

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**EVOLUCIÓN DE LAS EXISTENCIAS Y DESARROLLO DE LA REGENERACIÓN EN
BOSQUES DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*) DESPUÉS DE LA CORTA DE
REGENERACIÓN.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

CLAUDIA PATRICIA SILVA AGUAD

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

**SANTIAGO - CHILE.
2005**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**EVOLUCIÓN DE LAS EXISTENCIAS Y DESARROLLO DE LA REGENERACIÓN EN
BOSQUES DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*) DESPUÉS DE LA CORTA DE
REGENERACIÓN.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

Claudia Patricia Silva Aguad

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Harald Schmidt van Marle	7,0	
Prof. Consejero Srta. Karen Peña Rojas	6,5
Prof. Consejero Sr. Juan Caldentey Pont	6,5

SANTIAGO-CHILE

2005

RESUMEN

En la memoria se analizaron las modificaciones que se producen en cuanto a las existencias, la estabilidad y el crecimiento del dosel de protección, y la densidad y el crecimiento de la regeneración, durante un período de 14 años, después de la corta de regeneración, en bosques de lenga manejados bajo el sistema silvicultural de cortas de protección. Los bosques se ubican en la Provincia de Última Esperanza, XII Región.

El estudio se basa en una secuencia de cuatro situaciones: un rodal no intervenido y tres rodales en los que se realizó una corta de regeneración hace 3 años, 8 años y 14 años. En el último rodal se efectuó la corta final el año 2001. Estos rodales son similares en cuanto a calidad de sitio y existencias, razón por la cual se puede asumir que el desarrollo en un bosque, al distanciarse en el tiempo desde la intervención, sería similar a lo que se refleja en esta secuencia. En este caso, el estudio abarca la evolución del bosque en el período inicial de 14 años después de la corta de regeneración.

El bosque en su estado inicial tenía una estructura de tipo coetánea por bosquetes en fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo. En promedio el bosque original tenía 538 árb/ha, un área basal de 66,9 m²/ha, un volumen de 674 m³/ha y crecía a una tasa de 4,4 m³/ha/año. La participación de los árboles en el volumen del bosque fue de 32 % para los árboles juveniles, 29 % para los maduros y 39 % para los sobremaduros.

La cosecha en la corta de regeneración fue del orden del 40% del volumen, concentrándose la corta en los árboles maduros y en los juveniles. Los árboles sobremaduros se dejaron preferentemente para constituir el dosel de protección. La estabilidad del bosque después de la corta de regeneración fue relativamente buena y las pérdidas 8 años después de la corta, no superan el 20 % del volumen remanente, siendo afectados en mayor proporción los árboles juveniles.

La respuesta de los árboles remanentes en el dosel de protección después de la corta fue favorable. El incremento anual promedio en diámetro aumentó de 2,1 mm en el bosque virgen a 3,3 mm en el período de 8 años después de la intervención. El crecimiento volumétrico del dosel de protección en este período, fue de 4,1 m³/ha/año y en área basal de 0,4 m²/ha/año.

La regeneración responde en forma vigorosa a los cambios producidos después de la corta. La densidad de plantas es alta, y sólo disminuye en forma gradual por el aumento de la competencia que se produce a medida que éstas van creciendo en altura. En los 14 años, la densidad disminuye de 490.000 plantas/ha en el bosque virgen a 256.000 plantas/ha en el rodal con corta final. El crecimiento en altura de las plantas cambió de 4,1 cm/año en el bosque virgen, a 13,1 cm/año después de la corta de regeneración y a 21,6 cm/año al remover todo el dosel en la corta final. La altura promedio para las plantas dominantes se incrementó de 48 cm en el bosque virgen a 242 cm después de la corta final.

Ocho años después de la primera corta, la regeneración dominante se compone en un 93,2 % por plantas establecidas antes y 6,8 % después de la intervención. Estas últimas crecen más que las preestablecidas, en consecuencia aumenta su participación con el correr de los años. En la corta final, a los 14 años, la participación sube a 22,7 %.

1. INTRODUCCIÓN

En la Región de Magallanes, los bosques abarcan una superficie de 2.625.469 ha, aproximadamente un 20 % del territorio de la región. De ésta superficie, un 43 % corresponde a áreas silvestres protegidas. Del punto de vista del uso, cerca del 20 % de los bosques son aptos para la producción de madera y el resto corresponde a bosques no comerciales y a bosques de protección (Schmidt *et al.*, 2003).

La mayor parte de los bosques aptos para la producción corresponde a bosques de lenga. Desde el año 1992, estos bosques se han manejado bajo el método silvicultural de “cortas sucesivas con regeneración natural bajo dosel de protección”, o más simple “cortas de protección”. Este método es el que mejor se ajusta a los objetivos de producción, a la capacitación técnica de los trabajadores y a las condiciones biológicas del bosque (Schmidt y Urzúa, 1982). Al manejarse los bosques bajo este sistema silvicultural, se aumenta su rendimiento en volumen y se mejora la proporción de madera aserrable. En consecuencia, se produce una mayor valorización de estos bosques como recurso y se incrementa el interés por su conservación.

La lenga es la especie nativa de mayor relevancia económica del país, con exportaciones de madera aserrada, que en el año 2004 alcanzaron un volumen de 13.254 m³, siendo Estados Unidos, España, Italia y Canadá los principales países de destino (INFOR-CONAF, 2005). Sin embargo, al no haber mercado para la madera de baja calidad para astillas o como bioenergía forestal, esta madera queda como desecho en los bosques luego de las intervenciones, afectando negativamente las faenas futuras, el desarrollo de la regeneración e impidiendo el aprovechamiento de todo el volumen que efectivamente podría ser comercializado.

El aprovechamiento de los bosques, como proceso productivo, está afecto a crecientes críticas de la opinión pública y a condiciones cada vez más exigentes del mercado internacional en lo referido a aspectos ambientales. Esto hace necesario manejar sustentablemente los bosques, para que se sigan cumpliendo las funciones ambientales y se mantenga la capacidad de autorregulación que asegura su permanencia y abastecimiento de productos en el futuro.

En este estudio se analiza el efecto del manejo silvicultural sobre el desarrollo de los primeros bosques de lenga que fueron intervenidos bajo el sistema de cortas de protección. El objetivo general de esta memoria fue evaluar los cambios producidos en las existencias y el desarrollo de la regeneración de un bosque de lenga, luego de efectuada la corta de regeneración. Para esto se contempló el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar y comparar las existencias en área basal, volumen y estabilidad de los bosques de lenga sin intervención, y después de 3, 8 y 14 años de realizada la corta de regeneración.
2. Evaluar el crecimiento del dosel remanente 8 años después de la corta de regeneración.
3. Analizar el establecimiento y desarrollo de la regeneración, en términos de densidad, altura dominante y crecimiento en altura, para las distintas situaciones con y sin intervención.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales de la especie

2.1.1 Distribución y superficie de la especie

La lenga es una especie endémica de los bosques subantárticos, siendo su distribución en Chile de gran amplitud, cubre alrededor de 2.200 km desde la localidad de Altos de Vilches, en la precordillera andina de la Provincia de Talca en la VII Región, hasta el sur de la isla Hoste, en la XII Región (Ormazábal y Benoit, 1987). Por la cordillera de la costa se encuentra en las partes más altas de Nahuelbuta y en la Cordillera Pelada. En su distribución septentrional, se encuentra siempre en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. En cambio en las Regiones XI y XII se desarrolla a menores altitudes, encontrándose al nivel del mar en Magallanes (Guerra y Correa, 1973; Rodríguez *et al.*, 1983).

De acuerdo a la legislación vigente, pertenecen al tipo forestal Lenga aquellos bosques en que al menos un 50% de individuos por hectárea corresponden a lenga. Este tipo forestal se divide a su vez en tres subtipos, Bosques achaparrados y Krumholz de Lenga, Bosques de Lenga puro y Bosques mixtos de Lenga-Coigüe (Donoso, 1981).

La superficie del tipo forestal Lenga en Chile es de 3.391.552 ha. En la región de Magallanes la superficie de este tipo forestal es de 1.124.564 ha, de las cuales el 9,4% (105.380 ha) se encuentra protegida en el SNASPE (CONAF *et al.*, 1999).

2.1.2 Estructura y Dinámica de los bosques de Lenga

En términos de estructura y de dinámica, se pueden encontrar bosques multietáneos multiestratificados y bosques de estructuras coetáneas, que pasan por distintas fases de desarrollo de duración variable. El ciclo natural de desarrollo dura del orden de 200 a 250 años, repitiéndose las distintas fases en forma similar a través del tiempo. Estas fases se pueden diferenciar por la estructura y edad de los árboles que las componen, y se describen a continuación (Schmidt y Urzua, 1982):

- Desmoronamiento con regeneración: En esta fase se produce una disminución gradual de los árboles sobremaduros, lo que permite el establecimiento de la regeneración. Esta etapa puede durar 50 a 70 años y culmina en un monte bravo del orden de 2 a 5 m de altura.
- Desmoronamiento con crecimiento óptimo: Aún subsisten algunos árboles sobrevivientes de la primera generación y la segunda generación está constituida por un latizal de árboles juveniles que penetran vigorosamente en el estrato superior. La edad de los árboles juveniles de esta fase llega a los 140 años.
- Envejecimiento: Fase formada por un sólo estrato superior en estado de fustal, en la que los árboles alcanzan edades del orden de los 200 años.
- Desmoronamiento: La estructura sigue siendo un fustal, pero ahora con árboles sobremaduros. La muerte de estos árboles inicia la apertura del dosel superior, lo que permite el establecimiento de regeneración y el desarrollo de una nueva generación.

2.1.3 Antecedentes de la regeneración

La regeneración es un proceso ecológico que asegura el desarrollo de las sucesivas generaciones de plantas en un ecosistema. A través de este proceso las especies pueden mantener y expandir sus poblaciones en el tiempo¹.

Bajo la modalidad de regeneración natural, el reemplazo de los individuos o grupos de individuos que mueren en los bosques naturales, se produce mediante diversos mecanismos o estrategias asociadas a la dinámica de las comunidades, de las cuales forman parte. En los bosques de lenga vírgenes y en los bosques intervenidos, la presencia de regeneración y el establecimiento de las plantas son normalmente buenos, si se realiza en claros dentro del bosque y bajo un dosel de protección. La ausencia de regeneración en superficies deforestadas se explica principalmente por el pastoreo y los efectos adversos del viento (Schmidt y Urzúa, 1982).

