

o/H. 1225  
B11a

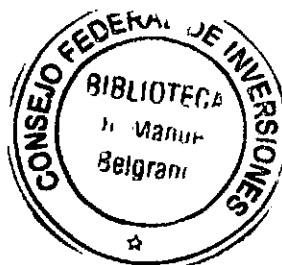
46690

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LA  
APLICACIÓN DE CORTAS DE SELECCIÓN COMO  
SISTEMA DE MANEJO FORESTAL, EN LA PROVINCIA DE  
TIERRA DEL FUEGO. SEGUNDA FASE**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**GOBIERNO DE TIERRA DEL FUEGO,  
ANTÁRTIDA  
E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR**

**INFORME FINAL**



19 de Mayo de 2004

4/6/80

***Autoridades de la Provincia de T. del Fuego***

Gobernador: Don Jorge Colazo

Ministro de la Producción: Med. Vet. Marcelo Morandi

Subsecretario de Planeamiento, Ing. Oscar Bianciotto

Subsecretario de Recursos Naturales: Ing. Sergio Luppó

***Autoridades del Consejo Federal de Inversiones***

Secretario General, Ing. Juan José Ciáccera

Director de Recursos Financieros, Ing. Ramiro Otero

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LA  
APLICACIÓN DE CORTAS DE SELECCIÓN COMO  
SISTEMA DE MANEJO FORESTAL, EN LA PROVINCIA DE  
TIERRA DEL FUEGO. SEGUNDA FASE**

**Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico**

Asistencia Técnica

**José Omar BAVA**

**Pablo Martín LÓPEZ BERNAL**

Supervisión en la Provincia de Tierra del Fuego

**Luis COLOMBO**

Supervisión en el Consejo Federal de Inversiones

**Guillermo TOLONE**

## RESUMEN

La factibilidad técnica de la aplicación del sistema de cortas de selección en grupo depende de varios factores, muchos de los cuales ya han sido estudiados. El presente trabajo apunta a brindar información acerca de la recuperación de la posibilidad al término del ciclo de cortas, asumiendo como hipótesis que es técnicamente posible orientar el bosque a un monte alto irregular a través del sistema de corta de selección en grupos, con un ciclo de corta de aproximadamente 35 años y una posibilidad que tienda a ser al menos igual a la corta que se realizó. Para ello se realizaron mediciones en 60 parcelas de 0.25 hectáreas en bosques aprovechados, se instalaron 3 ensayos de aplicación de cortas de selección en grupo y se remidió un ensayo instalado en 1996. La muestra representó adecuadamente los rangos de calidad de sitio e intensidad de corta que son propios de los aprovechamientos realizados en la época considerada. No se detectó una incidencia directa de la intensidad de corta ni de la calidad de sitio sobre los daños en el rodal remanente. En este sentido, la estructura podría tener un papel relevante, siendo los rodales irregulares los que presentaron los menores daños. En términos de volumen maderable, los rodales que fueron intervenidos con cortas suaves, ya disponen de la misma cantidad de plantas de dimensiones similares a las que se cortaron. Rodales sometidos a cortas moderadas a fuertes no están en condiciones de recuperar el volumen que fue extraído en la primera corta, aunque la situación es mejor en bosques de estructura irregular. Los ensayos realizados sugieren que la aplicación del método de cortas de selección en grupo no implica un aumento excesivo en los costos de aprovechamiento (15 %) ni una renuncia significativa a la cosecha de volúmenes maderables (20 %). El sistema podría usarse en bosques con estructuras irregulares, aplicando cortas suaves a moderadas pero el éxito del mismo dependerá del stock de individuos menores de 35 cm de DAP con potencial maderable que sean dejados en pié, preferiblemente con condiciones de crecimiento mejores que las originales, ya que estos individuos son los responsables de la recuperación del volumen cortado. En este sentido, factores como la aplicación de un diámetro mínimo de corta superior a 35 cm y un aprovechamiento cuidadoso son factores que pueden contribuir mucho a la sustentabilidad del sistema.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es nuestro deseo agradecer a todos los han aportado su esfuerzo en la realización de este trabajo. que han sido muchos y muy valiosos todos ellos. Durante la realización de este proyecto. la Provincia de Tierra del Fuego atravesó cambios políticos que se tradujeron en cambios en las distintas áreas con las que debíamos interactuar. pero aún así recibimos siempre un gran apoyo por parte de todo el personal tanto de la Subsecretaria de Planeamiento como de la Subsecretaría de Recursos Naturales. Especialmente debemos nuestro agradecimiento a la gestión y apoyo del Ing. Jorge Ontivero, Subsecretario de Desarrollo y del Ing. Ricardo Hlopec, de la operadora Provincia-CFI y de la gran colaboración de la contraparte provincial. Ing. Luis Colombo. Asimismo fue muy útil para nosotros contar con la experiencia y capacidad de trabajo de L. Collado, H. Vargas y P. Velásquez. Para finalizar, queremos mencionar la invaluable colaboración que obtuvimos para la realización de los ensayos a campo por parte Sr. Padín, del Ing. Fabián Boyeras, del Sr. J. Santana y del Sr. J Rusch.

## ÍNDICE GENERAL

1	Introducción.....	1
1.1	Objetivo general:.....	4
1.2	Objetivos específicos: .....	4
1.3	Objetivos específicos de la fase II:.....	4
2	Materiales y Métodos .....	5
2.1	Caracterización del sistema de selección en grupos.....	5
2.1.1	Área de estudio.....	5
2.1.2	Criterios de marcación .....	6
2.1.3	Estado inicial del bosque en los ensayos.....	7
2.1.4	Determinación de la productividad en los ensayos .....	7
2.2	Producción de madera aserrable del sistema de selección en grupos .....	8
2.2.1	Análisis de aprovechamientos antiguos .....	8
2.2.1.1	Área de estudio.....	8
2.2.1.2	Diseño de muestreo .....	10
2.2.1.3	Unidad de muestreo .....	10
2.2.1.4	Caracterización de los rodales analizados.....	10
2.2.1.4.1	Estructura del rodal .....	10
2.2.1.4.2	Calidad de sitio.....	13
2.2.1.4.3	Potencial productivo .....	14
2.2.1.5	Caracterización de las intervenciones observadas .....	14
2.2.1.5.1	Antigüedad de los aprovechamientos .....	14
2.2.1.5.2	Intensidad de la corta .....	15
2.2.1.6	Daños posteriores al aprovechamiento .....	15
2.2.1.7	Recuperación del potencial productivo.....	15
2.2.2	Remediación de un ensayo de 9 años de antigüedad .....	16
2.2.2.1	Área de estudio.....	16
2.2.2.2	Muestreo.....	17
2.2.2.3	Análisis de datos .....	17
2.3	Diferencias de costos entre el sistema de selección en grupos y las cortas tradicionales .....	18
3	Resultados .....	19
3.1	Caracterización del sistema de selección en grupos.....	19

3.1.1	Estado inicial del bosque en los ensayos.....	19
3.1.2	Resultados de la marcación.....	21
3.1.3	Productos obtenidos .....	23
3.2	Producción de madera aserrable del sistema de selección en grupos .....	24
3.2.1	Análisis sobre rodales aprovechados de manera tradicional.....	24
3.2.1.1	Estado inicial de los rodales.....	24
3.2.1.1.1	Estructura .....	24
3.2.1.1.2	Calidad de sitio.....	26
3.2.1.1.3	Potencial productivo .....	28
3.2.1.2	Características de las intervenciones observadas.....	29
3.2.1.2.1	Antigüedad de los aprovechamientos .....	29
3.2.1.2.2	Intensidad de la corta .....	29
3.2.1.3	Daños posteriores a la corta .....	32
3.2.1.4	Recuperación del potencial productivo de los rodales.....	34
3.2.1.4.1	La recuperación y los daños post aprovechamiento.....	34
3.2.1.4.2	La recuperación y la intensidad de corta.....	36
3.2.1.4.3	La recuperación y la calidad de sitio.....	37
3.2.1.4.4	La recuperación y la estructura .....	38
3.2.2	Análisis sobre el ensayo de Río Valdez de 1995 .....	39
3.3	Diferencias en los costos de aprovechamiento del sistema de selección en grupos respecto de las cortas tradicionales .....	40
3.3.1	Costos incrementales de marcación .....	40
3.3.2	Costos incrementales de aprovechamiento .....	41
3.3.3	Volumen maderable remanente.....	41
3.3.4	Incidencias sobre los costos de aprovechamiento .....	42
4	Discusión.....	43
4.1	Consideraciones sobre la metodología del trabajo.....	43
4.2	Características de la muestra.....	43
4.3	Caracterización de las cortas de selección en grupo .....	45
4.4	Potencial productivo y recuperación de la posibilidad.....	45
4.5	Daños posteriores a la corta .....	47
4.6	Costos de aprovechamiento.....	48
5	Conclusiones .....	49
6	Bibliografía.....	51

7 Anexo I: Resumen de los datos utilizados para el análisis de los  
aprovechamientos antiguos ..... 54



## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1.</i>	Equivalencias entre la altura dominante del rodal y las clases de calidad de sitio propuestas por Martínez-Pastur et al. (1997).....	13
<i>Cuadro 2.</i>	Parámetros dasométricos del bosque en los tres ensayos realizados .....	19
<i>Cuadro 3.</i>	Intensidad de marcación en cada ensayo, en términos de AB marcada ( $m^2/ha$ ) y de porcentaje del AB original que fue marcado. ....	21
<i>Cuadro 4.</i>	Cantidad de árboles marcados por ha y AB marcada por ha en cada ensayo, discriminando los individuos marcados para la corta y para el anillado. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representan estos valores discriminados respecto del total (corta más anillado). ....	22
<i>Cuadro 5.</i>	Cantidad de bosquetes formados, liberados o conducidos por hectárea a través de la marcación, y número promedio de árboles marcados por bosquete en cada ensayo.....	22
<i>Cuadro 6.</i>	Cantidad de rollizos de cada calidad y volumen maderable obtenidos por hectárea en cada ensayo.....	23
<i>Cuadro 7.</i>	Cantidad estimada de producto tabla que obtendría del aserrado de los rollizos apeados (en $pie^2/ha$ ) clasificados según los criterios comerciales de Tierra del Fuego en cada ensayo. ....	23
<i>Cuadro 8.</i>	Promedio para cada clase de Valoración Visual del Crecimiento (VVC) del Crecimiento Corriente Anual (CCA) para el período posterior al aprovechamiento. Se indica el tamaño de la muestra (n), el error estándar de la media (EEM) y los valores mínimo y máximo de cada caso. ....	24
<i>Cuadro 9.</i>	Parámetros de la regresión que predice el DAP en función del diámetro y la altura del tocón. ....	25
<i>Cuadro 10.</i>	Promedios de los parámetros dasométricos estimados del bosque original, discriminados por la estructura original.....	28
<i>Cuadro 11.</i>	Intensidades de corta promedio, expresadas en términos absolutos ( $m^3/ha$ ) y relativos (como porcentaje del área basal original) y diámetro cuadrático medio de los individuos apeados para cada tipo de estructura, agrupadas en irregulares, biestratificadas y regulares. ....	30
<i>Cuadro 12.</i>	Intensidades de corta promedio a lo largo del período analizado. ....	31

<i>Cuadro 13.</i>	Intensidad de los aprovechamientos en términos de porcentaje del AB y de la abundancia iniciales según el volumen maderable que presentaba cada rodal antes de ser intervenido.....	32
<i>Cuadro 14.</i>	Pérdidas post-aprovechamiento, expresada como porcentaje del AB original, originadas por la caída o muerte de individuos en cada clase de estructura.....	32
<i>Cuadro 15.</i>	Coefficiente de correlación de la cantidad de individuos potencialmente aptos con DAP entre 10 y 35 cm con la el volumen maderable total al final del ciclo y la el porcentaje de recuperación del volumen extraído.....	39
<i>Cuadro 16.</i>	Cantidad de árboles potencialmente maderables con diámetros entre 10 y 35 cm que quedaron en pie luego del aprovechamiento en cada clase de estructura.....	39
<i>Cuadro 17.</i>	Parámetros del bosque en el ensayo de Río Valdez en el momento previo a la corta (1994), parámetros de la corta (corta), del bosque inmediatamente después de la corta (1995), de las pérdidas post-aprovechamiento (pérdidas), del momento posterior a las pérdidas (1996), del momento en que se remidió el ensayo (2003) y de la proyección al fin del primer ciclo de cortas (2030).....	40
<i>Cuadro 18.</i>	Volumen maderable (VM) que presentaba el bosque en cada ensayo (Inicial), VM aprovechado y VM remanente.....	42
<i>Cuadro 19.</i>	Diferencias de costos de aprovechamiento entre la situación actual (sin manejo) y un sistema de manejo por cortas de selección en grupo.....	42

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Ubicación de los tres ensayos de marcación y corta en la Reserva Forestal Río Valdez y Arroyo Ginebra.....	5
<i>Figura 2.</i>	Ubicación del área de estudio en la provincia de Tierra del Fuego.....	9
<i>Figura 3.</i>	Ubicación de los cuarteles forestales estudiados en la Cuenca del lago Fagnano (Fuente: Yapura 1999).....	10
<i>Figura 4.</i>	Plano de la parcela de tratamientos realizados sobre la margen del río Valdez. Tratamiento 1: testigo, tratamiento 2: corta de selección en grupos, tratamiento 3: entresaca selectiva, tratamiento 4: corta de selección individual, tratamiento 5: corta de protección. Fuente: Bava 1997.....	17

<i>Figura 5.</i>	Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 1.....	19
<i>Figura 6.</i>	Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 2.....	20
<i>Figura 7.</i>	Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 3.....	21
<i>Figura 8.</i>	Residuales de la regresión realizada para determinar el DAP de los árboles aprovechados.....	25
<i>Figura 9.</i>	Frecuencia de parcelas con cada estructura estimada para el momento anterior a la corta.....	26
<i>Figura 10.</i>	Frecuencia y porcentaje de parcelas que presentó cada clase de altura dominante.....	27
<i>Figura 11.</i>	Frecuencia y porcentaje de parcelas para cada calidad de sitio.....	27
<i>Figura 12.</i>	Frecuencia y porcentaje de parcelas con cada clase de antigüedad del aprovechamiento.....	29
<i>Figura 13.</i>	Frecuencia de parcelas que presentó cada clase de intensidad de aprovechamiento en términos de porcentaje del área basal extraída.....	30
<i>Figura 14.</i>	Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo.....	33
<i>Figura 15.</i>	Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo y de la calidad de sitio agrupada en tres categorías.....	33
<i>Figura 16.</i>	Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo y de la estructura original del bosque.....	34
<i>Figura 17.</i>	Volumen maderable al final del ciclo en función de las pérdidas post aprovechamiento expresadas como porcentaje del AB inicial que representan los individuos muertos y los abatidos por el viento.....	35
<i>Figura 18.</i>	Recuperación del potencial productivo (porcentaje del volumen extraído en la primer corta que representa el volumen maderable al año 35), en función de las pérdidas post aprovechamiento expresadas como porcentaje del AB inicial que representan los individuos muertos y los abatidos por el viento.....	35
<i>Figura 19.</i>	Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del	

volumen extraído en el año 0) en función del porcentaje del área basal extraída en la primer intervención.....	36
<i>Figura 20.</i> Volumen maderable al final del ciclo de cortas (35 años) según la intensidad del aprovechamiento en términos de porcentaje del AB inicial extraída.....	37
<i>Figura 21.</i> Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del volumen extraído en el año 0) en función de la calidad de sitio.....	37
<i>Figura 22.</i> Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del volumen extraído en el año 0) y volumen maderable al final del ciclo en función de la estructura original del bosque.....	38

## I INTRODUCCIÓN

La factibilidad técnica de la aplicación del sistema de cortas de selección en grupo en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) de Tierra del Fuego depende de varios factores. Muchos de estos factores ya han sido estudiados y se podría afirmar que la dinámica del bosque permite que se ejecuten con éxito estas cortas (Veblen 1985, Schmidt y Urzúa 1982, Rebertus y Veblen 1993, Bava 1997). Por otro lado, la regeneración se establece y se desarrolla satisfactoriamente en los claros abiertos (López Bernal *et al.* 2003, Antequera 2002, Costa 1999). El punto que queda pendiente es la recuperación de la posibilidad al término del ciclo de cortas, ya que sólo se ha realizado una estimación en la provincia de Chubut (Berón 2003). El presente trabajo apunta a brindar información sobre este punto.

La mejor manera de realizar un manejo sustentable del bosque es basarse en la imitación de procesos naturales, apartándose en la menor medida posible de los mismos para obtener el producto deseado (Richter y Frangi 1992). En los bosques de lenga de Tierra del Fuego se ha documentado la ocurrencia de procesos dinámicos muy diferentes, que van desde la dinámica de claros (donde la regeneración natural se establece como consecuencia de la caída por viento de unos pocos árboles) hasta disturbios masivos como la caída de cientos de hectáreas de bosque virgen por efecto de una tormenta.

Por este motivo, se han propuesto para el manejo de lenga sistemas diferentes como las cortas de protección y talas rasas, que imitan los disturbios masivos, y cortas de selección en grupos que imitan la dinámica de claros. Estas propuestas se basan en estudios y experiencias realizados tanto en Argentina como en Chile (Schmidt y Urzúa 1982, Schmaltz 1992, Bartsch y Rapp 1995, Antequera 2002).

Ahora bien, el manejo sustentable, que transforme las áreas de bosque potencialmente productivo (virgen o aprovechado) en áreas de bosque manejado, requiere de una condición imprescindible: debe haber una inversión en silvicultura. En este sentido, entre estos sistemas hay una diferencia muy importante.

En las cortas de protección y la tala rasa se hace una primera intervención donde se cosecha la madera aserrable, y se requiere de dos o tres intervenciones silvícolas más hasta poder hacer una próxima cosecha. Si estas intervenciones no se realizan, el bosque queda económicamente improductivo por al menos 150 años. Es decir, la inversión necesaria para el manejo del bosque está separada temporalmente de la cosecha de madera aserrable. Como

consecuencia de este hecho, estas intervenciones no se han realizado ni en Chile ni en Argentina.

En la corta de selección por grupos, la inversión necesaria (consistente en regular el tamaño de los claros, favorecer el desarrollo de individuos jóvenes de buena forma o liberar la regeneración avanzada) se debe realizar al mismo tiempo que la cosecha, lo que facilitaría el control inmediato por parte de la autoridad de aplicación. Desde este punto de vista, el sistema de corta de selección por grupos presenta una ventaja sobre los otros sistemas mencionados. En relación con la producción, en general pueden extraerse volúmenes similares de madera aserrable que la obtenida mediante las operaciones habituales.

El sistema de cortas de selección por grupo se basa en que el bosque remanente después de la corta, alberga árboles jóvenes de aptitud maderable que serán cosechados en la próxima intervención. Los rodales intervenidos se ven afectados en su estabilidad, de manera diferente según la estructura original, la topografía y el tipo de intervención. Este debilitamiento provoca en Tierra del Fuego la caída de árboles con posterioridad al aprovechamiento, fenómeno que puede afectar seriamente la calidad del rodal remanente. En Tierra del Fuego los derrumbes por viento plantean una duda lógica sobre la posibilidad real de implementación de este sistema. ¿Los árboles del bosque remanente se mantendrán creciendo satisfactoriamente hasta la próxima intervención o se verán dañados por el viento y no estarán disponibles?

