

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

**DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*)
DESPUES DE LA CORTA DE PROTECCION EN LA XII REGION**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

OSVALDO MAURICIO TRONCOSO MORAN

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

Santiago - Chile

2004

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

**DESARROLLO DE UN BOSQUE DE LENGUA (*Nothofagus pumilio*)
DESPUES DE LA CORTA DE PROTECCION EN LA XII REGION**

Memoria para optar al Titulo
Profesional de Ingeniero Forestal

Oswaldo Mauricio Troncoso Morán

Calificaciones	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Harald Schmidt V.	6.0
Prof. Consejero Sr Antonio Vita A.	6.3
Prof. Consejero Sr. Juan Caldentey P.	5.9

Santiago - Chile
2004

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
3.1. Generalidades	4
3.2. Aspectos silviculturales	5
3.2.1. Bosque natural de lenga	5
3.2.2. Manejo del bosque	6
3.2.3. Modificaciones ambientales	7
3.2.4. Otras experiencias	7
3.3. Regeneración natural	8
3.3.1. Semillas	9
3.3.2. Regeneración en el bosque natural de lenga	10
3.3.3. Regeneración en el bosque de lenga intervenido	10
3.4. Crecimiento	11
3.5. Estabilidad	13
4. MATERIAL Y METODO	15
4.1. Lugar del Estudio	15
4.2. Clima	15
4.3. Suelos	15
4.4. Diseño de la evaluación.	16
4.5. Parcelas de Muestreo	17
4.6. Mediciones en Parcelas	17
4.7. Análisis de la información	18
4.7.1. Existencias en el dosel de protección.	18
4.7.2. Estabilidad del dosel de protección.	18
4.7.3. Crecimiento del dosel de protección	18
4.7.4. Establecimiento de la regeneración	18

5. RESULTADOS	19
5.1. Valores generales	19
5.2. Existencias en el dosel de protección en función de la calidad de sitio	22
5.3. Existencias en el dosel de protección en función de la clase de diámetro	23
5.4. Existencias en función de la fase de desarrollo	26
5.5. Estabilidad del dosel de protección	28
5.6. Crecimiento de los árboles del dosel de protección	33
5.6.1. Crecimiento de los árboles en función de la clase de diámetro	34
5.6.2. Crecimiento de los árboles en función de la fase de desarrollo	35
5.7. Crecimiento del dosel de protección	36
5.8. Regeneración	39
6. CONCLUSIONES	41
7. BIBLIOGRAFIA	42

RESUMEN

En la Región de Magallanes, se han intervenido con fines comerciales, los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*), aplicando el tratamiento silvicultural de las cortas de protección a partir del año 1992. En una superficie aproximada de 25.000 has, se ha aplicado ya una primera corta parcial.

El presente trabajo estudió los efectos de la primera corta parcial sobre el crecimiento de los árboles del dosel de protección, su estabilidad y el establecimiento de la regeneración natural, esto cuatro años después de la intervención.

El estudio se realizó en el predio Penitente, ubicado en la Comuna de Laguna Blanca, Provincia de Magallanes, XII Región. Este predio es propiedad de la empresa Magallánia de Bosques S. A., y se encuentra cubierto por un bosque de lenga puro. En él se realizó una corta de regeneración del 50% en área. Esta fue la primera intervención comercial del sistema de corta de protección en los bosques de lenga en Magallanes.

Para estudiar el desarrollo del dosel de protección y de la regeneración establecida se diseñó un muestreo completamente aleatorio considerando como variable independiente la calidad de sitio, en tres niveles: bueno, regular y malo, definidos según la altura de los árboles dominantes.

El bosque estudiado presentó las siguientes condiciones: densidad 165 árbol / ha, área basal 23,1 m²/ ha, y volumen 188 m³/ ha. El reparto de los árboles del dosel fue: 23,4% sobremaduros, 72,2% maduros y 4,3% juveniles.

Los ejemplares caídos presentan una media de 9 árbol / ha, lo que significa 1,6 m²/ ha de área basal o 14,3 m³ /ha de volumen. Estos valores son bajos, pero con tendencia a ser mayores en la medida en que aumenta la calidad del sitio.

El crecimiento diametral de los árboles del dosel antes de la intervención fluctuaba entre 1,4 mm / año, en los sitios malos y 1,7 mm / año en los sitios buenos. Después de la intervención estos valores mejoraron y llegaron a ser entre 3,2 mm / año y 3,8 mm / año, algo superiores al doble de los anteriores.

La regeneración varió, en promedio, entre 119.556 plantas / ha, en los sitios malos y 353.333 plantas / ha, predominando en todas las calidades de sitio la regeneración baja, de entre 1 y 20 cm de altura. Estos valores son buenos y muestran que la mayoría de las plantas se establecieron después de la intervención.

SUMMARY

In Magallanes Region lenga (*Nothofagus pumilio*) forest was managed with silvicultural system of shelterwood from year 1992. It was applied in a surface of 25.000 ha aprox a first partial cut.

In this paper the effects of the silvicultural system over the growing and the stability of the protection dosel was studied and also the natural regeneration setting after four years from the first intervention.

The study was completely realized in Penitentes property of Magallanica de Bosques S.A., located in Laguna Blanca, Magallanes province in Magallanes Region, Chile, this property is a forest pure Lenga (*Nothofagus pumilio*) where was realized an extraction of 50% in basal area during 1992, corresponding to the first manage in a commercial level.

To study the development of the canopy of protection a sampling was designed completely aleatorio. The independent variable went quality of site: good, regular and bad defined according to the height of the dominant trees.

The forest showed the following general rates: 165 tree/ha density, 23,1m²/ha basal area and 188m³/ha volume. The dosel trees showed the following levels: 23,4% overmature, 72% mature and 1,3% youth.

The fallen trees present an average of 9 trees/ha with 1,6 m²/ha of basal area and 14,3 m³/ha of volume. Those are low values but tending to be higher with a better quality of site.

Diameter growing in dosel trees before the intervention were between 1,4 mm/year in bad places and 1,7 mm/year in good places, After the manage the values improve and became 3,2 mm/year to 3,8 mm/year, it means the double from the previous values.

The regeneration changes in average between 119.556 plant/ha in bad sites to 353.333 plant/ha in good places, prevailing low plants of 1 to 20 cm high, showed the effects of the management.

1. INTRODUCCION

El bosque de lenga, es uno de los recursos forestales nativos de mayor importancia en Chile. Esto se debe, en gran medida, a la existencia de una importante superficie en buen estado de conservación, cuya mayor concentración se encuentra en las regiones más australes del país. También es importante considerar la calidad maderera de la especie, cuya aceptación le permite acceder con facilidad al mercado externo. Por otro lado, también influye la facilidad con que se pueden aplicar, en este bosque, tratamientos silviculturales adecuados para su aprovechamiento racional.

Entre un 10 y un 20 por ciento del volumen total en el bosque natural de lenga es de calidad maderable, lo que es bajo. El resto está constituido por árboles con pudrición, mala forma o bajo diámetro que, parcialmente, son utilizables para la producción de leña o astillas (Schmidt y Urzúa, 1982; Schmidt y Caldentey, 1994).

Los efectos de la colonización, como en el resto del bosque nativo, también se observan en los bosques de lenga en Magallanes, pero con menor intensidad debido a que el proceso fue más reciente. En sus primeros años se quemaron superficies del orden de las 300.000 hectáreas, con la intención de abrir terrenos para la ganadería, como también otras 200.000 fueron intervenidas para la extracción de madera, utilizando la práctica del floreo, la cual deja bosques degradados con árboles defectuosos dificultando el crecimiento de la regeneración natural y con ello la calidad del bosque futuro.

La investigación realizada en los bosques de lenga, ha conducido al tratamiento silvicultural que se aplica en la actualidad, de cortas de protección con regeneración bajo dosel, el cual convierte la estructura del bosque actual en una de monte alto regular, más productiva. Este tratamiento consiste en la extracción gradual del bosque mediante varias cortas parciales sucesivas. En una primera, se cosecha una fracción de árboles del orden del 50%. Esta apertura favorece el establecimiento de la regeneración natural. Los árboles que permanecen en el lugar, constituyen el dosel de protección, cuya función es proporcionar semillas y condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo de las

nuevas plantas. Este dosel puede ser eliminado posteriormente en una o varias cortas sucesivas hasta la corta final.

El desarrollo de la industria de las astillas, en la Región de Magallanes, permitió hasta el año 1997 el aprovechamiento económico del volumen de baja calidad, cuya única alternativa actual es utilizarlo como material combustible. De este modo, la producción de astillas facilitó la aplicación correcta del tratamiento silvicultural. Actualmente esta industria se encuentra detenida y el volumen astillable está quedando en pie o volteado en el bosque llevando a que el método de corta se asemeje al floreo.

En 2003, en la Región de Magallanes se ha aplicado la primera corta parcial en unas 25.000 hectáreas. En esta memoria se analizan los efectos del tratamiento sobre el crecimiento, la estabilidad del dosel de protección y establecimiento de la regeneración natural, cuatro años después de que se ha iniciado la aplicación del sistema silvícola en la región.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Analizar el desarrollo de los bosques de lenga cuatro años después de la corta de protección para diferentes condiciones de sitio.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el desarrollo del dosel de protección, en cuanto a estabilidad y crecimiento de los árboles.
- Determinar la densidad y el desarrollo de la regeneración.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Generalidades

El tipo forestal lenga (*Nothofagus pumilio*) está definido como aquel en que la especie se encuentra en forma pura o asociada con otras, y representada a lo menos por el 50% de los individuos por hectárea (Garrido, 1983; Uriarte y Grosse 1991).

La lenga es un árbol endémico de los bosques subantárticos. En Chile crece como especie, en la Cordillera de los Andes desde la Provincia de Talca (35° 36' S) hacia el sur, y a partir de la Provincia de Ñuble (36° 56' S) como tipo forestal, extendiéndose como tal hasta el Cabo de Hornos (56° S) (Donoso, 1981; Rodríguez et al, 1983).

Hasta el paralelo 45°S, en Aysén, la lenga forma el límite altitudinal de la vegetación arbórea sobre los 1000 m.s.n.m.. Más al sur, el tipo forestal se desarrolla a altitudes menores hasta llegar a encontrarse a nivel del mar en Magallanes (Donoso, 1981).

También se encuentra lenga en las partes más altas de la Cordillera de Nahuelbuta (1400 m.s.n.m.), donde puede asociarse con *Araucaria araucana* y en la Cordillera Pelada (1000 m.s.n.m.) en el sector de los bosques de *Fitzroya cupressoides*. En ambos sectores la especie pasa a formar parte de otros tipos forestales (Donoso, 1996)

En su amplia distribución natural, los bosques de lenga se traslapan con otros tipos de bosques, en su mayoría del género *Nothofagus*, formando variadas asociaciones, algunas de las cuales constituyen subtipos forestales. Entre ellos se encuentran: lenga – coigüe común (*Nothofagus dombeyi*), lenga coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y además el bosque de lenga puro (Uriarte y Grosse, 1991).