Una regeneración satisfactoria depende de una fuente abundante y viable de semillas, en condiciones ambientales favorables junto con un medio conveniente para la germinación de las semillas y la capacidad de brotar de la especie (Castillo y Moreno, 2002).

La producción de semillas de lenga en la Región de Magallanes es variable según el sector y obedece a un esquema cíclico, sin que se pueda hablar de una regularidad. La producción anual promedio, en bosques vírgenes, es del orden de 3 millones de semillas por hectárea, siendo la producción en bosques manejados con cortas de protección suave (reducción de un tercio del área basal) similares a ésta, con montos de 2,6 millones de semillas por hectárea. Tratamientos con intensidades de corta más fuerte implican problemas en el aporte de semillas y en consecuencia problemas para el establecimiento de la regeneración (Schmidt *et al.*, 2001).

2.2 Silvicultura de los bosques de Lenga

2.2.1 Antecedentes legales

De acuerdo a la normativa silvícola actual (D.S. N° 259 de 1980 del D.L. 701 de 1974), en los bosques de lenga se pueden realizar Cortas Selectivas o Cortas de Protección como métodos de cosecha y de regeneración (artículos 23 y 24). Según Schmidt *et al.* (2003), el sistema silvicultural que mejor se ajusta a los objetivos de producción y a las condiciones biológicas imperantes en los bosques de lenga, es el de cortas de protección, que lleva a la formación de un monte alto regular. Actualmente, en Magallanes hay una superficie del orden de 30.000 ha de bosques manejadas con este sistema silvicultural.

¹ Comunicación Personal: Sr. Manuel Ibarra Martínez. Profesor de Ecología Forestal. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

2.2.2 Cortas de protección

▪ Tratamientos

El método de cortas de protección implica la extracción gradual de la masa completa en una serie de cortas parciales, que se extienden durante una parte de la rotación (Figura 1). La repoblación natural se inicia bajo la protección de la masa más vieja y finalmente es liberada cuando es capaz de resistir la exposición (Smith, 1986).

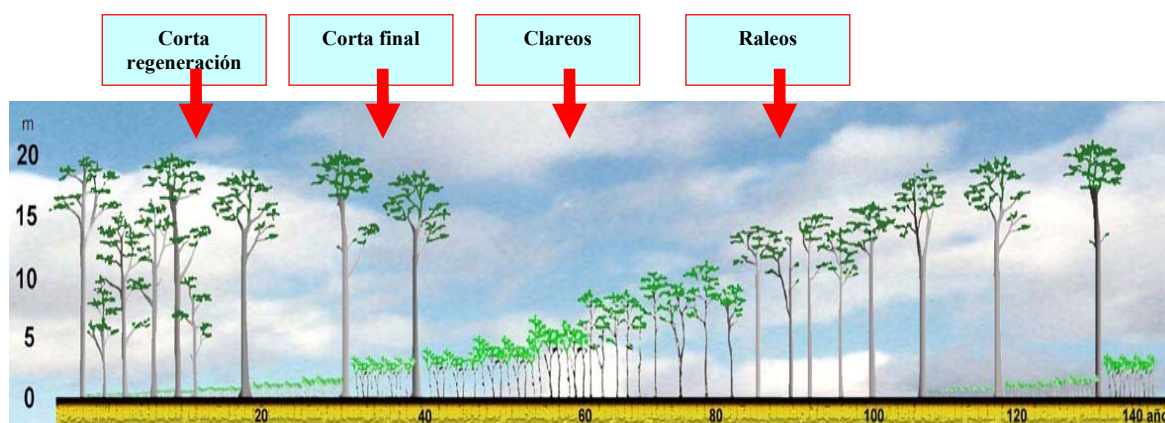


Figura 1: Esquema de desarrollo del bosque con cortas de protección, con las intervenciones para entrar en el sistema.

Según Schmidt *et al.* (2003), en bosques vírgenes, el tratamiento a aplicar se decide principalmente por la presencia de árboles juveniles suficientes para iniciar el bosque futuro con ellos. Según el estado de desarrollo de los bosques vírgenes se pueden aplicar los siguientes tratamientos:

- Cortas de regeneración: Si se está en fases de envejecimiento o de desmoronamiento con regeneración, se recomienda la realización de cortas de regeneración relativamente fuertes (40 – 60 % de las existencias), para permitir que se establezca la regeneración. Después de que la regeneración se establece y alcanza alturas del orden de los 0,5 a 2 m, se puede realizar la corta final.
- Raleos: Es una alternativa en bosques vírgenes en fases avanzadas, con el fin de cosechar el volumen que de no intervenir se perdería por mortalidad. También en bosques vírgenes, con un alto número de árboles juveniles y algunos árboles en desmoronamiento. Se recomiendan raleos con el fin de favorecer el crecimiento de los mejores individuos.

En bosques intervenidos anteriormente mediante floreos, la forma de intervenir va a depender de la cobertura del dosel remanente y del desarrollo del bosque secundario. Los tratamientos son:

- Cortas de regeneración complementarias: Se recomiendan en situaciones de alta cobertura y con escaso desarrollo de la regeneración, con el objetivo de homogenizar la regeneración y permitir su crecimiento en altura.

- Cortas finales y clareos en la regeneración: Este tratamiento se realiza en bosques floreados con un bosque secundario desarrollado, con regeneración avanzada y monte bravo.
- Raleo en renovales: Se realiza en situaciones de bosque secundario más desarrollado, con latizal o fustal.

En lo que respecta al clareo de la regeneración, Evans (1988), indica que éste debería empezar cuando la regeneración presenta una altura cercana a los 2 m y el vigor ganado por la entrada de luz comienza a disminuir.

Las razones que da este autor para realizar un clareo es que al dejar que aumente la competencia entre la regeneración y se produzca una mortalidad natural, las plantas son seleccionadas sólo por vigor, sin tomar en cuenta la forma o hábito de crecimiento de la planta, que es importante si el objetivo de la producción es madera de alta calidad.

Siendo la regeneración densa, el clareo se debería hacer en forma suave (Evans, 1988). Este autor pone como ejemplo para un caso con Roble (*Quercus robur*) en Gran Bretaña, donde con una regeneración de 50.000 árb/ha y una altura promedio de 2 m, propone reducir esta cantidad a 10.000 árb/ha la primera vez, y llegar a niveles más normales de 2.500 a 3.500 árb/ha 2 a 3 años después, cuando la regeneración alcance una altura promedio de 3 m de altura.

▪ Rendimientos de los bosques de lenga

El método de cortas de protección reduce el periodo de permanencia de un rodal en la fase natural de mayor acumulación de biomasa, sin los efectos negativos que presenta una tala rasa. Por otro lado, la corta de protección crea en forma breve y artificial condiciones en el rodal para su regeneración, similares a las que se originan espontáneamente debido a la dinámica natural en los bosques no intervenidos. Esto permite mantener y aprovechar la capacidad de autorregulación de los bosques y cumplir las funciones ambientales de éstos (Schmidt *et al.*, 2001).

Este método también se emplea para tener un uso eficiente de la capacidad productiva del dosel en crecimiento. Los árboles que no tendrán un mayor crecimiento en valor a futuro son los cosechados para dar espacio a la regeneración. Los individuos remanentes son seleccionados no solo para proveer de semillas o protección a la repoblación, si no también por su capacidad de aumentar su valor a tasas atractivas (Smith, 1986).

Como ejemplo, se cita los rendimientos de un bosque de 124 ha en el que se realizó la corta de regeneración en 1994, en el predio de Monte Alto, Provincia de Última Esperanza. El bosque virgen tenía en promedio 860 árb/ha, un área basal de 72 m²/ha y un volumen de 681 m³/ha. El volumen cosechado en la corta de regeneración fue de 311 m³/ha, que corresponde a un 45 % de las existencias, del cual se obtuvieron 105 m³/ha de trozas aserrables y 134 m³/ha de trozas astillables (Schmidt *et al.*, 2003).

▪ Crecimiento en el bosque manejado

Abrir el dosel significa una mayor cuota de precipitación sobre el suelo por la disminución de la intercepción, un aumento de la radiación e irradiación sobre el mismo

con sus consecuencias positivas y negativas (mejor conducción calórica, heladas más intensas, etc). Estas intervenciones sobre el rodal repercuten en el crecimiento de la regeneración y del sotobosque (Bava y Puig, 1992).

El crecimiento de los árboles en diámetro en el dosel de protección, varía de 2 mm/año antes de la corta de regeneración a más de 4 mm/año después de la corta, mostrando una mejor respuesta a la intervención los árboles encontrados en fases de desarrollo juveniles (Schmidt *et al.*, 2003).

En lo referido a la productividad en estos bosques, Donoso (1994) señala incrementos para lenga de entre 4 a 5 m³/ha/año. Rodríguez (2002) encontró rendimientos que varían entre 0,8 a 4,6 m³/ha/año para un bosque de lenga después de la corta de regeneración.

Según Schmidt *et al.* (2004), el crecimiento de la regeneración dominante de lenga en bosques sin intervenir de un sector de Monte Alto, Provincia de Última Esperanza, era de 3,5 cm/año, aumentando fuertemente después de la corta de regeneración a un crecimiento promedio de 26,5 cm/año, con el 78% de las plantas establecidas antes de la intervención. Los mismos autores señalan un crecimiento de 14 cm luego de 8 años de realizada la corta de regeneración en el predio San Lucas, en la misma provincia. Borie (2000), indica un crecimiento promedio en altura para la regeneración de lenga de 15 cm/año después de la corta de regeneración, para otro sector de Monte Alto.

El crecimiento en altura es importante, debido a que determina con qué rapidez la regeneración se desarrolla por encima de la zona de peligro, la cual esta influenciada por el ramoneo y la competencia del sotobosque, entre otras (Rechene, 1995).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

3.1.1 Antecedentes generales del área de estudio

El estudio se realizó en los bosques de la Estancia Jerónima (Lote 2-B), perteneciente a la empresa “Constructora SALFA S.A.”, ubicada en la Comuna de Puerto Natales, Provincia de Última Esperanza, XII Región, entre las coordenadas UTM 19 F 0313805 y 4226271, a 420 msnm (Figura 2).