Para que el sistema de cortas de selección pueda aplicarse, los rodales sometidos a estas cortas deben mantener la estabilidad necesaria para conservar durante un ciclo de corta (o ciclo de rotación de la entresaca), una cantidad suficiente de árboles de aptitud maderable sin sufrir daños. De lo contrario, el manejo forestal deberá realizarse mediante sistemas que promuevan bosques regulares a través de cortas drásticas como la corta de protección o la tala rasa.

Manejando el bosque a través de cortas de selección, podría fijarse un ciclo de corta de 35 a 40 años, es decir, se podrían realizar cortas en los mismos rodales cada 35 o 40 años, cosechando cada vez no más de un tercio del área basal (AB) presente y realizando la inversión en silvicultura necesaria. En cambio, si se maneja el bosque a través de cortas de protección o talas rasas, sería necesario esperar de 90 a 100 años (si se aplican medidas silviculturales) o de 180 a 200 años (si no se hacen las inversiones necesarias) para volver a intervenir un rodal. Como consecuencia, la superficie de bosque que se podría intervenir por año en forma sustentable (posibilidad) podría ser objeto de un cálculo muy diferente si se utiliza un sistema o el otro. Por este motivo, la elección del sistema a adoptar es trascendental.

En el presente trabajo se asume como hipótesis que es técnicamente posible orientar los bosques de Tierra del Fuego a un monte alto irregular a través del sistema de cortas de selección en grupos, con un ciclo de corta de aproximadamente 35 años y una posibilidad que en cada sitio tienda a ser por lo menos igual a la corta que se realizó o a un volumen meta prefijado.

La Provincia de Tierra del Fuego es la provincia más joven del país, con menos de 10 años de existencia institucional y ha realizado una definición de su estrategia para construir un futuro mejor, de oportunidades de crecimiento y desarrollo.

A partir del diagnóstico y evaluación de las problemáticas fundamentales identificadas y que limitan la construcción de un futuro mejor, se genera la necesidad de anticiparse y plantear las alternativas para superar las dificultades actuales, y además definir un rumbo claro de desarrollo provincial a partir de un plan estratégico provincial. Para ello en primer lugar se plantearon las imágenes de futuro que se pretenden construir. Estas son, entre otras, las siguientes:

- Una provincia con elevado nivel de calidad de vida y con un alto nivel de desarrollo humano.
- Tierra del Fuego: modelo argentino de desarrollo productivo sustentable en base al aprovechamiento integral de los recursos naturales.
- Tierra del Fuego: destino turístico nacional e internacional de calidad.
- Tierra del Fuego: centro industrial de alta calidad, dinamismo e innovación.
- Una provincia reconocida nacional e internacionalmente por su naturaleza y por la protección de sus recursos naturales.

Entre las premisas básicas del Plan de Desarrollo, se destacan:

- El desarrollo provincial debe ser integral.
- El desarrollo provincial debe ser socialmente inclusivo y culturalmente innovador.
- El desarrollo provincial debe ser respetuoso del medio ambiente.

De acuerdo a la descripción de la situación futura y a las premisas del plan, el manejo forestal debe realizarse de acuerdo a principios y criterios de sustentabilidad y debe tender a desarrollar la industria de la provincia. El proyecto genera parte de la información necesaria para dar un marco de sustentabilidad al manejo de los bosques de la provincia, permitiendo la elaboración de reglas claras sobre el abastecimiento sostenible de materia prima para la industria. En este sentido, el proyecto corresponde a la continuación de una serie de trabajos

realizados, como el Inventario de los bosques de la provincia, la realización de experiencias silvícolas y la evaluación del estado de rodales sometidos a floreo.

### **1.1 *Objetivo general:***

- Determinar la factibilidad técnica de la aplicación del sistema de cortas de selección en bosques de lenga de Tierra del Fuego.

### **1.2 *Objetivos específicos:***

- Cuantificar los daños producidos por viento posteriores al aprovechamiento forestal en rodales sometidos a diferentes intensidades de corta.
- Cuantificar la calidad productiva de rodales intervenidos en términos de capacidad de producción de madera aserrable.
- Determinar si los rodales remanentes después de intervenciones moderadas (con extracción de menos del 30 % del área basal) mantienen la estabilidad necesaria hasta que concluya el ciclo de corta.

### **1.3 *Objetivos específicos de la fase II:***

- Estimar los parámetros dasométricos del bosque estudiado al momento en que fueron sometidos al aprovechamiento.
- Determinar las características de dicho aprovechamiento en términos de número de individuos, área basal y volumen por hectárea extraídos, distribuciones de frecuencias diamétricas de los árboles cortados y otros parámetros dasométricos de interés.
- Determinar la proporción de plantas del rodal remanente que fue derribada por el viento con posterioridad al aprovechamiento forestal, evaluando la incidencia de la intensidad de corta, la estructura inicial y la calidad de sitio.
- Determinar la recuperación del bosque desde que fue sometido a la primera intervención hasta que se cumple un hipotético ciclo de cortas, en términos de volumen maderable, evaluando diferentes intensidades de corta en diferentes estructuras.



## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del sistema de selección en grupos

#### 2.1.1 Área de estudio

Para la caracterización de la primera intervención enmarcada en un sistema de selección en grupos, se realizaron tres ensayos en superficies ubicadas dentro de los planes anuales de corta de dos aserraderos de la localidad de Tolhuin que serían ejecutados inmediatamente después de realizada la marcación. Estas superficies se ubicaron una en la Reserva Forestal Río Valdez (5,18 ha), y las dos restantes sobre la margen del arroyo Ginebra (1,5 y 4,75 ha) (Figura 1).

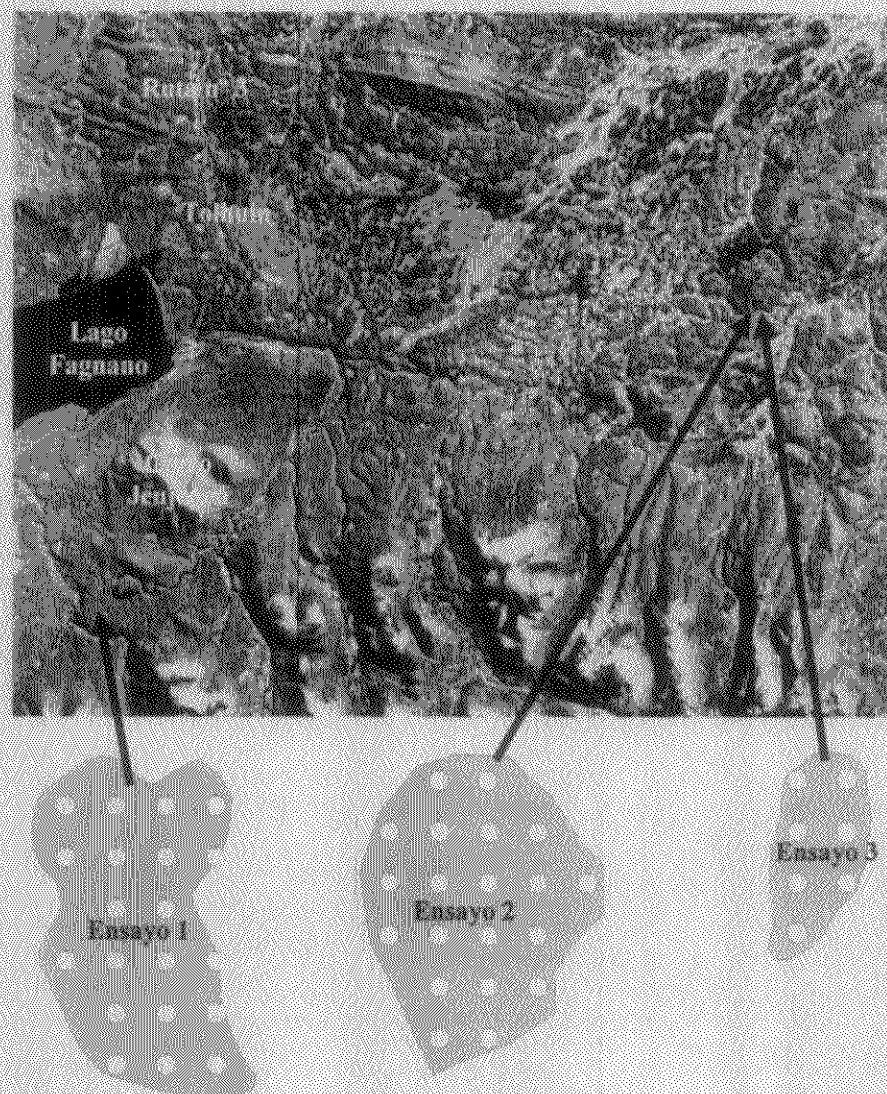


Figura 1. Ubicación de los tres ensayos de marcación y corta en la Reserva Forestal Río Valdez y Arroyo Ginebra.

### 2.1.2 Criterios de marcación

La marcación realizada sobre la superficie de estudio estuvo centrada en dos puntos principales: por un lado se realizó la marcación de los individuos que ya presentaban aptitud aserrable y por otro lado, a este objetivo se le sumó la meta de realizar algunas intervenciones adicionales que tiendan a mejorar las condiciones de crecimiento de los individuos pertenecientes a las generaciones que podrán ser aprovechadas luego de transcurridos uno, dos o tres ciclos de corta de 35 años cada uno. Específicamente, estas intervenciones adicionales consistieron en la corta o anillado de individuos no maderables que permitan una de las siguientes acciones (o una combinación de ellas):

- Establecer unidades de regeneración (bosquetes) a partir de la cosecha de los árboles de aptitud aserrable disponibles en el rodal y el anillado complementario de individuos vecinos sin aptitud forestal, de manera de generar un claro donde pueda desarrollarse satisfactoriamente un bosque de regeneración natural. A las cortas realizadas bajo esta premisa se las denomina cortas de formación, dado que tienden a formar nuevos bosquetes de regeneración
- Liberar de la cobertura de árboles maduros remanentes a un bosque ya formado y poblado por regeneración en estado de monte bravo, formado a partir de intervenciones anteriores, "floreos", o caídas naturales de árboles maduros. A las cortas realizadas bajo esta premisa se las llama cortas de liberación.
- Liberar de competencia directa a árboles jóvenes de aptitud maderable en estado predominante de latizal o fustal bajo, con diámetros entre 15 y 30 cm, mediante la corta de árboles que compitan por luz con ellos. Las cortas realizadas bajo esta premisa se denominan cortas de conducción.

Independientemente de los objetivos de la marcación, se tuvieron en cuenta una serie de premisas generales consideradas de importancia para disminuir el impacto del aprovechamiento. Ellas son:

- No se marcaron para corta o anillado árboles mayores de 80 cm de DAP, por su importancia para el mantenimiento de la biodiversidad.
- No se marcó en una faja de entre 30 y 40 m del límite del bosque, especialmente alrededor de mallines, turberas, o pendientes fuertes.
- Las cortas de formación involucraron entre 3 y 6 plantas, y se tuvo cuidado de que no se junten los claros durante la marcación. En todos los casos se tuvo en

cuenta que el diámetro máximo promedio del claro formado no debía exceder la altura de los árboles dominantes circundantes.

- La superficie total puesta en regeneración no debía exceder el 30% del total de área intervenida
- Se tomó como diámetro mínimo de corta 35 cm para árboles maduros destinados a la producción de madera. En caso de tratarse de ejemplares jóvenes de corteza lisa, este límite fue de 40 cm.

Durante la marcación se registró la siguiente información con el fin de caracterizar detalladamente la misma:

- DAP de todas las plantas marcadas
- Altura y diámetro medio del fuste útil de aquellas plantas que se consideran aserrables
- Se consigna para cada planta si es volteada para formar un bosque. por conducción o liberación.

### ***2.1.3 Estado inicial del bosque en los ensayos***

Luego de realizada la marcación, se realizó un inventario forestal en cada uno de los tres ensayos realizados, utilizando para ello parcelas circulares de 300 m<sup>2</sup> distribuidas sobre una grilla de 50 m x 50 m, lo que representa una intensidad de muestreo del 1,2 % de la superficie.

En cada parcela se midió el DAP de todos los individuos de más de 10 cm, consignando en cada caso su aptitud (indicando el largo y diámetro medio estimados de la porción útil del fuste), y si había sido marcado, ya sea para la corta o para el anillado.

### ***2.1.4 Determinación de la productividad en los ensayos***

Luego de realizadas las tareas de aprovechamiento, se cubicaron todas las trozas mediante el método de Smalian, clasificándolas en 4 clases de calidad (A, B, C y D) utilizando como referencia el "Manual de instrucciones para la clasificación de madera en rollo de lenga" (Cordone 1997). Posteriormente a cada troza se le asignó un valor estimado de madera aserrada, clasificada según los criterios comerciales de Tierra del Fuego (Cordone y Bava 1997).

## ***2.2 Producción de madera aserrable del sistema de selección en grupos***

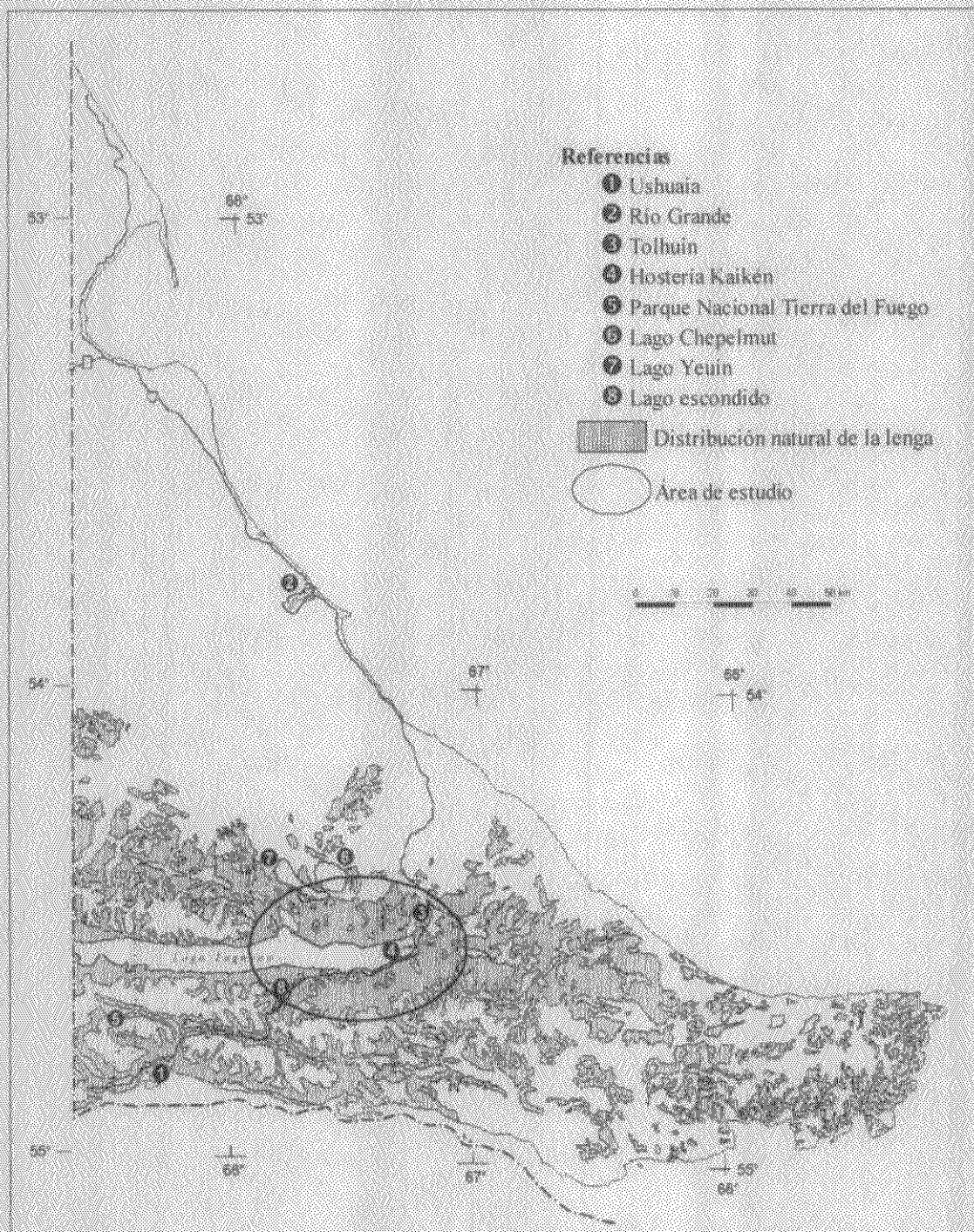
El sistema de manejo que se analiza en el presente estudio no ha sido llevado a la práctica a escala real en el sector argentino de Tierra del Fuego. Por este motivo, para determinar la manera en que evoluciona un rodal aprovechado mediante cortas de selección en grupos a lo largo del primer ciclo de cortas, se recurrió en primer lugar a rodales aprovechados de manera tradicional que por su intensidad de intervención pudiera ser comparable a este sistema. En segundo término, se utilizó un ensayo realizado en el año 1994, en el que entre otros sistemas de manejo se efectuó una corta de selección en grupos.

### ***2.2.1 Análisis de aprovechamientos antiguos***

#### ***2.2.1.1 Área de estudio***

Para el primero de los estudios, se seleccionaron distintas áreas de la comarca del Lago Fagnano (Figura 2), que fueron aprovechadas entre los años 1964 y 1986, y que no han sido afectadas por eventuales cortas posteriores (rehaches).





*Figura 2.* Ubicación del área de estudio en la provincia de Tierra del Fuego.

Las áreas recorridas se ubicaron sobre la margen Sur del Lago Fagnano, al Suroeste del Lago Yehuin y al Oeste de la localidad de Tolhuin (Figura 3) e incluyeron los cuarteles forestales Río Milna, Arroyo Chico, Río Valdés, Aguas Blancas y Río Turbio y los bosques ubicados en las estancias Carmen y María Cristina.



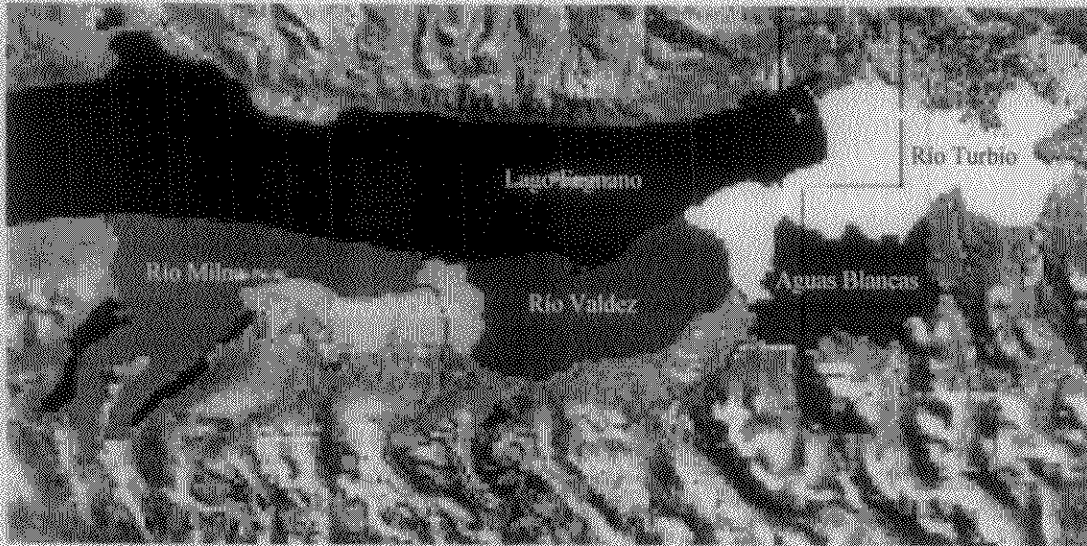


Figura 3. Ubicación de los cuarteles forestales estudiados en la Cuenca del lago Fagnano (Fuente: Yapura 1999).