En toda su extensión y de acuerdo con el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile Conaf-Conama (1997), el tipo forestal lenga ocupa una superficie total de 3.391.552 hectáreas, el cual incluye los subtipos: lenga puro, lenga –

coigüe común, lenga coigüe de Magallanes y ñirre.

En Magallanes, los árboles maduros de lenga alcanzan generalmente alturas entre 15 y 20 m. Excepcionalmente llegan a los 27 m y los fustes tienen diámetros entre 30 y 70 cm, superando algunos el metro (Dollenz, 1995).

Las densidades de árboles por hectárea, para bosques no intervenidos, son extremadamente variables de acuerdo con la fase de desarrollo en que se encuentra el bosque. Para el sector de Skyring en el tipo Lenga Multietáneo, los valores de densidad promedio a partir de 10 cm de diámetro, corresponden a 510 árb/ha con un mínimo de 280 árb/ha y un máximo de 919 árb/ha. El área basal promedio corresponde a 68,5m²/ha con un mínimo de 48,4 m²/ ha y un máximo de 103,3 m²/ha. El volumen bruto, sin descontar pudriciones, medido hasta el límite del aprovechamiento, corresponde a 406,6m³/ha con un mínimo de 270 m³/ha y un máximo de 622,3 m³/ha (Schmidt y Urzúa, 1982).

3.2. Aspectos silviculturales

La silvicultura busca maximizar la producción leñosa, en forma sostenida y en el menor tiempo posible. Esta producción puede ser similar en cantidad a la obtenida en un bosque virgen, pero su calidad va a ser superior. Esto se logra modificando la estructura y composición de los bosques; reduciendo el ciclo natural a las fases juveniles, además de intervenir silviculturalmente en las fases de regeneración y crecimiento óptimo, acelerando los procesos (Vita, 1996).

3.2.1. Bosque natural de lenga

La calidad maderera actual del bosque natural de lenga, es baja. El factor que más influye al respecto es la alta proporción de árboles que presentan pudrición en diferentes grados. Este problema se encuentra principalmente en los árboles sobremaduros y de gran diámetro, lo que es normal en un bosque virgen, pero también se presenta pudrición en árboles jóvenes y de clases diamétricas menores. En los sitios de mayor calidad,

donde los rodales tienden a una estructura multietánea, el daño sanitario es más frecuente. En bosques más coetáneos, de estructura más simple, la presencia de pudrición se concentra en las fases de desarrollo finales y la pérdida de madera es menor (Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Grosse, 1991).

3.2.2. Manejo del bosque

La estructura más conveniente para el manejo de los bosques de lenga, con fines de producción, es la de monte alto regular; debido a la intolerancia de la especie, su tendencia natural a desarrollarse en rodales coetáneos, la mayor incidencia de pudrición natural que se presenta en las estructuras multietáneas y, por último, la mayor facilidad con que se pueden realizar las intervenciones silvícolas y de extracción (Uriarte y Grosse, 1991).

El sistema silvicultural más aplicado en los bosques de lenga, es el de cortas de protección con regeneración bajo dosel, lo que conduce a la creación de bosques con estructura de monte alto regular. Consiste en la explotación del rodal maduro en una serie de cortas parciales durante un período de rotación. La duración de la rotación corresponde aproximadamente a la mitad del ciclo de desarrollo natural, permitiendo restablecer el bosque antes de que se desmorone naturalmente, manteniendo siempre árboles vigorosos y sanos. El método abre el bosque a través de cosechas parciales para dar paso a la regeneración natural, que se instala bajo la protección del antiguo rodal, el cual es cosechado definitivamente cuando el repoblado es completo y capaz de soportar la exposición total (Vita, 1996; Schmidt y Caldentey, 1994; Uriarte y Grosse, 1991).

El sistema de cortas de protección se ha impuesto porque permite incrementar los niveles de cosecha. En la primera corta, de regeneración en el bosque natural la extracción de trozas aserrables es un 20% mayor que en el floreo. A este volumen de trozas aserrables se agrega el volumen utilizable para leña o astillas (Schmidt y Caldentey, 1994).

En lo que se refiere a crecimiento, con las intervenciones silvícolas, es posible reducir a menos de la mitad el tiempo necesario para alcanzar las mismas dimensiones de los árboles que en el bosque natural, por lo que mejorará la producción futura.

3.2.3. Modificaciones ambientales

La corta de protección genera condiciones favorables para el establecimiento de la regeneración de especies que tienen dificultades para desarrollarse en áreas descubiertas, con clima extremo o en competencia con especies del sotobosque. La reducción de la cobertura del dosel, disminuye la competencia entre los árboles, mejora el clima interior del rodal, acelera la descomposición de la materia orgánica y aumenta la velocidad del viento (Schmidt et al, 2001).

La extracción de un 50% de la existencia en la primera corta parcial, produce un incremento de la radiación solar incidente en el piso del bosque que triplica el valor del bosque natural. La temperatura del aire aumenta en un 10% y la del suelo en un 14%, ambas con relación al bosque no intervenido. Otro efecto de la corta es la duplicación de la velocidad media del viento de 3 km/h en el bosque virgen a 6 km/h. Sin embargo la velocidad máxima no varía de los 50 km/h. Por último, la humedad relativa del aire disminuye en un 5% y la evapotranspiración se duplica con respecto al interior del bosque no intervenido, pero la cantidad de agua interceptada directamente por la regeneración aumenta llegando ésta a captar entre un 66 y un 77% de la precipitación total (Schmidt et al, 2001).

3.2.4. Otras experiencias

Existen, fuera de Chile, experiencias más avanzadas en cuanto a la aplicación del método de las cortas de protección, como es el caso de haya (*Fagus sylvatica*), cuya distribución natural se circunscribe a Europa (Vernet, 1981). Esta especie es muy tolerante durante la etapa de regeneración, cuando requiere de sombra

para lograr competir con otras plantas y estar a resguardo de las heladas. Presenta un desarrollo lento, llegando a incrementos volumétricos de 6 a 9 m³/ha/año y alcanzando alturas entre los 35 y 40 m, excepcionalmente 50 m. Se maneja en rodales coetáneos y mixtos, con regeneración natural, en rotaciones de 140 años y con densidades finales de 250 a 300 árboles por hectárea. En los bosques más densos, sin regeneración se aplica la corta semillera, extrayendo hasta un 20% de la cobertura, tres a cuatro años después, se procede a una corta de protección que deja hasta un 70% de la cobertura inicial y el resto se extrae en cuatro a seis cortas sucesivas durante unos 15 años posteriores (Schmaltz, 1983; Drake, 1977).

Otro caso interesante es el de encina *Quercus petraea*, (Oak sessile), también en Europa. Esta especie es muy demandante de luz, de semillas pesadas, que naturalmente no se dispersan muy lejos de los árboles padres. Presenta además una periodicidad de producción de semillas que varía notablemente, desde semillaciones anuales, en localidades de clima suave a periodicidades de 3, 4, 8 y hasta 20 años en los climas más fríos, pero en promedio entre 6 a 10 años. En Francia el intervalo entre la corta semillera y la corta final es, justamente el promedio de buenas semillaciones, período en que se logra la regeneración completa. Como regla general, un tercio de la existencia se remueve en la corta semillera, dejando una densidad de 75 a 120 árbol/ha, con un distanciamiento promedio de 10 m entre los fustes, dependiendo de la edad, tamaño y distanciamiento entre las copas. Las cortas semilleras se realizan independientemente de los buenos años de semillas, pero cuando viene el año bueno, se realiza la corta secundaria y pronto la corta final, si el año es muy bueno se realiza una única corta final. En las localidades donde se esperan heladas, las cortas semilleras y secundarias se hacen cuidadosamente. Las fallas naturales de la regeneración se deben fundamentalmente a la predación por parte de mamíferos y aves, además de daños al follaje por parte de insectos (Matthews, 1989).

3.3. Regeneración natural

Para que la regeneración natural tenga lugar se deben cumplir condiciones como, cantidad adecuada de semillas viables, ausencia de obstáculos o competencia, receptividad del suelo y condiciones ambientales apropiadas para la conservación de las semillas y su posterior desarrollo como plántulas. Estas variables se pueden regular

indirectamente mediante intervenciones hechas en el dosel arbóreo o mediante preparación directa del sitio (Vita, 1996).

Estas condiciones se cumplen en los bosques de lenga que tienen una buena capacidad de regeneración natural, lo mismo ocurre en los bosques intervenidos (Schmidt y Caldentey, 1994).

3.3.1. Semillas

En Skyring, Región de Magallanes, se realiza un registro anual de la producción de semillas desde 1981 que muestra gran variación, insinuando ciclos irregulares con años en que la producción es alta seguidos por años regulares y malos (figura N°1). En los bosques naturales los registros varían entre valores con muy escasas producciones cercanas a cero y valores tan grandes como 16 millones de semillas/ha/año. Anteriormente Schlegel et al (1979) señalaron niveles de producción de semillas entre 0,5 y 10 millones de semilla/ha/año.

A partir de 1996, se registra también producción de semillas en los sectores de Monte Alto, Penitentes y Rusfin, XII Región (Schmidt, et al 1998). La producción de semillas en ellos también es variable y obedece a un esquema cíclico regional sin que pueda hablarse de regularidad (Schmidt y Caldentey, 2001).

