/o mejorar los niveles de aprovechamiento de

la materia prima leñosa¹. Es por esta razón que diversificar la posibilidad de uso de los bosques de la Región, incorporando las superficies con bosques de Coihue de Magallanes al manejo forestal, permitiría aumentar la producción y la disponibilidad de materia prima industrial en forma permanente, de manera de afrontar el eventual desarrollo de nuevos proyectos forestales en la Región de Magallanes.

Este estudio evalúa el desarrollo de un bosque mixto de Lengua-Coihue de Magallanes después de realizada una corta de regeneración y se enmarca dentro del proyecto FONDEF D02 I 1080 “Incorporación de los bosques del Coihue de Magallanes al manejo forestal para la diversificación e incremento de la producción en la XII Región”.

Los objetivos del estudio fueron:

- **Objetivo general**

Evaluar el desarrollo de un bosque de Lengua-Coihue de Magallanes nueve años después de efectuada una corta de regeneración en el sector de San Lucas, XII Región.

- **Objetivos específicos**

- Caracterizar el bosque original, la cosecha, el dosel de protección, las pérdidas producidas después de la intervención y el bosque actual.
- Evaluar el crecimiento de los árboles en el dosel de protección y el desarrollo de la regeneración de ambas especies.

¹ <http://www.fondef.cl/bases/fondef/PROYECTO/02/I/D02I1080.HTML>. Consulta:25/07/2004

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LAS ESPECIES

2.1.1 Distribución y superficie

La Lenga y el Coihue de Magallanes son especies endémicas de Chile y Argentina. En Chile, el tipo forestal Lenga se encuentra presente en ambas cordilleras. En la Cordillera de Los Andes, en donde sobre los 1.000 m.s.n.m conforma el límite altitudinal arbóreo, se puede encontrar desde la Provincia de Talca hasta el archipiélago de Cabo de Hornos. En la Cordillera de la Costa se presenta en las zonas más altas de Nahuelbuta y de la Cordillera Pelada de Valdivia, encontrándose en la Provincia de Magallanes hasta el nivel del mar (Donoso, 1981a). De acuerdo a información del “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” (CONAF/CONAMA/BIRF, 1999), la superficie nacional que ocupa actualmente este tipo forestal es de 3.391.551 ha, de las cuales 1.124.563 ha se encuentran en la XII Región, de un total regional de 2.625.468 ha de bosque nativo. De la superficie regional de este tipo forestal el 9,4% se encuentra bajo protección del SNASPE.

Dentro de lo mencionado anteriormente, el subtipo Lenga-Coihue de Magallanes se desarrolla en la Cordillera de los Andes al sur del paralelo 40°30'S. También se puede encontrar en Magallanes y Tierra del Fuego formando una estrecha franja entre los bosques puros de Lenga y Coihue de Magallanes (Donoso, 1998). Este subtipo forestal ocupa actualmente una superficie de 946.808 ha, dentro de las cuales 364.987 ha se encuentran en la XII Región (CONAF/CONAMA/BIRF, 1999).

2.1.2 Características ambientales

El tipo forestal Lenga se desarrolla en los climas marino húmedo patagónico, polar alpino de tundra, marino frío y polar alpino húmedo, los cuales presentan precipitaciones que van desde los 150 a 5.600 mm, siendo común en toda su distribución las precipitaciones en forma de nieve, las bajas temperaturas y el fuerte viento. Las temperaturas varían entre los -9,3°C y 28°C, dependiendo con las especies que se asocie y al subtipo al que pertenezca (Del Fierro, 1998).

Los suelos que ocupa son principalmente de origen volcánico o podzólicos, así como también en suelos originados de materiales glaciares (Contreras *et al.*, 1975; Peralta y Oyandel, 1981).

2. 1. 3 Asociaciones biológicas

En el extremo norte de su distribución, Lenga se asocia con *Nothofagus dombeyi* (Coihue), *Nothofagus obliqua* (Roble) y *Araucaria araucana* (Araucaria). Más al sur, Lenga se puede encontrar con Coihue y Coihue de Magallanes, entre los 900 y 1.200 m.s.n.m, dependiendo de la latitud y la exposición, estando el sotobosque compuesto por *Maytenus disticha* (Racoma) y *Ribes magellanicum* (Zarzaparrilla), además de diferentes especies de las familias Ericáceas y Berberidáceas (Donoso, 1981a).

En la Región de Aysén es posible encontrar al tipo forestal Lenga entre los 900 y 1.500 m.s.n.m. mezclándose en aquellos sectores que presentan una mayor humedad con Coihue de Magallanes, pero en general Lenga tiende a formar bosques puros (Álvarez y Grosse, 1978).

En el extremo más austral Lenga se asocia con Coihue de Magallanes a medida que se distribuye hacia el oeste, encontrándose en Magallanes y Tierra del Fuego hasta el nivel del mar (Donoso, 1998). En aquellos sectores interiores, Lenga forma bosques prácticamente puros (Donoso, 1981b), en donde el sotobosque se encuentra constituido principalmente por Racoma, Calafate y Zarzaparrilla, además de distintas especies de la familia Ericáceae. También puede encontrarse un estrato intermedio compuesto por *Maytenus magellanica* (Maitén de Magallanes) y *Embothrium coccineum* (Notro) (Del Fierro, 1998).

2. 1. 4 Antecedentes de crecimiento

En el caso de Lenga existen numerosos estudios realizados hasta la fecha. Schmidt y Urzúa (1982) encontraron incrementos diametrales de alrededor de 0,17 cm/año, para un bosque virgen de Lenga de aproximadamente 100 años de edad. Así mismo, para rodales intervenidos encontraron incrementos cuatro veces superiores.

Rodríguez (2002), señala que Lenga, después de realizada una corta de protección con una intensidad del 48% del área basal, presenta un crecimiento diametral que varía entre 0,24 a 0,34 cm/año.

Schmidt *et al.* (2004) encontraron crecimientos diametrales en bosques puros de Lenga en la Provincia de Magallanes (Penitente) de 0,19 y 0,40 cm/año para antes y después respectivamente de realizada una corta de regeneración. Estos mismos autores para un bosque de Lenga ubicado en Tierra del Fuego (Russfin) encontraron crecimientos diametrales promedio de 0,18 y 0,28 cm/año para antes y después respectivamente de efectuada la corta de regeneración.

En cuanto al crecimiento en volumen, Donoso (1981a) señala incrementos para Lenga de entre 4 a 5 m³/ha/año. Posteriormente Rodríguez (2002) encontró incrementos que varían entre 0,8 a 4,6 m³/ha/año para un bosque de Lenga después de una corta de regeneración.

Sievert (1995) en un estudio realizado en un bosque mixto de Lenga-Coihue en la Región de Aysén, encontró un crecimiento promedio por individuo para Lenga de 0,19 cm/año en diámetro, 1,180 m²/año en área basal y 0,02 m³/año en volumen. El mismo autor indica que el incremento en diámetro es mayor en individuos en etapas juveniles, en tanto, el incremento en área basal y volumen es mayor en árboles en envejecimiento y desmoronamiento.

Para el caso de Coihue de Magallanes los antecedentes son escasos. Kalela (1941), citado por Silva (1997), señala que Coihue crece más que Lenga en las etapas juveniles, invirtiéndose esta relación a edades más avanzadas. Young (1972) indica que el crecimiento anual diametral varía entre 0,07 y 0,19 cm cuando crece en condiciones puras y de 0,27 cm cuando se asocia con Lenga.

Schmidt *et al.* (2004) para un bosque mixto de Lenga y Coihue de Magallanes en la Provincia de Última Esperanza (San Lucas) encontraron crecimientos en diámetro para Lenga y Coihue de Magallanes para antes de una corta de regeneración de 0,22 y 0,17 cm/año respectivamente. Igualmente, seis años después de realizada la corta de regeneración, Lenga alcanza crecimientos promedio de 0,42 cm/año. En cambio,

Coihue de Magallanes solo alcanza un crecimiento promedio de 0,28 cm/año (Schmidt *et al.*, 2004). Los mismos autores, para un mismo tipo de bosque ubicado en la Provincia de Magallanes (Skyring) y un igual período de evaluación, encontraron un crecimiento en diámetro promedio para Lenga y Coihue de Magallanes de 0,22 cm/año y 0,21 cm/año respectivamente antes de realizada una corta de regeneración. Luego de la intervención, el crecimiento de ambas especies es de 0,33 cm/año (Schmidt *et al.*, 2004).

Además de lo anteriormente mencionado, Schmidt *et al.* (2004) indicaron que los individuos en fases de envejecimiento y desmoronamiento crecen más que aquellos individuos en etapas juveniles antes de la corta de regeneración, ya que ocupan una posición dominante en el dosel. Luego de realizada la corta, esta situación se invierte radicalmente, alcanzando los individuos juveniles crecimientos mucho mayores que los individuos en etapas avanzadas.

2. 1. 5 Estructura y dinámica

En la Región de Magallanes los bosques de Lenga y Coihue de Magallanes se presentan en forma de mosaico de rodales, debido a las distintas fases de desarrollo, los distintos sitios en que crece (Schmidt y Urzúa, 1982) y a la intensidad de las intervenciones realizadas en el pasado (floreo). Esta estructura espacial es el resultado de la capacidad de estas especies para regenerar adecuadamente en claros formados por la caída de individuos viejos del dosel superior, así como también en respuesta a perturbaciones de gran escala (Veblen *et al.*, 1995).

Schmidt y Urzúa (1982) señalan que en sitios más favorables los bosques de este tipo presentan un estrato, conformado por individuos perteneciente a tres o cuatro grupos de edades producto de la caída de árboles sobremaduros, determinando una estructura de carácter multietáneo por bosquetes. En sectores menos favorables la estructura se presenta coetánea en bosquetes.

Schmidt y Urzúa (1982) definen a Lenga como una especie intolerante. Veblen *et al.* (1979) señala que Coihue de Magallanes es levemente más tolerante a la sombra que Lenga y más abundante en pequeños claros (Schlegel *et al.*, 1979). Sin embargo, la

generación de claros produce una liberación de individuos de ambas especies, de manera que ambas dominan el dosel superior (Veblen *et al.*, 1995). Así mismo, resultados encontrados por Rusch (1992) indican a Lenga como una especie de tolerancia media.