#### 2.2.1.2 *Diseño de muestreo*

A partir de un ensayo previo donde se midieron 4 parcelas de prueba, se definió un muestreo de 60 parcelas, distribuidas de forma tal que se repartieran en cuatro partes aproximadamente iguales entre las clases de antigüedad de los aprovechamientos definida a partir de las estadísticas disponibles en la Dirección de Bosques de la Provincia de Tierra del Fuego. Dichas clases de antigüedad tuvieron un rango de 5 años cada una y fueron desde 1987 (15 años de antigüedad) hasta 1968 (35 años de antigüedad).

Dentro de cada superficie aprovechada durante una temporada, las parcelas fueron ubicadas de forma sistemática, dándole importancia a la accesibilidad de las mismas.

#### 2.2.1.3 *Unidad de muestreo*

Las mediciones se realizaron sobre unidades muestrales de 2500 m<sup>2</sup> de superficie, de forma cuadrangular (50 m por 50 m), con los lados orientados en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, determinando en cada parcela las coordenadas geográficas de uno de sus vértices mediante geoposicionador satelital (GPS).

#### 2.2.1.4 *Caracterización de los rodales analizados*

##### 2.2.1.4.1 *Estructura del rodal*

Para poder realizar un análisis de la evolución de los bosques aprovechados a lo largo de un ciclo de cortas bajo el sistema de selección por grupos, es necesario caracterizar al mismo en cuatro momentos distintos. En primer lugar se debe conocer la situación previa a la intervención, es decir las características del bosque virgen. En segundo lugar, es necesaria una

descripción del bosque en el momento inmediato posterior a la corta, que permita caracterizar a esta intervención. En tercer lugar, se debe conocer la situación actual del bosque, de tal manera que a través un análisis dasométrico y epidométrico (de los crecimientos) se pueda estimar la cuarta y última situación, que es el momento en que se cumple un hipotético ciclo de corta de 35 años. Es decir que la metodología utilizada apunta a estimar las distribuciones de frecuencias diamétricas y los parámetros dasométricos asociados para cada una de estas cuatro situaciones.

En primer lugar se determinó la distribución actual de frecuencias diamétricas del bosque a través de medición directa del diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles en pie de la parcela (se consideró como árbol a los individuos con DAP mayor a 10 cm.)

En segundo lugar se estimó la distribución de frecuencias diamétricas en el momento anterior a la corta. Para ello se realizó una reconstrucción del DAP de todos los individuos mediante tres caminos distintos:

- *Plantas actualmente en pie:* Para determinar el DAP que tenían los individuos actualmente en pie en el momento en que se realizó el aprovechamiento, se le descontó a la medida actual el crecimiento corriente anual (CCA) del período posterior a la intervención. Para esto se realizó una extracción de muestras con barrenos de Pressler a una submuestra compuesta por un individuo de cada clase diamétrica por parcela, seleccionado al azar.

De esta manera se recolectó un total de 296 muestras. Las mismas se conservaron en envases plásticos individuales sellados de manera de conservar la humedad de la madera y evitar posibles cambios en sus dimensiones. Una vez en el laboratorio, las muestras fueron montadas con adhesivo vinílico sobre bastidores de madera que permiten un manejo seguro de las mismas al tiempo que impiden su deformación.

La medición de las muestras de crecimiento se realizó en grupos e inmediatamente después de que el adhesivo secase, para evitar cambios dimensionales por la pérdida de humedad. No obstante las precauciones tomadas, una pequeña proporción de las muestras debió ser descartada, ya sea por la sospecha de alguna imperfección o por la pérdida de una sección de la misma. De esta manera se midieron en total 230 muestras de crecimiento.

La medición de las muestras se llevó a cabo mediante un dendrómetro digital, con una precisión de una décima de milímetro, midiéndose todos los anillos de

crecimiento hasta una antigüedad máxima de sesenta años o hasta que por pudriciones u otros defectos dejaran de ser legibles.

Paralelamente se realizó en el campo una valoración visual del crecimiento (VVC) de cada individuo en función de su posición sociológica y una variable muy correlacionada con el crecimiento como es el porcentaje del perímetro de copa libre de competencia (Antequera 1997). De esta manera a cada individuo se le asignó un valor categórico (bueno, regular o malo) de crecimiento.

Se verificaron las condiciones de normalidad (test de Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (test de Levene) de estas muestras dando resultados negativos en ambos casos, por lo que se realizó el test no paramétrico  $H$  (Kruskal y Wallis 1952 y 1953) que señaló diferencias significativas entre las medias de los tres grupos de datos.

Se calcularon los promedios para cada clase de crecimiento (bueno, regular y malo) y se le asignó a la totalidad de los árboles el valor de CCA correspondiente a la valoración realizada a campo. Para los casos en donde no se contaba con la valoración visual, se le asignó promedio general de CCA de todas las muestras tomadas.

Por último, al DAP actual de cada árbol en pie se le restó el CCA multiplicado por la antigüedad del aprovechamiento, obteniéndose así una estimación del DAP que tenían al momento de la intervención.

- *Plantas caídas luego del aprovechamiento:* se utilizó directamente el DAP medido sobre dichas plantas. En los casos donde esto no fue posible, se midió el diámetro a una altura alternativa por encima de 1.3 m, que se indicó en la planilla de campo. Posteriormente se realizó una estimación del DAP en función del diámetro a la altura de la medición y un factor de conicidad.
- *Tocones de aprovechamiento:* se midió el diámetro y la altura de todos los tocones de aprovechamiento hallados dentro de la parcela. Paralelamente se midieron, sobre las plantas actualmente en pie, diámetros a distintas alturas de la base (entre 10 y 50 cm), realizando luego una regresión que determina el DAP en función de la altura y diámetro del tocón.

Una vez obtenidas las distribuciones de frecuencias diamétricas que presentaba el bosque antes de ser intervenido, se realizó un análisis subjetivo de la estructura del bosque en el momento anterior a la corta. Cada parcela se agrupó dentro de una de las siguientes categorías:



- Irregular: el diagrama de frecuencias diamétricas muestra una distribución con forma de J invertida, sin que se observe un estrato predominante.
- Irregular sobremaduro: el diagrama de frecuencias es similar al del caso anterior, pero se observa una disminución de las frecuencias de las clases inferiores, lo que indicaría un bosque con una alta cobertura, que impide el reclutamiento de nuevas generaciones.
- Latizal-fustal: se observa una distribución bimodal, con un máximo en las clases inferiores y otro en las medias.
- Oquedal-fustal: se observa una distribución bimodal, con un máximo en las clases superiores y otro en las medias.
- Fustal: estructura regular, con un solo máximo en las clases intermedias.

Por último, se utilizó la información de los crecimientos ya mencionada para proyectar los diámetros actuales al momento en que se debería realizar una segunda intervención, una vez concluido el primer ciclo de cortas del sistema de selección en grupos.

#### 2.2.1.4.2 Calidad de sitio

Como estimador de la calidad de sitio se determinó la altura dominante del rodal como el promedio de las cinco plantas con mayor DAP de la parcela, salvo en los casos en donde, debido al alto grado del impacto del aprovechamiento sobre el dosel del bosque, fue necesario medir algunos árboles que estaban fuera de la parcela.

Utilizando la altura dominante del rodal se obtuvo una estimación del Índice de Sitio ( $IS_{60}$ ) propuesto por Martínez Pastur (1997). El Cuadro 1 muestra las equivalencias entre la altura dominante del rodal y el  $IS_{60}$ .

*Cuadro 1.* Equivalencias entre la altura dominante del rodal y las clases de calidad de sitio propuestas por Martínez-Pastur et al. (1997).

Calidad de sitio	Altura promedio a la edad de referencia (60 años)	Altura dominante (máxima)
I	23.2 m	Mayor a 27.5 m
II	19.85 m	24 m a 27.5 m
III	16.5 m	20.5 m a 24 m
IV	13.15 m	17 m a 20.5 m
V	9.8 m	Menor a 17 m

### 2.2.1.4.3 Potencial productivo

A partir de la información obtenida mediante la metodología antes descrita, se realizaron estimaciones para los parámetros área basal (AB), volumen total (VT) y volumen maderable sin corteza (VMSC) calculado sobre los individuos con aptitud maderable con DAP mayor a 35 cm. Estas variables fueron estimadas para la situación inicial, es decir el momento anterior a la corta, y para la situación final, transcurrido un hipotético ciclo de cortas de 35 años. Los cálculos de volumen fueron realizados con las siguientes funciones:

$$\bullet \quad VT = e^{\left( -9.66233 + 2.064678 \times \ln DAP + 0.728972 \times \ln H + \frac{(0.11828)^2}{2} \right)}$$

(Schmidth y Caldentey 1994)

$$\bullet \quad VMSC = 0.0014481 \cdot DAP^{1.82717459} \cdot IS^{-0.28781921} \quad (\text{Stoessel 2000})$$

donde VT es el volumen total con corteza, VMSC es el volumen maderable sin corteza, IS es el índice de sitio *sensu* Martínez-Pastur et al. (1997), H es la altura total del árbol y e es la base de los logaritmos neperianos.

Para el caso del VT se utilizó una línea de volumen o “Método de regresión del volumen en función del área basal” (Philip 1994). Esta metodología consiste en la utilización de una función de volumen regional o de doble entrada como la mencionada anteriormente para el cálculo del volumen de una submuestra de individuos de cada parcela a los que se les midió la altura además del DAP. A partir de estos mismos individuos se ajusta para cada parcela una ecuación del tipo  $VT = a + b \cdot SN$ , donde SN es la sección normal del árbol.

### 2.2.1.5 Caracterización de las intervenciones observadas

Una vez obtenidos los parámetros dasométricos originales del bosque se determinaron las características de las intervenciones realizadas. Para cada parcela se estimó la antigüedad de la corta y la intensidad de la misma

#### 2.2.1.5.1 Antigüedad de los aprovechamientos

La antigüedad de los aprovechamientos observados en cada parcela se determinó sobre la base de información proveniente de distintas fuentes. Por un lado se contó con los datos que dispone la Dirección de Bosques de la Provincia de Tierra del Fuego, que consisten en planos de los aprovechamientos realizados durante cada temporada. Por otro lado, y para

completar o complementar esta información, se tomaron en cada parcela datos de edad de renovales dominantes ubicados en claros abiertos durante la intervención, datos de edad de cicatrices de aprovechamiento y muestras de crecimiento de individuos jóvenes para determinar el momento en que se produjo la liberación del rodal remanente. El valor final se determinó analizando la calidad de la información disponible para cada parcela.

#### *2.2.1.5.2 Intensidad de la corta*

La intensidad de la corta se calculó como el porcentaje del AB original que fue extraído durante el aprovechamiento. El AB extraída incluye a los todos los individuos apeados, incluyendo aquellos que por tener un DAP menor a 30 cm no fueron considerados maderables. Para determinados cálculos, este parámetro fue dividido en tres categorías: Intensidad de corta *fuerte* (mayor al 30% del AB), *moderada* (entre el 30 y el 15% del AB) y *suave* (menor al 15% del AB)

#### *2.2.1.6 Daños posteriores al aprovechamiento*

Los daños posteriores al aprovechamiento fueron evaluados en forma similar a la intensidad de la corta, es decir como porcentaje del AB original que representan los árboles caídos o muertos.

#### *2.2.1.7 Recuperación del potencial productivo*

El potencial productivo post aprovechamiento de cada parcela quedó definido como el volumen maderable que tendrá al finalizar un hipotético ciclo de corta de 35 años, estimado a partir de la proyección de los diámetros de los individuos que actualmente poseen buena forma y estado sanitario y que al momento de finalizar el ciclo presentarían un DAP mayor a 35 cm.

La recuperación del potencial productivo del bosque, es decir el grado en que el bosque recupera lo que se extrajo durante la primera intervención, se calculó de dos maneras diferentes:

- *Recuperación Absoluta*: es el volumen maderable, en m<sup>3</sup>/ha al final del primer ciclo de cortas (a los 35 años del aprovechamiento).
- *Recuperación Relativa*: se calculó como el porcentaje del volumen maderable extraído durante el primer aprovechamiento que representa el volumen maderable proyectado al final del ciclo (en términos de volumen maderable por hectárea). Es decir:

$$\text{Recuperación (\%)} = \frac{\text{VMSC al año 35}}{\text{Volumen Extraído}} \cdot 100$$

Es importante recalcar el carácter relativo de este parámetro, que no indica la cantidad de madera aserrable disponible en el bosque. Un rodal puede tener un grado de recuperación muy importante en términos de volumen disponible de madera aserrable pero tener un índice muy bajo de recuperación, debido a que la corta inicial fue muy intensa. De la misma manera, un índice de recuperación muy alto también se puede corresponder con un rodal con bajo stock inicial de madera que generó una corta suave. Queda pendiente para los siguientes pasos del proyecto, realizar un análisis similar en términos absolutos, evaluando en qué medida un rodal se recupera para alcanzar un determinado volumen maderable, independiente de la intensidad de la corta inicial.

Con esta información se realizaron análisis comparativos dividiendo la muestra en categorías de calidad de sitio, estructura original del bosque e intensidad de la corta en términos de AB extraída por hectárea.

No se realizaron inferencias sobre posibles relaciones causales entre la intensidad de corta, los daños posteriores a la corta y la recuperación del potencial productivo del bosque. La recuperación del potencial productivo podría depender, entre otros factores, de la estructura del rodal original, de la cantidad de árboles aptos que éste presentaba, de los que se dejó en pie, de los daños de aprovechamiento, de los daños de viento posteriores y de las condiciones ambientales y de sitio. Si bien muchas de estas variables fueron medidas o estimadas durante el presente estudio, los datos tomados no permiten establecer relaciones causa - efecto, para las que sería necesario realizar otro tipo de mediciones que incluyan, entre otras cosas, el análisis de los procesos propios de rodales vírgenes.

## ***2.2.2 Remedición de un ensayo de 9 años de antigüedad***

### ***2.2.2.1 Área de estudio***

En el año 1994 se llevó a cabo un ensayo donde se pusieron a prueba cuatro tratamientos silviculturales distintos: una entresaca selectiva (tratamiento tradicionalmente utilizado), una corta de protección, una corta de selección individual y una corta de selección en grupos (Bava 1997). Este ensayo está ubicado sobre la margen del Río Valdez, a 20 km de la localidad de Tolhuin y ocupa una superficie total de 48.6 ha, de las cuales 11.2 ha corresponden a la cortas de selección en grupos (Figura 4).

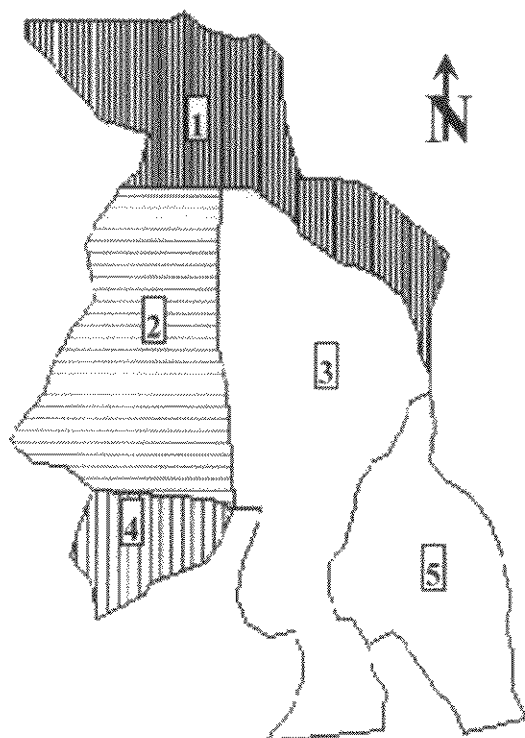


Figura 4. Plano de la parcela de tratamientos realizados sobre la margen del río Valdez. Tratamiento 1: testigo, tratamiento 2: corta de selección en grupos, tratamiento 3: entresaca selectiva, tratamiento 4: corta de selección individual, tratamiento 5: corta de protección. Fuente: Bava 1997.

#### 2.2.2.2 Muestreo

Se remidieron las parcelas de inventario utilizadas en el estudio original. El muestreo utilizado en dicho estudio consistió en una red de parcelas ubicadas sobre una grilla de 80 m de lado con una superficie de 300 m<sup>2</sup> para los individuos de menos de 50 cm de DAP y 600 m<sup>2</sup> para los individuos mayores a 50 cm de DAP. En cada parcela se midió el DAP de todos los individuos, se realizó una valoración visual del crecimiento (*sensu* Antequera 1997) y se estimó su aptitud maderable.

#### 2.2.2.3 Análisis de datos

Contando con la información proveniente del inventario original, de los datos del aprovechamiento y de la remediación realizada, se determinó el estado original del rodal, las características de la corta en términos de porcentaje del AB y volumen extraídos, la evolución del rodal hasta el momento de la remediación y por último se realizó una proyección de los crecimientos de los individuos del rodal remanente hasta el momento de cumplirse un ciclo de cortas.

### 2.3 *Diferencias de costos entre el sistema de selección en grupos y las cortas tradicionales*

Para realizar una estimación de las diferencias en los costos entre el sistema de manejo propuesto y las cortas que se están llevando a cabo actualmente, se recurrió a tres fuentes de información distintas, que se desprenden de los estudios realizados para evaluar la factibilidad técnica de la aplicación de las cortas de selección en grupo. Ellas son:

- *Diferencias en los costos de marcación:* se compararon los tiempos utilizados para la marcación en los ensayos de marcación y corta (punto 2.1) y los tiempos utilizados por los técnicos que realizan actualmente las marcaciones.
- *Diferencias en los costos de aprovechamiento:* a través de los resultados de las marcaciones realizadas en los ensayos mencionados, se estableció cuáles serían las actividades extra que deberían realizar los operarios forestales, al tiempo que se encuestó al respecto a los operarios contratados para realizar las cortas marcadas respecto de las diferencias de rendimiento en dichas tareas.
- *Diferencias en la productividad:* a partir de los resultados de las cortas realizadas en los ensayos y de las caracterizaciones de los aprovechamientos tradicionales realizadas en el punto 2.2.1, se realizó una comparación respecto de la proporción del volumen maderable que es extraído en cada caso y el volumen que debería quedar en pie para cumplir con las exigencias del sistema de selección en grupos.

Es importante destacar que estos puntos no representan un análisis económico del sistema de selección en grupos, sino que muestran una serie de datos que pueden ser útiles como indicadores del esfuerzo económico que se debería realizar para ponerlo en práctica.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización del sistema de selección en grupos

##### 3.1.1 Estado inicial del bosque en los ensayos

A continuación se presentan los resultados del inventario realizado sobre las tres áreas donde se realizaron los ensayos de marcación y corta según los criterios de un sistema de selección en grupos.