En los bosques intervenidos, la producción de semillas es menor, guarda relación con la intensidad de la corta, pero mantiene el mismo comportamiento cíclico. Es así cuando la corta deja un dosel de 40 m²/ha, la producción de semillas es de un 80% con respecto al bosque no intervenido, y cuando se deja un dosel de 10m²/ha, estas cantidades llegan a un 25%. Con tala rasa no hay producción de semillas (Schmidt y Caldentey, 2001)

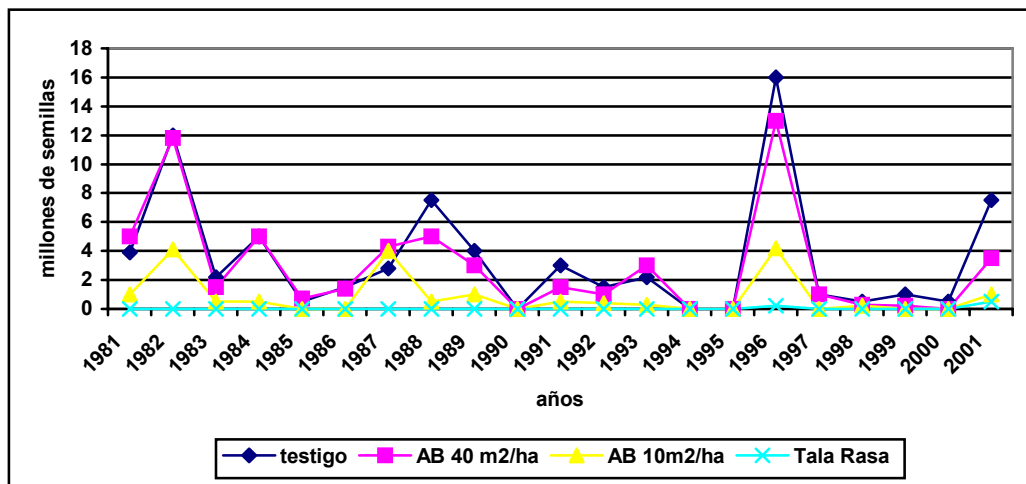


Figura 1: Producción de semillas de lenga entre 1981 y 2001 en Skyring (Fuente: Schmidt y Caldentey, 2001)

3.3.2. Regeneración en el bosque natural de lenga

En los bosques vírgenes de lenga de las Regiones XI y XII, la densidad del sotobosque es notablemente baja. Por esto, el éxito del establecimiento de la regeneración depende de factores ambientales como la luminosidad, que influye en el período de establecimiento de la regeneración, y el viento que puede reducir el crecimiento (Uriarte y Grosse, 1991).

En promedio en las localidades de Skyring y Monte Alto, la regeneración presenta entre 191.000 y 54.000 plantas por hectárea respectivamente. Estas cifras son altas y reflejan la potencialidad de la regeneración; sin embargo, la distribución y las posibilidades de desarrollo de estas plantas varía fuertemente en función de la fase de desarrollo en que se encuentra el bosque y la luz que llega al piso (Schmidt y Urzúa, 1982).

3.3.3. Regeneración en el bosque de lenga intervenido

En ensayos realizados en Skyring, se muestra que bajo diferentes coberturas se obtiene un alto número de plantas. Las diferencias son notables, siendo la de mayor

densidad bajo una cobertura de 60%. Incluso se obtiene un número suficiente de plantas bajo tratamientos de tala rasa y de anillado de todos los árboles del dosel superior. El crecimiento de esta regeneración es mayor con bajas coberturas y es máximo con tala rasa. En las coberturas bajas el factor límite es la desprotección y en las altas coberturas es la poca luminosidad (Schmidt y Caldentey, 1994)

3.4. Crecimiento

Parte importante del conocimiento sobre el funcionamiento de un bosque natural lo constituye el crecimiento, el cual permite identificar las diferentes etapas por las que atraviesa un bosque y sus individuos, a fin de incorporar las etapas más productivas en los bosques manejados y eliminar las menos productivas. El estudio del crecimiento también posibilita establecer una productividad base del bosque primario para compararla con la productividad de los bosques manejados (Sievert, 1995).

Es posible expresar el crecimiento de muchas maneras, según sea el objetivo de la ordenación forestal. Entre estas formas se encuentra el rendimiento total a lo largo de una rotación, el incremento medio anual, el incremento periódico anual y el crecimiento neto (Daniel et al, 1982).

El incremento diametral de los bosques de lenga creciendo en condiciones naturales, es muy bajo, con un valor promedio de 1,7 mm/año. Sin embargo, se encuentran árboles cuyos incrementos diametrales anuales superan los 4 mm/año, lo que sugiere que mediante tratamientos silviculturales es posible mejorar sustancialmente el crecimiento de los árboles en estos bosques. En las mediciones de crecimiento en bosques intervenidos se han detectado incrementos diametrales de hasta cuatro veces superiores al promedio natural (Schmidt y Urzúa, 1982).

Para un bosque natural en Aysén, Sievert (1995) indicó que los árboles individuales presentaban valores en incremento diametral, área basal e incremento volumétrico con variación en amplios rangos y que dependen de la fase de desarrollo. El incremento diametral anual promedio, en lenga, es de 1,91 mm/año y varía desde un

mínimo de 0,5 mm/año hasta un máximo de 5mm/año. El incremento anual en área basal corresponde a 0,28 m²/ha/año y en cuanto a volumen el incremento corresponde a 3,99 m³/ha/año.

En Magallanes, Schmidt y Urzúa (1982) señalaron en Skyring un incremento de 0,5 m²/ha/año en área basal; con un valor mínimo de 0,3 m²/ha /año y un valor máximo de 0,7 m²/ha/año. El incremento volumétrico promedio corresponde a 3,1 m³/ha/año con un valor mínimo de 2,2 y un máximo de 4,6 m³/ha/año.

El establecimiento y seguimiento forestal en algunos bosques demostrativos en diferentes predios pertenecientes a empresas de la XII Región, ha permitido que actualmente se cuente con información sobre el crecimiento del bosque de lenga ante diversas intervenciones silviculturales. En predios de la empresa Monte Alto, luego de una corta de regeneración, se observaron crecimientos diametrales de entre 2,8 mm/año a 3,1 mm/año en árboles juveniles y maduros, superando en más del doble los 1,7 mm/año anteriores a la intervención. En el mismo bosque los árboles sobremaduros mostraron un incremento diametral promedio de 2,0 mm/año, superando también los 1,5 mm/año anteriores a la intervención. El mismo tipo de intervención en predios de la empresa Rusffin, arrojó incrementos diametrales posteriores de 2,1 mm/año en árboles juveniles, 1,4 mm/año en maduros y 1,3 mm/año en sobremaduros, valores superiores a los anteriores a la intervención que eran de 1,1 mm/ha en árboles juveniles, 1,0 mm/año en maduros y 1,0 en sobremaduros (Schmidt et al, 2001).

Experiencias de raleo aplicadas en Monte Alto en un bosque primario con árboles juveniles en fase de crecimiento óptimo final, mostraron crecimientos diametrales después de la intervención de 1,9 mm/año superiores en un 25% el crecimiento anterior que fue de 1,5 mm/año. En otra experiencia, un raleo por lo bajo realizada en Rusffin en un renoval de 90 años arrojó un crecimiento diametral de 2,5 mm/año mejorando en un 20%, después de la intervención. Además en un raleo selectivo realizado en el mismo lugar, se logró un crecimiento de 3,9 mm/año en los árboles seleccionados que casi duplican los crecimientos anteriores. Los resultados con intensidades de raleo más fuertes son mejores (Schmidt et al, 2001).

3.5. Estabilidad

El viento a velocidades altas (40 a 80 km/ha) puede causar importantes daños en los bosques. Este daño puede fluctuar desde la rotura de ramas, quiebre de fustes, hasta el desarraigo de árboles completos. La rotura o quiebre de troncos depende en gran medida de las características anatómicas de las especies. Hay troncos que resisten la acción del viento sin quebrarse, pero son desarraigados o desgajados, dependiendo del tipo de suelo donde están y el tipo de raíces que desarrollen. Raíces extendidas en suelos superficiales con mal drenaje son susceptibles a esto último. La topografía local puede acelerar localmente los vientos (Donoso, 1981).

El viento es un factor ambiental importante a considerar en aquellas etapas del manejo en que se corta el bosque con el fin de obtener una regeneración adecuada (Donoso, 1981). La intensidad de un raleo influye en la capacidad del viento para causar daños. A mayor intensidad del raleo mayor es el riesgo de daños por viento. En un rodal denso la resistencia al viento está dada más por el apoyo entre los árboles o efecto de bloque que por la resistencia individual. El raleo pueden mejorar la resistencia al viento de los ejemplares, después que éstos reaccionan aumentando el crecimiento en diámetro del fuste. Mientras ocurre esta adaptación, el rodal está expuesto a la acción del viento dependiendo de la densidad original, el diámetro de los ejemplares y la intensidad de la intervención (Vita, 1996)

En los bosques naturales de lenga, el viento es el principal factor ambiental en su estabilidad. La masa arbórea, especialmente durante el estado juvenil, requiere de la protección de árboles remanentes más viejos. Además, el viento, afecta en forma negativa los procesos fisiológicos y mecánicos, por su poder secante, reduciendo el crecimiento al elevar la tasa de respiración y transpiración, disminuyendo la tasa de fotosíntesis (Uriarte y Grosse, 1991).

En los bosques de lenga intervenidos, debe darse especial énfasis a la estabilidad del bosque cuando se realizan cortas en bosques que bordean superficies abiertas sin bosque como turberas, pastizales, ríos y lagos. En estos casos, el bosque debe abrirse selectivamente, para permitir la entrada del viento y absorber su energía lentamente. De este modo, podría disminuirse el riesgo de que el viento choque contra un obstáculo, se

eleve y descienda posteriormente con más fuerza en el área explotada, provocando turbulencias y daños mayores (Schmidt, 1990).

4. MATERIAL Y METODO

4.1. Lugar del Estudio

El estudio se realizó en el predio Penitente, ubicado en la Comuna de Laguna Blanca, Provincia de Magallanes, XII Región, propiedad de la empresa forestal Magallánica de Bosques S.A. Las coordenadas del lugar son 52° 10` S y 71° 55` O y su altitud es de 450 m.s.n.m.

Este predio está cubierto con un bosque de lenga puro, en el cual se realizó una extracción del 50% del área basal durante entre los años 1992 y 1997 en aproximadamente 6700 ha. Corresponde a la primera intervención realizada a nivel comercial del método de cortas de protección en la región y en el país.

4.2. Clima

El lugar se encuentra dentro del área de los climas marinos fríos y corresponde, según la definición de Koeppen a un clima transandino con degeneración a estepa. A su vez, el lugar, se encuentra dentro del agroclima de Punta Arenas, el que se caracteriza por tener un período libre de heladas inferior a un mes. La temperatura mínima absoluta media del mes más frío llega a $-9,3^{\circ}\text{C}$ y la media máxima diaria de ese mismo mes (julio) llega a $4,4^{\circ}\text{C}$. El mes más cálido (enero), se caracteriza por una máxima media de $15,3^{\circ}\text{C}$. Las precipitaciones son similares durante todos los meses del año, totalizando una lluvia anual de 416 mm. Esta precipitación, en los bosques de lenga, se incrementa hasta los 1000 mm avanzando hacia el oeste. Durante el verano se producen fuertes vientos, del sur-oeste, oeste y nor-oeste, los que pueden alcanzar velocidades de 120 km/h o más (Fuenzalida, 1965; Novoa, 1989; Dollenz, 1995).