Schmidt y Urzúa (1982), al igual que Álvarez y Grosse (1978), describen cuatro fases de desarrollo para un bosque natural de Lenga: fase de desmoronamiento con regeneración, fase de crecimiento óptimo, fase de envejecimiento y fase de desmoronamiento, las que con algunas particularidades, en cuanto a la tolerancia de las especies y duración de cada ciclo, podría ser aplicado para un bosque de Coihue de Magallanes. Donoso (1998) señala que las fases propuestas por Schmidt y Urzúa (1978) se presentan en el sentido del desarrollo de un mosaico de situaciones diferentes que varían en el espacio y en el tiempo pero que, de ningún modo constituyen fases que se desarrollen en un mismo espacio a lo largo del tiempo en un proceso cíclico que se repita una y otra vez.

2. 1. 6 Regeneración

Debido a la dinámica natural de Lenga y Coihue de Magallanes el establecimiento de la regeneración se produce sin mayores dificultades, encontrándose generalmente cifras por sobre las 100.000 plantas/ha. A pesar de esto, el éxito en el establecimiento de la regeneración varía en función de la humedad, protección contra el viento, fase de desarrollo y principalmente la cantidad de luz que recibe (Schmidt y Urzúa, 1982).

En un predio ubicado en la Provincia de Última Esperanza (Monte Alto), Borie (2000) indica que el número de plantas por hectárea varía entre 370.000 y 470.000, con un crecimiento anual promedio en altura de 15 cm. En este mismo sector, Rodríguez (2002) encontró entre 12.000 y 990.000 plantas/ha, mostrando un crecimiento en altura de 8 cm/año, aumentando a medida que la altura de la planta es mayor.

Así mismo, Espejo (1996) determinó crecimientos de aproximadamente 10 cm para la regeneración después de realizada la intervención, lo que significa una mejoría del 505% respecto de un bosque no intervenido. Vergara (1996) estima un crecimiento

promedio un 64% superior en altura para la regeneración en un rodal bajo cortas de protección en relación a uno sin intervención. De esta misma forma, Uriarte (1987) señala que durante los primeros 10 años de desarrollo de la regeneración no se presentan diferencias claras en cuanto al crecimiento en altura de acuerdo a distintas coberturas, lo que cambia después de este período, logrando un mayor crecimiento en aquellos sectores en donde existe una menor cobertura. Bava y Puig (1992) señalan que la regeneración de Lenga no logra establecerse adecuadamente bajo coberturas inferiores al 20%, siendo lo ideal coberturas medias (20-60). Así mismo, Roig *et al.* (1985) señala que Lenga regenera inadecuadamente bajo condiciones de baja cobertura, debido muy probablemente al efecto de desecación dado por la exposición continua a vientos muy fuertes.

Para un bosque mixto de Lenga y Coihue de Magallanes en la Provincia de Última Esperanza (San Lucas) luego de ocho años de realizada una corta de regeneración, Schmidt *et al.* (2004) encontraron 133.333 plantas/ha, con un promedio de altura de 109 cm y un crecimiento anual de 14 cm. Así mismo, señalan que Coihue de Magallanes presenta mayor tolerancia a la luz que Lenga, estableciéndose el 73% de las plantas antes de la intervención (Schmidt *et al.*, 2004).

Para el mismo tipo de bosque ubicado en la Provincia de Magallanes (Skyring), ocho años después de realizada una corta de regeneración, la densidad de la regeneración de ambas especies fue de 96.273 plantas/ha, con un promedio de altura de 98 cm y un crecimiento anual de 15 cm (Schmidt *et al.*, 2004). Al contrario de lo que ocurre en la Provincia de Última Esperanza (San Lucas), tanto las plantas de Lenga como de Coihue de Magallanes se establecieron mayoritariamente después de la intervención (Schmidt *et al.*, 2004).

2. 1. 7 Silvicultura y manejo

Según el Decreto Ley N° 259, sobre el reglamento del Decreto Ley N° 701 sobre fomento forestal, el tipo forestal Lenga puede ser explotado mediante los métodos de corta de protección y corta selectiva (CONAF, 2001), llevando la primera de estas a un monte alto regular y la segunda a un monte alto irregular (Vita, 1996). Schmidt y Urzúa (1982) plantean manejar los bosques de este tipo mediante el método de cortas de

protección con regeneración bajo dosel, siendo este método el que actualmente se utiliza en la Región de Magallanes. Estos mismos autores proponen dos formas de intervención, dependiendo de las fase de desarrollo en que se encuentre el bosque:

- Cortas de explotación y regeneración: el bosque futuro se desarrolla a partir de la regeneración existente al momento de la explotación o a partir de la semillación producida por los individuos del dosel de protección.

- Cortas de raleo y mejoramiento: se aprovecha la regeneración avanzada existente en forma de latizal, mejorándose las características futuras de los individuos mediante una disminución en la competencia, especialmente por luz.

Las intervenciones mencionadas anteriormente generan un aumento en la calidad y cantidad de la madera en el bosque futuro, además de acortarse el ciclo natural aproximadamente de 250 años a 120 años (Schmidt y Caldentey, 1994).

2. 1. 8 Estabilidad de los bosques frente al viento

El régimen e intensidad de los vientos de la Región de Magallanes desempeña un rol significativo en la aplicación del método de cortas de protección, por cuanto determinan las eventuales caídas de los árboles que quedan en el dosel de protección. La susceptibilidad a los efectos del viento tiene directa relación con las características propias de los rodales como los son el estado de desarrollo de los árboles, las resistencias de los sistemas radiculares y las características edáficas. A estos se agrega la oportunidad e intensidad de uso de maquinarias en las faenas de madereo, especialmente cuando no se contemplan las medidas técnicas adecuadas (Schmidt *et al.*, 2004).

Estudios realizados bajo distintas situaciones muestran que en aquellos rodales formados por individuos sobremaduros, las pérdidas por viento son menores en relación a los formados por individuos juveniles, debido a la mayor resistencia del sistema radicular, ya que estos se han encontrado expuestos al viento durante varias décadas (Schmidt *et al.*, 1992).

De acuerdo a Herrera (2000), el daño por viento en Tierra del Fuego (Russfin) en un sector cosechado un año atrás fue de 48% en el número de árboles y 41% en área basal, respecto del dosel de protección. Así mismo, en un sector cosechado dos años atrás con calles de madereo, el daño fue de 19% en el número de árboles y 14% en área basal, lo que es muy similar a un sector cosechado en el mismo año sin calles de madereo, en donde el daño fue de 23% en el número de árboles y 15% en área basal.

En la Provincia de Última Esperanza (Monte Alto), Rodríguez (2002) encontró que el daño promedio por viento es de 31% en área basal, lo que tiene relación directa con la intensidad de la explotación y las características propias del sector. También indica que entre mayor sea el índice de sitio, mayores son las pérdidas producidas.

Schmidt *et al.* (2004) para un bosque mixto de Lenga y Coihue de Magallanes luego de seis años de efectuada una corta de regeneración, con una intensidad del 54% de área basal en el la Provincia de Última Esperanza (San Lucas), encontraron que el daño promedio es del 45% en el número de árboles, 37% en área basal y volumen por hectárea. Estos mismos autores, para un mismo tipo de bosque en la Provincia de Magallanes (Skyring), señalaron valores muy similares de pérdidas que en San Lucas para los mismos tres parámetros anteriores.

Promis (1999) indica que la velocidad del viento en un bosque bajo corta de protección, con una intensidad de 43% área basal, aumenta entre un 85% y 144% en relación a un bosque natural. Así mismo, Sánchez (2003) indica que la velocidad del viento aumenta un 200% en un bosque bajo corta de protección en relación a un bosque no intervenido.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 MATERIAL

3.1.1 Antecedentes generales del área de estudio

El área de estudio corresponde a un bosque mixto de Lenga-Coihue de Magallanes, en el cual en la temporada 1994-1995 se realizó una corta de regeneración. Esta intervención fue realizada por la empresa forestal Magallánica de Bosques, la cual extrajo individuos de ambas especies para la producción de astillas, siendo el único criterio de selección el espaciamiento entre los individuos (Figura N°1).

El área de estudio tiene una superficie total de seis hectáreas, divididos en dos sub-sectores de tres ha cada uno, separados por una franja de bosque no intervenido.



FIGURA N°1. Aspecto del rodal estudiado.

3. 1. 1. 1 Ubicación

El estudio se llevó a cabo en el sector de San Lucas (52°54' S – 71°54' O), Comuna de Puerto Natales, Provincia de Última Esperanza, XII Región (Figura N°2). Al sector se accede por la Ruta N°9, que une la ciudad de Punta Arenas con Puerto Natales, a la altura del kilómetro 182 (Villa Renoval).

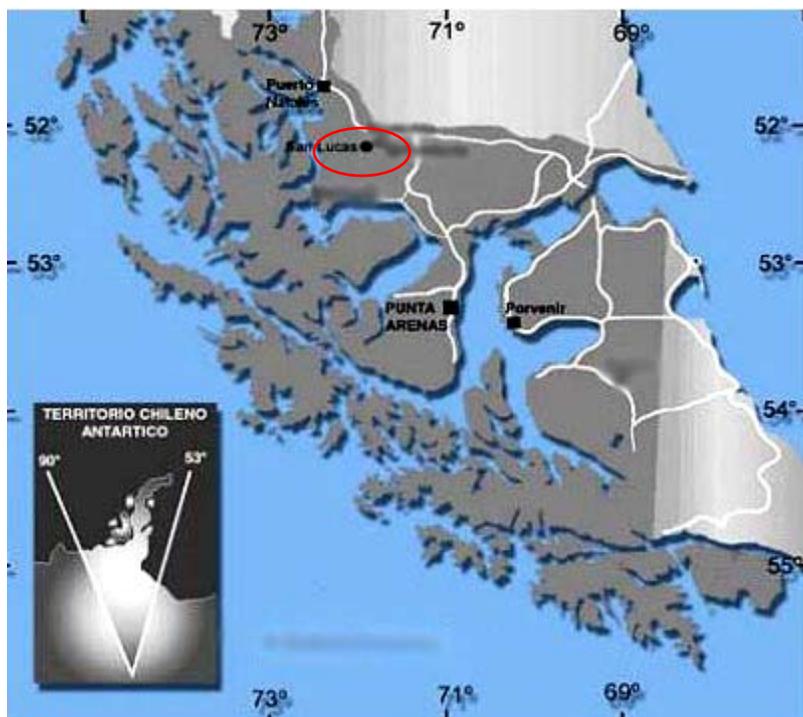


FIGURA N°2. Ubicación geográfica de San Lucas, XII Región.