*Ensayo 1:* bosque de una calidad de sitio III, con pendientes suaves a moderadas y exposición Oeste a Suroeste, de estructura irregular sobremadura, con presencia de grandes parches regulares (aproximadamente 0,5 a 2 ha) probablemente producto de caídas masivas por viento (Figura 5). El inventario reveló una densidad baja, de 360 árboles/ha, con un alto porcentaje de individuos sobremaduros y de baja productividad (Cuadro 2).

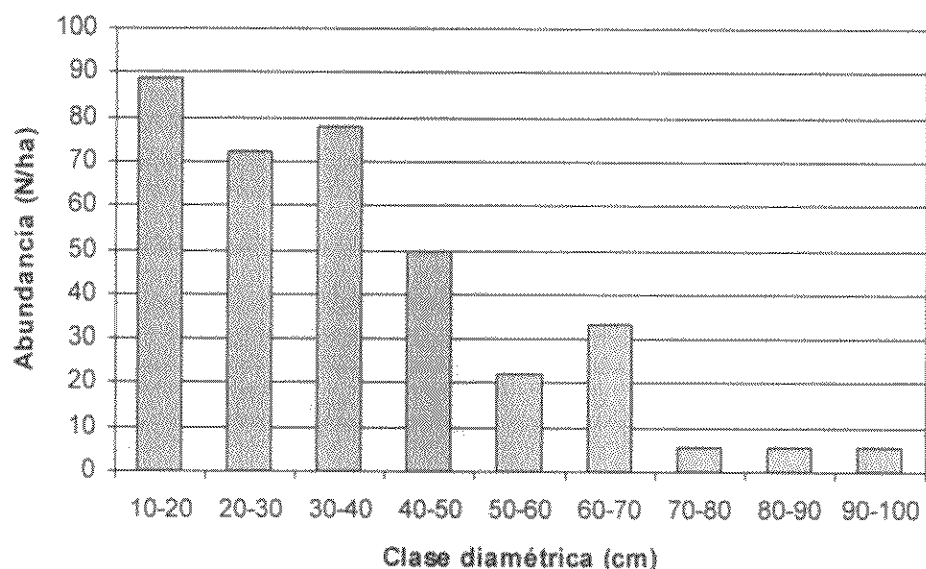
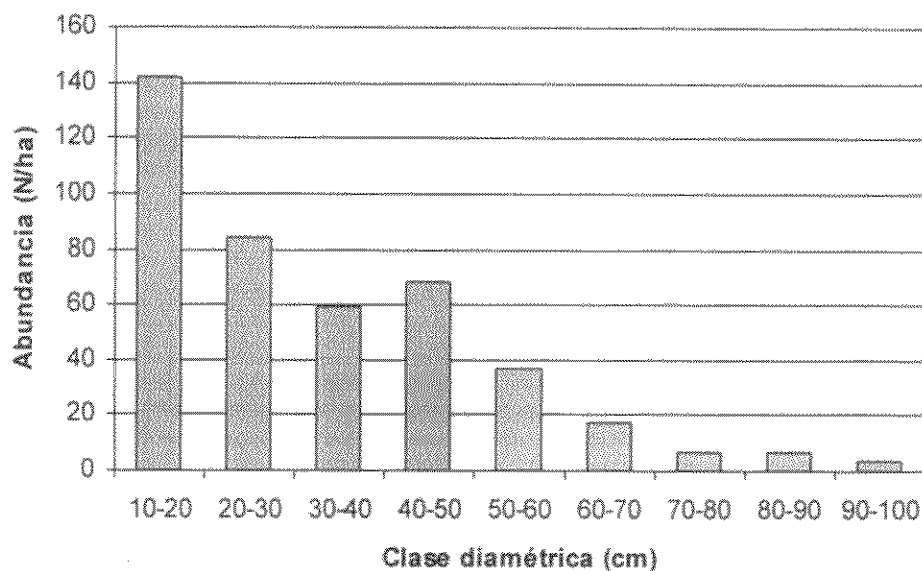


Figura 5. Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 1.

Cuadro 2. Parámetros dasométricos del bosque en los tres ensayos realizados

	Abundancia (N/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	DCM (cm)	VT (m <sup>3</sup> /ha)	VMSC (m <sup>3</sup> /ha)	VM(trozos) (m <sup>3</sup> /ha)
Ensayo 1	361,1	44,0	39,4	402,9	106,0	47,7
Ensayo 2	428,1	48,8	38,1	443,9	105,7	57,4
Ensayo 3	498,3	52,3	36,6	471,3	197,8	104,7

*Ensayo 2:* bosque de una calidad de sitio III, con pendientes moderadas y exposición Oeste, surcado por abundantes arroyos temporales, de estructura con tendencia a un fustal alto pero con algunos parches con individuos de diámetros menores (Figura 6). El inventario mostró una densidad de 430 árboles/ha y una productividad baja (Cuadro 2).



*Figura 6.* Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 2.

*Ensayo 3:* bosque con una calidad de sitio III, con pendientes suaves a nulas, de estructura irregular en la mayor parte de su superficie, salvo en un sector adyacente a una pequeña turbera que presentaba una estructura de fustal (Figura 7), probablemente producto a la entrada de fuertes ráfagas de viento desde la turbera, que respecto del ensayo se encontraba ubicada en la dirección de los vientos dominantes (Suroeste). El bosque presentaba una densidad y una productividad mucho mayor a los ensayos anteriormente descritos (Cuadro 2).



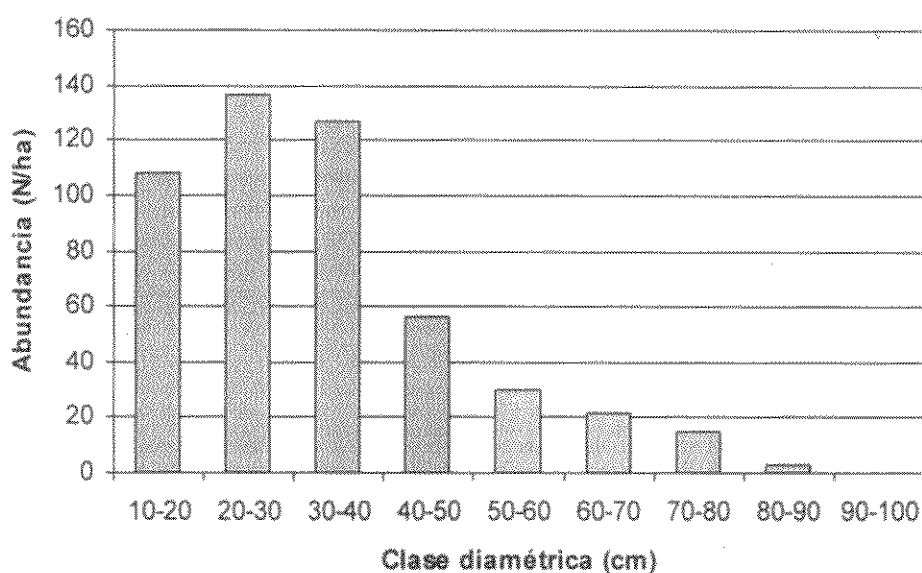


Figura 7. Distribución de frecuencias diamétricas para el Ensayo 3

### 3.1.2 Resultados de la marcación

Las diferencias de stock maderable entre los ensayos, marcaron grandes diferencias sobre la marcación. La intensidad de marcación, expresada como porcentaje del AB original, fue considerablemente mayor en el ensayo 3 que en los ensayos 1 y 2, siendo la diferencia aproximadamente proporcional a las diferencias de stock maderable que presentaba cada ensayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Intensidad de marcación en cada ensayo, en términos de AB marcada (m<sup>2</sup>/ha) y de porcentaje del AB original que fue marcado.

Ensayo	AB marcada (m <sup>2</sup> /ha)	AB Inicial (m <sup>2</sup> /ha)	Intensidad de Aprovechamiento (% del AB Inicial)
1	5,0	44,0	11%
2	5,4	48,8	11%
3	14,6	52,3	28%
<b>Promedio</b>	<b>8,3</b>	<b>48,4</b>	<b>17%</b>

Las diferencias de estructura de volumen maderable entre ensayos mencionadas también influyeron en la proporción de árboles cortados y anillados

*Cuadro 4.* Cantidad de árboles marcados por ha y AB marcada por ha en cada ensayo, discriminando los individuos marcados para la corta y para el anillado. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representan estos valores discriminados respecto del total (corta más anillado).

Ensayo	Cantidad de árboles marcados (N/ha)			AB marcada (m <sup>2</sup> /ha)		
	para la corta	para anillar	Total	para la corta	para anillar	Total
1	28,0 (87%)	4,0 (13%)	32,0	4,8 (96%)	0,2 (4%)	5,0
2	24,4 (86%)	3,8 (14%)	28,2	4,6 (85%)	0,8 (15%)	5,4
3	58,5 (75%)	19,1 (25%)	77,6	11,8 (81%)	2,8 (19%)	14,6
<b>Promedio</b>	<b>37,0 (81%)</b>	<b>9,0 (19%)</b>	<b>45,9</b>	<b>7,1 (86%)</b>	<b>1,3 (14%)</b>	<b>8,3</b>

Con respecto a la cantidad de claros que se abrieron, se observaron diferencias similares. Mientras que en los dos primeros ensayos, que presentaron productividades similares, se abrieron cerca de 11 bosquetes mediante el la corta o anillado de entre 2.5 y 3 árboles, en el ensayo 3, con una productividad de casi el doble de los anteriores, la cantidad de bosquetes abiertos también se duplicó (Cuadro 5), al tiempo que la cantidad de árboles involucrados por bosquete también se incremento, llegando a un promedio de 3.4.

*Cuadro 5.* Cantidad de bosquetes formados, liberados o conducidos por hectárea a través de la marcación, y número promedio de árboles marcados por bosquete en cada ensayo

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio
Bosquetes en Formación (N/ha)	2,0	7,6	7,3	6,7
Bosquetes en Liberación (N/ha)	1,3	0,4	5,2	2,7
Bosquetes en Conducción (N/ha)	7,3	3,2	10,2	6,9
Total de bosquetes (N/ha)	10,7	11,2	22,8	16,4
Nº de árboles cortados por bosquete	2,6	2,2	2,6	2,5
Nº de árboles anillados por bosquete	0,4	0,3	0,8	0,7
Nº total de árboles marcados por bosquete	3,0	2,5	3,4	3,1

Por otra parte, las diferencias en la proporción de bosquetes de formación, liberación y conducción entre los ensayos, señalan diferencias en la estructura original de los rodales. Se puede observar que en los ensayos 1 y 3, donde la estructura era irregular, hay una mayor proporción de bosquetes de conducción, mientras que en el ensayo 2, con estructura regular, la mayoría de las intervenciones se realizaron para crear nuevos claros (Cuadro 5).

Por último, con respecto a la proporción de árboles cortados y anillados, es interesante remarcar que si bien el ensayo 3 se realizó sobre un bosque mucho más productivo que los otros dos, es éste el que presenta una mayor proporción de árboles anillados. Este hecho se debe principalmente a que como se dijo en el párrafo anterior, el ensayo 3 tuvo una alta proporción de bosquetes de conducción, donde los criterios de marcación indican la necesidad de realizar pequeños raleos sobre estos parches, que por lo general obligan a anillar individuos que por su mala forma o por sus bajos diámetros no son aserrables.

### 3.1.3 Productos obtenidos

Como ya se había observado desde el inventario, la productividad de los ensayos 1 y 2 fue mucho más baja que la del ensayo 3, tanto en cantidad como en calidad de rollizos (Cuadro 6) o productos aserrados (Cuadro 7).

*Cuadro 6.* Cantidad de rollizos de cada calidad y volumen maderable obtenidos por hectárea en cada ensayo.

Calidad de troza	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		Promedio	
	(rollizos/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(rollizos/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(rollizos/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(rollizos/ha)	(m <sup>3</sup> /ha)
<b>A</b>	1	0,8	0	0,5	9	4,3	4	2,3
<b>B</b>	3	2,5	4	3,5	32	17,0	17	9,5
<b>C</b>	9	7,4	14	11,7	54	26,6	32	17,9
<b>D</b>	7	7,6	11	7,9	13	7,5	11	7,7
<b>Total</b>	21	18,4	29	23,6	109	55,3	64	37,3

*Cuadro 7.* Cantidad estimada de producto tabla que obtendría del aserrado de los rollizos apeados (en pié<sup>2</sup>/ha) clasificados según los criterios comerciales de Tierra del Fuego en cada ensayo.

Calidad de producto	Ensayo 1 (pié <sup>2</sup> /ha)	Ensayo 2 (pié <sup>2</sup> /ha)	Ensayo 3 (pié <sup>2</sup> /ha)	Promedio (pié <sup>2</sup> /ha)
<b>primera</b>	537	725	2535	1520
<b>segunda 1"</b>	584	860	2552	1591
<b>segunda 2"</b>	566	813	2621	1600
<b>tercera</b>	272	409	1160	732
<b>Total</b>	1959	2807	8868	5443

### 3.2 Producción de madera aserrable del sistema de selección en grupos

#### 3.2.1 Análisis sobre rodales aprovechados de manera tradicional

##### 3.2.1.1 Estado inicial de los rodales

###### 3.2.1.1.1 Estructura

- *Retrospección del DAP de los individuos actualmente en pie.*

Se detectaron diferencias significativas entre las medias de CCA de las tres categorías de VVC (Test de Kruskal-Wallis < 0.01). Por tanto, para el cálculo del diámetro que tenía cada individuo al momento en que se realizó el aprovechamiento y al final del ciclo de cortas, a cada DAP se le descontó y se le adicionó, respectivamente, el producto del CCA correspondiente a la clase de VVC de cada individuo por la cantidad de años necesaria (Cuadro 8).

*Cuadro 8.* Promedio para cada clase de Valoración Visual del Crecimiento (VVC) del Crecimiento Corriente Anual (CCA) para el periodo posterior al aprovechamiento. Se indica el tamaño de la muestra (n), el error estándar de la media (EEM) y los valores mínimo y máximo de cada caso.

VVC	CCA (mm)	n	EEM (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Bueno	4.14	47	0.30	0.75	9.95
Regular	3.22	66	0.22	0.74	8.79
Malo	2.08	91	0.12	0.52	5.39
Promedio general	2.94	230*	0.12	0.52	9.95

\*se incluyeron los árboles sin valoración visual de crecimiento.

- *Reconstrucción del DAP de los árboles apeados.*

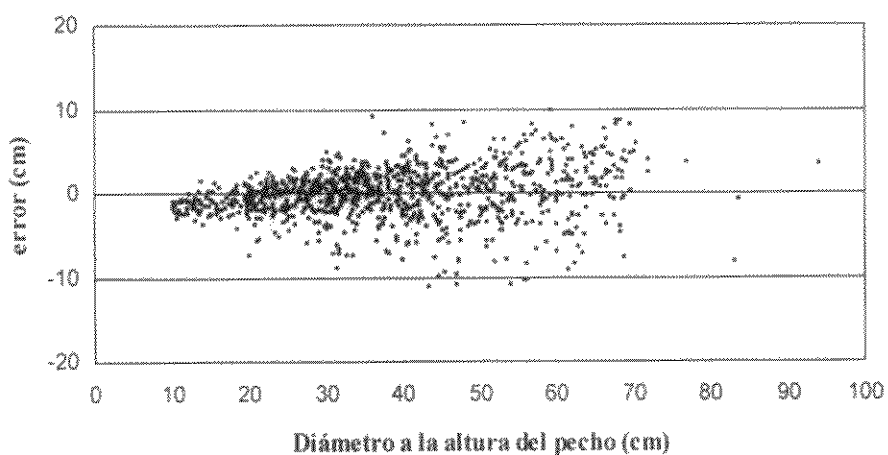
Para la estimación del DAP que tenían los árboles apeados se obtuvo una función de la forma

$$DAP = a + b \cdot D + c \cdot \frac{D \cdot 130}{h}$$

donde D es el diámetro del tocón, h es la altura del mismo y a, b y c son los coeficientes de la regresión (Cuadro 9). La Figura 8 muestra los residuales de la regresión.

*Cuadro 9.* Parámetros de la regresión que predice el DAP en función del diámetro y la altura del tocón.

Coeficientes		Estadísticos	
a	2.405	$R^2$	0.961
b	0.863	Error estándar de la estimación	3.069 cm
c	0.00128		

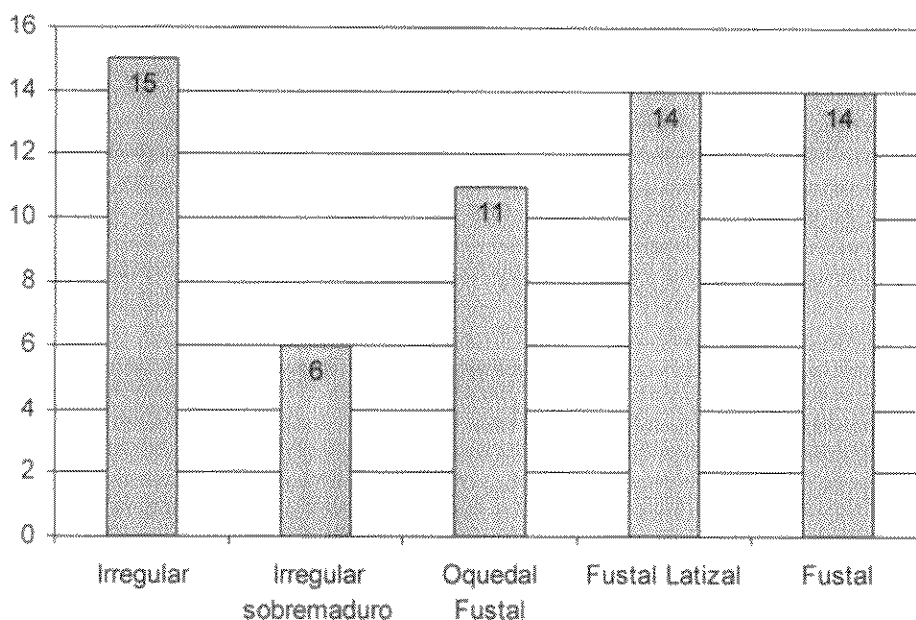


*Figura 8.* Residuales de la regresión realizada para determinar el DAP de los árboles aprovechados.

- *El DAP de los árboles abatidos por el viento*

Como se mencionó en la metodología, para los árboles abatidos por el viento se tomó directamente el DAP que presentaba al árbol caído.

A partir de los datos obtenidos mediante las tres fuentes mencionadas, se construyeron las distribuciones de frecuencias diamétricas de las parcelas en el momento anterior a la corta, lo que permitió inferir sobre la posible estructura que poseía el bosque en ese momento (Anexo I). Los resultados muestran una proporción de parcelas similar para cada una de las estructuras observadas (Figura 9). Es importante recordar que estos datos no representan la estructura del bosque en general, sino la estructura de los bosques que fueron seleccionados para el aprovechamiento.



*Figura 9.* Frecuencia de parcelas con cada estructura estimada para el momento anterior a la corta.