4.3. Suelos

Los suelos corresponden al grupo de los Pardo Podzólicos, originados sobre material de arrastre de glaciaciones. Son suelos medianamente profundos a profundos, con escasa profundidad útil, su textura es franca a francoarenosa o gravosa, relativamente densos con un pH ligero a fuertemente ácido (Peralta y Oyanedel, 1981).

4.4. Diseño de la evaluación.

Para estudiar el desarrollo del dosel de protección, así como de la regeneración en los bosques intervenidos, se estableció un diseño de muestreo completamente aleatorio, considerando como variable independiente la calidad de sitio en tres niveles: bueno, regular y malo, definidos según la altura de los árboles dominantes. Como variables dependientes o de respuesta se consideraron el crecimiento diamétrico de los árboles, la supervivencia de los árboles del dosel de protección (contabilizando los árboles caídos) y el establecimiento de la regeneración. Para cada nivel de calidad de sitio se hicieron tres repeticiones, estableciendo tres parcelas en cada calidad de sitio, lo que entera un total de nueve.

Los niveles de calidad de sitio se definieron según las alturas dominantes de los árboles y fueron los siguientes:

- Malo: de 10 a 12 m
- Regular: de 13 a 16 m.
- Bueno: de 17 a 20 m

4.5. Parcelas de Muestreo

Para cada calidad de sitio se establecieron tres parcelas de muestreo de 50 x 100 m. Dentro de cada parcela se realizaron 15 subparcelas de 1m² de superficie para el análisis de la regeneración, distribuidas sistemáticamente según se muestra en la figura 2.

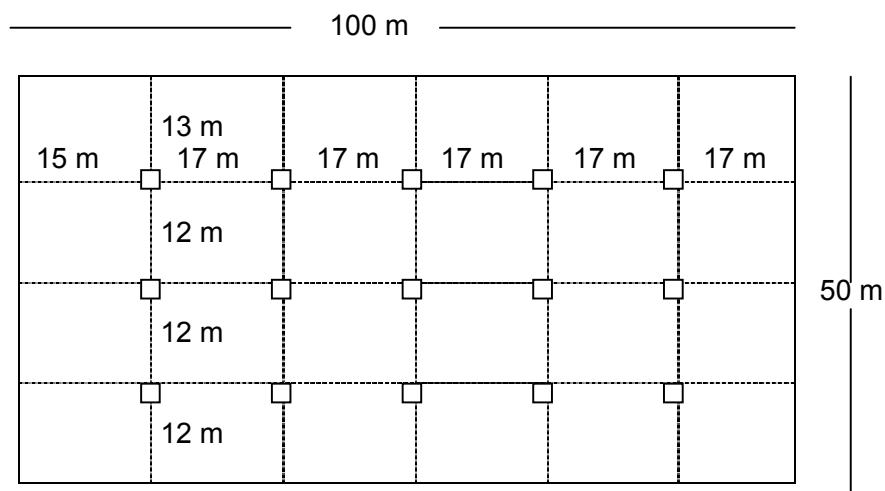


Figura 2: esquema de parcela de muestreo y subparcelas.

4.6. Mediciones en Parcelas

En cada parcela se midió: el número de árboles, DAP, la fase de desarrollo de los árboles (juvenil, maduro, sobremaduro) y el daño posterior a la corta en cada árbol.

La altura se midió en una muestra de diez árboles dominantes en pie y en la totalidad de los árboles caídos en cada parcela.

El crecimiento diametral de los árboles se midió con una muestra de 30 tarugos de incremento extrayendo diez en cada fase de desarrollo de los árboles (juvenil, maduro y sobremaduro).

También se midió la densidad y la altura de la regeneración en cada subparcela, además se agregó el listado florístico de las especies del sotobosque.

4.7. Análisis de la información

4.7.1. Existencias en el dosel de protección.

A partir de los valores obtenidos por el inventario realizado en cada una de las parcelas, se pudo calcular la densidad, el área basal y el volumen posterior a la intervención para cada clase de sitio. Estos valores se expresaron en tablas de rodal tanto por clases diamétricas como por fase de desarrollo.

4.7.2. Estabilidad del dosel de protección.

En el momento de realizar el inventario, se contabilizó y midió la totalidad de los árboles en pie y los que se encontraron caídos, lo que permitió estimar la estabilidad del dosel.

4.7.3. Crecimiento del dosel de protección

En los tarugos de incremento, se determinó el espesor de los anillos de crecimiento, lo que permitió estimar el crecimiento y expresarlo como crecimiento diamétrico, en área basal y como crecimiento volumétrico. Este crecimiento se calculó para un período antes y después de la intervención.

4.7.4. Establecimiento de la regeneración

A partir de los datos obtenidos en las subparcelas de regeneración, se calculó la densidad total de plantas, clasificándolas por altura.

5. RESULTADOS

5.1. Valores generales

El bosque estudiado, presentó signos que evidenciaron la intervención, como son los tocones, la remoción del piso y una densidad de árboles menor al bosque natural, que se pudo apreciar a simple vista. Hubo dos estratos, uno de ejemplares adultos, que correspondió al dosel de protección que se dejó y el segundo de regeneración en el piso con especies herbáceas y arbustivas propias del sotobosque (Figura 3).



Figura 3: Aspecto general del Bosque intervenido con Corta de Protección en el predio Penitente, XII Región.

Los árboles del dosel de protección presentaron una distribución y una estructura visualmente homogéneas. Los parámetros dasométricos medios de este dosel fueron: densidad de 165 árboles/ha, área basal de 23,1 m²/ha y volumen de 188 m³/ha (cuadro 1). Estos valores fueron en un 50% inferiores a los mínimos para un bosque virgen encontrados en la bibliografía consultada. Esto fue consecuencia de la intensidad de la

corta aplicada. Los árboles correspondieron a diferentes fases de desarrollo, un 23,4% fueron árboles sobremaduros, un 72,2% maduros y un 4,3% juveniles.

Cuadro 1:Valores generales del bosque estudiado

VALORES GENERALES	
Densidad (árbol/ha)	165
Area Basal (m ² /ha)	23,1
Volumen (m ³ /ha)	188
Regeneración (plantas/ha)	203.222

En el piso se encontraron también ejemplares caídos, con un promedio de 9 árboles/ha, un área basal de 1,6 m²/ha y un volumen de 14 m³/ha. En porcentaje cayó el 5,6% de los árboles, con el 6 % del área basal y el 6% del volumen.



Figura 4: Vista aérea de Sector Predio Penitente, se puede distinguir sectores con y sin corta de protección, la red de caminos y canchas de trozas.

En este estudio no se incorporó la medición de tocones, lo que hubiera permitido conocer aspectos dasométricos del bosque antes de la intervención. Por lo tanto la situación más antigua que se pudo analizar, fue el estado inmediatamente posterior a la intervención.

La regeneración que se encontró en el estrato inferior, presentó una densidad promedio de 203.222 plantas por hectárea en diferentes grados de desarrollo y con alturas que variaron desde el estado de plántulas de unos pocos centímetros hasta plantas de 50 cm (cuadro 1). Acompañando a la regeneración, se encontraron en el piso plantas herbáceas, entre las que predominaron especies como: *Viola magallánica*, *Cardamine glacialis*, *Oxalis cornicula*, *Taraxacum officinalis*, *Bidens pilosa*, *Dactylis sp*, *Poa sp* y *Acaena ovalifoliata*; y algunas arbustivas de muy baja altura entre las que se encontraron: *Maytenus distica*, *Ribes sp* y *Berberis buxifolia*.

5.2. Existencias en el dosel de protección en función de la calidad de sitio

Cuando se observó la información obtenida en función de la calidad de sitio definidos como malo, regular y bueno por la altura de los árboles en el dosel de protección, se presentaron diferencias en los valores de los parámetros: densidad, área basal y volumen.

Cuadro 2: Resumen de valores dasométricos del dosel de protección y de la regeneración en función de la calidad de sitio

Calidad de Sitio	Altura Media (m)	Arb/Ha	Diámetro medio (cm)	Area basal (m ²)	Volumen (m ³)	Regeneración (plantas/ha)
Bueno	17,5	159	46	29,8	268	353.333
Regular	14,6	117	42	17,9	150	119.556
Malo	11,2	219	34	21,7	147	136.778

La cantidad de árboles, área basal y volumen, mostraron valores bajos con respecto al bosque virgen. Sin embargo la regeneración mostró valores cercanos a los máximos o superiores a los encontrados en bosques naturales (Cuadro 2).

Se pudo ver una relación directa entre la calidad del sitio y los parámetros altura media, diámetro medio y volumen. Es decir, los mayores valores se encontraron en los sitios buenos, los intermedios en los sitios regulares y los menores en los sitios malos. No ocurre lo mismo con el número de árboles y el área basal, parámetros que no mostraron relación alguna.

La cantidad de árboles en el dosel dependió de la existencia original, así como de la intensidad de la corta (el 50% de la existencia) y de la caída de ejemplares causada por el viento.

La altura media y el diámetro medio son valores fuertemente influenciados por la calidad de sitio. El área basal y el volumen fueron función del diámetro, además del número de árboles y sobretodo por la reducción de existencias en la corta de regeneración.

La densidad de la regeneración, es mayor en sitios buenos, pero además de la calidad de sitio, se vió favorecida, entre otros factores, por la disminución de la cobertura y la producción de semillas en los años anteriores.

5.3. Existencias en el dosel de protección en función de la clase de diámetro

Para analizar los resultados los árboles se agruparon por clase de diámetro.