3. 1. 1. 2 Clima

De acuerdo a información del INIA (1989), el área de estudio se encuentra en el distrito agroclimático de Punta Arenas. Este distrito se caracteriza por presentar una temperatura media en el mes más frío de -9,3°C (Julio) y una temperatura máxima en el mes más cálido de 15,3°C (Enero), en tanto que las precipitaciones alcanzan un monto de 416 mm al año, siendo una cantidad importante en forma de nieve durante los meses de Julio y Agosto. La velocidad máxima que puede alcanzar el viento es de 120 km/hr en el mes de Noviembre (INIA, 1989).

Datos obtenidos entre las temporadas 1997-2001 desde un sector adyacente al área de estudio (Monte Alto), indican que la temperatura es de $-2,4^{\circ}\text{C}$ en el mes más frío (Julio) y $16,8^{\circ}\text{C}$ en el mes más cálido (Febrero). Las precipitaciones son de 596 mm al año, las cuales se distribuyen homogéneamente a lo largo de este. La velocidad media del viento es de 14 km/hr, con una máxima que puede alcanzar los 108 km/hr, preferentemente con dirección sur-oeste (Schmidt y Caldentey, 2001).

3. 1. 1. 3 Geología y Geomorfología

El sector en estudio se encuentra dentro de la Región Sub-Andina Oriental (Pisano, 1977). Esta área corresponde a una faja de transición entre la Cordillera de los Andes y las planicies orientales, la cual es atravesada por numerosos cordones montañosos, donde las cumbres rara vez sobrepasan los 1.000 m.s.n.m., sufriendo grandes modificaciones por el efecto de los hielos cuaternarios y fenómenos postglaciares (Pisano, 1977).

3. 1. 1. 4 Suelos

Los suelos del área de estudio corresponden al gran grupo Pardo-Podzólicos, característicos de climas templados húmedos. Estos suelos son originados a partir de sedimentos glaciales, mezclados con cenizas volcánicas en todos los horizontes. Presentan textura liviana, profundidad media, pH ligero a fuertemente ácido, fertilidad moderada, bajo contenido de materia orgánica y sin erosión aparente bajo la cubierta arbórea. En el área no se presentan problemas de drenaje, excepto en las zonas de turberas (Contreras *et al.*, 1975). Según Peralta y Oyanedel (1981), estos suelos generalmente presentan humus tipo moor en la superficie, sobre todo si están cubiertos con vegetación arbórea. Los mismos autores señalan una acumulación de hierro en profundidad, sobre el nivel de la arenisca interperizada y la presencia de horizontes B amarillentos, especialmente en aquellos suelos que se desarrollan bajo el bosque de Lengua.

Los suelos pueden ser catalogados en las clases VI y VII de Capacidad de Uso y el uso histórico que se les ha dado han sido forestal y ganadero (Peralta y Oyanedel, 1981).

3. 1. 1. 5 Vegetación

Según Gajardo (1994), el sector de estudio se inserta en la Región del Bosque Andino-Patagónico, Subregión de las Cordilleras Patagónicas, en la formación vegetal del Bosque Caducifolio de Magallanes, en donde destaca la comunidad formada por *Nothofagus pumilio-Maytenus disticha*, la cual presenta una gradiente de aridez de este a oeste y variaciones con la altitud. Como especies acompañantes se puede destacar a *Nothofagus antártica*, *Nothofagus betuloides*, *Drimys winteri*, *Berberis sp.*, *Pernettya sp.*, *Acaena ovalifolia*, *Adenocaulon chilense*, *Empetrum rubrum* y *Sphagnum magellanicum*, entre otras.

De acuerdo a la tipología utilizada por Donoso (1981a), la vegetación presente pertenece al tipo forestal Lenga, subtipo Lenga-Coihue de Magallanes. Como especies arbustivas acompañantes se pueden mencionar a Maitén de Magallanes, Zarzaparrilla, *Pernettya sp.*, *Berberis sp.*, y *Empetrum rubrum*.

3. 2 METODOLOGÍA

3. 2. 1 Delimitación del sector de estudio

Por medio de fotografías aéreas SAF 1998 (1:70.000), se identificaron en el sector de San Lucas aquellos sectores que reunieran dos requisitos: la existencia de una corta de regeneración y la presencia de Coihue de Magallanes. Después de visitar cada uno de estos sectores, se procedió a seleccionar el lugar definitivo y delimitar el perímetro mediante estacas (Figura N°3).

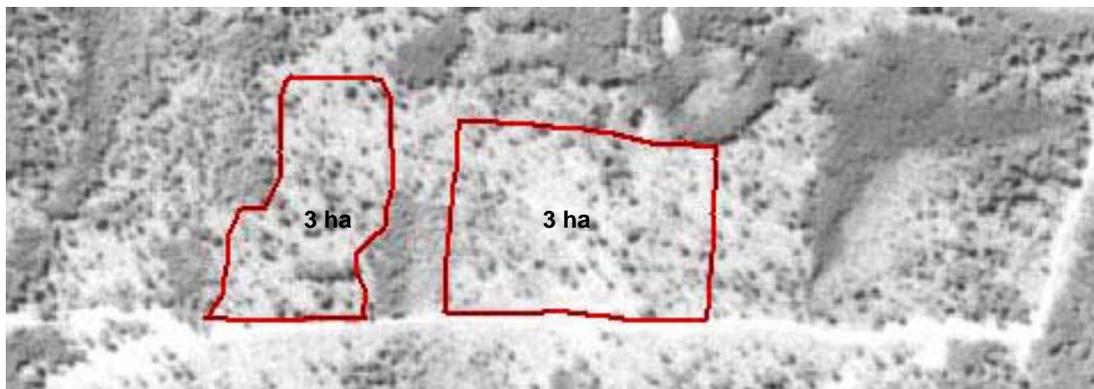


FIGURA N°3. Fotografía área del sector en estudio con la delimitación de los dos subsectores.

3. 2. 2 Caracterización del bosque

En la superficie delimitada se realizó un muestreo sistemático para caracterizar el bosque original, la cosecha, el dosel de protección y las pérdidas producidas después de la intervención. Se establecieron nueve parcelas rectangulares de 20x50 metros (1.000m²), en las cuales se midieron todos los árboles en pie, los árboles caídos después de la cosecha y los tocones. Para el caso de los árboles en pie y caídos se consideraron solo individuos con un DAP mayor a 10 cm, tomando en consideración la especie y la condición de estos, es decir, si se encontraban vivos, muertos o caídos (pérdidas). En el caso de los tocones se midió el diámetro del tocón (DAT).

La calidad del sitio se expresó a través de la altura de uno a seis individuos dominantes en fase de desmoronamiento o envejecimiento por parcela o en el sector adyacente a esta.

Con esta información se caracterizaron las siguientes condiciones:

- **Bosque original:** corresponde a la suma de los individuos en pie, los individuos cosechados y los individuos caídos y quebrados.
- **Cosecha:** corresponde a la suma de los individuos cosechados, estimados a través de los tocones existentes.

- **Dosel de protección original (1995):** corresponde a la suma de los individuos vivos en pie, más los individuos caídos y quebrados.
- **Pérdidas en el dosel de protección:** corresponde a la suma de los individuos caídos y quebrados entre el año 1995 y 2004.
- **Bosque actual:** corresponde a la suma de los individuos vivos en pie.

Las situaciones anteriormente mencionadas fueron caracterizadas mediante tablas de rodal y por calidad de sitio, tomando como parámetros el número de árboles, área basal y volumen por hectárea.

Para estimar el DAP (cm) de los individuos cosechados se utilizó la función de regresión:

$$\text{DAP} = 0,018946 + 0,891803 \cdot \text{DAT}$$

Para calcular el volumen bruto con corteza de los árboles, se utilizó la función general de Lenga y la función preliminar de Coihue de Magallanes para la Región:

$$\text{Lenga: VTCC} = 0,000129 * (\text{DAP}^{1,930262}) * (\text{SITIO}^{0,666289})$$

$$\text{Coihue: VTCC} = 0,000134 * (\text{DAP}^{2,084084}) * (\text{SITIO}^{0,442093})$$

en donde el DAP es expresado en cm y el sitio en m.

En aquellos casos en que no fue posible diferenciar las especies se utilizó la función de Lenga, ya que se encuentra construida con un mayor base muestral, por lo que presenta un menor error de estimación.

3. 2. 3 Crecimiento de los árboles en el dosel de protección

Para estimar el crecimiento de los árboles en el dosel de protección se extrajeron 45 tarugos de crecimiento de Coihue de Magallanes en distintas fases de desarrollo (14 árboles juveniles, 16 maduros y 15 sobremaduros). Dentro de cada fase de desarrollo,

los individuos fueron seleccionados de modo que representaran todas las clases diamétricas.

Los tarugos fueron lijados y para la medición de los anillos de incremento se utilizó un dendrocronómetro con registro digital automático (LINTAB) con microscopio binocular (12x). Los registros se procesaron con el software TSAP (3.0).

Con esta información se determinó el crecimiento diametral de los árboles, estratificado por fase de desarrollo y total, antes y después de la intervención, y se construyó una función de regresión lineal para estimar el incremento en función del DAP para Coihue de Magallanes. Para Lengua se utilizó la función de regresión construida para el mismo sector de estudio:

$$\text{IMA (mm)} = 3,5452 - 0,0062 * \text{DAP(cm)}$$

Con estas funciones se calculó el incremento anual en diámetro y el incremento anual en volumen para cada árbol y para cada parcela.