Para facilitar la interpretación de los resultados se agruparon las estructuras mencionadas en tres categorías:

- *Irregulares:* agrupa las estructuras irregulares e irregulares sobremaduras (21 parcelas).
- *Biestratificadas:* agrupa las estructuras Latizal-Fustal y Oquedal-Fustal (25 parcelas).
- *Regulares:* agrupa a las estructuras con un solo estrato (Fustales) (14 parcelas).

#### 3.2.1.1.2 Calidad de sitio

La calidad de sitio de las parcelas de muestreo, estimada a través de la altura dominante del rodal, presentó una distribución de frecuencias con un máximo en la clase intermedia (Figura 10 y Figura 11).

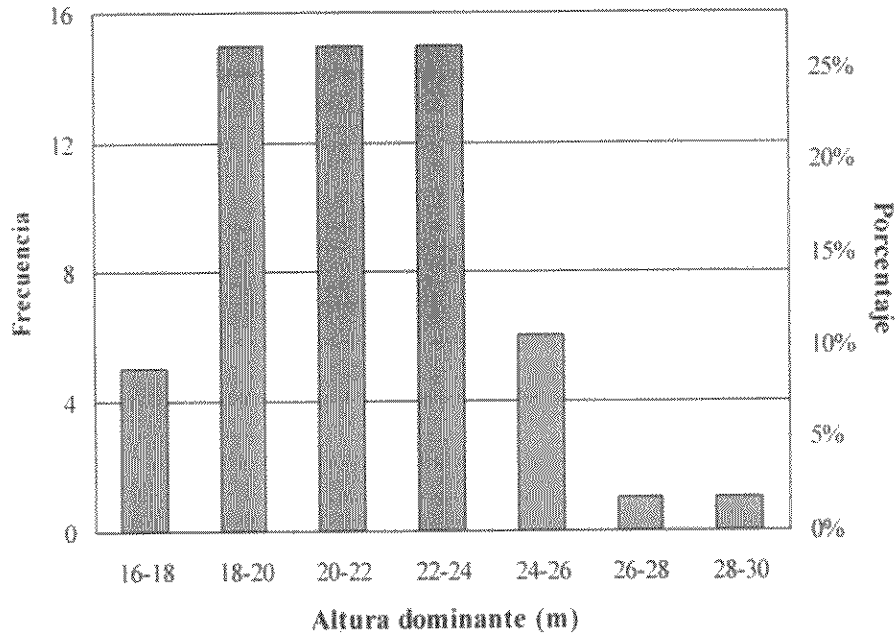


Figura 10. Frecuencia y porcentaje de parcelas que presentó cada clase de altura dominante

Nuevamente se debe aclarar que estos datos no son generalizables a una determinada superficie, sino que corresponden a los valores de calidad de sitio promedio de los rodales aprovechados durante el período de tiempo comprendido entre 1963 y 1987.

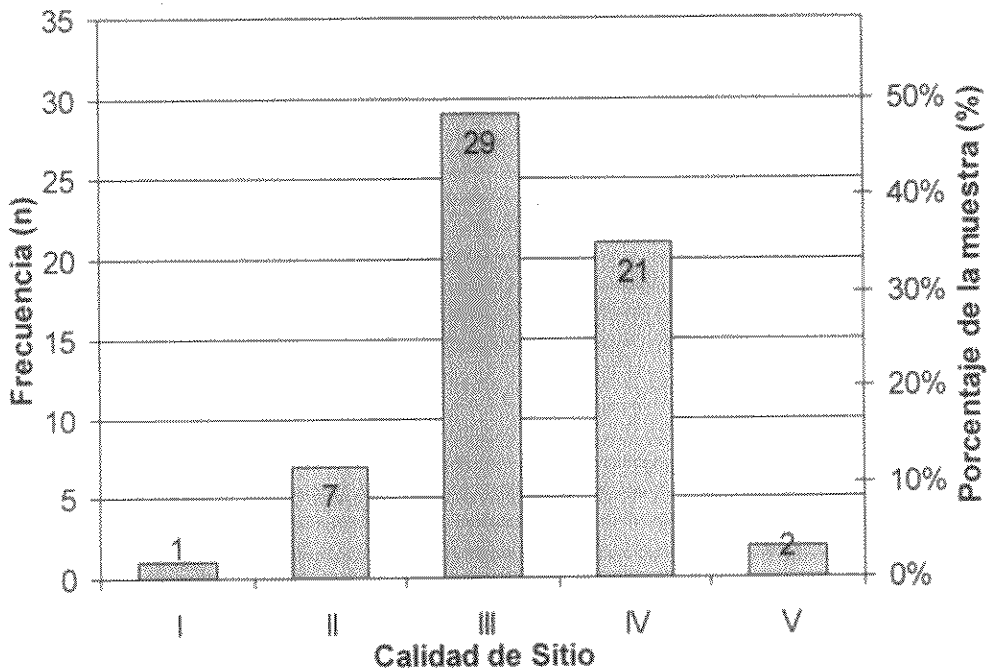
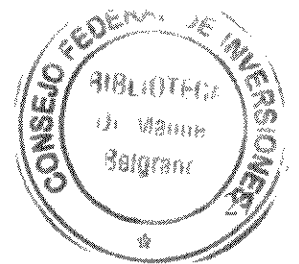


Figura 11. Frecuencia y porcentaje de parcelas para cada calidad de sitio.



Para facilitar la interpretación de los resultados, se agruparon las categorías de calidad de sitio en tres clases:

Clase 1: Calidades I y II (8 parcelas).

Clase 2: Calidad III (29 parcelas).

Clase 3: Calidades IV y V (23 parcelas)

### 3.2.1.1.3 Potencial productivo

El Cuadro 10 muestra los parámetros dasométricos que presentaba el bosque justo antes de ser intervenido, clasificando la muestra en las estructuras encontradas. A través de un ANOVA de un factor se detectaron diferencias significativas para las variables abundancia y el volumen maderable sin corteza del rodal, mientras que no se detectaron diferencias para las variables área basal ni volumen total.

Las estructuras con mayor stock maderable fueron las biestratificadas (Oquedal-Fustal y Fustal-Latizal) con alrededor de un 60 % más de volumen maderable que las estructuras irregulares o irregulares sobremaduras, mientras que los rodales regulares presentaron valores intermedios

No se encontró una relación entre la calidad de sitio y el volumen maderable al momento de la corta, debiéndose aclarar que el volumen maderable que presenta un rodal en un momento determinado, no está necesariamente relacionado con su productividad, ya que existen otras variables, como la estructura o la ocurrencia de disturbios naturales o antrópicos que definen el stock de individuos de buena forma y calidad.

*Cuadro 10.* Promedios de los parámetros dasométricos estimados del bosque original, discriminados por la estructura original.

<b>Estructura</b>	<b>Abundancia (N/ha)*</b>	<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>VMSC (m<sup>3</sup>/ha)*</b>
Irregular	900 <sup>ab</sup>	48.9	401.8	60.5 <sup>a</sup>
Irregular sobremaduro	669 <sup>a</sup>	55.4	498.5	55.9 <sup>a</sup>
Oquedal-Fustal	655 <sup>a</sup>	50.5	472.2	100.5 <sup>b</sup>
Fustal-Latizal	956 <sup>b</sup>	52.5	444.3	90.2 <sup>ab</sup>
Regular	671 <sup>a</sup>	54.7	471.0	69.7 <sup>ab</sup>
Promedio general	792	52.1	450.4	76.4

\* letras distintas indican diferencias significativas.



### 3.2.1.2 Características de las intervenciones observadas

#### 3.2.1.2.1 Antigüedad de los aprovechamientos

Las antigüedades de las 60 parcelas medidas se ajustaron satisfactoriamente a lo previsto en la metodología. Si bien hubo un porcentaje de las mismas que se excedió de los tiempos deseados, el 92% se encontró dentro del rango previsto (Figura 12). No obstante, las parcelas con aprovechamientos más antiguos son igualmente interesantes y fueron incluidas en el análisis.

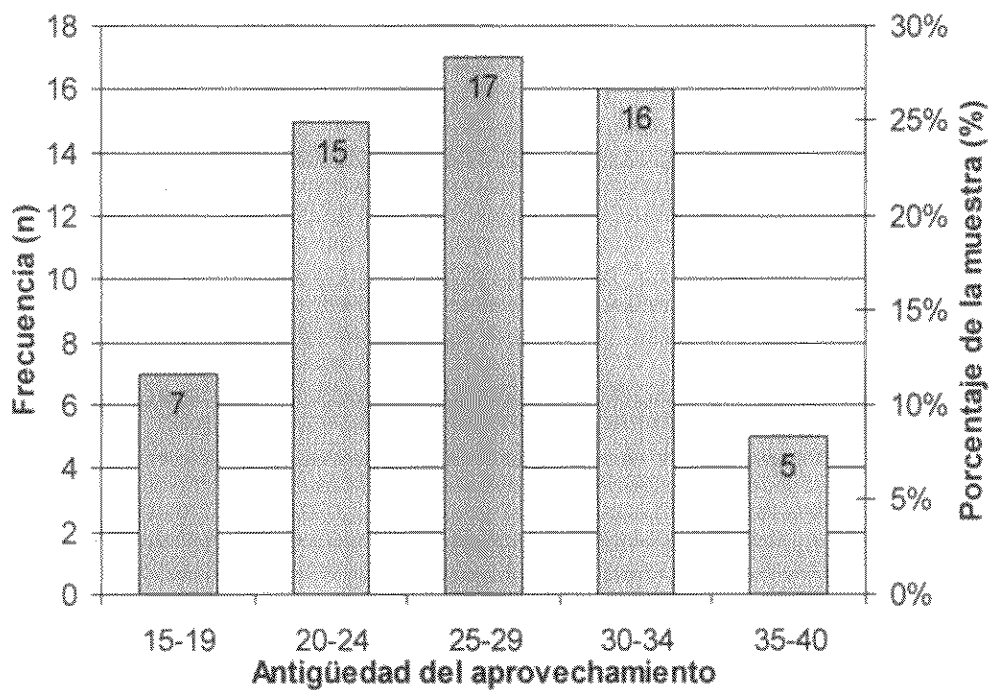


Figura 12. Frecuencia y porcentaje de parcelas con cada clase de antigüedad del aprovechamiento.

#### 3.2.1.2.2 Intensidad de la corta

A partir de las mediciones realizadas sobre los tocones de aprovechamiento se realizó un análisis de la corta realizada. Con esta información y con los datos del bosque antes del aprovechamiento presentados en el punto anterior, se estimó el tipo e intensidad de la corta, esta última calculada en términos absolutos (en  $m^3/ha$ ) y en términos relativos, como el porcentaje del AB inicial que fue extraída.

La única de las variables mencionadas que presentó diferencias significativas según la estructura del rodal, fue el volumen maderable extraído. En este sentido, las intervenciones más intensas en términos de volumen extraído, se observaron sobre bosques biestratificados

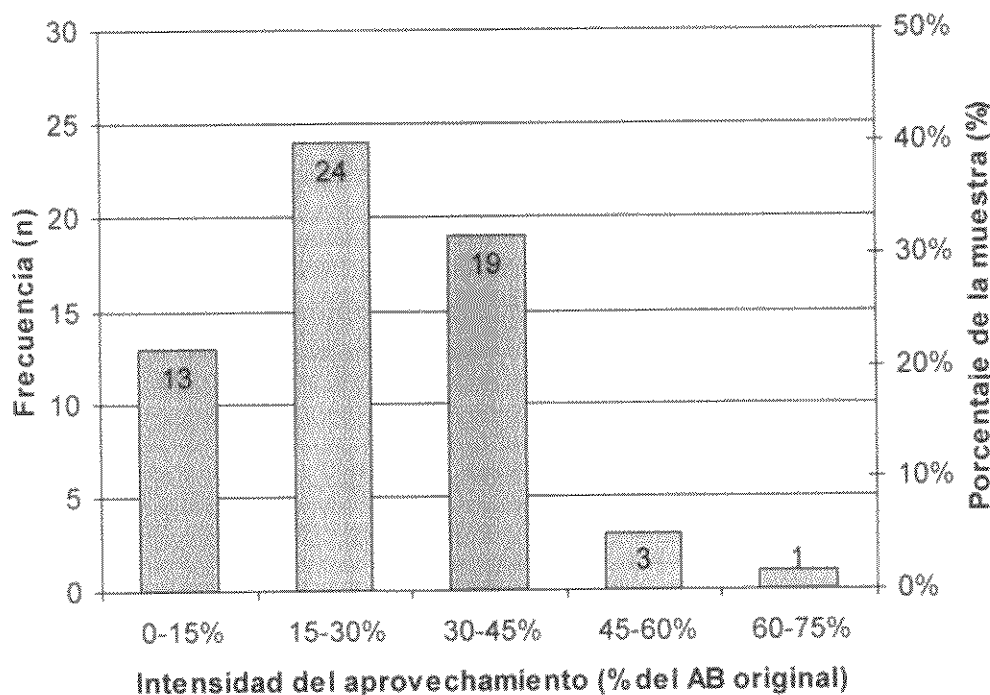
(88,5 m<sup>3</sup>/ha), las menos intensas sobre los bosques irregulares (56,2 m<sup>3</sup>/ha) y en los bosques regulares se observaron intensidades intermedias (67 m<sup>3</sup>/ha).

La intensidad relativa de aprovechamiento sólo se correlacionó significativamente con el volumen maderable inicial ( $R^2 = 0,467$ , sig. < 0,001), con una intensidad promedio del 26,4 % del AB original y con un rango de 5 % al 72 % (Figura 13)

*Cuadro 11.* Intensidades de corta promedio, expresadas en términos absolutos (m<sup>3</sup>/ha) y relativos (como porcentaje del área basal original) y diámetro cuadrático medio de los individuos apeados para cada tipo de estructura, agrupadas en irregulares, biestratificadas y regulares.

Estructura	Intensidad de corta (m <sup>3</sup> /ha)*		Intensidad de corta (% del AB)		DCM de los individuos apeados (cm)	
	Promedio	EEM	Promedio	EEM	Promedio	EEM
Irregular	56,2 <sup>a</sup>	5,6	22,5	2,4	38,89	1,03
Biestratificada	88,5 <sup>b</sup>	7,4	28,9	2,2	37,19	1,15
Regular	67,0 <sup>ab</sup>	13,1	28,0	5,1	38,43	1,59
<b>Total</b>	<b>72,2</b>	<b>5,0</b>	<b>26,4</b>	<b>1,7</b>	<b>38,13</b>	<b>0,70</b>

\* letras distintas indican diferencias significativas.



*Figura 13.* Frecuencia de parcelas que presentó cada clase de intensidad de aprovechamiento en términos de porcentaje del área basal extraída

Para facilitar la interpretación de los resultados, los datos se agruparon en tres clases de intensidad de corta:

- *Corta suave*: extracción de menos del 15% del AB.
- *Corta moderada*: del 15% al 30% del AB.
- *Corta fuerte*: más del 30% del AB.

Los límites de estas categorías se definieron arbitrariamente considerando el valor máximo de extracción propuesto para una corta de selección en grupo, que fue fijado en el 30 % del área basal.

El Cuadro 12 muestra las intensidades de corta en términos de porcentajes del número inicial de individuos y del área basal inicial. No se detectaron diferencias significativas en ninguno de los dos casos.

*Cuadro 12.* Intensidades de corta promedio a lo largo del período analizado.

Años	Antigüedad	Intensidad de corta	
		% del N/ha	(% del AB)
1987 a 1983	15-19	14.9%	26.3%
1982 a 1978	20-24	23.6%	28.9%
1977 a 1973	25-29	26.7%	28.7%
1972 a 1968	30-34	15.8%	22.3%
1967 a 1963	35-39	21.5%	24.7%
Promedio		21.2%	26.4%

Además del caso anterior, se buscaron diferencias de intensidad de corta en términos de porcentaje del AB o del número de árboles inicial extraídos entre clases de estructura, entre clases de índice de sitio y clases de volumen maderable inicial (a través de análisis ANOVA de un factor), dando significativo sólo en el último de los casos.

*Cuadro 13.* Intensidad de los aprovechamientos en términos de porcentaje del AB y de la abundancia iniciales según el volumen maderable que presentaba cada rodal antes de ser intervenido.

<b>Volumen maderable inicial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Intensidad de corta</b>	
	<b>% del N/ha*</b>	<b>% del AB*</b>
menos de 50 m <sup>3</sup>	10.8% <sup>a</sup>	13.1% <sup>a</sup>
entre 50 y 75 m <sup>3</sup>	22.6% <sup>ab</sup>	28.2% <sup>b</sup>
entre 75 y 100 m <sup>3</sup>	24.8% <sup>b</sup>	30.5% <sup>b</sup>
más de 100 m <sup>3</sup>	28.9% <sup>b</sup>	36.7% <sup>b</sup>
<b>promedio</b>	<b>21.2%</b>	<b>26.4%</b>

\* letras distintas indican diferencias significativas

### 3.2.1.3 Daños posteriores a la corta

Las pérdidas posteriores al aprovechamiento, expresadas como porcentaje del AB original que representan los árboles muertos o abatidos por el viento, variaron entre el 10% y el 60 %. Se encontraron diferencias en el porcentaje de pérdidas separando la muestra en clases de estructura (Cuadro 14).

*Cuadro 14.* Pérdidas post-aprovechamiento, expresada como porcentaje del AB original, originadas por la caída o muerte de individuos en cada clase de estructura.

	<b>N</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>EEM (%)</b>	<b>Min. (%)</b>	<b>Máx. (%)</b>
<b>Irregular</b>	21	26,3 <sup>a</sup>	1,8	14,1	48,8
<b>Biestratificada</b>	25	32,9 <sup>ab</sup>	2,7	11,6	58,9
<b>Regular</b>	14	37,1 <sup>b</sup>	3,1	18,2	54,8
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>31,6</b>	<b>1,6</b>	<b>11,6</b>	<b>58,9</b>

\* letras distintas indican diferencias significativas.

No se observó una influencia directa de la intensidad de la corta sobre las pérdidas posteriores al aprovechamiento ocasionadas por la muerte de individuos o la caída de los mismos por efecto del viento (Figura 14).

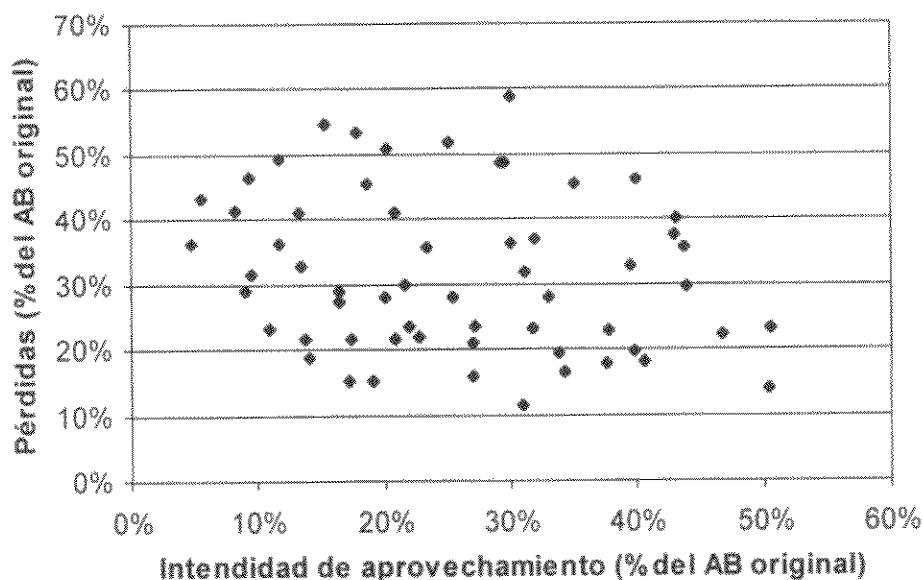


Figura 14. Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo.