Cuadro 3: Existencias en número de árboles, área basal y volumen por clase diametral para sitios malo, regular y bueno

Clase (cm)	árb/ha			área basal (m ² /ha)			volumen (m ³ /ha)		
	calidad de sitio			calidad de sitio			calidad de sitio		
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
0-20	25,4	4,0	9,3	0,57	0,09	0,19	3,57	0,64	1,51
21-40	142,0	64,0	68,7	10,27	5,74	5,88	68,01	46,10	50,34
41-60	45,4	35,3	41,3	4,67	6,84	8,13	60,00	57,04	72,45
61-80	5,4	13,3	35,3	1,81	4,89	12,62	13,00	42,83	115,35
81-...	0,7	0,7	4,7	0,37	0,40	2,95	2,74	3,57	28,08
Total	218,7	117,3	159,3	21,69	17,89	29,77	147,32	150,18	268,01

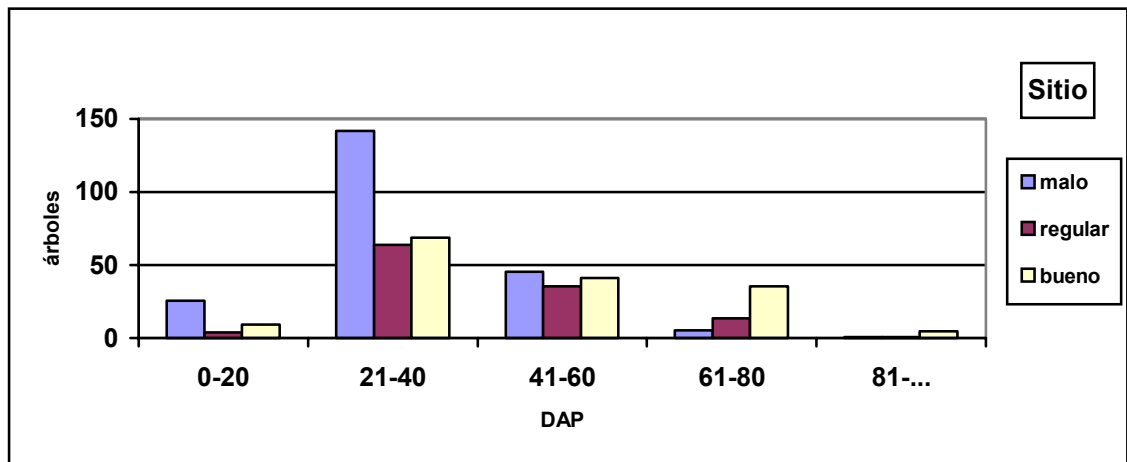


Figura 5: Densidad por clase de diámetro, comparando los tres tipos de sitio.

El **número de árboles** original del rodal fue modificado, fundamentalmente por una selección de ejemplares para constituir el dosel de protección. Se creó una cobertura homogénea, que favoreció las condiciones ambientales para el establecimiento de la regeneración natural. Influyó también la caída de árboles a causa del viento, que fluctúa entre un tres y un ocho por ciento de los individuos.

En las tres calidades de sitio se apreció una mayor cantidad de árboles en la clase entre 21 y 40 cm de diámetro. En el sitio malo sobre el 60% de los ejemplares estuvieron en esta categoría. En este sitio predominaron los árboles de dimensiones menores, con un 76% de ellos bajo los 40 cm de diámetro, a la vez que un 2,8 % estaban sobre los 60 cm de diámetro.

En el sitio regular la distribución diametral de los árboles a través de las clases de diámetro fue más gradual con un 60% de los árboles bajo los 40 cm y un 12 % superior a los 60 cm.

Finalmente en el sitio bueno tendió a haber más árboles de grandes dimensiones, aquí menos de un 50% de los árboles están bajo los 40 cm de diámetro y sobre un 25% de ellos estaban sobre los 60 cm.

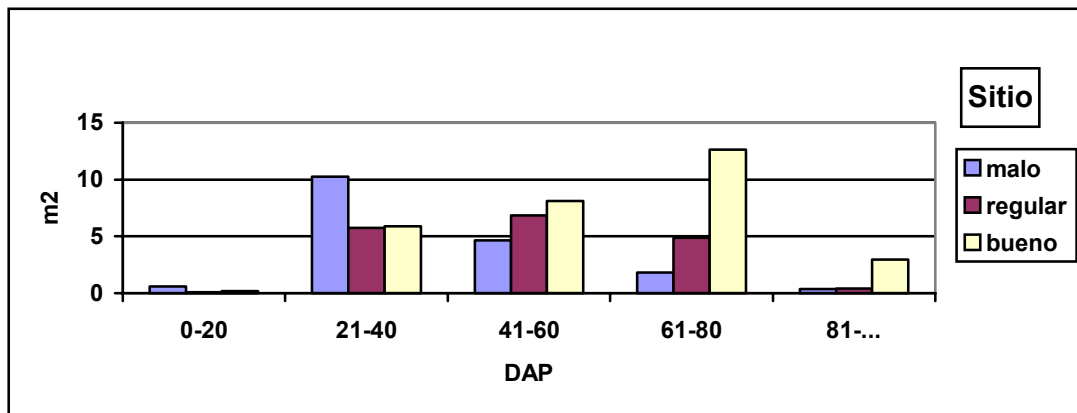


Figura 6: Área basal por clase diamétrica, comparando los tres tipos de sitio

En cuanto al **área basal** (figura 6), fue evidente la mayor importancia del diámetro de los árboles por sobre su número. En el sitio bueno pocos árboles sobre 40 cm sumaron el 80% del área basal. En los sitios regular y malo el efecto fue menos evidente, disminuyó la participación de los árboles sobremaduros y maduros a 68 y 32% respectivamente.

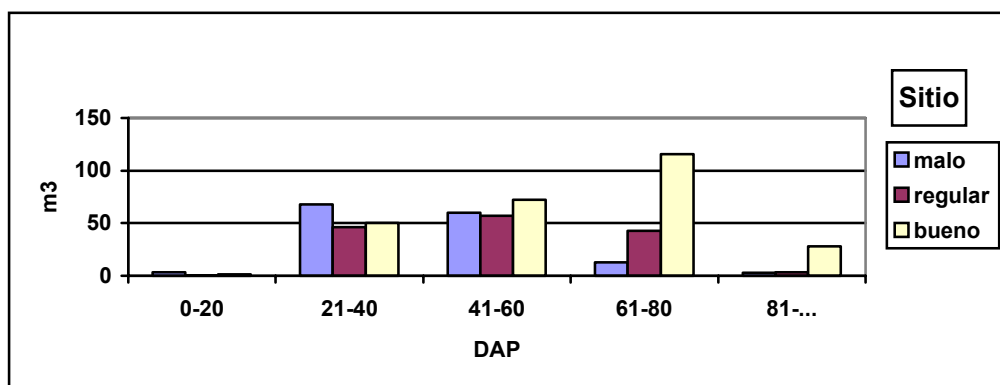


Figura 7: Volumen por clase diamétrica, comparando los tres tipos de sitio.

El **volumen** presentó un comportamiento similar al área basal a través de las clases de diámetro en los tres tipos de sitio (Figura 7). Influyó además del diámetro, la altura de los árboles con mayor importancia que su número por hectárea.

5.4. Existencias en función de la fase de desarrollo

Prácticamente todos los árboles en el dosel de protección fueron árboles maduros y sobremaduros. Esto se debió a que los árboles fueron escogidos sistemáticamente para constituir un dosel, buscando crear una cobertura homogénea sobre el terreno. En los sitios malos los árboles maduros y sobremaduros constituyeron el 97% del dosel de protección y en los sitios regulares y buenos prácticamente el 100% (cuadro 4). Esto se reflejó mejor en el área basal y el volumen (Figuras 8 y 9).

Cuadro 4: Existencias por fase de desarrollo, sitios malo, regular y bueno

CLASE (CM)	ARB/HA N° (%)			AREA BASAL M ² /ha (%)			VOLUMEN m ³ /ha (%)		
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
J	16,7 (7,8)	1,3 (1,1)	3,3 (2,1)	0,69 (3,2)	0,03 (0,2)	0,09 (0,3)	4,49 (3,0)	0,25 (0,2)	0,75 (0,3)
M	163,3 (75)	91,3 (78)	103,3 (65)	12,86 (59)	10,54 (59)	13,88 (47)	85,97 (58)	86,7 (58)	122,29 (46)
SM	38,7 (18)	24,7 (21)	52,7 (33)	8,14 (37)	7,41 (41)	15,80 (53)	56,86 (39)	63,23 (42)	144,57 (55)
Total	218,7	117,3	159,3	21,69	17,98	29,77	147,32	150,18	268,01

J: árboles juveniles

M: árboles maduros

SM: árboles sobremaduros

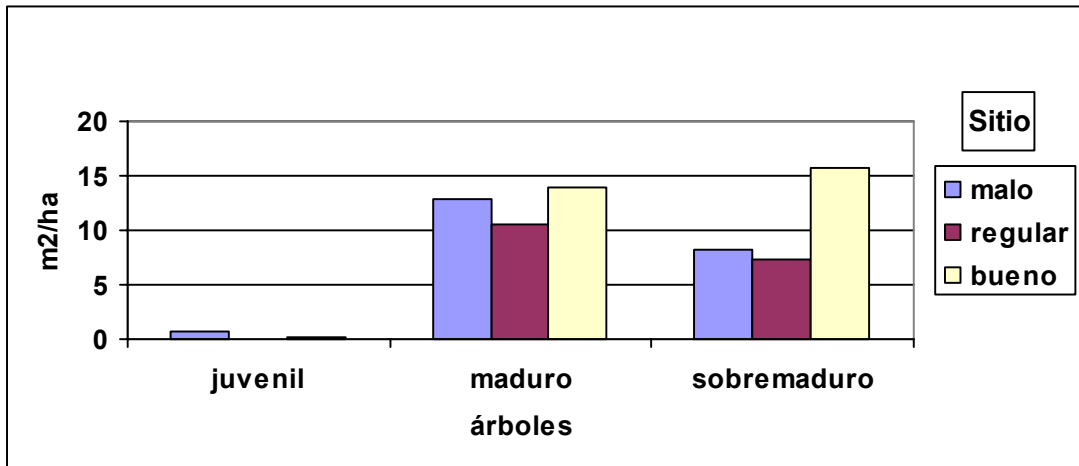


Figura 8: Area basal, por fases de desarrollo, comparando los tres tipos de sitio

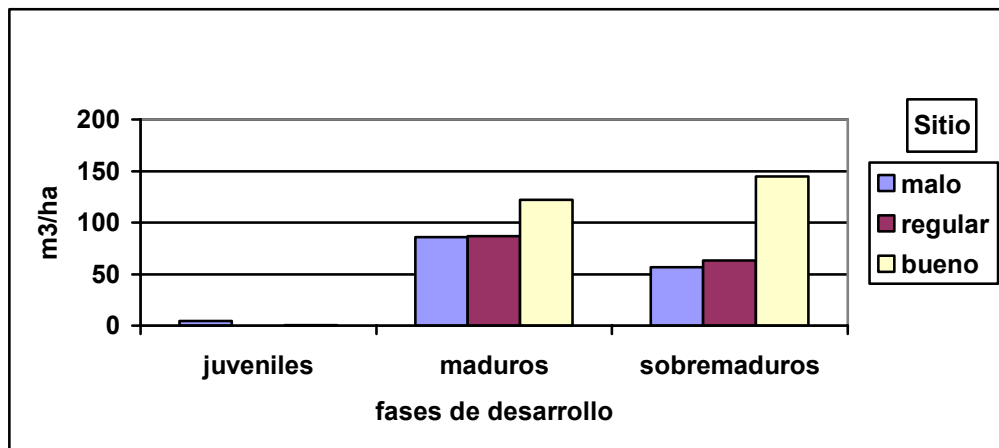


Figura 9: Volumen por fases de desarrollo, comparando los tres tipos de sitio.