3. 2. 4 *Desarrollo de la regeneración*

El desarrollo de la regeneración se midió a través de la densidad y la altura de las plantas en 80 parcelas de regeneración distribuidas sistemáticamente en toda la superficie. Se midió además la altura de la regeneración dominante en 400 puntos de muestreo ubicados en 40 transectos, con una longitud de 50 m cada uno, distribuidos sistemáticamente en toda la superficie.

3. 2. 4. 1 *Densidad*

Para determinar la densidad total de la regeneración (número de plantas/ha) se agruparon las plantas en categorías de altura. Se realizaron 40 parcelas de 5 m², en las que se contabilizaron todas las plantas mayores a 20 cm de altura. Las plantas menores a 20 cm de altura se contabilizaron en 40 parcelas de 1 m².

3. 2. 4. 2 Altura de la regeneración dominante

Para determinar la altura de la regeneración dominante en la superficie intervenida (frecuencias de clase y frecuencias relativas), en cada uno de los transectos se estableció un punto de muestreo cada cinco metros, en el cual se midió, tomando un radio visual de dos metros, la altura dominante de una planta de Lenga y una de Coihue de Magallanes. En caso de no encontrarse presente ambas especies, se registró solo la altura de la especie presente.

3. 2. 4. 3 Crecimiento en altura

Para determinar el crecimiento de la regeneración dominante antes y después de la intervención, se extrajo una a dos plantas al final de cada transecto, Lenga y/o Coihue de Magallanes, dependiendo de la presencia de las especies. En cada planta se midió el crecimiento apical de los tres últimos años mediante la separación de cicatrices que quedan en los tallos producto del crecimiento anual. Además se extrajeron rodela en la base, a continuación cada 20 cm (hasta completar 1,2 m de altura), posteriormente a 1,5 m y después cada 50 cm, hasta completar la altura total de la planta. Estas rodela fueron lijadas contar los anillos de crecimiento bajo un microscopio binocular (12x). Para el análisis no se consideró el crecimiento del último año por encontrarse las plantas aun en período de crecimiento.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el Cuadro N°1 se presentan los valores promedio por hectárea del bosque original, la cosecha, el dosel de protección, las pérdidas, el bosque actual y la regeneración establecida.

CUADRO N°1. Existencias, cosecha y desarrollo del bosque después de la intervención.

	Bosque Original 1995	Cosecha 1995	Dosel de Protección 1995	Pérdidas 1995-2004	Bosque Actual 2004	Regeneración 2004
N°árboles/ha	450	316 (70%)	134	71 (53%)	63	45.200
AB (m²/ha)	52,6	31,4 (60%)	21,2	10,0 (47%)	11,2	---
Vol (m³/ha)	492,2	291,8 (59%)	200,4	93,6 (47%)	106,7	---

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE ANTES DE LA INTERVENCIÓN

En el Cuadro N°2 se presenta la distribución diamétrica del bosque antes de la intervención. La estructura del bosque corresponde a un monte alto regular formado por Lengua y Coihue de Magallanes. El bosque tenía en promedio 450 árboles/ha, un área basal de 52,6 m²/ha y un volumen bruto de 492,2 m³/ha (Cuadro N°2).

CUADRO N°2. Existencias del bosque antes de la intervención.

Clase Diamétrica (cm)	Existencias Bosque Original		
	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
10-19	58	1,0	4,6
20-29	133	6,5	63,1
30-39	117	11,2	108,2
40-49	63	10,1	96,2
50-59	49	11,6	108,6
60-69	18	5,9	53,8
70-79	8	3,4	32,7
80-89	2	1,3	10,0
90-99	2	1,6	15,0
TOTAL	450	52,6	492,2

Es importante señalar que no fue posible diferenciar para el bosque original las especie, ya que por el deterioro de los tocones medidos no se puede identificar a la especie a la cual corresponden.

4. 1. 1 *Análisis por sitio*

Para el análisis del bosque se agruparon las parcelas en dos calidades de sitio:

- *Sitios regulares*: bosques con individuos cuyas alturas dominantes son menores a 20 metros.
- *Sitios buenos*: bosques con individuos cuyas alturas dominantes se encuentran entre 20 y 23 metros.

Las existencias para las distintas parcelas en función de la calidad de sitio se presentan en el Cuadro N°3.

CUADRO N°3. Valores dasométricos en función de la calidad de sitio del bosque antes de la intervención.

Calidad de Sitio	Sitio	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Regular	17	380	66,6	541,3
	18	860	45,7	387,7
	19	290	41,7	367,6
Promedio		510	51,3	432,2
Buenos	20	710	72,7	678,1
	22	380	61,7	601,8
	22	320	38,5	377,5
	23	330	55,9	557,2
	23	410	45,3	454,6
	23	370	45,8	464,5
Promedio		420	53,3	522,3

La densidad de árboles por parcela varía entre 290 y 860 arb/ha (Cuadro N°3). Esta diferencia se debería a las distintas fases de desarrollo en que se encuentra cada una de las parcelas. En aquellas fases de desarrollo juveniles, existe una gran densidad de individuos, principalmente compuestos por clases diamétricas menores. En estados de desarrollo más avanzados, el número de individuos tiende a disminuir, debido a la mortalidad que experimentan éstos en las clases sociales inferiores, quedando compuesto el dosel superior principalmente por individuos en estado de desarrollo avanzado. Junto con esto se aprecia que el número de árboles promedio tiende a disminuir a medida que mejora la calidad del sitio.

El área basal varía entre 38,5 y 72,7 m²/ha siendo las diferencias atribuibles al grado de ocupación del sitio. Además se observa que el área basal promedio tiende a ser prácticamente igual para las distintas calidades de sitio (Cuadro N°3).

Así mismo, el volumen oscila entre 367,6 y 678,1 m³/ha lo que se debe a las diferencias existentes en área basal entre las distintas parcelas. Además de lo anterior, se aprecia que el volumen promedio aumenta a medida que mejora la calidad del sitio, consecuencia de la mayor altura que presentan los individuos.

4. 2 CARACTERIZACIÓN DE LA COSECHA Y EL DOSEL DE PROTECCIÓN

El bosque fue intervenido durante la temporada de 1994-1995 a través del sistema de corta de regeneración bajo dosel. En esta intervención se cosecharon individuos de ambas especies, utilizando como criterios dejar en lo posible árboles sobremaduros y el espaciamiento entre ellos, de modo de lograr un dosel de protección homogéneo.

4. 2. 1 Análisis por diámetro

La intensidad de cosecha fue de un 59% del volumen bruto existente en el bosque. En el Cuadro N°4 se observa que se cosecharon principalmente los individuos de las clases diamétricas inferiores y, en menor medida, de clases diamétricas intermedias. De esta forma el dosel de protección quedó compuesto por individuos

pertencientes a clases diamétricas superiores, otorgando una mayor estabilidad al dosel de protección remanente.

CUADRO N°4. Distribución diamétrica de la cosecha y el dosel de protección en número de árboles, área basal y volumen por hectárea.

Clase Diamétrica (cm)	Densidad (N° árboles/ha)			Área Basal (m ² /ha)			Volumen (m ³ /ha)		
	Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección	Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección	Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección
10-19	58	52	6	1,0	0,9	0,1	4,6	4,2	0,4
20-29	133	102	31	6,5	5,0	1,5	63,1	48,9	14,2
30-39	117	79	38	11,2	7,6	3,6	108,2	73,3	34,9
40-49	63	42	21	10,1	6,7	3,4	96,2	64,6	31,6
50-59	49	28	21	11,6	6,6	5,0	108,6	60,9	47,7
60-69	18	12	6	5,9	4,1	1,8	53,8	35,7	18,1
70-79	8	1	7	3,4	0,5	2,9	32,7	4,2	28,5
80-89	2	0	2	1,3	0,0	1,3	10,0	0,0	10,0
90-99	2	0	2	1,6	0,0	1,6	15,0	0,0	15,0
TOTAL	450	316 (70%)	134 (30%)	52,6	31,4 (60%)	21,2 (40%)	492,2	291,8 (59%)	200,4 (41%)

4. 2. 2 Análisis por sitio

En la Figura N°4 y el Cuadro N°5 se presenta la cosecha y el dosel de protección en función de la calidad de sitio. Se observa que no existen diferencias en la proporción de árboles cosechados en las distintas calidades de sitios. Sin embargo, en sitios de menor calidad se cosecharon un mayor número de individuos que en sitios de mejor calidad, quedando el dosel de protección compuesto por un número similar de individuos para las distintas calidades de sitio. Así mismo, la intensidad de corta en área basal y volumen disminuye a medida que aumenta la calidad del sitio, cosechándose valores similares para ambos parámetros.

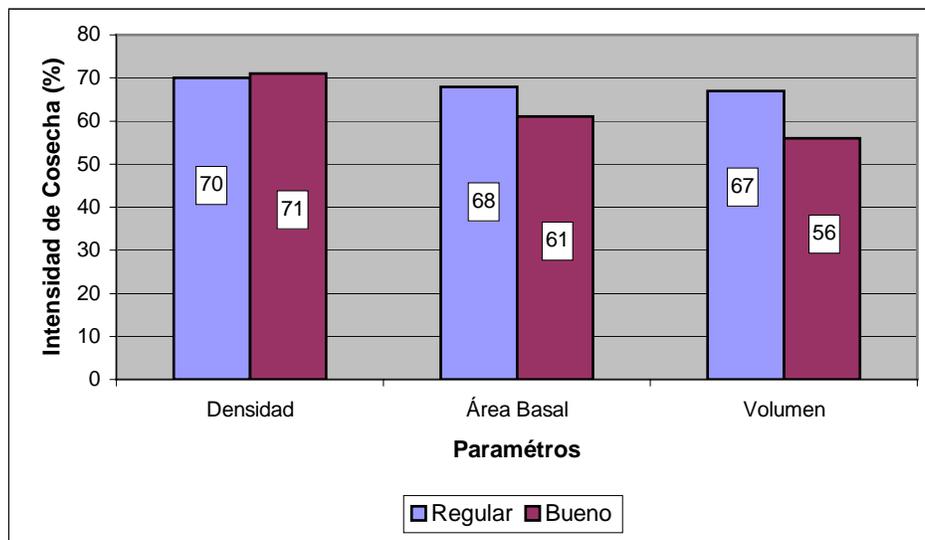


FIGURA N°4. Intensidad de cosecha en función de la calidad del sitio.