Si se repite el gráfico anterior, pero discriminando las calidades de sitio se observa que no existe un patrón que indique una influencia directa de esta variable con las pérdidas post aprovechamiento (Figura 15).

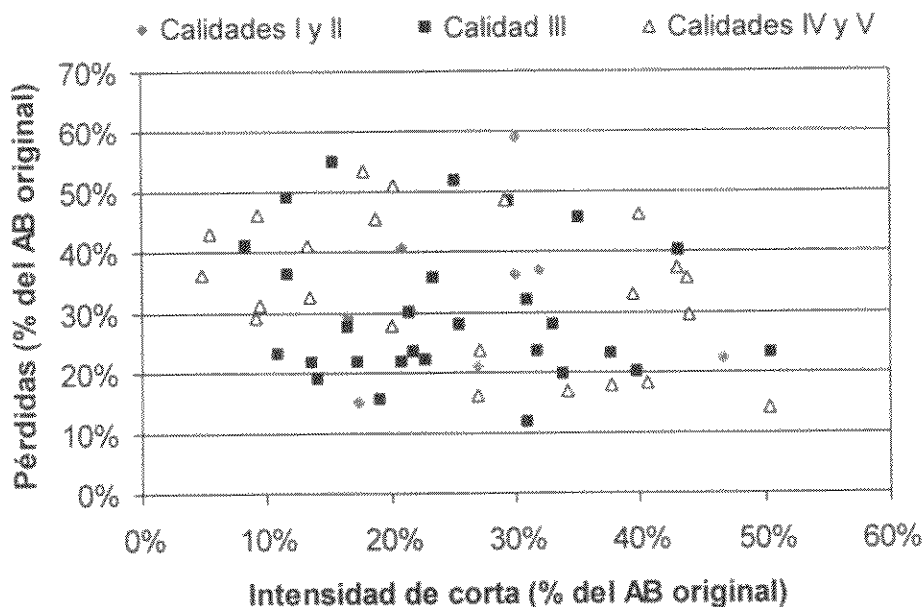


Figura 15. Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo y de la calidad de sitio agrupada en tres categorías.

Por último, haciendo el mismo análisis anterior, pero clasificando los datos según la estructura original del rodal, agrupadas en las categorías “Regular”, “Biestratificada” e “Irregular”, se observa una leve tendencia que indicaría que las estructuras regulares son más susceptibles a los daños post aprovechamiento que las estructuras irregulares (diferencias con nivel de significancia  $< 0,05$ ), tendencia que se hace más fuerte si sólo se toma el rango de intensidades de aprovechamiento propuesto para una corta bajo el sistema de selección en grupos, es decir una corta de menos del 30% del AB (diferencias con nivel de significancia  $< 0,01$ ) (Figura 16). En este segmento se observa que casi la totalidad de las parcelas con estructura irregular presentó pérdidas inferiores al 40% del AB inicial, mientras que la mayoría de las parcelas con estructura regular presentó pérdidas superiores a este valor. Las estructuras biestratificadas, por su parte, presentaron una situación intermedia, sin que se observaran tendencias entre las variables analizadas.

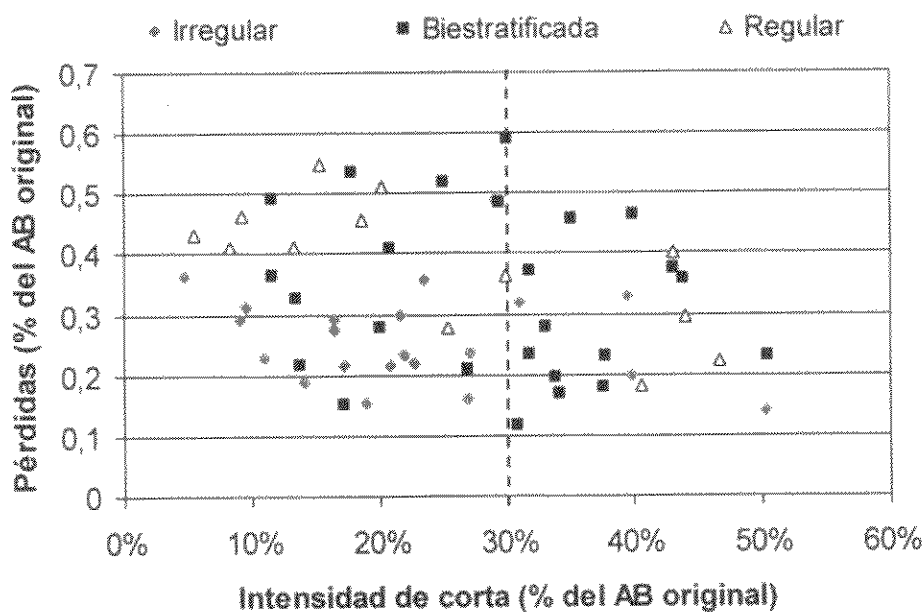


Figura 16. Porcentaje del área basal original correspondiente a los árboles caídos o muertos luego del aprovechamiento en función del porcentaje del área basal original que se extrajo durante el mismo y de la estructura original del bosque.

#### 3.2.1.4 Recuperación del potencial productivo de los rodales

##### 3.2.1.4.1 La recuperación y los daños post aprovechamiento

No se observó una incidencia directa de las pérdidas post aprovechamiento sobre la recuperación del potencial productivo de los rodales, tanto expresado de forma absoluta (volumen maderable al final del ciclo) (Figura 17), como relativa (porcentaje del volumen maderable extraído que representa el volumen maderable al año 35) (Figura 18)

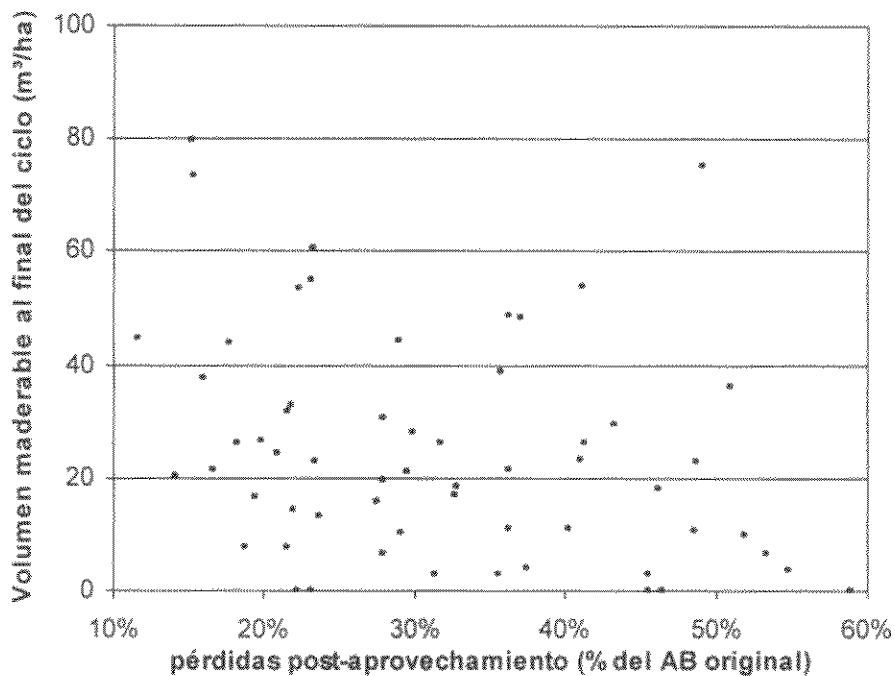


Figura 17. Volumen maderable al final del ciclo en función de las pérdidas post aprovechamiento expresadas como porcentaje del AB inicial que representan los individuos muertos y los abatidos por el viento.

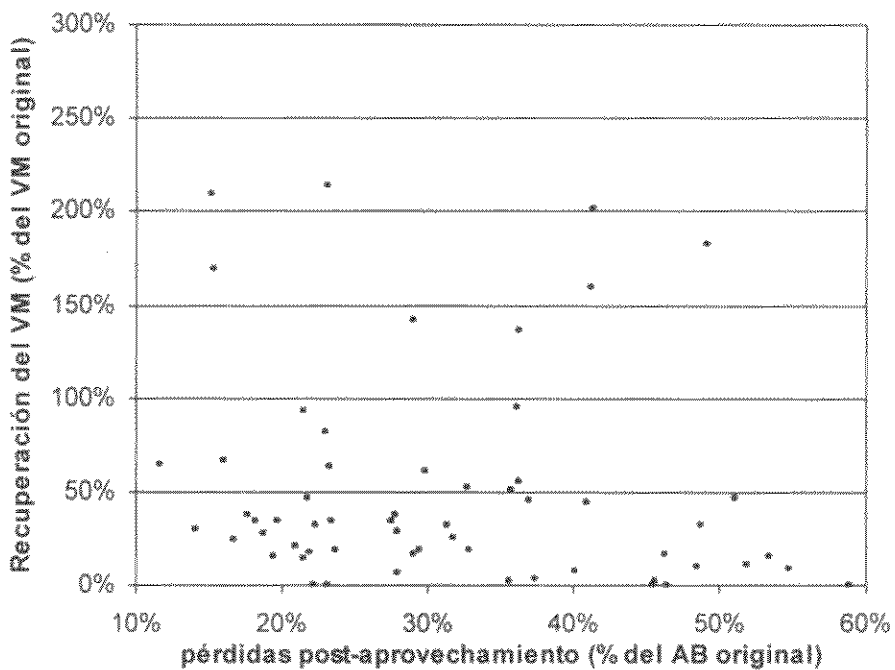


Figura 18. Recuperación del potencial productivo (porcentaje del volumen extraído en la primer corta que representa el volumen maderable al año 35), en función de las pérdidas post aprovechamiento expresadas como porcentaje del AB inicial que representan los individuos muertos y los abatidos por el viento.

### 3.2.1.4.2 La recuperación y la intensidad de corta

La recuperación del potencial productivo de un rodal aprovechado está relacionada con la intensidad de la primera corta ( $R^2 = 256$ , sig. < 0,001). Este hecho se explica en gran medida por la definición misma del concepto de "recuperación" que es un porcentaje del volumen que se extrajo, por lo que a mayores volúmenes extraídos, el bosque requiere de un mayor esfuerzo para recuperar su potencial (Figura 19).

Estos resultados indican que sólo se recupera el potencial productivo luego de intervenciones suaves de menos del 15% del AB original, siendo difícil la recuperación de un rodal con intervenciones moderadas e imposible la recuperación de un rodal sometido a intervenciones fuertes.

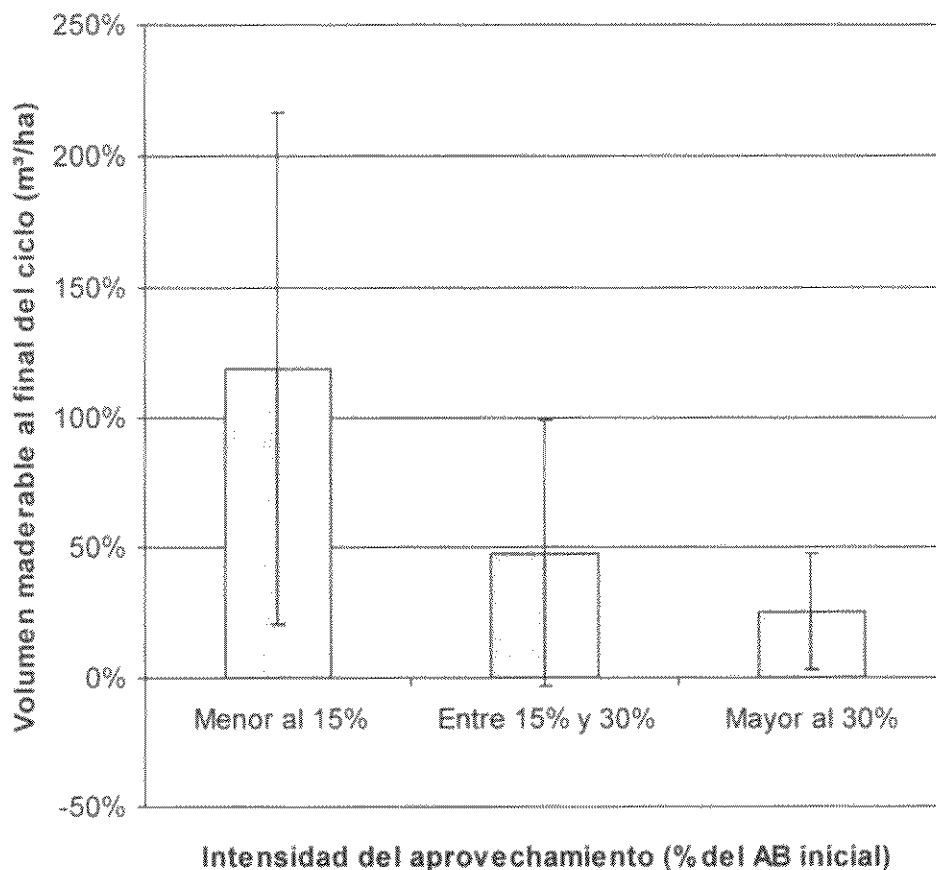


Figura 19. Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del volumen extraído en el año 0) en función del porcentaje del área basal extraída en la primer intervención.

Por otro lado, si consideramos nuevamente la intensidad como porcentaje del AB extraída pero relacionándola con la recuperación absoluta, en términos de volumen maderable potencial al final del ciclo, no se observa ninguna tendencia (Figura 20).



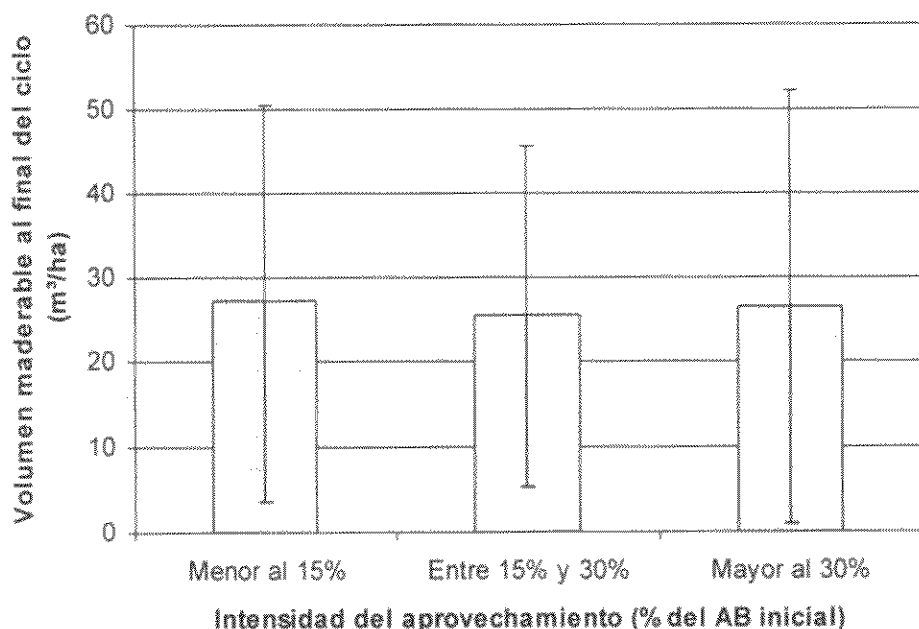


Figura 20. Volumen maderable al final del ciclo de cortas (35 años) según la intensidad del aprovechamiento en términos de porcentaje del AB inicial extraída.

### 3.2.1.4.3 La recuperación y la calidad de sitio

La calidad de sitio del rodal no parece tener incidencia directa sobre la recuperación del potencial productivo (Figura 21), lo que se explica al ver que la calidad de sitio no parece estar relacionada con el volumen maderable al momento de la corta (página 28).

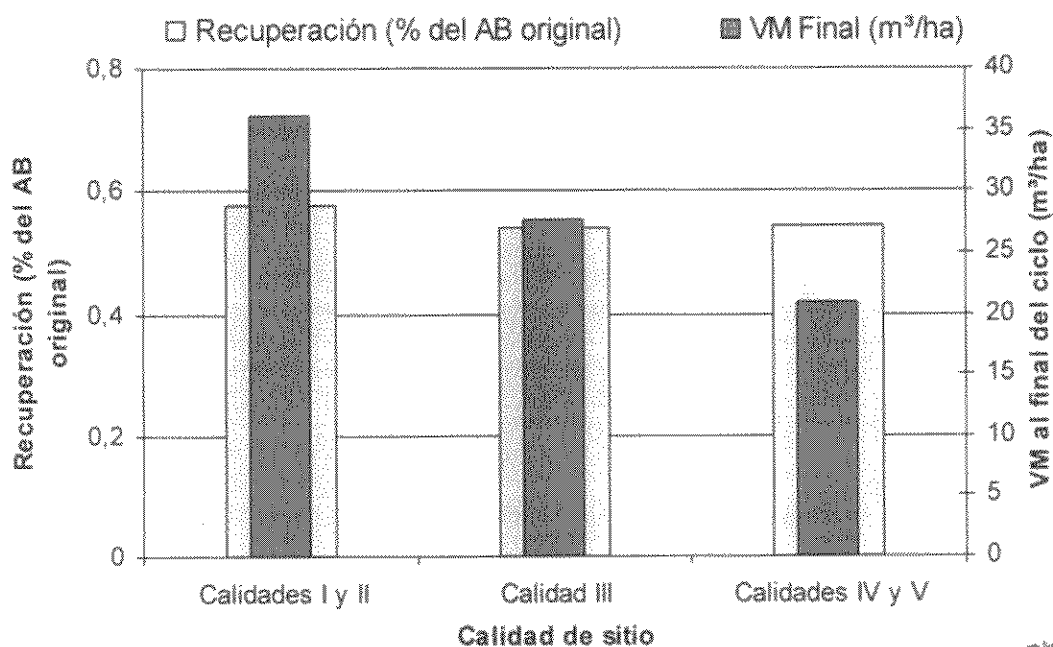
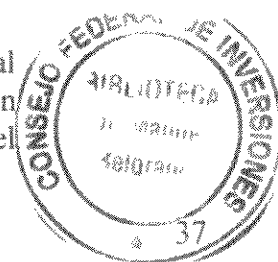


Figura 21. Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del volumen extraído en el año 0) en función de la calidad de sitio.



#### 3.2.1.4.4 La recuperación y la estructura

Al evaluar la recuperación del potencial productivo de los rodales, no se observaron diferencias significativas entre las medias de cada clase de estructura, ya sea considerando la recuperación absoluta (en m<sup>3</sup>/ha) como la relativa (expresada como porcentaje del volumen extraído) (Figura 22). Sin embargo, se observa una tendencia que indicaría que las estructuras irregulares o biestratificadas recuperan un volumen maderable mayor que las estructuras regulares.