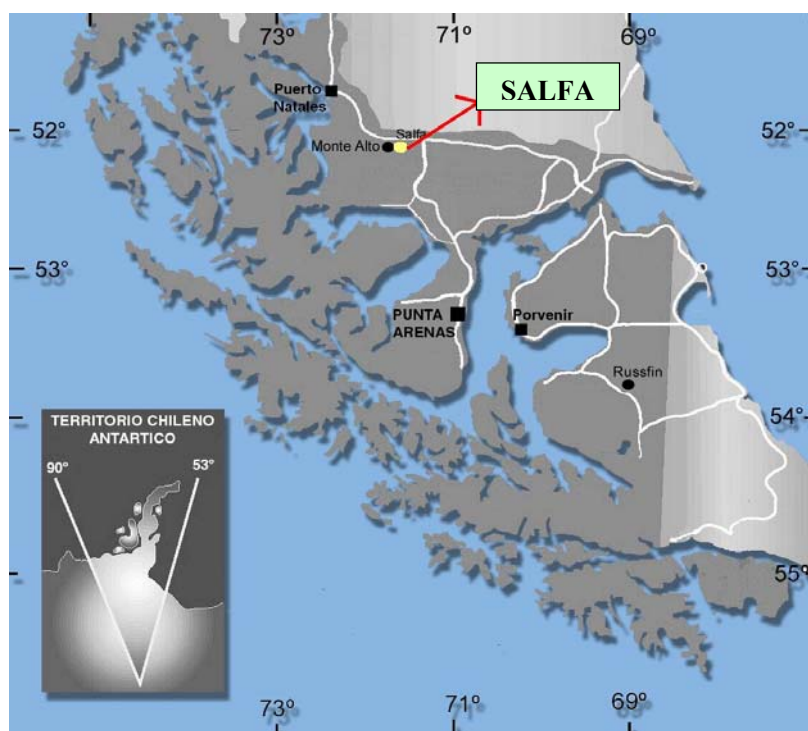


Figura 2: Mapa de ubicación del área de estudio.

El sector se ubica en el distrito agroclimático de Punta Arenas, presentando una pluviometría media anual de 416 mm y una distribución uniforme durante el año (INIA, 1989). Pisano (1977), inserta al sector en la Zona de Clima Trasandino con Degeneración Esteparia, precipitaciones entre los 400-620 mm al año, siendo una parte importante de ésta, en forma de nieve los meses de invierno. El período libre de heladas es inferior a un mes, la temperatura mínima media del mes más frío (Julio) es de $-9,3^{\circ}\text{C}$ y la media máxima del mes más caliente (Enero) es de $15,3^{\circ}\text{C}$. Es en la época de verano donde se producen los vientos más fuertes, llegando a velocidades de 120 km/hr (INIA, 1989).

Fisiográficamente es un territorio mesetiforme de baja altura, atravesado por cordones montañosos bajos (Pisano, 1977). Los suelos pertenecen al Grupo de Suelos Pardo Podzólicos, originados in-situ, de profundidad baja a media, con arraigamiento concentrado en los primeros 40 cm del perfil, de texturas livianas y medias, estructura fina, ácidos y con un bajo contenido de materia orgánica (Díaz *et al.*, 1960).

Según Gajardo (1994), el sector se inserta en la Región del Bosque Andino Patagónico, Sub-Región de la Cordillera Patagónica, en la formación vegetal del Bosque Caducifolio de Magallanes. El estrato arbóreo está dominado por *Nothofagus pumilio* y los estratos inferiores por *Maytenus disticha*, *Empetrum rubrum*, *Pernettya mucronata* y *Ribes magellanicum* como arbustos y *Osmorrhiza chilensis* y *Acaena ovalifolia* como las herbáceas más representativas (Lara y Cruz, 1987).

3.1.2 Selección de los rodales

El predio Lote 2-B donde se realizó el estudio posee una superficie de 1.709 ha, de las cuales 1.602 corresponden a bosques de lenga. De éstos, una superficie de 627 ha han sido intervenidas a partir de 1991 bajo el sistema de cortas de protección.

En estos bosques se seleccionaron cuatro rodales de lenga, de dos hectáreas cada uno, con calidad de sitio similar (22-24 m), los cuales corresponden a las siguientes situaciones.

- Bosque Virgen (BV): Rodal de lenga puro, que no presenta intervención silvícola, de sitio 22 m, exposición SE y pendiente 8° (Figuras 3).
- Corta de Regeneración, 3 años después de la intervención (CR+3): Rodal de lenga puro, de sitio 23 m, con exposición SE y pendiente 8° (Figuras 4).
- Corta de Regeneración, 8 años después de la intervención (CR+8): Rodal de lenga puro, de sitio 24 m, exposición NE y pendiente 5° (Figura 5).
- Corta Final, 14 años después de la corta de regeneración (CF+4): Rodal de lenga puro, que fue intervenido mediante una corta final hace 4 años. Presenta un sitio de 24 m, ubicado en una exposición NE y de pendiente 3° (Figura 6).



Figura 3: Bosque virgen de lenga.



Figura 4: Bosque de lenga 3 años después de la corta de regeneración.



Figura 5: Bosque de lenga 8 años después de la corta de regeneración



Figura 6: Bosque de lenga, en fase de monte bravo 14 años después de la corta de regeneración, con la corta final realizada 4 años atrás.

3.2 Metodología

Para determinar el efecto de la corta de regeneración sobre el desarrollo del bosque, se realizaron las siguientes actividades:

3.2.1 Caracterización del dosel superior

Para la caracterización del dosel de protección se establecieron en forma sistemática 6 parcelas de 20*50 m (1/10 ha) en cada uno de los rodales. En cada parcela se registró la siguiente información:

- DAP: Diámetro a 1,3 m de altura
- Posición social: Dominante (D), Codominante (C), Intermedio (I) o Suprimido (S)
- Fase de desarrollo: Juvenil (J), Maduro (M) o Sobremaduro (S)
- Daño: Caído (C), Quebrado (Q), Muerto (M) o Apoyado (A)
- DAT: Diámetro del tocón a los individuos volteados

Con estos datos se confeccionaron las tablas de rodal, con los valores de densidad, área basal y volumen para el bosque original, y la cosecha, los daños y el estado del bosque actual.

El volumen de los árboles y la estimación del DAP a partir del diámetro del tocón se calcularon a través de formulas locales, las cuales son:

- Volumen: $0,000129 \cdot \text{DAP}^{1,930262} \cdot (\text{Sitio}^{0,666289})$.
- DAP: $0,868976 \cdot \text{DAT}$.

Para medir el crecimiento de los árboles antes y después de la intervención, se extrajeron 40 tarugos distribuidos homogéneamente en las clase diamétricas encontradas en el rodal con la corta de regeneración realizada hace ocho años (CR + 8). El procesamiento de los tarugos se hizo bajo lupa en laboratorio. Se midió el incremento radial de los últimos 16 años, de los cuales, los 8 primeros corresponden al periodo antes de la corta de regeneración y los 8 últimos al periodo de crecimiento después de está intervención.

3.2.2 Caracterización de la regeneración

Para determinar la densidad y caracterizar la altura de la regeneración, se distribuyeron en forma sistemática en cada rodal:

- 20 subparcelas de regeneración de 2 m² cada una, para determinar la densidad y distribución en altura de la regeneración. En cada parcela se registró la cantidad de plantas en las siguientes categorías: ≤ 20 cm, 21-50 cm, 51-100 cm y >100 cm.
- 9 transectos de 100 m cada uno, para determinar la altura de la regeneración dominante. En cada transecto se midió la altura de la regeneración dominante cada 5 m, considerando un radio de 2 m en torno a los puntos de muestreo.

Para determinar la evolución del crecimiento y la edad de la regeneración, se extrajeron en cada rodal:

- 45 plantas dominantes para efectuar un análisis de tallo. En cada transecto se colectó una planta dominante cada 5 puntos de muestreo. En estas plantas se midió el crecimiento de los últimos 3 años a través de las marcas dejadas en el tallo por las cicatrices de las yemas apicales y se extrajo una rodela en la base y luego una en forma sucesiva cada 20 cm avanzando en altura, a las cuales se les contaron los anillos de crecimiento mediante una lupa en laboratorio.

3.2.3 Análisis de la información

Con la información de las cuatro situaciones antes descritas, se analizó la evolución del bosque pasando por distintas etapas, desde el año 0 (bosque virgen), a 3 años de la corta de regeneración, a 8 años de realizada esta corta y por último, a 14 años después de la corta de regeneración (Figura 7).

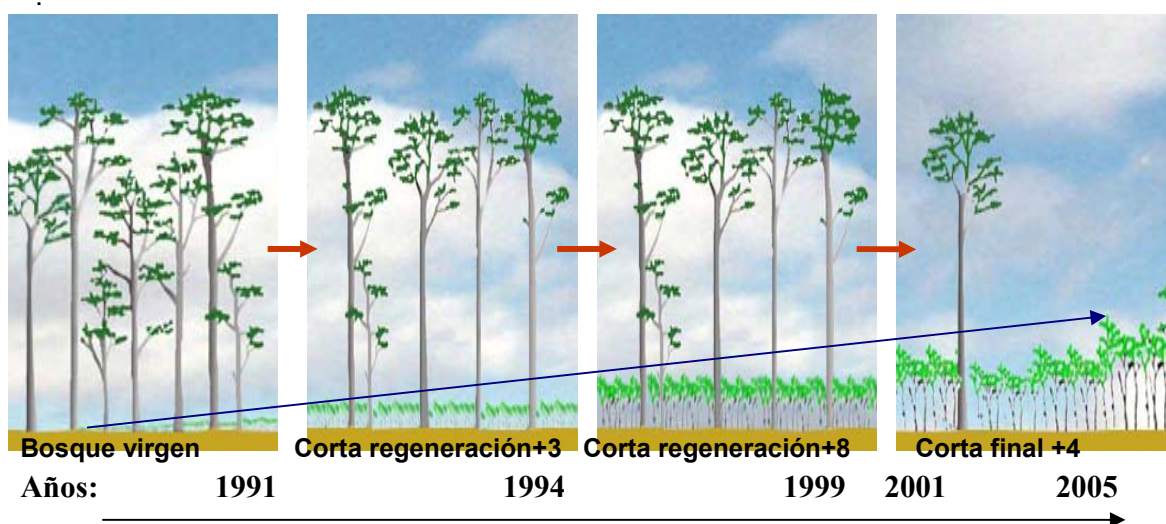


Figura 7: Evolución del bosque desde el rodal sin intervenir (bosque virgen), a 3 años después de la corta de regeneración, 8 años después de la corta y a 14 años después de la intervención (corta final hace 4 años).