CUADRO N°5. Cosecha y dosel de protección en función de la calidad de sitio.

Calidad de Sitio	Sitio	Densidad (N°árboles/ha)			Área Basal (m ² /ha)		
		Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección	Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección
Regular	17	380	280	100	66,6	43,4	23,2
	18	860	590	270	45,7	29,0	16,7
	19	290	200	90	41,7	31,9	9,8
Promedio		510	357	153	51,3	34,8	16,5
Bueno	20	710	510	200	72,7	47,7	25
	22	380	260	120	61,7	20,3	41,4
	22	320	230	90	38,5	24,3	14,2
	23	330	230	100	55,9	23,5	32,4
	23	410	300	110	45,3	26,4	18,9
	23	370	250	120	45,8	27,7	18,1
Promedio		420	297	123	53,3	32,4	20,9

CUADRO N°5. Cosecha y dosel de protección en función de la calidad de sitio.

Calidad de Sitio	Sitio	Volumen (m ³ /ha)		
		Bosque Original	Cosecha	Dosel de Protección
Regular	17	541,3	351,7	189,6
	18	387,7	242,9	144,8
	19	367,6	278,1	234,3
Promedio		432,2	290,9	141,4
Bueno	20	678,1	442,0	236,1
	22	601,8	289,7	312,1
	22	377,5	238,5	139,0
	23	557,2	236,5	320,7
	23	454,6	265,2	189,4
	23	464,5	280,7	183,8
Promedio		522,3	292,1	230,1

4.3 ESTABILIDAD DEL BOSQUE DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

La estabilidad de los bosques luego de realizada una intervención es un factor determinante en la Región de Magallanes. Al realizarse una corta de regeneración el número de individuos disminuye fuertemente, lo que determina un aumento considerable en la velocidad del viento al interior del bosque. Si a esta situación se le suman los eventuales daños producidos al efectuarse las faenas de volteo y madereo, y el posible ascenso de la napa freática, las pérdidas producidas pueden afectar fuertemente el potencial futuro del bosque.

4.3.1 Análisis por diámetro

En el Cuadro N°6 se presentan las pérdidas producidas después de la intervención. Se observa que el 53% de los individuos que se encontraban en el dosel de protección fueron derribados por el viento, lo que corresponde al 47% del volumen bruto. Junto con esto, se observa que el 87% de las pérdidas se produce en aquellos individuos con diámetros menores a 60 cm, los que representan el 64% del volumen bruto.

CUADRO N°6. Pérdidas por clase diamétrica después de la intervención.

Clase Diamétrica (cm)	Densidad (N°árboles/ha)		Área Basal (m ² /ha)		Volumen (m ³ /ha)	
	Dosel de Protección	Pérdidas	Dosel de Protección	Pérdidas	Dosel de Protección	Pérdidas
10-20	6	2	0,1	0,04	0,4	0,2
20-30	31	21	1,5	1,0	14,2	9,8
30-40	38	20	3,6	1,9	34,9	18,1
40-50	21	12	3,4	1,9	31,6	18,4
50-60	21	10	5,0	2,4	47,7	21,8
60-70	6	3	1,8	1,1	18,1	10,9
70-80	7	2	2,9	1,0	28,5	9,4
80-90	2	1	1,3	0,7	10,0	5,0
90-100	2	0	1,6	0,0	15,0	0,0
TOTAL	134	71 (53%)	21,2	10,0 (47%)	200,4	93,6 (47%)

La Figura N°6 muestra que la intensidad de daño tiende a disminuir a medida que aumenta el diámetro de los individuos para los tres parámetros estudiados. Esta situación se debe a que los individuos de las clases diamétricas superiores generalmente se encuentran en estados de desarrollo más avanzados, por lo que llevan un mayor tiempo expuestos al viento, determinando una mayor resistencia del sistema radicular, otorgando mayor estabilidad al dosel de protección. Sin embargo, esta tendencia se rompe cuando los árboles son más viejos debido a problemas de pudrición central.

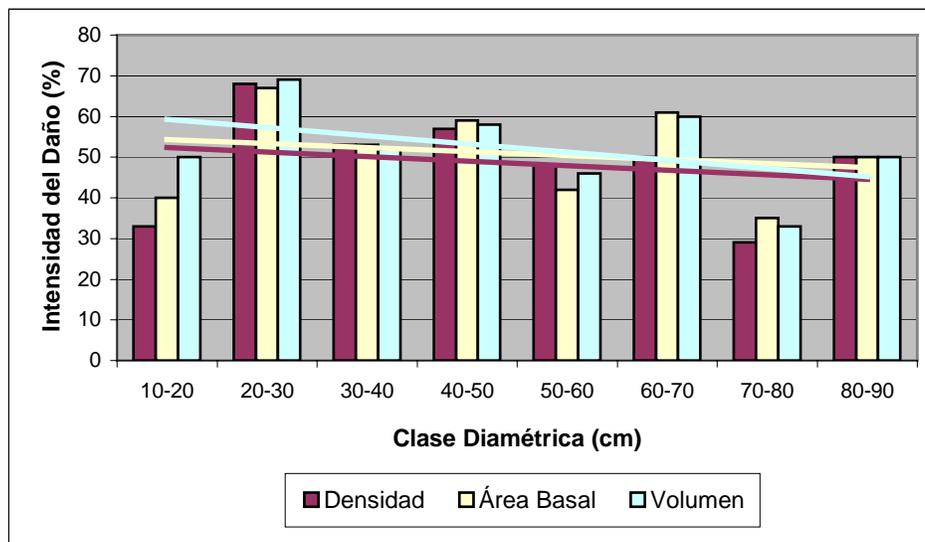


FIGURA N°6. Distribución diamétrica de la pérdidas en densidad, área basal y volumen en relación al dosel de protección.

4. 3. 2 *Análisis por sitio*

En el Cuadro N°7 y la Figura N°7 se presentan los valores del daño en función de la calidad de sitio. Se observa que la intensidad del daño disminuye a medida que mejora la calidad del sitio. Esta tendencia no coincide por la expresada por Borie (2000) y Schmidt *et al.* (2004), los que indican que en bosques intervenidos de Lenga y/o Coihue de Magallanes, el daño por viento aumenta a medida que mejora la calidad de sitio, debido a la mayor altura que presentan los individuos. Esta situación podría deberse a que en sitios de calidad regular el dosel de protección quedó compuesto principalmente por árboles de diámetros menores (Figura N°7), siendo estos más susceptibles a ser derribados por el viento. Así mismo, en sitios de buena calidad el dosel de protección quedó compuesto por individuos de diámetros mayores (Figura N°7), otorgando mayor estabilidad al bosque.

CUADRO N°7. Intensidad del daño en función de la calidad de sitio.

Calidad de Sitio	Sitio	Densidad (N°árboles/ha)		Área Basal (m ² /ha)		Volumen (m ³ /ha)	
		Dosel de Protección	Pérdidas	Dosel de Protección	Pérdidas	Dosel de Protección	Pérdidas
Regular	17	100	70	23,2	15,5	189,6	126,9
	18	270	160	16,7	11,0	144,8	95,4
	19	90	50	9,8	4,5	234,3	41,0
Promedio		153	93	16,6	10,3	141,4	87,8
Bueno	20	200	140	25,0	16,3	236,1	152,0
	22	120	80	41,4	19,5	312,1	188,3
	22	90	10	14,2	1,0	139,0	9,7
	23	100	20	32,4	5,7	320,7	126,9
	23	110	60	18,9	9,4	189,4	95,2
	23	120	60	18,1	7,5	280,7	76,6
Promedio		123	62	25,0	9,9	246,3	108,1

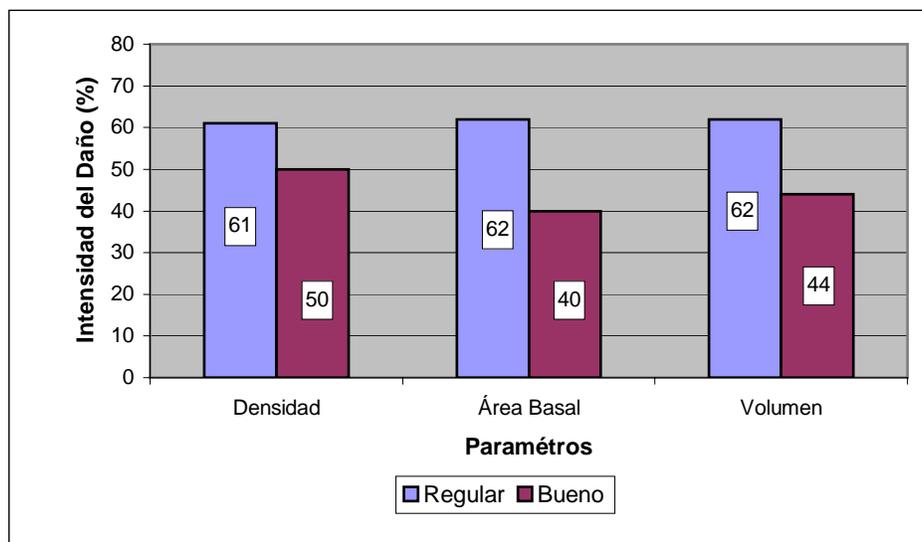


FIGURA N°7. Intensidad de daño en función de la calidad del sitio.

CUADRO N°8. Distribución diamétrica del dosel de protección en función de la calidad de sitio.