Esta tendencia, si bien no alcanza a contrarrestar la gran variabilidad de la muestra, se puede explicar a través de la relación existente entre ambas expresiones de la recuperación del potencial productivo y la cantidad de individuos con potencial maderable que presentaban un DAP de entre 10 y 35 cm al momento de la corta y que fueron dejados en pie, que se correlacionan positiva y significativamente (Cuadro 15). Esta última variable sí presentó medias significativamente diferentes en cada clase de estructura, mostrando que en las estructuras irregulares y biestratificadas se dejan en pie aproximadamente el doble de individuos potencialmente aptos para el aserrado que en las estructuras regulares (Cuadro 16).

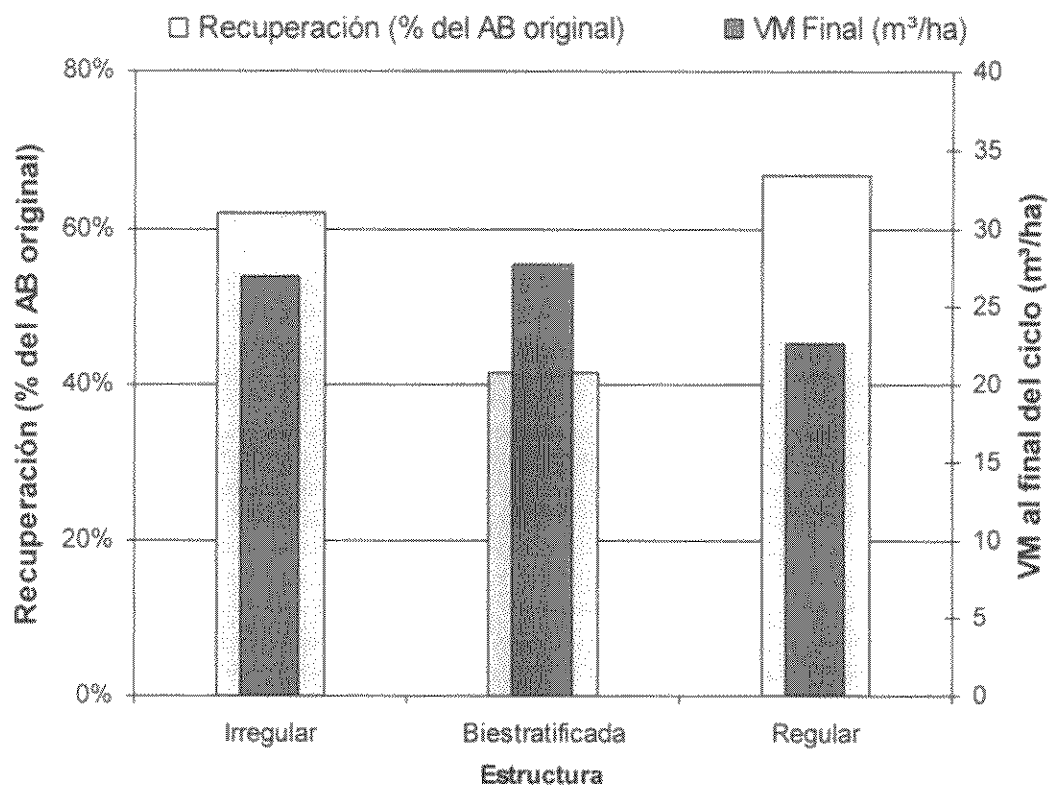


Figura 22. Recuperación del potencial productivo del rodal (expresado como porcentaje que representa el volumen maderable en el año 35 respecto del volumen extraído en el año 0) y volumen maderable al final del ciclo en función de la estructura original del bosque.

*Cuadro 15.* Coeficiente de correlación de la cantidad de individuos potencialmente aptos con DAP entre 10 y 35 cm con la el volumen maderable total al final del ciclo y la el porcentaje de recuperación del volumen extraído.

	<b>Remanentes aptos de DAP entre 10 y 35 cm</b>
<b>VM al final del ciclo</b>	$r = 0,607$ (sig. < 0,01)
<b>Recuperación del VM</b>	$r = 0,439$ (sig. < 0,01)

*Cuadro 16.* Cantidad de árboles potencialmente maderables con diámetros entre 10 y 35 cm que quedaron en pie luego del aprovechamiento en cada clase de estructura.

<b>Estructura</b>	<b>N</b>	<b>Promedio (N/ha)</b>	<b>EEM (N/ha)</b>
<b>Irregular</b>	21	91,4 <sup>a</sup>	11,6
<b>Bieastratificada</b>	25	81,1 <sup>a</sup>	9,6
<b>Regular</b>	14	40,3 <sup>b</sup>	6,9
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>75,2</b>	<b>6,4</b>

\* letras distintas indican diferencias significativas.

### 3.2.2 *Análisis sobre el ensayo de Río Valdez de 1995*

El Cuadro 17 presenta los resultados obtenidos durante la instalación del ensayo en 1995 (Bava 1997) y los obtenidos a través de las remediciones realizadas durante el presente estudio.

La corta realizada durante el ensayo original significó la extracción del 10 % del AB, con un volumen maderable obtenido relativamente bajo (17 m<sup>3</sup>/ha). Se observó un porcentaje de pérdidas post aprovechamiento de algo más del 28 % del AB original, con una recuperación del volumen maderable luego de transcurrido un hipotético ciclo de cortas de 35 años del 75 %, lo que significa un volumen maderable al final del ciclo de 29.3 m<sup>3</sup>/ha.

*Cuadro 17.* Parámetros del bosque en el ensayo de Río Valdez en el momento previo a la corta (1994), parámetros de la corta (corta), del bosque inmediatamente después de la corta (1995), de las pérdidas post-aprovechamiento (pérdidas), del momento posterior a las pérdidas (1996), del momento en que se remidió el ensayo (2003) y de la proyección al fin del primer ciclo de cortas (2030).

Parámetro	1994*	Corta*	1995*	Pérdidas**	1996**	2003**	2030**
<b>Abundancia (N/ha)</b>	690	57	633	195	438	438	438
<b>AB (m<sup>2</sup>/ha)</b>	62,6	6,5	56,1	17,8	38,3	39,3	43,5
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	654,4	193,6	460,8	26,6	434,2	447,5	504,8
<b>Volumen Maderable (m<sup>3</sup>/ha)</b>	39,1	17	22,1	0,8	21,3	23,2	29,3

Nota: se estableció como supuesto que todas las pérdidas post-aprovechamiento sucedieron en un lapso muy corto inmediatamente después de la corta.

\*Fuente: Bava 1997.

\*\*Fuente: datos propios.

### 3.3 *Diferencias en los costos de aprovechamiento del sistema de selección en grupos respecto de las cortas tradicionales*

#### 3.3.1 *Costos incrementales de marcación*

La marcación de una corta enmarcada en el sistema de selección en grupos implica un mayor esfuerzo de marcación. Un técnico capacitado en estas tareas puede marcar, en promedio, una superficie diaria de 2 a 3 ha, en comparación con las 5 o 6 ha que puede marcar un técnico en una corta de protección. Estas diferencias se deben principalmente a tres aspectos:

- Los criterios de marcación son más subjetivos.
- Se requiere de un análisis de la distribución espacial de los individuos marcados y de los claros que estos generan mucho más detallado.
- Se marcan todos los individuos que serán apeados y no los que quedan como es el caso de una corta de protección.

El resultado de estas diferencias se traduce en un aumento de alrededor del 100% de los costos de marcación para una corta de selección en grupos respecto de las marcaciones que se están realizando actualmente.

### **3.3.2 Costos incrementales de aprovechamiento**

Según encuestas realizadas a los operarios que realizaron los aprovechamientos en los ensayos de marcación (ver punto 2.1), un motosierrista demora un 20 % más en realizar los apeos si tiene que considerar la dirección de caída. Por otro lado, adicionalmente al apeo de los árboles maderables, se debe anillar una cantidad de individuos que ronda entre el 15 % y el 25 % de los individuos maderables, es decir que por cada 4 árboles que se cortan, se deberá anillar uno. Asumiendo que el costo de anillar un árbol representa el 30 % del costo de apear, trozar y arrastrar un rollizo hasta el cargadero, estos dos factores actuando simultáneamente podrían encarecer las tareas de obraje un 27 % como máximo.

### **3.3.3 Volumen maderable remanente**

El volumen maderable que debió ser dejado en pie debido a las prescripciones impuestas por el sistema de selección en grupos representó, en promedio, un 56 % del volumen maderable disponible (Cuadro 18). Este porcentaje no implica necesariamente un 56 % menos de producto que bajo un tratamiento tradicional, dado que en estos tratamientos también queda una proporción del stock maderable original de  $26.6 \pm 3.9$  %. Es decir que en promedio, en una corta de selección se extrae un 78 % del volumen maderable que se extraería en una corta tradicional.

Estas diferencias influyen indirectamente sobre el costo de la madera en rollo porque disminuyen el rendimiento de las inversiones en caminos, por lo que para obtener el mismo volumen, la inversión en caminos deberá ser un 28 % mayor.

*Cuadro 18.* Volumen maderable (VM) que presentaba el bosque en cada ensayo (Inicial), VM aprovechado y VM remanente

	VM inicial (m <sup>3</sup> /ha)	VM aprovechado (m <sup>3</sup> /ha)	VM remanente (m <sup>3</sup> /ha)	VM remanente (%)
<b>Ensayo 1</b>	47,7	18,4	29,3	61 %
<b>Ensayo 2</b>	57,4	23,6	33,8	59 %
<b>Ensayo 3</b>	104,7	55,3	49,4	47 %
<b>Promedio</b>	<b>69,9</b>	<b>32,4</b>	<b>37,5</b>	<b>56 %</b>

### 3.3.4 Incidencias sobre los costos de aprovechamiento

Analizando los datos de los tres puntos anteriores en conjunto y afectando con ellos a los costos calculados para un aprovechamiento tradicional, se puede observar que la incidencia total de estas diferencias sobre el costo de la madera en rollo es del 14 % (Cuadro 19)

*Cuadro 19.* Diferencias de costos de aprovechamiento entre la situación actual (sin manejo) y un sistema de manejo por cortas de selección en grupo

Rubro	Costo actual (\$/m <sup>3</sup> )*	Costo bajo el sistema de selección en grupos (\$/m <sup>3</sup> )**	Incremento de los costos (%)**
Caminos	\$ 3.43	\$ 4.40	28%
Obraje	\$ 11.96	\$ 15.21	27%
Carga y transporte	\$ 22.67	\$ 22.67	0%
Asesoramiento técnico	\$ 1.92	\$ 3.84	100%
Costo madera en pie	\$ 3.63	\$ 3.63	0%
<b>Total</b>	<b>\$ 43,61</b>	<b>\$ 49,75</b>	<b>14%</b>

\* Fuente: Jovanovski *et al.* (2003).

\*\* Fuente: datos propios.

## 4 DISCUSIÓN

### 4.1 *Consideraciones sobre la metodología del trabajo*

La metodología permitió cumplir con los objetivos específicos del proyecto. La cuantificación de los daños producidos por el viento con posterioridad al aprovechamiento pudo ser realizada con una precisión aceptable. En ocasiones se presentaron dificultades para definir si un ejemplar abatido por el viento había caído antes o después de la corta, pero en general esto pudo ser establecido fehacientemente en casi todos los casos.

La reconstrucción de la situación anterior a la corta en cada parcela también requirió de un análisis de crecimiento, para lo cual la estimación del grado de competencia de las copas resultó ser de mucha utilidad. Asimismo, la regresión utilizada para determinar el DAP a partir del diámetro de tocón y la altura del mismo permite llegar con un nivel de confianza aceptable a adjudicar cada tocón encontrado a la clase diamétrica a la que correspondía esa planta. El error estimado ( $ESE = 3.1 \text{ cm}$ ) sugiere que en caso de no ubicar el tocón en la clase diamétrica correspondiente, se lo estaría ubicando en la vecina, sin errores sistemáticos.

La determinación de la madera aserrable estuvo sujeta a errores, ya que en muchos casos fueron considerados maderables durante la marcación plantas que resultaron estar afectadas por pudriciones importantes, especialmente en una de las parcelas de ensayo. Esto no constituye un problema serio para la estimación de la recuperación de la posibilidad, ya que ésta se basa principalmente en consideraciones de forma y tamaño en individuos jóvenes, y no de estado sanitario en plantas maduras.

### 4.2 *Características de la muestra*

La distribución del muestreo realizado ha incorporado zonas no consideradas en la planificación original. Este hecho, que fue producto de un pedido realizado por la contraparte provincial, permitió sumar nuevas áreas al análisis. De esta manera se pudo ampliar el rango de situaciones ambientales y trabajar sobre sectores que habían sido aprovechados por permisionarios diferentes, enriqueciendo sustancialmente la muestra. Así, y considerando que en cada permiso de aprovechamiento se instalaron parcelas, la distribución de la muestra resultó muy eficiente.

El muestreo ha incorporado rodales que, en su estado original, presentaban un amplio rango de estructuras. De la misma manera, las calidades de sitio observadas, abarcan las cinco categorías mencionadas para la provincia (Martínez Pastur 1997), con una mayor frecuencia

de calidades intermedias. Con respecto a las intervenciones analizadas, se ha cubierto satisfactoriamente el rango de antigüedades propuesto (de 15 a 35 años de antigüedad). Esto fue posible debido a la calidad de la información proveniente de las estadísticas de aprovechamientos, que fuera suministrada por la Dirección de Bosques de la provincia. Esta información pudo ser parcialmente corroborada en el campo. La intensidad de dichas intervenciones varió considerablemente desde cortas suaves, de menos del 15% del AB hasta cortas muy fuertes, de más del 60% del AB, quedando aproximadamente la mitad de la muestra dentro del rango de intensidades de corta que se considera adecuado para un sistema de cortas de selección en grupo.

Con respecto a las condiciones actuales de los rodales analizados, la muestra incluye un amplio rango de AB, desde rodales totalmente subocupados por la masa forestal remanente hasta rodales con AB comparables a las de bosques vírgenes, situación que ya ha sido documentada por Yapura (1999 y 2001), quien observó que los bosques irregulares aprovechados tienen una estructura similar a los bosques irregulares vírgenes. Esta diversidad es observable en los rodales intervenidos en la actualidad, donde la intensidad de la corta es altamente variable y depende mucho de la proporción de árboles con aptitud maderable presentes.

La muestra se orientó a los rodales donde se había practicado una sola corta, y por este motivo algunas parcelas fueron eliminadas y reemplazadas por otras. Sin embargo, es probable que en algunos casos se hayan superpuesto dos cortas, aparentemente una orientada a la extracción de madera aserrable o rollizos de uso industrial, y otra corta orientada a la extracción de postes o cabañeros. Estas parcelas fueron incluidas en el análisis cuando las mediciones realizadas sobre las edades de la regeneración post-intervención, las cicatrices de aprovechamiento y la liberación del crecimiento indicaron que las cortas habían sido prácticamente simultáneas, y que a los efectos del análisis de la evolución del rodal remanente, podían ser consideradas como una única intervención.

La intensidad de corta parece ser independiente de la calidad de sitio. En sitios buenos se han realizado cortas de la misma intensidad que en sitios malos. Este parámetro es altamente variable y podría estar más relacionado con la estructura del bosque o con aspectos relacionados a las decisiones tomadas por los permisionarios, tales como condicionantes macroeconómicos o de control por parte del Estado.

En términos generales, la muestra parece representar adecuadamente los rangos de calidad de sitio e intensidad de corta que son propios de los aprovechamientos realizados en la



época considerada. Asimismo, la intensidad de corta promedio (72.2 m<sup>3</sup>/ha) en las parcelas estudiadas es la misma que la actual, de acuerdo a Jovanovski y colaboradores (2003).

### **4.3 Caracterización de las cortas de selección en grupo**

Para caracterizar las cortas de selección en grupo se realizaron los tres ensayos descriptos. Éstos se ejecutaron en rodales con árboles correspondientes a por lo menos tres generaciones, donde era posible identificar el proceso de dinámica de claros, en el que se inspira la propuesta silvícola. Este tipo de estructuras es muy común en los bosques de lenga (Bava 1999, Berón 2003, Veblen *et al.* 1980, Veblen *et al.* 1981, Veblen y Donoso 1987, Veblen *et al.* 1996).

Si bien los tres ensayos se realizaron en estructuras similares, hubo diferencias importantes (hasta del 100 %) en la cantidad de madera aserrable presente en cada uno de ellos. Esto se vio reflejado en la cantidad de claros abiertos por hectárea, pero no en el tamaño de los mismos. El ensayo donde se realizó la corta más intensa (28 % del AB) ha producido el doble de madera aserrable que los otros dos, en general a partir de árboles cortados para liberar individuos jóvenes de buena forma, en cortas de conducción. Esto es diferente de las cortas realizadas en Chubut, donde la mayor proporción del volumen corresponde a cortas de formación (Berón 2003). En todos los casos, en los ensayos realizados en el marco del presente proyecto y en el realizado en 1995 (Bava 1999) la intensidad de cortas fue suave (menor al 15% del AB) o moderada (entre un 15 y un 30 % del AB).

### **4.4 Potencial productivo y recuperación de la posibilidad**

El potencial productivo actual corresponde a la estimación de la aptitud aserrable de las plantas con DAP mayor a 20 cm, realizada por el grupo de trabajo. Este grupo cuenta con experiencia en estimaciones de este tipo realizadas en aprovechamientos ejecutados en las provincias de Tierra del Fuego y Chubut. Si bien estas estimaciones pueden estar sujetas a errores, son consideradas válidas en su carácter orientativo.

La recuperación relativa del potencial productivo, es decir el grado en que el bosque vuelve a acumular un volumen maderable igual al que se extrajo, es una característica que debe ser analizada en cada situación. Es decir, una recuperación de un 100 % puede corresponderse con un bajo potencial productivo, mientras que una recuperación del 50 % puede corresponderse con un potencial alto, de más de 100 m<sup>3</sup> por hectárea. Por lo tanto, este concepto es relativo, pero se lo consideró más adecuado que la presencia en términos absolutos de árboles aserrables. La meta es, por lo tanto, que en el marco de un manejo

sustentable a través de cortas de selección en grupo, se logre mantener la tasa de corta en cada rodal.

Los resultados indican que donde se realizaron intervenciones suaves, de menos del 15 % del AB original, la recuperación del potencial productivo es factible en casi la totalidad de los casos.

En rodales intervenidos con cortas moderadas (entre el 15 y el 30 % del AB), se recupera en promedio dos terceras partes del volumen extraído. Es decir que este tipo de intervención requeriría de un ciclo de cortas más largo para que se alcance a recuperar el potencial productivo del rodal. También es necesario considerar que este ritmo de recuperación es consecuencia de una inversión nula en silvicultura, y seguramente podría acelerarse si la corta realizada se hubiera complementado con algunas actividades propias del manejo, entre otras, el apeo o anillado de árboles dominantes de mala forma que libere a individuos jóvenes con potencial.

Las cortas fuertes, de más del 30 % del AB, no se encuadran dentro de lo que se define como manejo de cortas de selección en grupo, ya que provocan el establecimiento de regeneración en toda la superficie del rodal, y no en unidades concretas (Bava 1997, Smith 1997). Este tipo de cortas es más asimilable a una corta de protección incompleta, y la recuperación de la posibilidad no se realizará a través de los ejemplares remanentes del rodal, sino que será hecha por la nueva generación a lo largo de un turno.