3.2.3.1 Dosel superior

Con la información obtenida en la caracterización del dosel de protección se analizó:

- La evolución de las existencias

Se determinó la evolución de los parámetros de densidad, área basal y volumen para las cuatro situaciones, con el fin de evaluar el desarrollo del dosel superior al ser intervenido por el método de cortas de protección.

- La estabilidad de los árboles del dosel de protección

Se analizó la evolución de la estabilidad del bosque y de los árboles en función de la fase de desarrollo, a través de la información sobre las pérdidas ocurridas en los rodales después de la intervención.

- El crecimiento de los árboles

Con los diámetros y el espesor de los anillos de crecimiento de los árboles, se estimó el crecimiento en diámetro (cm/año) y el incremento en volumen ($m^3/ha/año$) antes y después de la corta.

3.2.3.2 Regeneración

Con la información obtenida en la caracterización de la regeneración se analizó:

- El establecimiento de la regeneración

Se evaluó la densidad de la regeneración (n° plantas/ha) total y por clase de altura, y la época de establecimiento en función del tiempo transcurrido después de la intervención.

- La altura dominante de las plantas

Se analizó la evolución en altura de la regeneración dominante al distanciarse en el tiempo desde la primera intervención, tomando en cuenta la proporción de la regeneración correspondiente a las distintas clases de altura.

- El crecimiento de la regeneración

Mediante el análisis de tallo se determinó la tasa de crecimiento en altura de la regeneración dominante desde la primera intervención y las diferencias que presenta esta tasa para las plantas preestablecidas y las que se establecieron después de la intervención.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de las existencias y el desarrollo de la regeneración en los bosques de lenga, se analizaron a través de una secuencia de un bosque virgen y 3 rodales en los que se hizo la corta de regeneración hace 3, 8 y 14 años. Las características dasométricas y las condiciones de sitio de estos rodales son parecidas, razón por la que se puede asumir que la evolución de las existencias y el desarrollo de la regeneración en el bosque serían similares.

4.1 Caracterización del dosel superior

4.1.1 Estructura del bosque Virgen

La estructura del bosque virgen corresponde a la de un rodal coetáneo, en fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo. Característico para este tipo de estructura, es una alta frecuencia de árboles juveniles con una distribución diamétrica de tipo J inversa, como se muestra en la Figura 8. El bosque está compuesto por árboles pertenecientes a tres fases de desarrollo, que ocupan simultáneamente el estrato superior, con el 74 % de árboles juveniles en fase de crecimiento óptimo, el 16 % de árboles maduros en fase de envejecimiento y el 11 % de árboles sobremaduros en fase de desmoronamiento. La participación en volumen correspondiente a cada fase es de 32, 29 y 39 % respectivamente, mostrando una mayor ocupación del sitio por los árboles en fases más avanzadas. Los árboles juveniles se encontraron entre diámetros de 11 a 38 cm, los maduros entre 30 a 61 cm y los sobremaduros de 43 cm en adelante, siendo similares estos valores del bosque virgen con los encontrados en las otras 3 situaciones.

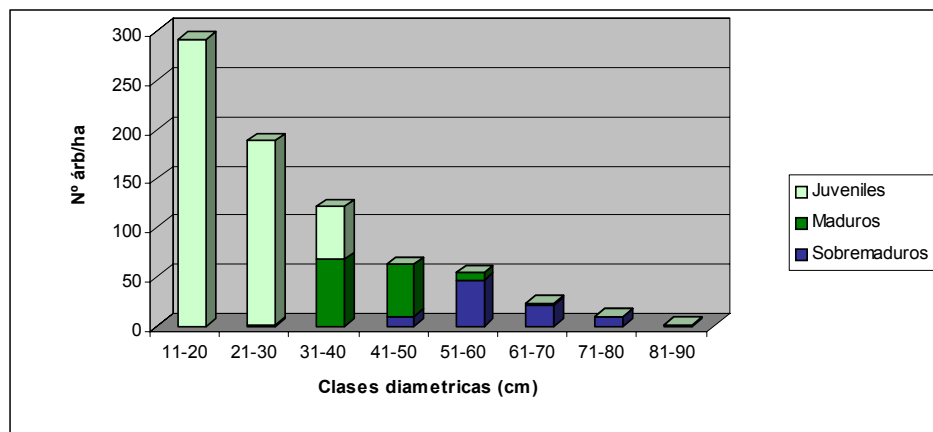


Figura 8. Distribución diamétrica de los árboles en el bosque de lenga virgen según fase de desarrollo.

4.1.2 Modificaciones de las existencias en el dosel arbóreo, después de la corta de regeneración

En el Cuadro 1, se presentan los valores de densidad, área basal y volumen del bosque original para la secuencia del bosque virgen y las tres situaciones con corta de

regeneración. Para los tres rodales intervenidos, se muestran además los valores y los porcentajes en número de árboles, área basal y volumen, que reflejan la cosecha y el dosel de protección en el año en que se realizó la corta y las pérdidas que se produjeron después. La modificación del volumen en los bosques desde el año de la intervención al año 2005 se muestra en la Figura 9, donde la suma del dosel de protección el año 2005 más las pérdidas, corresponden a lo encontrado en el dosel de protección original.

Cuadro 1: Existencias en el bosque original y en los bosques intervenidos

Sector	Bosque Original			Cosecha						Dosel protección original						Pérdidas al año 2005						
	Nha	Gha	Vha	Nha	%	Gha	%	Vha	%	Nha	%	Gha	%	Vha	%	Nha	%	Gha	%	Vha	%	
	árb/ha	m2/ha	m3/ha	árb/ha		m2/ha		m3/ha		árb/ha		m2/ha		m3/ha		árb/ha		m2/ha		m3/ha		
BV	755	64	653							755	100	64	100	653	100							
CR+3	611	62	627	347	57	25	40	255	41	264	43	37	60	372	59	60	23	7	19	69	19	
CR+8	400	74	734	184	46	24	33	244	33	216	54	50	67	490	67	54	25	8	17	84	17	
CF	415	82	811	367	88	55	67	553	68	48	12	27	33	258	32	42	86	22	80	208	81	

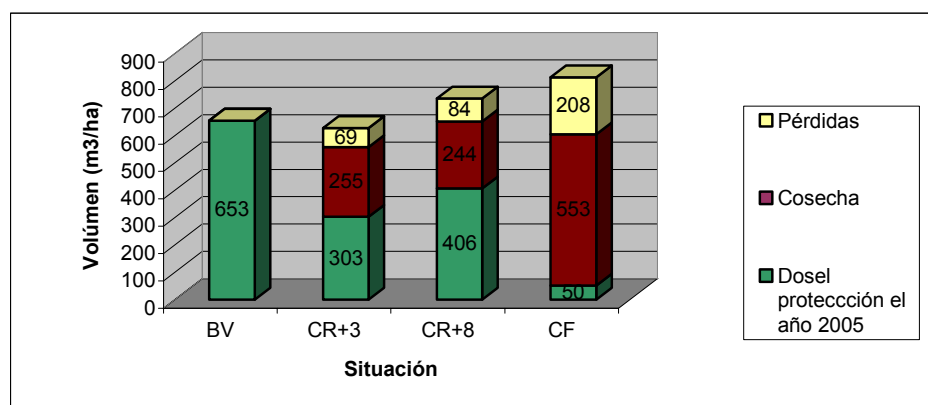


Figura 9: Modificación del volumen en los bosques después de la intervención.

- **Bosque Original**

El bosque original presenta en promedio 538 árb/ha, un área basal de 66,9 m²/ha y un volumen de 674 m³/ha, valores que se encuentran dentro de los rangos descritos para la zona. El error en volumen al analizar las cuatro situaciones es de un 10,4%, haciendo comparables los cuatro sectores.

Los rodales con corta de regeneración hace 8 años (CR+8) y con corta final hace 4 años (CF+4) presentan una menor densidad de árboles que el rodal de bosque virgen (BV) y con corta de regeneración hace 3 años (CR+3), pero áreas basales y volúmenes superiores, lo que refleja que corresponden a estados o fases de desarrollo más avanzados, con una menor cantidad de árboles, pero con diámetros mayores.

El bosque, antes de la corta de regeneración, crece a una tasa de 4,4 m³/ha/año, valor que concuerda con lo señalado por Schmidt y Urzua (1982), que señalan rangos entre 2,2 y 4,6 m³/ha/año para crecimiento de bosques de lenga no manejados en la zona.

La restitución del bosque original, en las situaciones intervenidas, se obtuvo a través del DAP de los individuos remanentes, más los árboles con daño y la conversión de los diámetros de los tocones de los árboles cosechados a DAP, mediante la fórmula descrita en el punto 3.2.1. Para no sobreestimar el volumen del bosque original en los rodales intervenidos, se les aplicó un descuento en función del período y la tasa de crecimiento medida en los tarugos de incremento en cada situación. En el Apéndice 1, se entregan las tablas de los valores con y sin descuento.

▪ **Cosecha**

En los rodales intervenidos con corta de regeneración hace 3 y 8 años, se cosecharon 255 y 244 m³/ha respectivamente, lo que representa el 43 y el 33 % del volumen original. Esta intensidad de cosecha es relativamente baja para los promedios en la zona. Como se muestra en las figuras 10 y 11, la mayor cantidad de los árboles extraídos pertenecen a las clases diamétricas inferiores. El 78 % de los árboles cosechados en la corta de regeneración hace 3 años y el 60 % de la corta hace 8 años fueron menores a 40 cm de Dap. En volumen, esto corresponde al 55 % y 33 % de lo cosechado.