Clase Diamétrica (cm)	Calidad de Sitio					
	Regular			Bueno		
	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
10-20	13	0,2	1,0	2	0,03	0,1
20-30	67	3,3	29,6	13	0,7	6,6
30-40	37	3,5	31,1	38	3,7	36,8
40-50	17	2,7	22,7	23	3,7	36,1
50-60	13	3,2	26,7	25	5,9	58,2
60-70	0	0,0	0,0	8	2,8	27,1
70-80	0	0,0	0,0	10	4,4	42,7
80-90	7	3,8	30,1	0	0,0	0,0
90-100	0	0,0	0,0	3	2,4	22,5
TOTAL	154	16,7	141,2	122	23,6	230,1

4. 4 CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE ACTUAL

El dosel de protección en el año 2004 presenta una densidad de 63 árboles/ha, un área basal de 11,2 m²/ha y un volumen bruto de 106,7 m³/ha, compuesto por individuos de todas las clases diamétricas, en donde el 62% de los individuos corresponden a Lengua y el 38% a Coihue de Magallanes, los que representan el 60 y 40% respectivamente del volumen bruto existente (Cuadro N°9).

CUADRO N°9. Existencias del dosel de protección actual.

Clase Diamétrica (cm)	Coihue de Magallanes			Lenga		
	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
10-20	0	0,0	0,0	4	0,06	0,3
20-30	3	0,2	1,3	7	0,3	3,0
30-40	6	0,6	4,7	12	1,1	11,7
40-50	7	1,1	7,9	2	0,4	5,0
50-60	3	0,7	7,2	8	1,9	18,5
60-70	1	0,2	3,5	2	0,5	3,7
70-80	2	0,4	4,8	3	1,5	14,3
80-90	1	0,6	5,5	0	0,0	0,0
90-100	1	0,8	7,9	1	0,8	7,4
TOTAL	24	4,6	42,9	39	6,6	63,8

Clase Diamétrica (cm)	TOTAL		
	Densidad (N°árboles/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
10-20	4	0,1	0,3
20-30	10	0,5	4,3
30-40	18	1,7	16,4
40-50	9	1,5	12,9
50-60	11	2,6	25,7
60-70	3	0,7	7,2
70-80	5	1,9	19,2
80-90	1	0,6	5,5
90-100	2	1,6	15,3
TOTAL	63	11,2	106,7

4. 5 CRECIMIENTO DEL DOSEL DE PROTECCIÓN

4. 5. 1 Crecimiento en diámetro

Para determinar el crecimiento en diámetro de los árboles de Coihue de Magallanes en el dosel de protección, se midió el incremento 11 años antes y 9 años después de realizada la corta de regeneración.

4. 5. 1. 1 Análisis del crecimiento por fase de desarrollo

El crecimiento medio en diámetro para Coihue de Magallanes antes de la intervención fue de 1,2 mm/año y 1,7 mm/año después de la corta de regeneración.

Los crecimientos diametrales medios por fase de desarrollo para Coihue de Magallanes se presentan en la Figura N°8. Se observa que los individuos maduros son los que presentan un mayor crecimiento después de realizada la corta de regeneración, con un incremento de 2,04 mm/año. Sin embargo, en términos porcentuales los individuos sobremaduros presentan un mayor aumento, con un 65% respecto al período anterior. Los árboles en estado juveniles y maduros presentan un aumento del 8 y 59% respectivamente con respecto al período anterior.

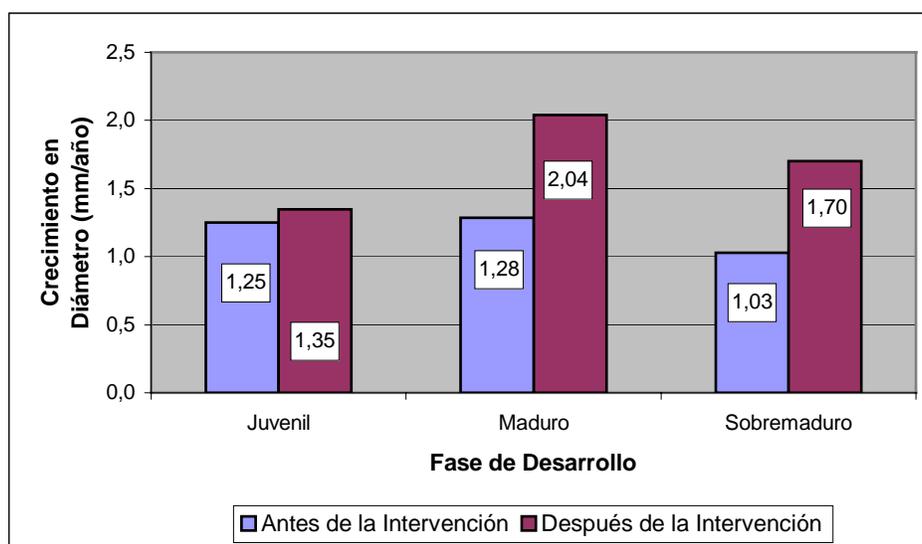


FIGURA N°8. Incremento diametral por fase de desarrollo para Coihue de Magallanes.

4. 5. 1. 2 Análisis del crecimiento por diámetros

La Figura N°9 se presenta el incremento en diámetro en función del DAP. La tendencia indica que el crecimiento en diámetro antes de la intervención tiende a disminuir levemente a medida que aumenta el DAP del individuo, es decir, los individuos juveniles tienden a crecer más en diámetro que los individuos mayores, con incrementos

de 1,2 mm/año en los diámetros menores y 1,1 mm/año en los diámetros mayores. Sin embargo, después de la intervención, la tendencia indica que los individuos que tienen un mayor DAP, y que generalmente se encuentran en estados de desarrollo avanzados, tienden a presentar un mayor incremento diametral que los individuos de clases diamétricas inferiores, con incrementos de 1,3 mm/año en los diámetros menores y de 2,6 mm/año en los diámetros mayores.

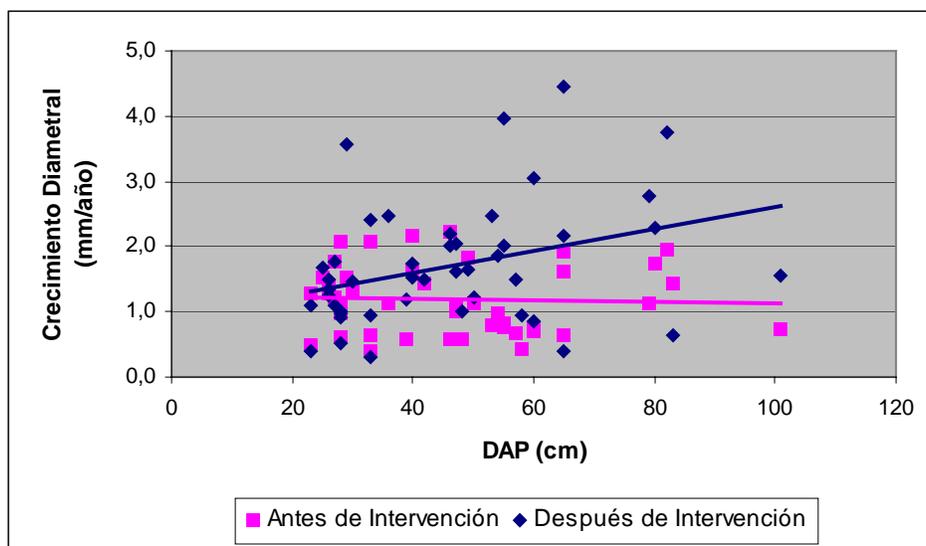


FIGURA N°9. Crecimientos medios anuales para Coihue de Magallanes antes y después de la intervención.

Con esta información se calculó la función de regresión lineal en función del DAP para estimar el crecimiento diametral de Coihue de Magallanes después de la intervención:

$$Y = 0,9402 + 0,0168 * X$$

en donde "Y" representa el incremento medio anual en diámetro (mm) para Coihue de Magallanes y "X" es el DAP en cm.

4. 5. 2 Crecimiento en volumen

El crecimiento promedio en volumen para el bosque en estudio es de 1,1 m³/ha/año, en donde Coihue de Magallanes presenta un crecimiento medio de 0,3

$\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$, con valores que varían entre los $0,10 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ y $0,50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Lenga presenta un crecimiento medio anual medio de $0,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, con valores que varían entre los $0,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ y $1,91 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, siendo la diferencia entre ambas especies producto de la densidad que presenta cada una de estas.

Estos valores son muy bajos al compararse con los encontrados por otros autores para la zona. Schmidt *et al.* (2004) encontraron un crecimiento en volumen para un mismo tipo de bosque en la misma área de estudio (San Lucas) de $2,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, con un dosel compuesto por 118 individuos. En el presente estudio, si bien el incremento es bastante menor ($1,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$), se debe señalar que el dosel actual se encuentra compuesto por 63 individuos, determinando una baja existencia en área basal, situación que disminuye el potencial de crecimiento del bosque.

En la Figura N°10 se presenta comportamiento del volumen en función de la calidad de sitio. Se observa que el incremento en volumen tiende a aumentar a medida que mejora la calidad del sitio, con valores que van desde los $0,43 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en los sitios de menor calidad a $2,28 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en sitios de mejor calidad. Esta situación se debe a que el volumen está fuertemente influenciado por la altura de los árboles dominantes.

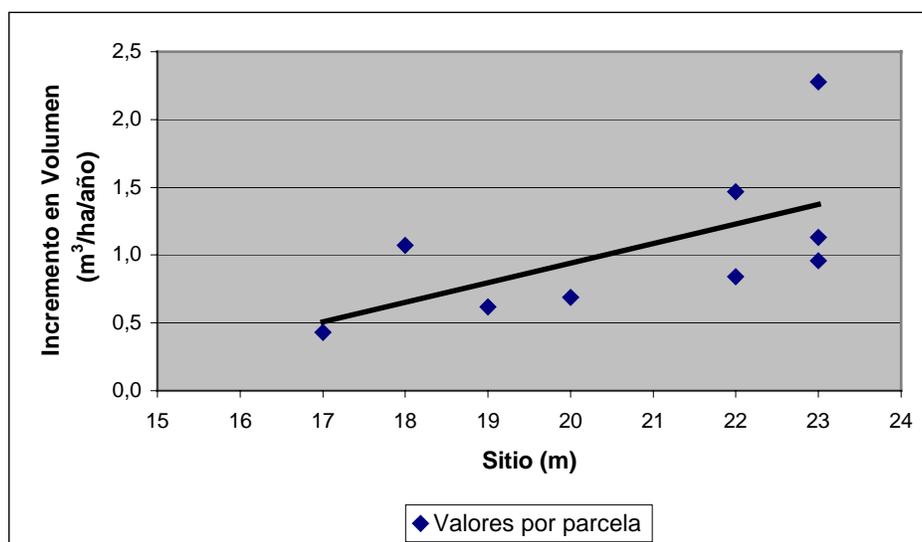


FIGURA N°10. Incrementos en volumen en función de la calidad de sitio.