El volumen por fase de desarrollo, siguió un comportamiento similar al área basal. Los valores máximos se encontraron en los árboles maduros para los sitios regular y malo. Para el sitio bueno el mayor valor se encontró en los árboles sobremaduros. Del mismo modo que el área basal, el volumen fue fuertemente influenciado por el diámetro y en menor importancia por el número de árboles (figura 9).

5.5. Estabilidad del dosel de protección

La apertura del dosel de protección después de la corta de regeneración realizada en 1992, permitió una mayor penetración del viento hacia el interior del bosque. El dosel de protección estaba constituido mayoritariamente por árboles maduros y sobremaduros, por lo que su reacción para adaptarse a las nuevas condiciones fue lenta. Algunos de estos ejemplares fueron, por lo tanto, descalzados, desarraigados y volteados por el viento. A esto hubo que agregar los problemas causados en las operaciones de volteo y maderero al interior del bosque, los que vienen a incrementar el efecto del viento, sumando más ejemplares caídos.

Las mediciones de estabilidad en el bosque se realizaron cuatro años después de la intervención. Los resultados reflejaron que el número de árboles caídos tiende a ser mayor en la medida en que mejora la calidad del sitio. Lo mismo se observó en área basal y en volumen (cuadro 5). En los sitios malos cayó el 2,7% de los árboles, valor que se duplicó en los sitios regulares con un 5,9% y que se triplicó en los sitios buenos con un 8,4%. Esto se pudo explicar por la mayor oposición al viento que presentaron los árboles de mayor altura, cuyo sistema radical superficial resistió mal el esfuerzo causado por el viento. A esto último se debe añadir que este bosque estaba arraigado en un suelo relativamente delgado.

Cuadro 5: Existencias y árboles caídos en los cuatro años transcurridos después de la intervención

Arb./Ha.			
Sitio	Malo	Regular	Bueno
Dosel Original	225	125	174
Caído	6,0	7,3	14,7
% Caído	2,7%	5,9%	8,4%
Dosel Actual	219	117	159
Area Basal (m²/ha)			
Sitio	Malo	Regular	Bueno
Dosel Original	22,2	19,2	32,8
Caído	0,6	1,2	3,1
% Caído	2,5%	6,2%	9,4%
Dosel Actual	22	18	30
Volumen (m³/ha)			
Sitio	Malo	Regular	Bueno
Dosel Original	151	160	296
Caído	3,8	9,7	27,8
% Caído	2,5%	6,4%	9,4
Dosel Actual	147	150	268,

Agregando los valores de los árboles caídos, a las existencias obtenidas en el inventario, fue posible reconstituir el dosel al momento inmediatamente después de la intervención.

La incorporación de éstos valores no alteró la relación observada anteriormente en el inventario. Tanto en número de árboles por hectárea, como en área basal y

volumen, fue evidente la relación directa entre la calidad del sitio y las pérdidas por caída de ejemplares (figuras 10, 11 y 12).

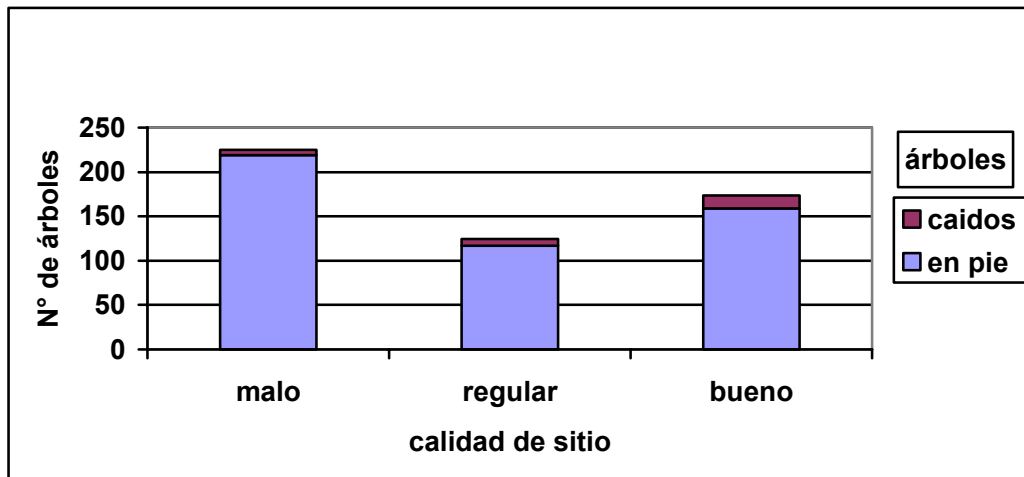


Figura 10: Densidad del dosel de protección después de la intervención.

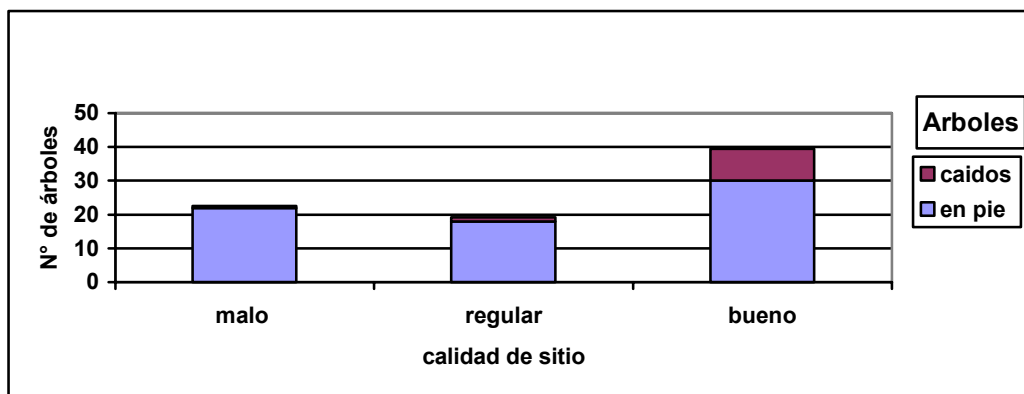


Figura 11: Área basal del dosel de protección después de la intervención.

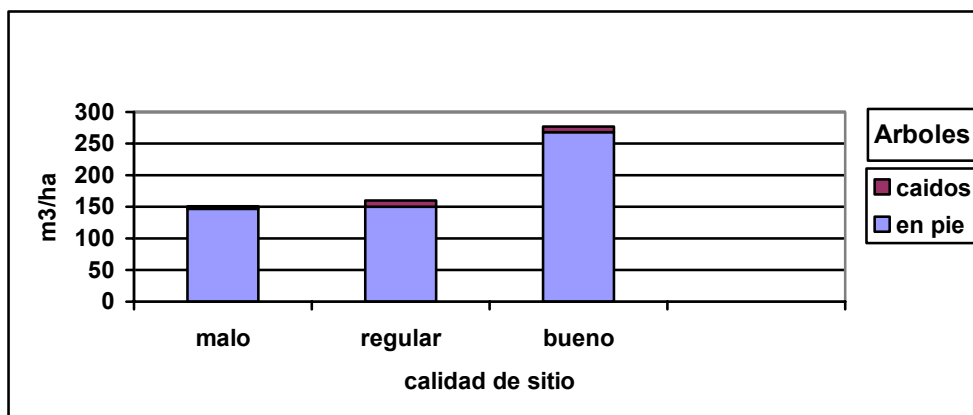


Figura 12: Volumen del dosel de protección después de la intervención

Detallando el análisis se desagregaron los datos de los árboles caídos por clases de diámetro. De este modo fue posible apreciar que en la medida que mejoró la calidad de sitio, cayó un número mayor de árboles, a la vez que estos fueron de diámetros mayores (Figura 13 y Cuadro 6).

Cuadro 6: Cantidad y porcentaje de árboles del dosel de protección caídos.

DIAM (cm)	CALIDAD DE SITIO		
	Malo Nº (%)	Regular Nº (%)	Bueno Nº (%)
0-20	-	-	-
21-40	5,0 (88)	4,0 (54)	6,7 (45)
41-60	1,0 (12)	2,6 (36)	2,7 (18)
61-80	-	0,7 (9)	5,3 (36)
Total	6,0	7,3	14,7

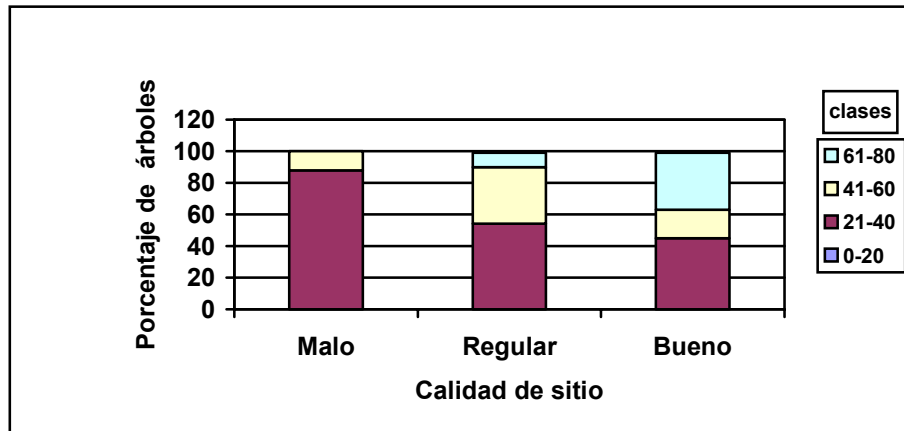


Figura 13: Porcentaje de árboles del dosel de protección caídos según clase de diámetro

5.6. Crecimiento de los árboles del dosel de protección

Los incrementos diametrales de los árboles en el dosel de protección, presentaron una leve tendencia a ser mayores en función de la calidad del sitio. Antes de la intervención los crecimientos fluctuaban entre 1,4 mm en los sitios malos y 1,7 mm en los sitios buenos. Después de la corta de protección, los crecimientos mejoraron y llegaron a valores entre 3,2 mm y 3,8 mm, algo más del doble a los anteriores. Estos incrementos mostraron la capacidad de reaccionar de los árboles después de la intervención, a pesar de que se trató mayoritariamente de ejemplares maduros y sobremaduros (figura 14).