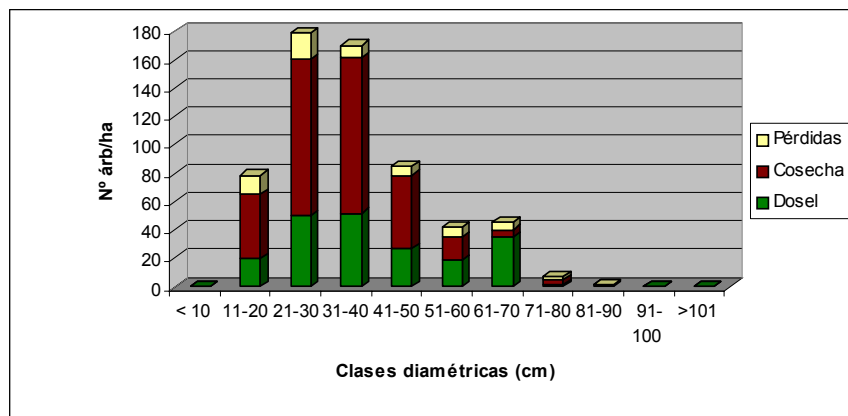


Figura 10. Distribución según clase diamétrica de la cosecha y las pérdidas 3 años después de de la corta de regeneración.

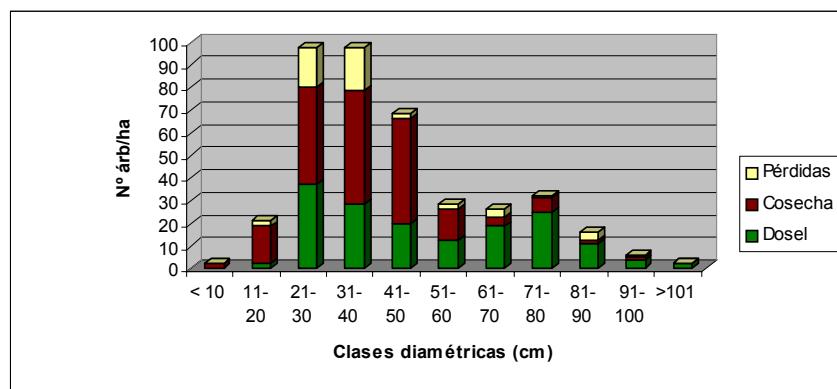


Figura 11. Distribución según clase diamétrica de la cosecha y las pérdidas 8 años después de de la corta de regeneración.

Según Daniel *et al.* (1982), el tiempo efectivo de luz de intensidad adecuada que reciben las plantas de los estratos inferiores, está controlado en gran parte por la cobertura del rodal, y como el objetivo de éste manejo silvicultural es el buen desarrollo del bosque futuro a partir de la regeneración, parte importante del éxito del manejo deriva de la intensidad de la cosecha.

Caldentey *et al.* (1999), estudiaron los cambios microclimáticos producidos en bosques de lenga manejados bajo el método de cortas de protección en Magallanes. En rodales intervenidos en que se disminuyó en 57 % el área basal, aumentó la radiación global incidente 4,1 veces con respecto a un rodal sin intervenir.

4.1.3 Estabilidad del dosel de protección

- Pérdidas en número de árboles

Tres años después de la corta de regeneración, el 25 % de los árboles dejados como dosel de protección presentaron algún tipo de daño (Cuadro 2). Estas pérdidas se concentran principalmente en árboles juveniles, que muestran una menor resistencia a la acción del viento. La mejor resistencia en los árboles de fases más avanzadas se debe a un mayor tiempo expuesto al viento y un sistema radicular más desarrollado, lo que les otorga una mejor estabilidad.

Ocho años después de la corta de regeneración, el daño total en el dosel de protección es similar, sólo la proporción del daño muestra en forma clara que éste es mayor en los árboles juveniles y decrece gradualmente en las fases más avanzadas (Cuadro 3).

Cuadro 2: Daño en árboles según fase de desarrollo 3 años después de la corta

Corta de regeneración después de 3 años (CR+3)			
Árboles	Dosel	Daño	
	árb/ha	árb/ha	%
Juveniles	68	30	31
Maduros	87	17	16
Sobremaduros	50	13	21
Total	205	61	23

Cuadro 3: Daño en árboles según fase de desarrollo 8 años después de la corta

Corta de regeneración después de 8 años (CR+8)			
Árboles	Dosel	Daño	
	árb/ha	árb/ha	%
Juveniles	56	31	36
Maduros	44	11	20
Sobremaduros	63	11	15
Total	163	54	25

- **Pérdidas en volumen**

Como se mostró anteriormente en el Cuadro 1, el rodal 3 años después de la corta de regeneración (CR+3) tiene pérdidas de 69,2 m³/ha en volumen y el rodal 8 años después de la corta de regeneración (CR+8) de 83,9 m³/ha, lo que representa el 19 % del volumen del dosel de protección para la primera situación y del 17 % para la segunda. Estos valores son bajos para la zona, lo que se puede explicar en parte por la intensidad de cosecha que fue relativamente suave. En bosques localizados en Russfin (XII Región) se encontraron pérdidas de un 39 % en volumen 4 años después de la corta de regeneración y en bosques de SALFA (XII Región) se perdió un 34 % del volumen en un período de 10 años después de realizada la intervención (Schmidt *et al.*, 2003).

Las pérdidas son similares en ambos rodales a 3 y 8 años después de la apertura del dosel. Esto indica que el dosel remanente se ve afectado en un mayor grado en los primeros años después de la corta y tiende a estabilizarse después.

A pesar de que los árboles juveniles son los más afectados por el viento, se observa en las figuras 12 y 13 que del orden del 60 % de las pérdidas en volumen se concentran en los árboles en las fases de desarrollo más avanzadas, correspondiente a los individuos sobremaduros. Que las pérdidas en volumen se concentren en esta fase se explica por el hecho de que se dejaron fundamentalmente árboles maduros y sobremaduros en el dosel de protección y que se pierde un volumen muy superior por uno de esos árboles dañado en comparación con uno en fase más juvenil. Por ejemplo, un árbol de 70 cm de diámetro equivale en volumen a más de 10 árboles juveniles de 20 cm de diámetro.

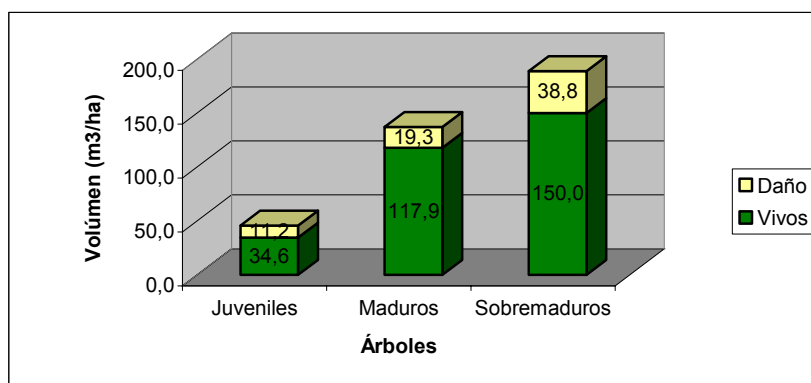


Figura 12. Volumen de daño según fase de desarrollo, 3 años después de la corta de regeneración.

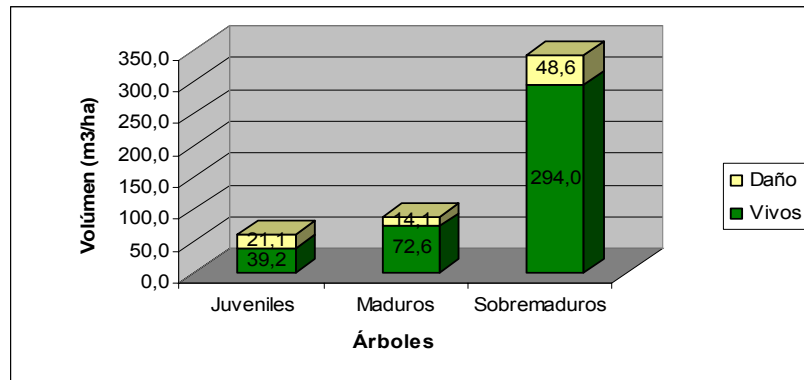


Figura 13. Volumen de daño según fase de desarrollo, 8 años después de la corta de regeneración.

4.1.4 Crecimiento del dosel superior

- **Crecimiento diametral de los árboles**

El crecimiento diametral de los árboles, después de la intervención, presenta una respuesta favorable y con una tendencia a aumentar en los años después de la corta de regeneración (Figura 14). En el Cuadro 4, se muestra el crecimiento anual promedio en diámetro de los árboles en las distintas clases diamétricas, para periodos de 8 años antes y 8 años después de la corta. El crecimiento anual promedio de los árboles del rodal fue de 0,21 cm/año antes de la corta y de 0,33 cm/año después, representando en términos porcentuales un incremento de 55 %. Estos valores son similares a los encontrados por Rodríguez (2002), Troncoso (2004) y Neira (2004) en otros bosques de lenga de la XII Región. Todas las clases diamétricas mostraron incrementos después de la corta de regeneración, con rangos que fluctuaron entre los 0,12 y 0,27 cm/año antes de la corta y entre los 0,28 y 0,40 cm/año después de la misma. Los crecimientos promedio cambian a 0,22 y 0,36 cm/año respectivamente si se multiplican por la frecuencia de árboles en cada clase, lo que representaría el crecimiento de éste bosque en particular.

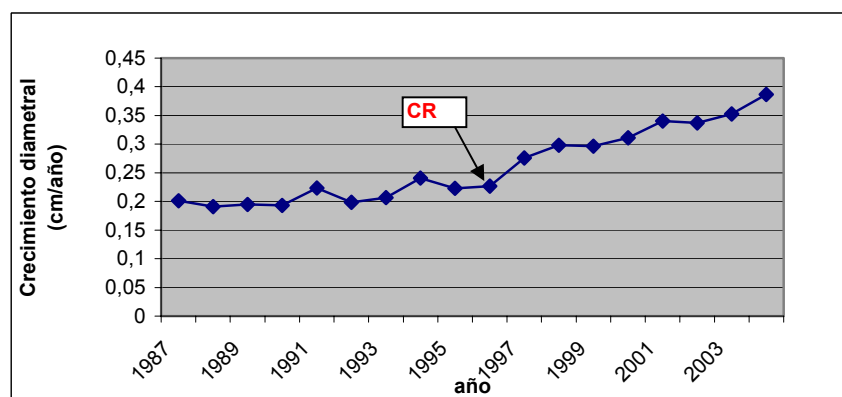


Figura 14. Evolución del crecimiento anual promedio en diámetro de los árboles en el dosel de protección, para un periodo de 8 años antes y después de la corta de regeneración.