Por otra parte, se observa una leve tendencia que indicaría que los bosques irregulares recuperan más fácilmente su potencial productivo que los rodales regulares y los biestratificados. Esta tendencia era en cierta medida predecible por las características propias de las cortas de selección, que basan su estrategia en las generaciones jóvenes que quedan en pie luego de cada intervención y que en la siguiente corta serán individuos maderables (Smith 1997).

No obstante estas consideraciones, debemos tener en cuenta que los tratamientos analizados no se ajustan a una corta de selección convencional, sino que se trata de un simple floreo, comparable sólo en las intensidades de corta. Por lo tanto, y dado que los tratamientos analizados carecen de las acciones silvícolas que el sistema prescribe, se puede tomar a los valores de recuperación del potencial productivo hallados como valores mínimos esperables. El volumen maderable que puede esperarse al cabo de un ciclo de corta de 35 años oscila mayoritariamente entre 25 y 30 m<sup>3</sup>/ha. Este valor seguramente sería mayor si se hubieran aplicado medidas silviculturales, si consideramos, como surge de estos resultados, que plantas liberadas crecen en promedio un 25 % más que plantas en situación de competencia o incluso

diferencias mayores (Antequera 1997, Bava 1999, Martínez Pastur 2000). Desde el punto de vista de la recuperación del volumen, esto implica que en caso de aplicarse silvicultura, podrían alcanzar diámetros comerciales por lo menos un 25 % más de plantas a lo largo de un ciclo de cortas. Además de la silvicultura, el aprovechamiento juega un rol muy importante. Es esperable que un desarrollo cuidadoso de la corta y el arrastre redunde en menores daños a las plantas del rodal remanente con potencial para el futuro.

Otro aspecto a considerar en la recuperación del volumen, es el diámetro mínimo de corta. Los resultados indican que la recuperación del volumen está directamente relacionada con la cantidad de plantas de entre 20 y 35 de DAP presentes en el rodal remanente, y que el promedio de DAP de las plantas apeadas es inferior a 40 cm. Si la corta se limitara a plantas de más de 40 cm de DAP, sería perfectamente posible recuperar el volumen cortado en el lapso de un 35 años.

#### **4.5 Daños posteriores a la corta**

El presente estudio no analiza una posible relación causal entre los aprovechamientos y los daños que se producen sobre el rodal remanente luego del mismo. Sin embargo, se pudo realizar un análisis sobre el grado en que varían estos daños a medida que aumenta la intensidad de los aprovechamientos. Los resultados de este análisis indican que no habría una incidencia directa de la intensidad de corta sobre los efectos adversos en el rodal remanente, que si bien varían considerablemente entre parcelas (entre el 10 y el 60 % del AB original), esta variación no muestra ninguna tendencia respecto del porcentaje del AB original que se extrajo durante la primera intervención. La magnitud de los daños tampoco parece estar relacionada con la calidad de sitio del rodal.

Sin embargo, al considerar la estructura que presentaba el bosque originalmente, se observa que los bosques irregulares presentan daños menores que los irregulares y los biestratificados, lo que estaría indicando que este tipo de estructuras soporta mejor los embates del viento debido seguramente a que conserva de mejor manera su estabilidad al quedar en pie individuos pertenecientes a todos los estratos.

No obstante, los resultados indican que el porcentaje de pérdidas producidas luego del aprovechamiento, no incide de manera decisiva en la recuperación del rodal, dependiendo ésta de otros factores como la estructura original del bosque, la intensidad del aprovechamiento y las características del mismo. En este sentido debemos remarcar que los aprovechamientos analizados no tuvieron en cuenta las medidas silviculturales que el sistema de selección por grupos requiere, principalmente en cuanto el porcentaje de individuos

potencialmente aptos que se dejaron en pié, sin heridas y en buenas condiciones de crecimiento.

#### **4.6 Costos de aprovechamiento**

Si bien el presente estudio se proyectó para determinar la factibilidad técnica del sistema de selección en grupos en la provincia de Tierra del Fuego, durante su realización se fueron planteando inquietudes acerca de las diferencias en el costo de aprovechamiento entre el sistema propuesto y las cortas que se están llevando a cabo actualmente. Es decir cuánto más cara sería le saldría a un aserradero la madera rolliza.

En este sentido, el volumen de información que se obtuvo del análisis de la factibilidad técnica permite hacer algunas suposiciones acerca de las diferencias de costos mencionadas. Estos resultados indican que aplicar cortas de selección en grupo tal y como se las describe en el presente estudio implicaría un aumento en los costos de aprovechamiento que rondaría el 14 %. Seguramente la variabilidad que presentan los bosque de lenga fueguinos no haya sido captada por los tres ensayos realizados, sin embargo, y dado que la componente mayor de los costos de aprovechamiento de madera rolliza viene dado por los costos de transporte (Antequera 2002, Jovanovski *et al.* 2003), es esperable que la influencia de estas variaciones sea mínima.

## 5 CONCLUSIONES

Los fuertes vientos de Patagonia provocan daños en los bosques de la cordillera. Este fenómeno, además de las situaciones catastróficas que ocasionan derrumbes masivos, afecta considerablemente a los bosques de Tierra del Fuego e influye en su dinámica natural. En bosques aprovechados, las alteraciones en la estructura pueden acrecentar esta influencia. En las parcelas estudiadas, la proporción de árboles dañados con posterioridad a la corta no tuvo una relación marcada con la intensidad del aprovechamiento.

Dependiendo de la estructura y las condiciones de sitio los rodales presentan aptitudes productivas muy diferentes. En términos generales, la presencia de madera aserrable puede variar entre menos de 30 m<sup>3</sup>/ha hasta más de 100 m<sup>3</sup>/ha en bosques productivos. Esta variedad resulta en intensidades de corta muy diferentes entre rodales. Si se considera que la intensidad de corta realizada refleja la aptitud productiva del rodal, y que se espera realizar una segunda corta de intensidad equivalente una vez transcurrido un ciclo de cortas de 35 años, entonces la situación actual encontrada es muy diferente en función de la intensidad de corta realizada.

Los rodales que fueron intervenidos con cortas suaves dispondrán, luego de un ciclo de cortas de 35 años, de un volumen maderable similar al que se cortó. Un sistema de cortas de selección en grupo con estas intensidades y este ciclo de cortas, es perfectamente sostenible en el tiempo. En relación a cortas moderadas también los rodales estudiados están en condiciones de recuperar la posibilidad, aunque tal vez en un plazo más largo. En este sentido, es imperioso que se realicen las inversiones necesarias en silvicultura, para garantizar esta recuperación.

El sistema podrá usarse en bosques con estructuras irregulares aplicando cortas suaves a moderadas, pero el éxito del mismo dependerá del stock de individuos menores de 35 cm de DAP con potencial maderable que sean dejados en pie, preferiblemente con condiciones de crecimiento mejores que las originales, ya que estos individuos son los responsables de la recuperación del volumen cortado. En este sentido, factores como un diámetro mínimo de corta superior a 35 cm y un aprovechamiento cuidadoso son factores que pueden contribuir mucho a la sustentabilidad del sistema.

Intervenciones de más del 30 % del AB no permiten que el rodal remanente logre recuperar la posibilidad en un ciclo de cortas de 35 años. En este sentido, para este tipo de cortas son válidas las estimaciones realizadas por los profesionales fueguinos (2002), es decir,

en las actuales condiciones de manejo sólo será posible volver a contar con madera aserrable a partir de turnos cercanos a los 200 años.

Por último, podemos esperar que el impacto que la aplicación de cortas de selección en grupos tiene sobre los costos de la madera rolliza sea relativamente bajo y pueda ser absorbido por las empresas, sobre todo teniendo en cuenta que la aplicación de este método en forma correcta permitiría que una parte de la superficie de bosque productivo de la provincia pudiese ser intervenido cada 35 años y no cada 180 o 200 años como se plantea actualmente.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- ANTEQUERA, S. H. 1997. Crecimiento potencial de la lenga en Tierra del Fuego. Seminario para optar al grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esquel. 77 p.
- ANTEQUERA, S. H. 2002. Efecto del tipo de corta sobre el rendimiento en madera rolliza y la regeneración natural de un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) de calidad media en la provincia de Chubut, Argentina. Tesis de Maestría. Universidad de Göttingen, Alemania. 102 pp.
- BARTSCH, N.; RAPP, C. 1995. Regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio*) en una tala rasa en hueco. En: Regeneración Natural de la lenga. Factores ecológicos. CIEFAP. Publicación Técnica nº 21. Esquel. 49-73.
- BAVA, J. O. 1997. Aportes ecológicos y silviculturales a la transformación de bosques vírgenes de lenga (*Nothofagus pumilio* (OPEP. et Endl.) Krasser) en bosques manejados en el sector argentino de Tierra del Fuego. CIEFAP. Publicación Técnica N°29. 138 pp.
- BERÓN, F. 2003. El manejo silvícola sustentable de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser): Las cortas de selección en grupo.
- COSTA, G. M. 1999. Efecto del tamaño del claro sobre el establecimiento y crecimiento de la regeneración natural en bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser), sometidos a aprovechamiento. Inédito.
- CORDONE V. J. 1997. Clasificación de Madera en rollo de lenga. Manual de Instrucciones. Manual nº 5. CIEFAP. 24 p.
- CORDONE V. J. y J. O. BAVA. 1997. Aplicación de la clasificación de madera en rollo de lenga. Resultados de aserrío. Publicación técnica nº 26. CIEFAP. 32 p.
- JOVANOVSKI, A.; R. A. MANFREDI; P. VILLENA. 2003. Evaluación de alternativas para aumentar la competitividad de la industria forestal de procesamiento primario en la Provincia de Tierra del Fuego. Informe Final Concejo Federal de Inversiones. 97 p.
- KRUSKAL, W. H. & W. A. WALLIS (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association, 47, 583-621.
- KRUSKAL, W. H. & W. A. WALLIS (1953). Errata: Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association, 48, 907-911.

- LOPEZ BERNAL, P. M.; J. O. BAVA; S. H. ANTEQUERA. 2002. Regeneración en un Bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser) Sometido a un Manejo de Selección en Grupos. *Bosque* 24(2): 13-21.
- MARTÍNEZ-PASTUR, G.; P. PERI; R. VUKASOVIC; S. VACCARO; V. PIRIZ-CARRILLO. 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Fiton*, 61 (1/2): 55-60.
- PHILIP, M. S. 1994. Measuring trees and forest. Second edition. ED. CAB International. Cambridge, UK. 310 p.
- REBERTUS, A. J.; T. T. VEBLER. 1993. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forest in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 4: 641-654.
- RICHTER, L. L. Y J. L. FRANGI. 1992. Bases ecológicas para el manejo del bosque de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. Tomo 68: 35-52.
- SCHMALTZ, J. 1992. Aspectos de regeneración de haya y lenga – una comparación. *Actas Seminario Manejo Forestal de la lenga y aspectos ecológicos relacionados*. 74-84. CIEFAP. Esquí. Publicación Técnica n° 8.
- SCHMIDT, H. A. URZÚA, 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Corporación Nacional Forestal. *Ciencias Agrícolas* N°11. 62 pp.
- SCHMIDT, H. Y J. CALDENTEY. 1994. Apuntes tercer curso de silvicultura de los bosques de lenga. CONAF, CORMA, Univ. De Chile. 109 p.
- SMITH, D. M.; B. C. LARSON, M. J. KELTY y P. M. S. ASHTON. 1997. The practice of Silviculture. *Applied Forest Ecology*. 9°. Ed. Wiley. 537 p.
- STOESSEL, G. 2000. Función de volumen maderable con utilización de discriminantes para lenga (*Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser), en Tierra del Fuego, Argentina. Informe de Pasantía de Investigación ad Honores. Fac. de Cs. Agr. Y Ftles. Univ. Nac. de La Plata. 11 p.
- VEBLER T. T.; F. M. SCHLEGEL; B. ESCOBAR R. 1980. Structure and dynamics of Old-Growth *Nothofagus* forest in the Valdivian Andes, Chile. *Journal of Ecology*. 68. 1-31.
- VEBLER, T. T. ; C. DONOSO ZEGERS.; F. M. SCHLEGEL; B. ESCOBAR R. 1981. Forest dynamics in south-central Chile. *Journal of Biogeography*. 8. 211-247.



- VEBLEN, T. 1985. Forest development in tree fall gaps in the temperate rain forest of Chile. *National Geographic Research* 1:161-184.
- VEBLEN, T. T.; C. DONOSO. 1987. Alteración y dinámica regenerativa de las especies chilenas de *Nothofagus* de la Región de los Lagos. *Bosque*: 8(2): 133-142.
- VEBLEN, T. T.; C. DONOSO; T KITZBERGER, A. J. REBERTUS. 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. En: VEBLEN T. T.; R.S. HILL & J. READ. *The ecology and biogeography of Nothofagus forests*. Yale University Press. 403 p.
- YAPURA, P. 1999. Evaluación del estado de cuarteles forestales aprovechados y sus áreas de influencia. Primera etapa. Informe Final Concejo Federal de Inversiones. 283 p.
- YAPURA, P. 2001. Evaluación del estado de cuarteles forestales aprovechados y sus áreas de influencia. Segunda etapa. Informe Final Concejo Federal de Inversiones. 165 p.

**7 ANEXO I: RESUMEN DE LOS DATOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS APROVECHAMIENTOS ANTIGUOS**

Parcela nº	Estructura	Antigüedad	Calidad de Sitio	VM Original (m <sup>2</sup> /ha)	VM Corta (m <sup>2</sup> /ha)	Intensidad de Aprovechamiento (% del AB original)	Pérdidas post Aprovechamiento (% del AB original)	VM Final (m <sup>2</sup> /ha)	Recuperación (% del VM original)
11	Irregular	27	IV	96,8	96,8	40%	33%	18,6	19%
17	Irregular	32	III	27,3	27,3	14%	19%	7,6	28%
19	Irregular	32	III	32,1	25,8	11%	23%	55,1	214%
20	Irregular	32	III	49,0	43,4	19%	15%	73,3	169%
23	Irregular	32	III	46,3	46,3	22%	30%	28,1	61%
29	Irregular	27	IV	70,8	70,8	27%	24%	13,2	19%
30	Irregular	27	IV	67,2	67,2	50%	14%	20,3	30%
33	Irregular	22	III	76,5	76,5	40%	20%	26,5	35%
39	Irregular	17	III	67,0	67,0	22%	23%	22,9	34%
40	Irregular	17	IV	71,7	71,7	29%	49%	22,7	32%
44	Irregular	17	III	70,1	70,1	21%	22%	32,8	47%
67	Irregular	27	III	76,1	76,1	23%	36%	38,9	51%
70	Irregular	22	V	61,1	56,5	27%	16%	37,7	67%
103	Irregular	27	IV	9,5	9,5	10%	31%	3,1	33%
201	Irregular	32	III	85,6	82,6	23%	22%	14,5	18%
59	Irregular sobremaduro	22	IV	19,3	15,6	5%	36%	21,3	137%
65	Irregular sobremaduro	27	IV	46,6	31,2	9%	29%	44,2	142%
68	Irregular sobremaduro	27	III	43,7	34,3	17%	21%	31,8	93%
69	Irregular sobremaduro	22	III	48,7	45,9	16%	28%	15,9	35%
100	Irregular sobremaduro	22	III	112,4	102,1	31%	32%	26,3	26%
101	Irregular sobremaduro	32	II	64,6	64,6	16%	29%	10,5	16%
1	Oquedal-Fustal	32	III	77,3	41,1	12%	49%	75,3	183%
2	Oquedal-Fustal	22	III	99,1	96,2	32%	23%	60,5	63%
14	Oquedal-Fustal	37	III	85,0	85,0	50%	23%	0,0	0%
15	Oquedal-Fustal	37	II	121,6	107,1	32%	37%	48,4	45%
18	Oquedal-Fustal	32	II	55,1	38,1	17%	15%	79,8	210%
53	Oquedal-Fustal	27	IV	145,3	145,3	44%	36%	3,1	2%
54	Oquedal-Fustal	22	I	134,5	134,5	30%	59%	0,0	0%
62	Oquedal-Fustal	27	II	123,0	113,6	27%	21%	24,3	21%
66	Oquedal-Fustal	22	III	166,2	135,2	38%	23%	110,8	82%
73	Oquedal-Fustal	27	III	77,7	70,3	31%	12%	44,8	64%
204	Oquedal-Fustal	37	III	20,4	20,4	12%	36%	11,2	55%

Parcela n°	Estructura	Antigüedad	Calidad de Sitio	VM Original (m³/ha)	VM Corta (m³/ha)	Intensidad de Aprovechamiento (% del AB original)	Pérdidas post Aprovechamiento (% del AB original)	VM Final (m³/ha)	Recuperación (% del VM original)
5	Fustal-Latizal	27	III	56,4	56,4	14%	22%	7,9	14%
6	Fustal-Latizal	27	V	129,9	126,8	43%	37%	4,2	3%
7	Fustal-Latizal	27	III	89,4	89,4	25%	52%	9,8	11%
21	Fustal-Latizal	32	III	106,9	106,9	33%	28%	30,5	29%
22	Fustal-Latizal	32	IV	32,8	32,8	13%	33%	17,0	52%
27	Fustal-Latizal	32	III	108,9	108,9	34%	19%	16,8	15%
38	Fustal-Latizal	17	IV	54,2	51,4	20%	28%	19,4	38%
41	Fustal-Latizal	17	IV	47,7	43,6	18%	53%	6,8	16%
43	Fustal-Latizal	17	IV	94,7	88,0	34%	17%	21,3	24%
47	Fustal-Latizal	17	IV	111,0	111,0	40%	46%	18,1	16%
49	Fustal-Latizal	32	III	134,8	134,8	35%	46%	3,1	2%
63	Fustal-Latizal	22	IV	136,1	117,1	38%	18%	43,9	38%
64	Fustal-Latizal	32	II	53,1	53,1	21%	41%	23,3	44%
203	Fustal-Latizal	22	III	106,5	106,5	30%	49%	10,8	10%
3	Fustal	32	IV	36,5	33,7	13%	41%	53,8	160%
4	Fustal	32	IV	109,9	109,9	44%	29%	21,1	19%
12	Fustal	22	IV	45,0	45,0	19%	46%	0,0	0%
13	Fustal	37	IV	85,7	77,3	20%	51%	36,2	47%
16	Fustal	32	II	60,6	51,3	30%	36%	48,6	95%
51	Fustal	37	IV	11,6	11,6	9%	46%	0,0	0%
52	Fustal	27	III	42,2	42,2	15%	55%	3,8	9%
56	Fustal	22	III	13,1	13,1	8%	41%	26,4	202%
57	Fustal	22	IV	13,6	9,1	5%	43%	29,6	324%
71	Fustal	27	IV	77,0	77,0	41%	18%	26,0	34%
72	Fustal	27	III	94,4	94,4	25%	28%	6,8	7%
74	Fustal	27	II	179,8	167,1	47%	22%	53,5	32%
200	Fustal	22	III	57,9	57,9	72%	22%	0,0	0%
202	Fustal	22	III	148,3	148,3	43%	40%	11,1	8%