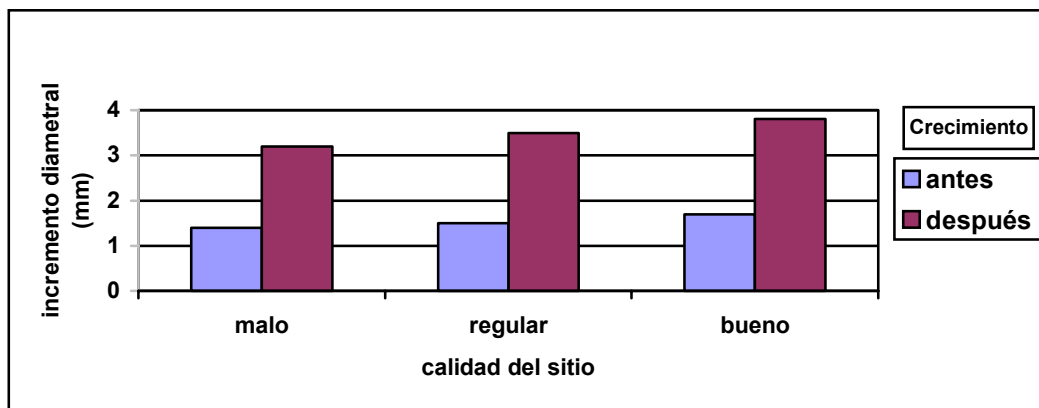


Figura 14: incrementos diametrales antes de la intervención de los árboles en función de la calidad del sitio antes y después de la intervención

Estadísticamente se verificó que los incrementos diametrales de los árboles en las diferentes calidades de sitio no presentan diferencias significativas entre sí, ni antes ni después de la intervención. Por esta razón se agruparon todos los valores y se calcularon funciones de crecimiento diametral para los períodos antes y después de la intervención para los tres tipos de sitio definidos.

El crecimiento de los árboles individuales se representa en un gráfico de ejes donde X corresponde al D.A.P. expresado en cm, e Y corresponde al crecimiento antes y después medido expresado en mm (figura 15)

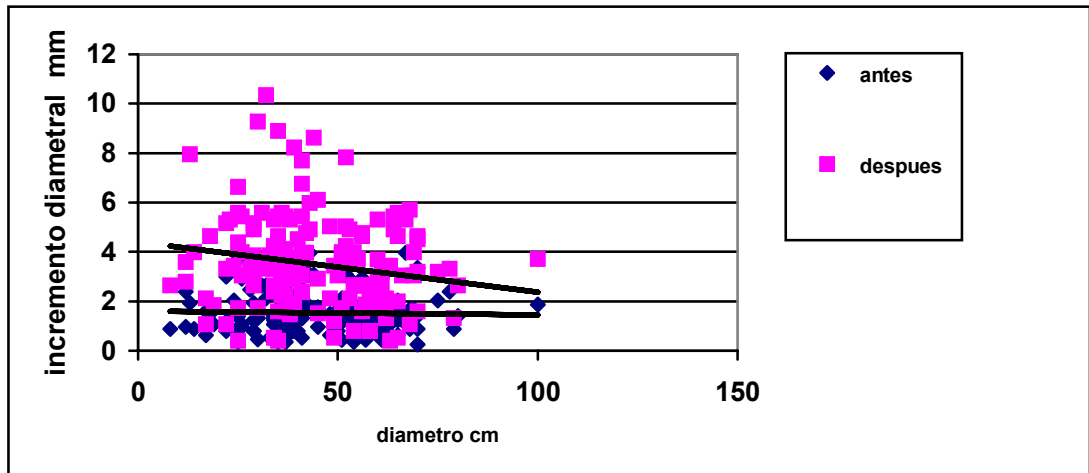


Figura 15: incrementos diametrales antes y después de la intervención.

Ambas líneas de ajuste del crecimiento antes y después de la intervención mostraron un comportamiento diferente en la medida en que aumenta el diámetro. La función obtenida para el crecimiento anterior a la intervención muestra un crecimiento diametral de los árboles prácticamente similar en todas las clases de diámetro. Después de la intervención, los árboles más beneficiados con la apertura del dosel fueron los juveniles. Los árboles en las clases diamétricas inferiores aumentaron su crecimiento en 2,5 veces. En cambio los árboles en las clases mayores solo incrementaron en dos veces su crecimiento.

Estas funciones de crecimiento aplicadas a los árboles de cada rodal permiten estimar los incrementos diametrales para la totalidad de los árboles inventariados así como también calcular los crecimientos del área basal y el volumen para el bosque (figura 15).

5.6.1. Crecimiento de los árboles en función de la clase de diámetro

El crecimiento diametral de los árboles, antes de la intervención fue similar a través de todas las clases diamétricas en las tres calidades de sitios. Varió entre 1,6 mm en los árboles de las clases de diámetro inferiores y 1,5 mm en las clases superiores. Después de la corta de regeneración se observó una importante reacción de todos los árboles del dosel de protección. La respuesta fue mayor en los árboles juveniles y disminuye en la medida en que aumentó el diámetro. En los árboles de las clases de diámetro menores, hasta 20 cm, el crecimiento se elevó de 1,6 mm a 4,1 mm (2,5 veces). En los árboles

sobre 60 cm de diámetro el crecimiento diametral fue menor, aumentó de 1,5 mm a valores del orden de 3,0 mm (2 veces) (Cuadro 7).

Cuadro 7: Crecimiento anual periódico de los árboles en el dosel de protección estratificados por clase de diámetro en sitios malos, regulares y buenos

Clase Diam. (cm)	Incremento sitio malo Diámetro (mm/año)		Incremento sitio regular Diámetro (mm/año)		Incremento sitio bueno Diámetro (mm/año)	
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior
0-10	1,6	4,2	1,6	4,2	1,6	3,8
11-20	1,6	4,1	1,6	4,0	1,6	3,9
21-30	1,6	3,9	1,6	3,9	1,5	3,7
31-40	1,5	3,7	1,5	3,7	1,5	3,5
41-50	1,5	3,5	1,5	3,5	1,5	3,4
51-60	1,5	3,2	1,5	3,1	1,5	3,1
61-70	1,5	3,1	1,5	3,0	1,5	2,9
71-80	1,5	2,9	1,5	2,8	1,5	2,7
81-...	1,5	2,7	1,5	2,6	1,5	2,5
Media	1,5	3,5	1,5	3,4	1,5	3,3

5.6.2. Crecimiento de los árboles en función de la fase de desarrollo

El crecimiento de los árboles agrupados por fases de desarrollo, mostró el mismo comportamiento que por clases diamétricas. Antes de la intervención, el crecimiento, fue similar en todas las calidades de sitio y varió entre 1,5 mm/año en los árboles sobremaduros y 1,6 mm/año en los árboles juveniles. Después de la intervención el crecimiento se elevó al doble con 3,1 mm/año en los árboles sobremaduros en los sitios

buenos, y en más del doble con 4,1 mm/año en los árboles juveniles de los sitios regulares.

La respuesta tendió a ser mejor en los sitios malos, intermedia en los regulares y menor en los sitios buenos. Esto se observó en todas las fases de desarrollo, excepto en los árboles juveniles del sitio regular, que mostraron el mayor crecimiento posterior a la intervención. Esto se atribuyó a una tendencia a mayor juventud general de los árboles en la medida en que es menor la calidad de los sitios (cuadro 8).

Cuadro 8: Crecimiento anual periódico del dosel sitios malo, regular y bueno por fase de desarrollo

Árboles	Incremento sitio malo Diámetro (mm/año)		Incremento sitio regular Diámetro (mm/año)		Incremento sitio bueno Diámetro (mm/año)	
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior
J	1,6	3,9	1,6	4,1	1,6	3,9
M	1,6	3,8	1,5	3,6	1,5	3,5
SM	1,5	3,4	1,5	3,2	1,5	3,1
Promedio	1,6	3,7	1,5	3,6	1,5	3,5

J: árboles juveniles

M: árboles maduros

SM: árboles sobremaduros

5.7. Crecimiento del dosel de protección

El crecimiento del dosel de protección fue de 0,35 m²/ha/año en área basal y 2,8 m³/ha/año en volumen (cuadro 9). Ambos valores fueron bajos en comparación con el bosque natural sin intervención. La información recogida en el inventario no permitió estimar los valores de área basal y de volumen del bosque, anteriores a la intervención.

A pesar de que la reacción de los árboles después de la intervención fue notablemente vigorosa, en el período de cuatro años transcurridos, no han logrado aprovechar completamente el sitio liberado. Esto era esperable porque el criterio de extracción no fue el de un raleo. El tratamiento buscó dejar una cobertura óptima, para establecer la regeneración en el piso.

Cuadro 9: Comparación del crecimiento en área basal y volumen con la existencia por tipo de sitio.

Tipo de Sitio	Arbol/ha	Area basal		Volumen	
		Existencia (m ² /ha)	Incremento (m ² /ha/año)	Existencia (m ³ /ha)	Incremento (m ³ /ha/año)
Malo	218,7	21,7	0,42	147	2,87
Regular	117,3	17,9	0,27	150	2,25
Bueno	159,3	29,8	0,37	268	3,41
Promedio	165,1	23,1	0,35	188,3	2,84

El crecimiento del área basal fue mayor en los sitios malos, lo que se explicó por el mayor número de árboles y la mayor proporción de árboles jóvenes. En los sitios buenos el mismo crecimiento fue levemente menor, debido a que estos árboles presentaron los mayores diámetros. Por último los sitios regulares presentaron el menor crecimiento en área basal lo que se debe al notable menor número de árboles (cuadros 2 y 9; figura 16).

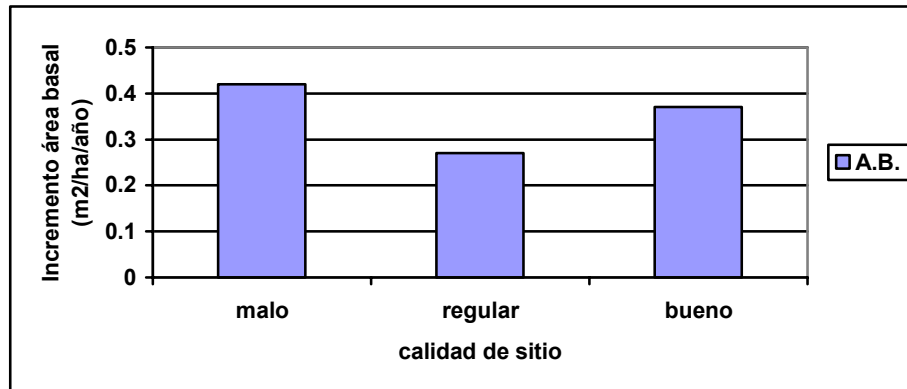


Figura 16: Crecimiento del bosque en cuanto a área basal por hectárea y por calidad de sitio.

En el crecimiento del bosque en volumen fue mayor en los sitios buenos y se explicó por el mayor tamaño de los árboles, tanto en diámetro como en altura. Los sitios malos presentaron un crecimiento en volumen menor, a pesar del mayor número de árboles, estos fueron de inferior tamaño. Por último el sitio regular presentó el inferior crecimiento en volumen, y se debió al notable menor número de árboles (figura 17).