Cuadro 4: Crecimiento anual promedio en diámetro por clase diamétrica para un periodo de 8 años antes y después de la corta de regeneración.

Diámetros Clases (cm)	Crecimiento (cm/año)		Incremento	
	Antes CR	Después CR	cm/año	%
11-20	0,12	0,28	0,16	127,09
21-30	0,27	0,39	0,13	48,45
31-40	0,20	0,37	0,16	80,08
41-50	0,26	0,40	0,14	55,28
51-60	0,19	0,34	0,15	81,48
61-70	0,20	0,30	0,10	49,59
71-80	0,18	0,29	0,11	62,04
81-90	0,20	0,29	0,09	42,29
91-100	0,25	0,29	0,05	19,24
>101	0,23	0,29	0,06	27,79
Promedio	0,21	0,33	0,12	54,92

El incremento en la tasa de crecimiento en diámetro debido a la reducción en la densidad de árboles, es un efecto que va asociado con el incremento de luz que incide sobre el follaje existente, la rápida formación de una mayor cantidad de follaje y el incremento del espacio disponible para la raíz, con su consecuente aumento en la disponibilidad de agua y nutrientes (Oliver y Larson, 1990).

En la Figura 15, se muestra la diferencia en el crecimiento anual promedio en diámetro de los árboles según clase diamétrica después de la corta. La mejor respuesta a la intervención se observa en las clases diamétricas inferiores, que corresponden a los árboles juveniles. Esta respuesta coincide con lo mencionado por Daniel *et al.* (1982) y Oliver y Larson (1990), que indican que la capacidad de respuesta en crecimiento tiende a declinar con la edad.

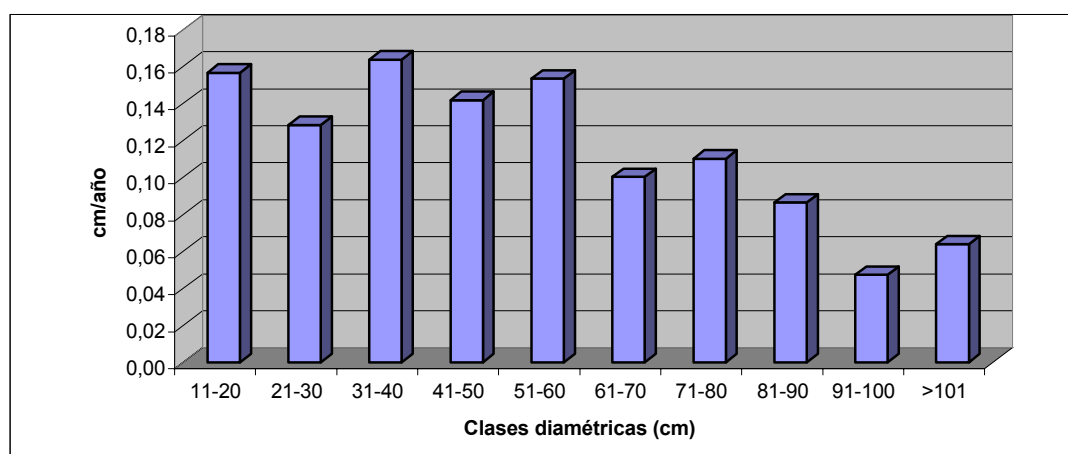


Figura 15: Diferencia en el crecimiento en diámetro de los árboles según clase diamétrica para un año promedio después de la corta.

▪ Crecimiento volumétrico del dosel de protección

En el bosque virgen el crecimiento bruto fue de 4,4 m³/ha/año, pero el crecimiento neto es nulo debido a la mortalidad. Después de la intervención, en que se redujeron las existencias en un 33 % de los valores originales, el crecimiento neto del dosel de protección fue de 4,1 m³/ha/año. Estos son valores promedios, que muestran una tendencia creciente proporcional a la del crecimiento en diámetro como la señalada en la Figura 14, lo que indica una tasa de crecimiento en volumen mayor para los últimos años en estudio.

4.2 Caracterización de la regeneración

4.2.1 Densidad y altura de la regeneración total

La cantidad de plantas de regeneración encontrada es alta en todos los rodales, lo que coincide con la información existente para bosques de lenga de características similares en la región (Schmidt y Urzua, 1982).

En los bosques no intervenidos de esta especie existe un banco de plántulas que se va renovando continuamente, con una capacidad de mantenerse por cerca de 4 años bajo altas coberturas en espera de mejores condiciones (Espejo, 1996). Al abrirse el dosel, la regeneración se mantiene a altas densidades de plantas y aumenta considerablemente su tasa de crecimiento, produciéndose una mortalidad natural por la competencia, que se refleja en una disminución gradual de la densidad a medida que transcurren los años después de la apertura del dosel, como se aprecia en la Figura 16.

La densidad más alta se encuentra en el bosque virgen con 490.000 plantas/ha, con más del 90% de la regeneración en la clase de altura inferior a los 20 cm. A medida que los rodales se distancian en el tiempo desde la corta, la regeneración comienza a desplazarse a las clases de altura mayores. Catorce años después de la apertura del dosel arbóreo, el 40 % de la regeneración tiene alturas sobre 1 m (Cuadro 5).

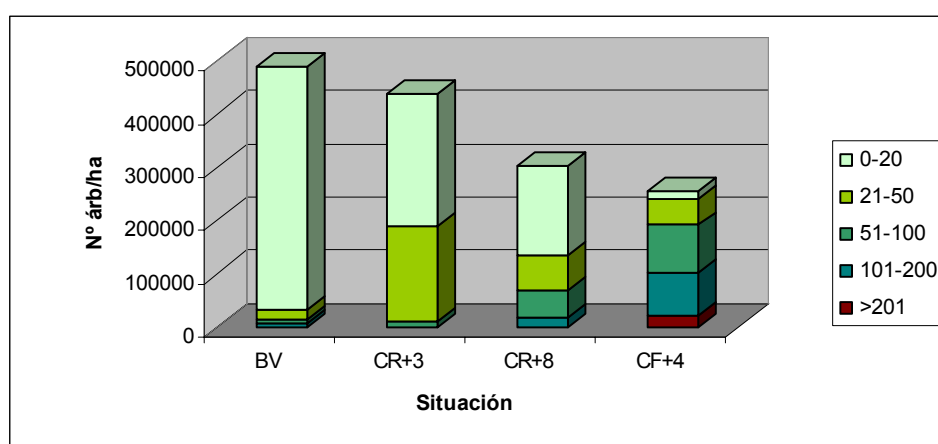


Figura 16: Densidad de la regeneración según clase de altura para las cuatro situaciones

Cuadro 5: Densidad de la regeneración según clase de altura.

Clase altura	BV Plantas/ha	%	CR+3 Plantas/ha	%	CR+8 Plantas/ha	%	CF+4 Plantas/ha	%
0-20	458.929	93,6	249.000	56,7	165.250	54,8	16.750	6,5
21-50	17.738	3,6	180.000	41,0	68.750	22,8	48.000	18,7
51-100	7.619	1,6	10.000	2,3	48.500	16,1	90.750	35,4
101-200	6.190	1,3	500	0,1	19.000	6,3	79.500	31,0
>201	0	0,0	0	0,0	0	0,0	21250	8,3
Total	490.476	100	439.500	100	301.500	100	256.250	100

Al analizar la distribución de las plantas por clases de altura, se puede ver que a medida que transcurre el tiempo después de la intervención, aumenta la proporción de plantas en las clases de alturas mayores. Las plantas mayores a 0,5 m son el 2,9 % en el bosque virgen, el 2,4 % 3 años después de la corta de regeneración y aumenta a 22,4 % y 74,7 % a los 8 y 14 años después de la corta. Estas plantas comparten el sitio con una proporción relativamente alta de individuos pertenecientes a las clases de altura inferiores, que va quedando definitivamente suprimida, como se ve en la Figura 17.

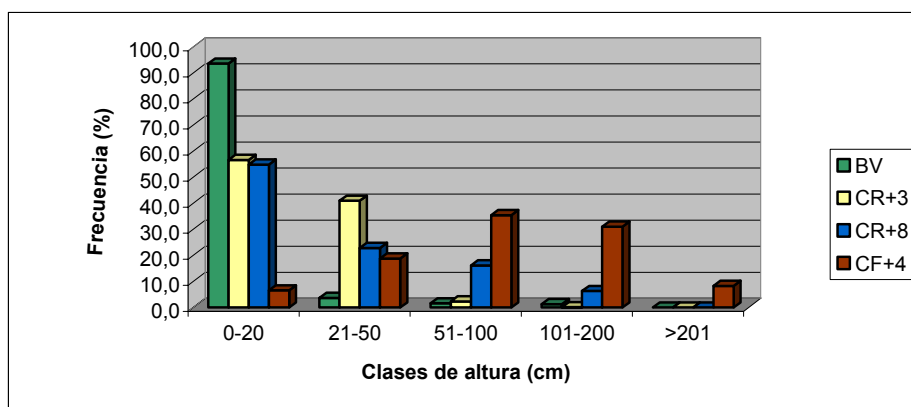


Figura 17: Proporción de la densidad según clase de altura para las distintas situaciones.

4.2.2 Regeneración dominante

- **Edad de la regeneración dominante**

El bosque virgen presentaba en su condición natural sectores con claros en el dosel arbóreo, bajo los cuales la regeneración se ve favorecida por una mayor entrada de luz, produciendo que algunos de los individuos se alejen de los valores normales de este bosque, en cuanto a edad y altura.