4. 6 DESARROLLO DE LA REGENERACIÓN

El éxito en el establecimiento de la regeneración depende principalmente de la cantidad de luz que logra alcanzar el piso del bosque, condición que es modificada mediante la corta de regeneración y la caída de árboles por efecto del viento. En general, el establecimiento y desarrollo de la regeneración en bosques intervenidos de Lenga y Coihue de Magallanes es buena. El estado de la regeneración en el bosque de estudio se aprecia en la Figura N°11.



FIGURA N°11. Bosque virgen (izquierda) y desarrollo de la regeneración después de la intervención (derecha).

4. 6. 1 Densidad de la regeneración

En el Cuadro N°10 se presenta la densidad de plantas por hectárea para ambas especies por categoría de altura. El número de plantas por hectárea es de 45.200, de las cuales el 57% corresponde a Lenga.

CUADRO N°10. Densidad de la regeneración por especie y categoría de altura.

Especie	Categoría de Altura (cm)							Total (N°plantas/ha)
	0-20	21-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	
Lenga	4.500	1.650	10.550	5.250	3.050	700	250	25.950
Coihue de Magallanes	12.250	1.800	3.150	1.550	400	100	0	19.250
Total (N°plantas/ha)	16.750	3.450	13.700	6.800	3.450	800	250	45.200

En el Cuadro N°10 se observa que el 64% de las plantas de Coihue de Magallanes presenta una altura menor a 20 cm, situación que indicaría que esta especie estaría estableciendo bajo la cobertura de la regeneración de Lenga, producto de su mayor tolerancia a la sombra. Además, se observa que el 76% de las plantas de Lenga presentan más de 50 cm de altura.

4. 6. 2 *Altura de la regeneración dominante*

Para realizar el análisis de la altura de la regeneración dominante se realizó un muestreo dirigido, es decir, se eligieron las plantas que presentaran la mayor altura dentro de un radio visual de dos metros, las cuales presentaban en su totalidad una altura superior a 40 cm. Por esta razón, los resultados presentados en el Cuadro N°10 y N°11 son contradictorios.

La altura media de la regeneración dominante en la superficie intervenida es de 190 cm para Lenga y 213 cm para Coihue de Magallanes, variando para la primera de estas entre los 58 y los 380 cm, y para la segunda entre 47 y 400 cm.

En el Cuadro N°11 se presenta la frecuencia absoluta y relativa para ambas especies por categoría de altura. Se observa que el 97% de la plantas tienen más de 1 metro de altura y el número de plantas mayores a dos metros es similar para ambas especies. Sin embargo, en términos porcentuales el 37% de las plantas de Lenga y el 58% de las plantas de Coihue de Magallanes presenta una altura mayor a dos metros.

CUADRO N°11. Frecuencias relativa y absoluta de la regeneración por especie, categoría de altura y total.

Categoría de Altura (cm)	Frecuencias de la Regeneración Dominante					
	Lenga		Coihue de Magallanes		TOTAL	
	Absoluta (N° plantas)	Relativa (%)	Absoluta (N° plantas)	Relativa (%)	Absoluta (N° plantas)	Relativa (%)
0-20	0	0,0	0	0,0	0	0,0
21-30	0	0,0	0	0,0	0	0,0
31-40	0	0,0	0	0,0	0	0,0
41-60	1	0,4	1	0,6	2	0,5
61-80	2	0,8	1	0,6	3	0,7
81-100	5	2,1	1	0,6	6	1,4
101-120	9	3,8	8	4,9	17	4,4
121-150	46	19,4	18	11,0	64	15,2
151-200	87	36,7	40	24,5	127	30,6
201-250	52	21,9	57	35,0	109	28,5
251-300	25	10,5	23	14,1	48	12,3
301-400	10	4,2	14	8,6	24	6,4
TOTAL	237	100	163	100,0	400	100

4. 6. 3 *Crecimiento de la regeneración dominante*

En la Figura N°12 se presentan los crecimientos de la regeneración dominante como promedio de los períodos vegetativos 2001/2002 y 2002/2003. El crecimiento anual promedio de la regeneración de Lenga fue de 15,7 cm, con valores que varían entre los 2,3 y 33,5 cm. El crecimiento de la regeneración de Coihue de Magallanes fue de 15,1 cm, con valores entre los 2,1 y 36,0 cm.

Los crecimientos de la última temporada (2003/2004) no fueron considerados ya que las plantas aún se encontraban en época de crecimiento.

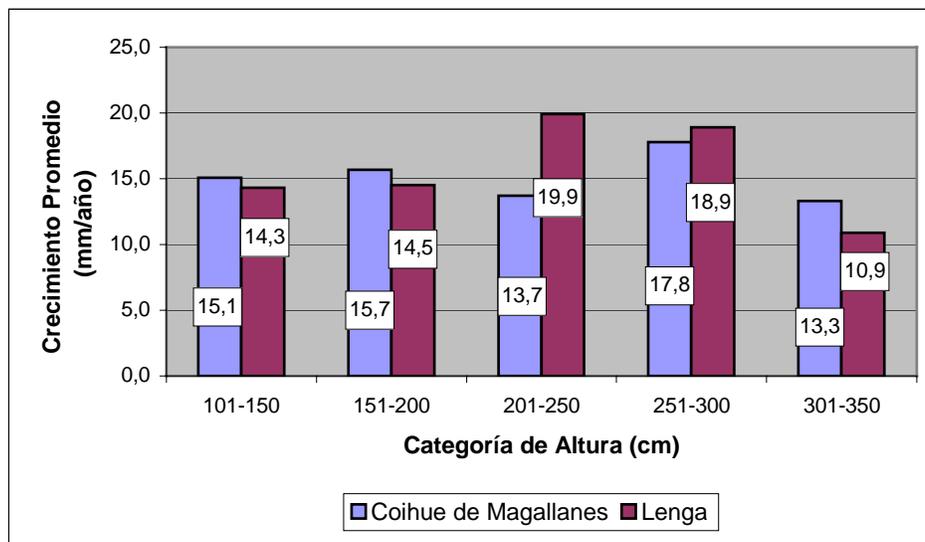


FIGURA N°12. Crecimiento promedio de la regeneración por especie y categoría de altura en las temporadas 2001/2002 y 2002/2003.

El crecimiento en altura de las plantas tiende a aumentar a medida que la altura de éstas es mayor (Figura N°12), situación que se explica por la mayor cantidad de luz que pueden captar estas plantas. Se descartaron del análisis las plantas mayores tres metros, que presentan un crecimiento menor, producto de la reducida base muestral (solo se extrajo una planta de cada especie).

En el Cuadro N°12 se presenta la edad y el año en que se estableció la regeneración de ambas especies. En el Cuadro N°13 se presenta la edad promedio, mínima y máxima de la regeneración de ambas especies.

CUADRO N°12. Establecimiento de la regeneración en el tiempo.

Año de Establecimiento		Antes de la Intervención	1996	1997	1998-2004
Edad de las Plantas (años)		=>9	8	7	<6
% Establecimiento	Lenga	65,8	23,7	7,9	2,6
	Coihue de Magallanes	92,9	7,1	---	---

CUADRO N°13. Edad promedio, mínima y máxima de la regeneración.

Especie	Edad (años)		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Lenga	6	16	10
Coihue de Magallanes	8	31	15

Se aprecia que ambas especies tienen la capacidad de regenerar bajo condiciones de baja luminosidad (Cuadro N°12). Sin embargo, se observa que Coihue de Magallanes es capaz de sobrevivir por un mayor período de tiempo que Lenga bajo estas condiciones (Cuadro N°13).

En el Cuadro N°14 se presenta el crecimiento de la regeneración antes y después de la intervención y en la Figura N°13 se presenta el desarrollo en altura de esta. Se observa que el crecimiento de ambas especies aumenta considerablemente después de la corta de regeneración, con incrementos de 184 y 270% para Lenga y Coihue de Magallanes respectivamente.

CUADRO N°14. Crecimiento de la regeneración antes y después de la corta de regeneración.

Especie	Crecimiento Promedio (cm/año)	
	Antes	Después
Lenga	8,1	23,0
Coihue de Magallanes	4,1	15,2

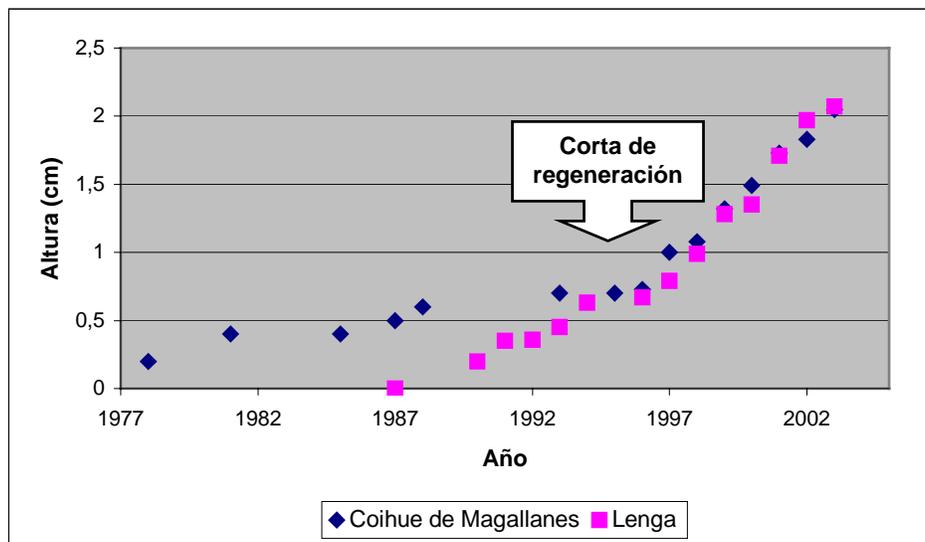


FIGURA N°13. Desarrollo en altura de la regeneración.