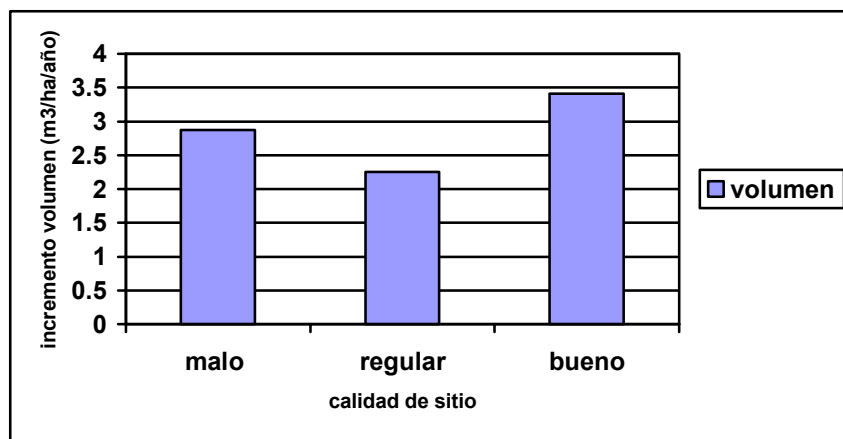


Figura 17: Crecimiento volumétrico por hectárea y por calidad de sitio

5.8. Regeneración

La densidad de plantas de regeneración en los bosques intervenidos fue buena. En promedio varió entre 119.556 plantas por hectárea en los sitios regulares hasta 353.333 en los sitios buenos. Pero debido a la gran variabilidad entre las muestras dentro de cada calidad de sitio (cada tratamiento), no es posible apreciar una diferencia estadística importante entre las diferentes calidades de sitio (entre los tratamientos).

En los tres sitios predominó la regeneración baja de 1 a 20 cm lo que indicó que una gran cantidad de plantas se estableció recientemente después de la intervención.

En cuanto al desarrollo de la regeneración, se observaron diferencias significativas. En los sitios malos solo había 111 planta/ha sobre 20 cm. En cambio en los sitios regulares y buenos se llegó a cifras sobre 40.000 y 80000 lo que se explica por las tasas de crecimiento de las plantas, mayores en estos sitio (Cuadro 10, y Figura 18).

Cuadro 10: Densidad de la regeneración por clase de sitio y por clase de altura.

Número de Plantas por Hectárea			
Clase	Sitio Malo	Sitio Regular	Sitio Bueno
1-20	136.667	79.111	264.889
21-50	111	40.444	88.444
50-200	-	-	-
200-...	-	-	-
Total	136.778	119.556	353.333

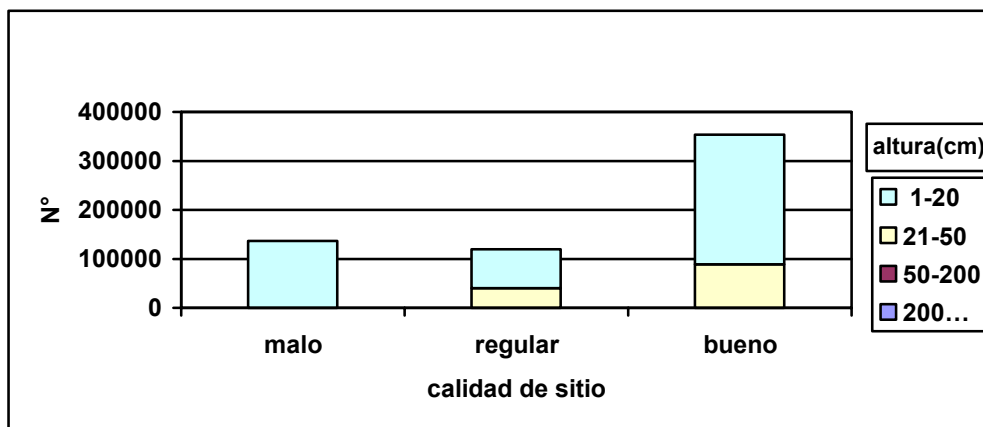


Figura 18: Regeneración, por tipos de sitio y por clases de altura

6. CONCLUSIONES

Las existencias actuales en el dosel de protección evidenciaron la extracción de un 50% del área basal original. Se dejó como dosel de protección preferentemente árboles maduros y sobremaduros en las clases de diámetro mayores y de más edad.

La apertura del dosel arbóreo generó condiciones de inestabilidad, lo que provocó la caída de árboles por viento. Las pérdidas fueron bajas, pero mayores mientras mejor fue la calidad del sitio.

El crecimiento en diámetro de los árboles en el dosel de protección, antes de la intervención, fue similar en las distintas clases de diámetro. Después de la intervención el crecimiento de los árboles aumentó. En los árboles juveniles y maduros el crecimiento llegó a 2,5 veces y en los sobremaduros alcanzó a duplicarse.

El crecimiento en diámetro de los árboles después de la intervención mostró una leve tendencia inversa en función de la calidad de sitio, pero no llegó a haber diferencias significativas.

En los primeros años después de la intervención, el desarrollo de la regeneración en altura es lento en los sitios malos, pero mejora en los sitios regulares y buenos.

La densidad de la regeneración fue buena, la mayor parte se originó después de la intervención.

7. BIBLIOGRAFIA

CONAF-CONAMA., 1997. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional sin Variables Ambientales. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 98 p.

DANIEL, T; HELMS, J; y BAKER, F., 1982. Principios de silvicultura. Mac Graw Hill. Mexico 492 p.

DOLLENZ, O., 1995. Los Arboles y Bosques de Magallanes. Editorial de la Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 123p.

DONOSO, C., 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. CONAF/PNUD/FAO. Santiago Chile. Documento de Trabajo N° 38.82p

DONOSO, C., 1996. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 483p

DRAKE, F., 1977. Haya (*Fagus sylvatica*) ¿ Un Modelo de Manejo Silvícola para *Nothofagus*?. CONAF, Documento N° 1073. 34 p y anexos.

FUENZALIDA, H., 1965. Clima. En: Geografía económica de Chile. Texto refundido. Corporación de Fomento de la Producción. Pp: 228-267.

GARRIDO, R., 1983. Legislación Forestal y Maderera: Tributación Forestal Santiago. Chile. 143 p.

HUSCH, B ; MILLER, C y BEERS, T., 1993. Forest Mensuration. Thirdt edition. Malbar, Fla Krieger. 402 p

MATTHEWS, J., 1991. *Silvicultural Systems*. Oxford: Claredon Press. 284 p.

MONTGOMERY, D., 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Latinoamericano. México 589 p.

NOVOA, R., 1989 *Mapa Agroclimático de Chile*. Ed Rafael Novoa S.A.. Santiago. INIA. 221 p

PERALTA, M. Y OYANDEL, E., 1981. Los Suelos del Sector de las Coles, Skyring, Magallanes. En *Boletín Técnico, Escuela de Ciencias Forestales*. U de Chile. N° 63, Dic. 1981 .53 p.

RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O.; y QUEZADA, M., 1983. *Flora Arbórea De Chile*. Editorial de la Universidad de Concepción. Universidad de Concepción. Concepción, Chile 408 p.

SCHLEGE, 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. Proyecto SERPLAC/CONAF XI Región-UACH. Universidad Austral Facultad de Ingeniería Forestal. Valdivia, Chile. Serie Técnica. Informe de Convenio N°8. 40 p.

SCHMALTZ, J., 1993. Aspectos de Regeneración del Haya y de la Lengua: una comparación . *Bosque* 14(2). P 19 y 23.

SCHMIDT, H.,1990. Antecedentes Silvícolas para los Bosques de Lengua y Coigüe Sector Río Condor, Tierra del Fuego. Informe Técnico S 1, Chile . 68 p y Anexos.

SCHMIDT, H. y CALDENTEY, J., 1994. *Apuntes del III Curso de Silvicultura De los Bosques de Lengua*. CONAF/CORMA AUSTRAL/UNIVERSIDAD DE CHILE. Punta Arenas. Chile.108 p

SCHMIDT, H. y CALDENTEY, J., 2001. Seguimiento Forestal y Ambiental del Uso de los Bosques de Lenga XII Región. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Corporación Nacional Forestal XII Región. Intendencia de la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Santiago, Chile. 92 p.

SCHMIDT, H. y URZUA, A., 1982. Transformación y Manejo de los Bosques De Lenga en Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 62 p.

SCHMIDT, H.; CALDENTEY, J.; y PEÑA, K., 1998. Informe, Seguimiento Forestal y Ambiental del uso de los Bosques de Lenga XII Región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. CONAF XII Región. Intendencia de la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

SCHMIDT, H.; CRUZ, G.; BOWN, H. Y PROMIS, A. 2001 Cuarto Curso de Especialización de Silvicultura Ordenación Bosques de Lenga. Apuntes de Silvicultura. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Monte Alto 2-9 Nov. 2001. Proyecto Fondef D99I103. 24 P.

SIEVERT, H., 1995. Estudio de Crecimiento para un Bosque Multietáneo de Lenga (*Nothofagus pumilio*) en Aysén, XI Región. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 60 p.

URIARTE, A. y GROSSE, H., 1991. Silvicultura. Los Bosques de Lenga, una Orientación para su Manejo, Recopilación Bibliográfica. Informe Técnico N°126, INFOR Concepción, Chile. 92 p.

VERNET, J., 1981. Historie et Repartition de L'hêtre. Institut National de la Recherche Agronomique Département des Recherches Forestières.

VITA, A., 1996. Los Tratamientos silviculturales. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 149 p.

APENDICE 1

Análisis de Varianza Para Regeneración

Existencias de Regeneración Por parcelas

Sitios Malos (Nº Parcela), Nº plantas	Sitios Regulares (Nº Parcela), Nº plantas	Sitios Buenos (Nº Parcela), Nº plantas
(1), 16	(3) 181	(2) 343
(4), 238	(7) 321	(6) 630
(5), 347	(9) 36	(8) 646

Σ malo = 601; Σ regular = 538; Σ bueno = 1619

$\Sigma x^2 = 1246272$

$\Sigma x = 2758$

Suma cuadrados totales = 401098,2

Suma cuadrado de los tratamientos = 245428,2

Andeva

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. Calculado
Tratamiento	245428,2	2	122714,1	4,72
Residuo	155669,2	6	25944,9	
Total	401098,2	8		

F tabla: $F_{,2;6; 0,001}=10,9$

$F_{,2;6;0,005}=5,14$

No se encuentra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.