La regeneración dominante en el bosque virgen presenta edades que varían entre los 3 y 28 años. En los bosques intervenidos la edad de las plantas aumenta a medida

que el bosque se distancia en el tiempo desde la corta, como se muestra en el Cuadro 6. En la Corta de regeneración hace 3 años, las edades varían entre los 6 y 25 años, en la Corta de regeneración hace 8 años varían entre los 7 y 35 años y en la Corta de regeneración hace 14 años (CF+4) varían entre los 10 y 42 años. Que la edad promedio de las plantas dominantes en el rodal donde se realizó la corta hace 14 años, no sea significativamente mayor a la encontrada en el rodal donde la corta se realizó hace 8 años, se puede explicar por el aumento gradual de la proporción de plantas dominantes que se establecieron después de la corta. Estas plantas presentan crecimientos superiores que las preestablecidas, logrando por lo tanto mayores alturas a edades menores. Se ve una relación entre la edad y la altura de las plantas, siendo mayor la edad a medida que la altura aumenta.

Cuadro 6: Edad promedio de la regeneración dominante según clase de altura.

Clase altura	Edad (años)			
	BV	CR+3	CR+8	CF+4
<=20	4,9	0,0	0,0	0,0
21-50	11,8	8,6	10,3	0,0
51-100	18,7	13,1	17,8	24,0
101-200	24,5	16,4	17,6	15,2
201-300	21	0,0	24,2	21,2
>301	0,0	0,0	0,0	21,3
Edad Promedio	16,2	13,2	18,9	20,0

▪ Establecimiento

Al analizar la edad y el establecimiento de la regeneración dominante, se advierte que la proporción de plantas establecidas después de la intervención aumenta al distanciarse en el tiempo desde la corta. En el rodal en que la corta de regeneración fue realizada hace 3 años (CR+3), no hay plantas establecidas después de la intervención que sean dominantes. Ocho años después de la corta, la participación de plantas establecidas después de la intervención se eleva a 6,8 % y 14 años después a 22,7 % (Cuadro 7). Esto indica una mejor respuesta de la regeneración establecida después de la intervención al cambio de las condiciones ambientales que se producen con el manejo de los bosques.

Cuadro 7: Número de plantas y porcentaje de establecimiento en los rodales intervenidos.

Establecimiento	CR+3		CR+8		CF+4	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Antes corta:	44	100	41	93,2	34	77,3
Después corta:	0	0	3	6,8	10	22,7
total	44	100	44	100	44	100,0

- **Altura de la regeneración dominante**

En la Figura 18, se muestra la evolución de la altura promedio de la regeneración dominante desde el bosque virgen hasta 14 años después de la corta, siendo la encontrada en esta última fase 5 veces mayor que la del bosque sin intervenir. El rango de altura comprendido entre el 25 y 75 % de las plantas es más representativo, debido a que se pierde el efecto dado por los valores extremos (Cuadro 8).

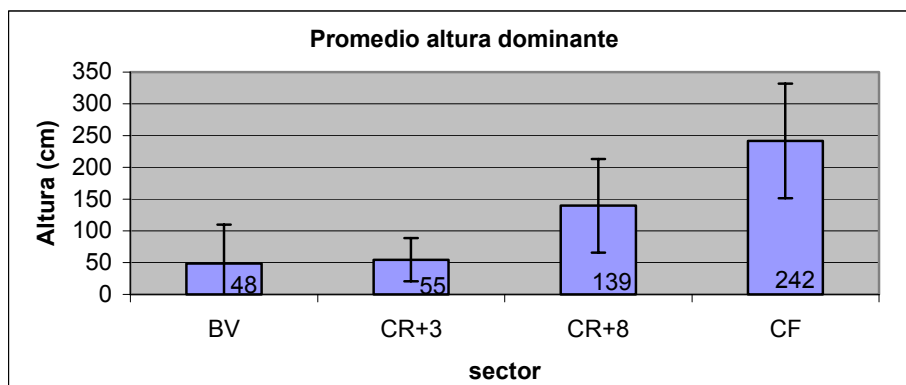


Figura 18: Promedio de la altura de la regeneración dominante

Cuadro 8: Altura de la regeneración dominante.

Altura	Altura (cm)			
	BV	CR+3	CR+8	CF
Promedio	48,3	54,5	139,5	241,6
Maximo	287,0	191,0	345,0	550,0
Minimo	4,0	7,0	5,0	30,0
Desv. Est.	61,5	34,2	73,8	90,2
25-75%	12-58	28-70	83-182	180-300

Al analizar la distribución de las plantas por clase de altura para cada situación, se observa como aumenta la proporción de regeneración dominante en las clases más altas a medida que los rodales se alejan en el tiempo de la corta (Figura 19). En el bosque virgen el 29,2 % de la regeneración dominante presenta alturas mayores a 50 cm. Tres años después de la corta el 47,1 % supera los 50 cm, 8 años después de la corta el 89 % supera ésta altura, y a 14 años de la corta de regeneración el 92 % de la regeneración dominante supera los 50 cm de altura y un 69 % sobrepasa los 2 m.

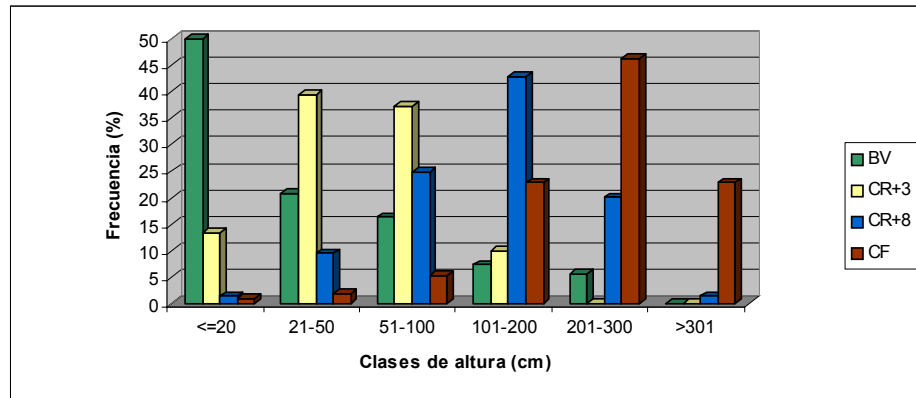


Figura 19: Proporción de la regeneración dominante según clase de altura

- **Crecimiento de la regeneración dominante**

En la Figura 20, se observa la evolución en el crecimiento promedio en altura de la regeneración para los periodos de crecimiento antes de la corta de regeneración, después de la corta de regeneración y después de la corta final del dosel de protección, notándose claramente las diferencias que se producen en el crecimiento por la apertura del dosel superior.

El crecimiento en altura de la regeneración dominante en los bosques intervenidos fue de 4,0 cm/año antes de la intervención, con una desviación de 0,6 cm/año. Después de la corta de regeneración, el crecimiento en altura de la regeneración se incrementa a más de 3 veces, con una tasa promedio de 13,1 cm/año y una desviación de 0,2 cm/año para los 3 rodales intervenidos. En el rodal con una corta final efectuada 4 años atrás y la corta de regeneración 10 años antes de ésta, el crecimiento en altura aumenta a 21,6 cm/año. Los crecimientos por situación se encuentran en el Apéndice 2. Sanchez (2003), señala incrementos para regeneración de lenga en el sector de Monte Alto (XII Región) de 2,1 cm/año en rodales no intervenidos, aumentando a 11,6 cm/año después de la corta de regeneración. Neira (2004), señala crecimientos de 23 cm/año para la regeneración de lenga en rodales con muy baja cobertura en el sector de SALFA (XII Región).

Daniel *et al.* (1982) explican que esta respuesta se debe a que al abrir el dosel, se produce una mayor duración de la iluminación, aumentando el tiempo que la planta está expuesta a la luz por encima del punto de compensación, lo que determina en gran parte la cantidad total de carbohidratos que produce.

Loguercio (1995) en un estudio del crecimiento de la regeneración de lenga en la Provincia de Chubut, Argentina, demuestra que los incrementos en altura de la regeneración son dependientes de la radiación global difusa en el bosque. Las plantas totalmente expuestas tienen un crecimiento máximo de 42,8 cm/año y no se presentaron incrementos significativos si la radiación difusa relativa está bajo el 40 %.

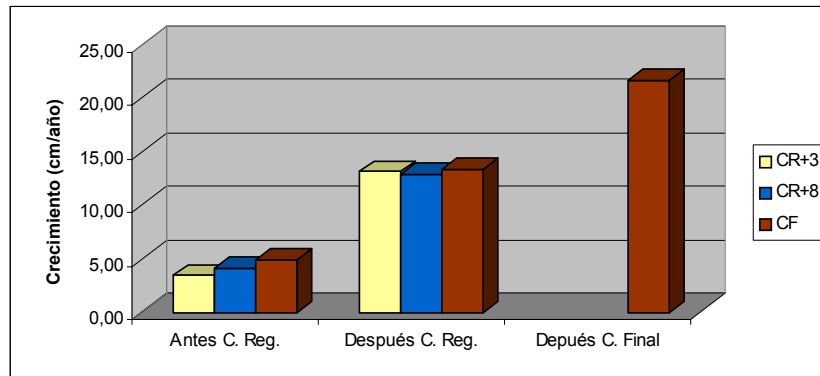


Figura 20: Crecimiento de la regeneración dominante para las situaciones con intervención.

Las plantas que se establecieron después de la corta de regeneración crecen más que las plantas que se establecieron antes de la intervención. El crecimiento promedio de las plantas que se establecieron después de la corta de regeneración fue de 14 cm/año y se eleva a 24 cm/año después de la corta final. En cambio, el crecimiento de la regeneración establecida antes de la corta de regeneración fue de 13 y 21 cm/año para los mismos periodos (Figura 21). Esta es la razón por la que aumenta gradualmente la participación de las plantas que se establecieron después de la corta de regeneración en la regeneración dominante. Según Oliver y Larson (1990), la respuesta de la planta al ser liberada depende, entre otras cosas, a la condición fisiológica de la especie, y si las hojas estaban en una condición anterior de sombra, la exposición directa a la luz y al calor pueden debilitar o incluso llegar a matar a las hojas recién liberadas, debido a que éstas no han desarrollado resistencia a una radiación solar directa. Por otra parte, se debe tener en cuenta que la dominancia depende en gran medida de la competencia directa a la que está expuesta el individuo.