En la Figura N°13 se observa que ambas especies presentan un incremento considerable en altura inmediatamente después de realizada la corte de regeneración, producto de la mayor cantidad de luz que logra alcanzar el piso del bosque. Además, se aprecia que aunque Coihue de Magallanes es capaz de regenerar y sobrevivir bajo la cobertura de los árboles del dosel superior, su desarrollo en altura es escaso, mientras que el desarrollo de Lenga bajo estas condiciones es aproximadamente el doble que el que presenta la primera de estas.

5. CONCLUSIONES

Bosque original, la cosecha y el dosel de protección

- La estructura del bosque corresponde a un monte alto regular.
- En la corta de regeneración se cosechó el 59% del volumen por hectárea, concentrándose en árboles de diámetros menores y, en menor medida, en diámetros intermedios.
- La intensidad de cosecha en área basal y volumen por hectárea tiende a disminuir a medida que mejora la calidad de sitio, siendo ésta prácticamente igual para el número de árboles por hectárea.
- El dosel de protección quedó compuesto principalmente por árboles maduros y sobremaduros de ambas especie, otorgando más estabilidad al dosel protección.

Estabilidad del dosel de protección y el bosque actual

- Las pérdidas por viento alcanzan el 53% de los árboles por hectárea y el 47% del volumen bruto por hectárea.
- La intensidad del daño fue mayor en sitios de calidad regular que en sitios de buena calidad.
- El bosque actual se encuentra compuesto por 63 árboles por hectárea, de los cuales el 62% corresponde a Lenga y el 38% a Coihue de Magallanes.

Crecimiento del dosel de protección

- El crecimiento en diámetro de los árboles de Coihue de Magallanes aumentó en un 29% (de 1,2 y 1,7 mm/año) después de la intervención.
- El crecimiento después de la intervención aumentó en 8, 59 y 65% para los árboles juveniles, maduros y sobremaduros respectivamente.
- El crecimiento en volumen promedio del bosque fue de 1,1 m³/ha/año, donde Coihue de Magallanes crece 0,3 m³/ha/año y Lenga 0,8 m³/ha/año y fue mayor a medida que mejora la calidad de sitio.

Desarrollo de la regeneración

- El número de plantas por hectáreas es de 45.000, de las cuales el 57% corresponde a Lenga. El 64% de las plantas de Coihue de Magallanes presentaron menos de 20 cm de altura y el 76% de las plantas de Lenga presentaron más de 50 cm de altura.
- El 97% de las plantas en la superficie intervenida tenían más de 1 metro de altura. El 58% de las plantas de Coihue de Magallanes y el 37% de las plantas de Lenga presentaban más de 2 metros de altura.
- El 66% de las plantas de Lenga y el 93% de las plantas de Coihue de Magallanes se establecieron antes de la corta de regeneración, pero Coihue de Magallanes es capaz de sobrevivir por mayor cantidad de tiempo bajo la cobertura del dosel.
- El crecimiento en altura promedio después de la intervención aumenta en un 184% para Lenga y en un 270% para Coihue de Magallanes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, S y GROSSE, H. 1978 Antecedentes generales y análisis para el manejo de Lenga en Alto Mañihuales, Aysén. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 144p.
- BAVA, J y PUIG, C. 1992. Regeneración natural de Lenga. Análisis de algunos factores involucrados. In: Actas seminario manejo forestal de la Lenga y aspectos ecológicos relacionados. Esquel, 23 y 24 de Junio de 1992. CIEFAP. Publicación técnica N°8: 85-110.
- BORIE, J. 2000. Respuesta de bosques de Lenga a intervenciones de corta de regeneración y raleo, en la XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 45p.
- CONAF. 2001. Decreto Ley N°701 sobre fomento forestal y ley de bosques. Textos legales vigentes. Gerencia de Normativas y Fiscalización. 76 p.
- CONAF/CONAMA/BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. Santiago, Chile. 90 p.
- CONTRERAS, H.; BORGEL, R.; QUEZADA, M.; GARCÍA DE CORTAZAR, V.; ROJAS, M.; BITERLICH, W. 1975. Informe primera etapa del proyecto de reforestación de la precordillera patagónica (cuadrángulos Skyring y Rubens). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. CONAF y Oficina Regional de Planificación de Magallanes. 76 p.
- DEL FIERRO, P. (Ed). 1998. Experiencia silvicultural del bosque nativo chileno. Recopilación de antecedentes para 57 especies arbóreas y evaluación de prácticas silviculturales. Proyecto manejo sustentable del bosque nativo. CONAF-GTZ. 420 p.

- DONOSO, C. 1981a. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Investigación y desarrollo forestal. Documento de trabajo N° 38. 70 p.
- DONOSO, C. 1981b. Ecología forestal: El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. 369p.
- DONOSO, C. 1998. Ecología forestal. Bosques templados de Chile y Argentina: Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. 483 p.
- ESPEJO, G. 1996. Desarrollo de la regeneración inicial de Lenga bajo cortas de protección en la XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agraria y Forestales. Santiago, Chile. 57p.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 121p.
- HERRERA, R. 2000. Caída de árboles por efecto del viento en bosques de Lenga, bajo cortas de protección en Russfin, Tierra del Fuego. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 76p.
- INIA. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 221p.
- PERALTA, M. y OYANEDEL, E. 1981. Los suelos del sector de Las Coles, Skyring - Magallanes (52° S - 71° 45' - 72° O). Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Forestales. Boletín Técnico N° 63. 53p.
- PISANO, E. 1977. Fitogeografía de Tierra del Fuego-Patagonia chilena. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56°S. Anales del Instituto de la Patagonia. Vol 8: 121-250.

- PROMIS, A 1999. Modificaciones microclimáticas causadas por la intervención silvícola en bosques naturales de Lenga (*Nothofagus pumilio*). Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. 108p.
- RODRIGUEZ, C. 2002. Desarrollo de los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración en Monte Alto, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 64p.
- ROIG, F; ANCHORENA, J; DOLLENZ, O; FAGGI, A y MÉNDEZ, E. 1985. Las comunidades vegetales de la transecta botánica de la patagonia austral. In: BOELCKE, O; MOORE, D y ROIG, F. Transecta botánica de la patagonia austral. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina. Pp: 350-519. [En línea]. <http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0402full.html> >. [Consulta: Diciembre del 2004].
- RUSCH, V. 1992. Principales limitantes para la regeneración de la Lenga en la zona NE de su área de distribución. In: Actas seminario manejo forestal de la Lenga y aspectos ecológicos relacionados. Esquel, 23 y 24 de Junio de 1992. CIEFAP. Publicación Técnica N°8: 61-73.
- SANCHEZ, P. 2003. Cambios microclimáticos debido a cortas de protección y su influencia en el desarrollo de la regeneración natural de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser). Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 69p.
- SCHLEGEL, F; VEBLEN, T y ESCOBAR, B. 1979. Estudio ecológico de la estructura, composición, semillación y regeneración del bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*) en la XI Región. Informe Proyecto SERPLAC/CONAF – UACH. Valdivia, Chile. 40p.
- SCHMIDT, H. 2002. Silvicultura en bosques de Lenga. Apuntes de cátedra (Gira a Magallanes). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Santiago, Chile. s/p.

- SCHMIDT, H; CALDENTEY, J. y GAERTIG, T. 1992. Informe Lenga 1992: Análisis silvicultural de los ensayos, XII Región. Universidad de Chile/CONAF. 37p.
- SCHMIDT, H y CALDENTEY, J. 1994. Apuntes del III curso de silvicultura de los bosques de Lenga. Punta Arenas. 12-22 Enero. CONAF/CORMA AUSTRAL/UNIVERSIDAD DE CHILE. 108p.
- SCHMIDT, H y CALDENTEY, J. 2001. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de Lenga, XII Región. Informe 2001. Universidad de Chile/CONAF/Intendencia XII Región. 27p.
- SCHMIDT, H; PROMIS, A y CAPRILE, R. 2004. Evaluación del desarrollo de los bosques de Lenga después de la corta de regeneración en Magallanes (Borrador). Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 93 p.
- SCHMIDT, H. y URZÚA, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lenga en Magallanes - XII región. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Departamento de Silvicultura y Manejo. Ciencias Agrícolas N° 11. 62 p.
- SIEVERT, H. 1995. Estudio de crecimiento para un bosque multietáneo de Lenga (*Nothofagus pumilio*) en Aysén, XI Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 59p.
- SILVA, J. 1997. Crecimiento y acumulación de biomasa en renovales de Coihue de Magallanes en el Río San Juan, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 64p.
- URIARTE, A. 1987. Crecimiento y calidad de la regeneración de Lenga en bosques secundarios de la Provincia de Última Esperanza, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 102p.

- VEBLEN, T.; KITZBERGER, T.; BURNS, B. y REBERTUS, A. 1995. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. In: ARMESTO, J.; VILLAGRÁN, C. y ARROYO, M. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, S.A. Santiago, Chile. 169-213 p.
- VEBLEN, T; VEBLEN, A y SCHLEGEL, F. 1979. Understorey patterns in mixed evergreen – deciduous *Nothofagus* forest in Chile. *Journal of Ecology* 67: 809-823.
- VERGARA, C. 1996. Evaluación de la regeneración en cortas de protección comerciales de bosques de Lenga, en la XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 56p.
- VITA, A. 1996. Los tratamientos silviculturales. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 233p.
- YOUNG, S. 1972. Subantarctic rain forest of magellanic Chile: Distribution, composition, and age and growth rate studies of common forest trees. *Antarctic Terrestrial Biology*. G. A. Llano (ed). Antarctic Research Serie. Volumen 20.