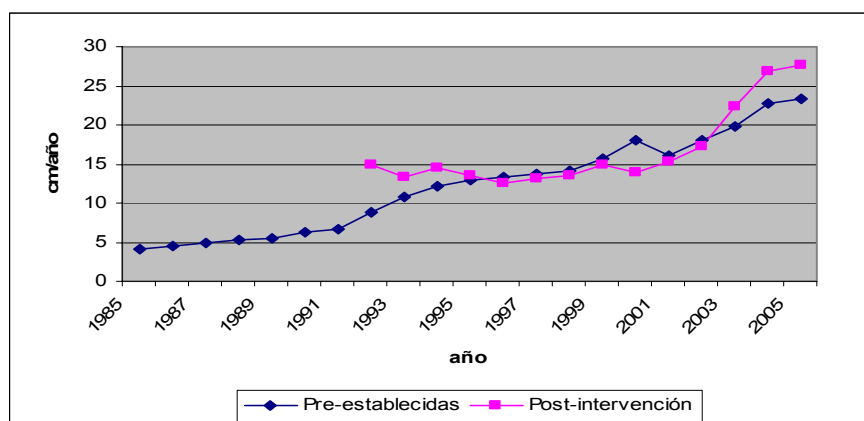


Figura 21: Crecimiento promedio anual de la regeneración establecida antes y después de la corta de regeneración.

5. CONCLUSIONES

Sobre el efecto de la corta de regeneración en el dosel de protección

- El bosque en estudio corresponde a un bosque de lenga de buena calidad para la región. Las existencias, el crecimiento y la estabilidad, se ajusta a lo exhibido por bosques de similares características.
- El dosel de protección presenta una buena estabilidad después de la corta, con pérdidas en volumen del orden del 20 % del dosel remanente.
- Los árboles juveniles fueron los más vulnerables a los efectos adversos del viento, presentando daños del orden del 54% en los distintos rodales. Más estables fueron los árboles en fases más avanzadas, por lo tanto es recomendable privilegiar estos árboles en la constitución del dosel de protección.
- El crecimiento de los árboles en diámetro y en volumen aumenta después de efectuada la corta de regeneración. El incremento en diámetro es mayor en árboles en las clases diamétricas inferiores, llegando a un aumento del 127 % en la clase menor (11-20 cm). En las clases diamétricas superiores el incremento disminuye, siendo menor al 30 % para los árboles mayores a 90 cm de DAP.

Regeneración

- La densidad de regeneración en los bosques intervenidos es alta y disminuye en forma gradual al distanciarse en el tiempo de la corta, debido a la mayor competencia a medida que éstas crecen en altura.
- El crecimiento en altura de la regeneración aumenta después de la corta de regeneración y se eleva aún más después de la corta final.
- La regeneración dominante creció en promedio 21,5 cm/año y alcanzo una altura promedio de 242 cm 14 años después de la corta de regeneración.
- La evolución de la altura y del crecimiento de la regeneración en los bosques intervenidos implica que es suficiente una espera de 10 años después de la intervención para hacer la corta final del dosel de protección.
- El crecimiento en altura de las plantas establecidas después de la corta de regeneración es mayor que el de las plantas establecidas antes de la corta de regeneración.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BAVA, J y PUIG, C.** 1992. Regeneración natural de lenga. Análisis de algunos factores involucrados. CIEFAP. Publicación técnica 8: 85-109.
- 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. 45 p.
- CALDENTHEY, J., PROMIS, A., SCHMIDT, H., y IBARRA, M.** 1999. Variación microclimática causada por una corta de protección en un bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*). En: Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Vol 14 N° 1-2. p. 50-58.
- CASTILLO, J. y MORENO, G.** 2002. Semillas forestales del bosque nativo Chileno. Ed Universitaria. Chile. 241 p.
- CONAF, CONAMA y BIRF.** 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. U. Austral de Chile, Pontificia U. Católica de Chile y U. Católica de Temuco. Santiago, Chile. 90 p.
- DANIEL, T., HELMS, J., y BAKER, F.** 1982. Principios de Silvicultura, 2d Ed. McGraw-Hill. 500 p.
- DIAZ, C; AVILES, C y ROBERTS, R.** 1960. Los grandes grupos de suelos de la Provincia de Magallanes. Agricultura Técnica XIX-XX: 227-308.
- DONOSO, C.** 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 83. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO) (Publicación FAO Chile). 78 p.
- DONOSO, C.** 1994. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. 483 p.
- ESPEJO, G.** 1996. Desarrollo de la regeneración inicial de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser) bajo cortas de protección en la XII Región. Memoria Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 57 p.
- EVANS, J.** 1988. Natural regeneration of broadleaves. Forestry Commission. Bulletin N° 78. Gran Bretaña. 46 p.
- GAJARDO, R.** 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Stgo, Chile. Editorial Universitaria. 121 p.
- GUERRA, G y CORREA, J.** 1973. Tolerancia de las principales especies nativas chilenas. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Boletín Técnico N° 27. 50 p.

- INIA.** 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 221 p.
- INFOR; CONAF,** 2005. Exportaciones Forestales Chilenas, Enero-Diciembre 2004. Boletín estadístico N° 99. Santiago, Chile. 172 p.
- LARA, A y CRUZ, G.** 1987. vegetación del área de uso agropecuario de la XII Región, Magallanes y la Antártica Chilena. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago. 23 p.
- LOGUERCIO, G.** 1995. Crecimiento de la Regeneración Natural de la Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Ende) Kraesser), y su Dependencia de las condiciones dominantes de la Radiación. En: Regeneración Natural de la Lengua, Factores Ecológicos. CIEFAP. Publicación técnica N° 21. Chubut, Argentina. p. 1-41
- NEIRA, J.** 2004. 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 Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 32 p.
- OLIVER, C. y LARSON, B.** 1990. Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, New York. 467 p.
- ORMAZABAL, P. y BENOIT, C.** 1987. El estado de conservación del género *Nothofagus* en Chile. Bosque 8(2): 109-120.
- PISANO, E.** 1977. Fitogeografía de Fuego – Patagonia Chilena. I.- Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. In: Anales de la Patagonia. Vol 8. Punta Arenas, Magallanes, Chile. 121-250 p.
- RECHENE, D.** 1995. Establecimiento y Desarrollo de Renovales de Lengua en Situaciones de Baja Cobertura. Regeneración natural de la Lengua, Factores Ecológicos. CIEFAP. Publicación técnica 21: 76-114.
- RODRÍGUEZ, R; MATTHEI, S y QUEZADA, M.** 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción – Chile. 355 p.
- RODRIGUEZ, C.** 2002. Desarrollo de los bosques de Lengua (*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. 64 p.
- SANCHEZ, P.** 2003. Cambios microclimáticos debido a cortas de protección y su influencia en el desarrollo de la regeneración natural de lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Ende.) Krasser). Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 69 p.
- SCHMIDT, H. y URZUA, A.** 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lengua en Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. Ciencias Agrícolas N° 11. 62 p.

- SCHMIDT, H.; CRUZ, G.; HORACIO B. y PROMIS, A.** 2001. Silvicultura y Ordenación de Bosques de Lenga. Cuarto curso de especialización. Apuntes de Silvicultura. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 37 p.
- SCHMIDT, H.; CRUZ, G.; PROMIS, A. y ALVAREZ, M.** 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.; CALDENTEY, J.; PROMIS, A. y SCHMIDT, A.** 2004. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de Lenga – XII Región. U. de Chile/CONAF/Intendencia XII Región. 40 p.
- SMITH, D.** 1986. The practice of silviculture. 8 th ed. New York : Wiley, 1962. 527 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. 46 p.

7. APÉNDICES

APÉNDICE N° 1.

Existencias en el bosque original con y sin descuento del crecimiento producido en los años posteriores a la intervención.

Bosque Original						
Sector	Sin descuento			Con descuento		
	Nha árb/ha	Gha m2/ha	Vha m3/ha	Nha árb/ha	Gha m2/ha	Vha m3/ha
BV	755,0	64,0	653,4	755,0	64,0	653,4
CR+3	606,7	61,6	627,6	606,7	60,4	615,0
CR+8	400,0	73,7	734,0	400,0	70,3	701,3
CF	415,0	81,8	811,4	415,0	76,2	755,7
Promedio	544,2	70,3	706,6	544,2	67,7	681,3
desv. Est	169,1	9,3	83,3	169,1	7,0	60,9
varianza	28608,3	86,7	6931,2	28608,3	48,8	3703,9
coef var	31,1	13,2	11,8	31,1	10,3	8,9
error	31,1	13,2	11,8	31,1	10,3	8,9

APÉNDICE N° 2.

Tasas de crecimiento promedio de la regeneración dominante para cada situación antes y después de la intervención.

Crecimiento promedio (cm/año)			
Sector	Sin intervención	Después Corta Reg.	Después Corta Final
BV	3,81		
CR+3	3,42	13,14	
CR+8	4,15	12,91	
CF	4,75	13,35	21,55
Promedio	4,03	13,13	21,55
Desv. Est	0,56	0,22	
Varianza	0,31	0,05	
Coef. Var.	13,91	1,69	
Error	13,91	1,69	

INDICE

1.	INTRODUCCION	3
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Antecedentes generales de la especie	4
2.1.1	Distribución y superficie de la especie	4
2.1.2	Estructura y Dinámica de los bosques de Lengua	4
2.1.3	Antecedentes de la regeneración	5
2.2	Silvicultura de los bosques de Lengua	5
2.2.1	Antecedentes legales	5
2.2.2	Cortas de protección	6
3.	MATERIAL Y MÉTODO	9
3.1	Material	9
3.1.1	Antecedentes generales del área de estudio	9
3.1.2	Selección de los rodales	10
3.2	Metodología	13
3.2.1	Caracterización del dosel superior	13
3.2.2	Caracterización de la regeneración	13
3.2.3	Análisis de la información	14
3.2.3.1	Dosel superior	14
3.2.3.2	Regeneración	15
4.	RESULTADOS y DISCUSIÓN	16
4.1	Caracterización del dosel superior	16
4.1.1	Estructura del bosque Virgen	16
4.1.2	Modificaciones de las existencias en el dosel arbóreo, después de la corta de regeneración	16
4.1.3	Estabilidad del dosel de protección	19
4.1.4	Crecimiento del dosel superior	21
4.2	Caracterización de la regeneración	23
4.2.1	Densidad y altura de la regeneración total	23
4.2.2	Regeneración dominante	24
4.3	Análisis global de los efectos de la corta de protección	¡Error! Marcador no definido.
5.	CONCLUSIONES	29
6.	BIBLIOGRAFIA	30
7.	APENDICES	33