



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Cumplimiento de las Normas de Manejo para renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y su efecto en el crecimiento.

Patrocinante: Sr. Antonio Lara.

Trabajo de titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de **Ingeniero Forestal.**

MATIAS RAFAEL CALVO TAGLE

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Antonio Lara A.	<u>6,5</u>
Informante:	Sr. Christian Little C.	<u>7,0</u>
Informante:	Sr. Víctor Sandoval V.	<u>6,0</u>

El patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Antonio Lara A.

AGRADECIMIENTOS.

Primero que nada, agradecer a mis papás por todo el esfuerzo que ha significado mis años de estudio Universidad Austral. Por la paciencia y la confianza que me han entregado en todo este tiempo viviendo en Valdivia.

A mis hermanos, desde lejos todos, por su preocupación y sus aportes de manera indirecta en la obtención de mi título.

A la panchita que le tocó lo más complicado, que me ayudó de todas las formas posibles durante la realización de mi tesis y desde un poco antes.

A los profesores de mi comité de titulación, Antonio Lara, Víctor Sandoval y de manera especial a Christian Little, quienes me guiaron de la mejor manera posible para la realización de este trabajo.

A la empresa Louisiana Pacific Chile S.A. por el financiamiento de la totalidad de los gastos de mi trabajo de titulación y por el importante apoyo brindado.

A FORECOS, de igual manera, por el gran apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A todos mis amigos en Valdivia, a los de siempre en el campo y a muchas otras personas más que en algún momento han sido importantes para mí.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	3
2.1 Renovales del Tipo Forestal Roble Raúl Coigüe	3
2.2 Normas de Manejo para raleo del Tipo Forestal Ro-Ra-Co	4
2.2.1 <i>Condiciones de ingreso a las normas</i>	5
2.3 Criterios de cumplimiento de las normas	5
2.3.1 <i>Criterios silviculturales de cumplimiento de Normas</i>	5
2.3.2 <i>Medidas de protección para el cumplimiento de las Normas</i>	6
2.4 Criterios seleccionados para el estudio	6
2.4.1 <i>Extracción en número de árboles y área basal</i>	6
2.4.2 <i>Mantención o aumento del DMC posterior al raleo</i>	7
2.4.3 <i>Mantención de las especies tolerantes y semitolerantes</i>	7
2.4.4 <i>Marcación con distinción adecuada de árboles de selección y secundarios</i>	8
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	9
3.1 Área de estudio y ubicación del las unidades muestrales	9
3.2 Parcelas de crecimiento y metodología de trabajo de las Normas	10
3.3 Criterios analizados	11
3.4 Reconstrucción de algunas variables de estado del rodal original	11
3.5 Evaluación del grado de cumplimiento de los criterios seleccionados	12
3.5.1 <i>Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal</i>	12
3.5.2 <i>Mantención o aumento del DMC posterior al raleo</i>	13
3.5.3 <i>Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes</i>	14
3.5.4 <i>Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios</i>	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Características dasométricas de los parcelas	16
4.2 Grado de cumplimiento de criterios seleccionados	17
4.2.1 <i>Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal</i>	17

4.2.2	<i>Mantenición o aumento del DMC posterior al raleo</i>	19
4.2.3	<i>Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes</i>	21
4.2.4	<i>Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios</i>	23
4.3	Efecto del cumplimiento de criterios seleccionados sobre el crecimiento.	24
4.3.1	<i>Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal</i>	24
4.3.2	<i>Mantenición o aumento del DMC posterior al raleo</i>	26
4.3.3	<i>Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes</i>	29
4.3.4	<i>Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios</i>	30
5	CONCLUSIONES	32
6.	BIBLIOGRAFÍA	34

ANEXOS

1	<i>Abstract and key words</i>
2	Condiciones de ingreso a las normas
3	Detalle de la extracción en número de árboles
4	Detalle de variación del DMC antes y después del raleo
5	Detalle de variación del área basal antes y después del raleo
6	Crecimiento por clases diamétricas.
7	Distribución de clases diamétricas antes y después de raleo
8	Proyecciones de volumen para la evaluación de la mantención de especies tolerantes.

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Nombre, ubicación de los predios y año de intervención de los rodales en estudio	10
Cuadro 2. Criterios a evaluar y sus condiciones de cumplimiento	11
Cuadro 3. Variables de estado antes y después de raleo por subtipo forestal	16
Cuadro 4. Evaluación de cumplimiento de extracción en número de árboles	17
Cuadro 5. Evaluación de extracción en área basal	18
Cuadro 6. Variación de área basal en parcelas del subtipo Roble-Raulí	18
Cuadro 7. Variación de área basal en parcelas de subtipo Coigüe	19
Cuadro 8. Variación de DMC después del raleo	21
Cuadro 9. Porcentaje de variación de especies tolerantes y semitolerantes	22
Cuadro 10. Clases de marcación de árboles de selección	23
Cuadro 11. Porcentaje de marcación en individuos de selección de ambos subtipos	23
Cuadro 12. Variación del IMA antes y después del raleo, su significancia	24
Cuadro 13. Extracción en área basal y tiempo entre raleos para rodales dominados por Roble-Raulí	25
Cuadro 14. Extracción en área basal y tiempo entre raleos para rodales dominados por Coigüe	25
Cuadro 15. Variación del IMA en diámetro y DMC	26
Cuadro 16. ICA promedio por clase diamétrica antes y después de raleo; parcelas 7,8 y 9	27
Cuadro 17. Diferencia en el volumen de tolerantes y semi-tolerantes	30
Cuadro 18. DAP, densidad y volumen individual en ambas situaciones	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución de parcelas temporales para evaluar el cumplimiento de Normas de Manejo en renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe de la IX Región.	9
Figura 2. Relación entre DMC y Ln del N° de árboles por ha para diferentes rodales de los subtipos dominados por Roble y Raulí	19
Figura 3. Relación entre DMC y Ln del N° de árboles por ha para diferentes rodales de los subtipos dominados por Coigüe	20
Figura 4. Variación de DMC después del raleo en parcelas de Roble-Raulí y Coigüe	21
Figura 5. Variación de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes	22
Figura 6. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 7	28
Figura 7. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 8	28
Figura 8. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 9	29
Figura 9. Porcentaje promedio de marcación y variación del DMC para ambos subtipos	31

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

Se estudió el cumplimiento de las Normas de Manejo para renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe así como su efecto en el crecimiento de éstos. El estudio se basó en la información obtenida en 21 parcelas temporales establecidas durante enero y febrero del 2006 para el “estudio técnico de crecimiento de renovales” realizado por Lara *et al.* 2006.

Los renovales estudiados se encuentran distribuidos en la zona pre-cordillerana de la IX Región, al este de la ciudad de Lautaro, en donde existe una importante área cubierta por renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar y determinar de que forma el cumplimiento de algunos estándares de manejo silvicultural definidos en las Normas de manejo para renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, influyen en el crecimiento de este tipo formaciones vegetales. Para esto se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) evaluar diferentes estructuras de renovales sometidos a raleo, antes y después de la intervención, b) evaluar el grado de cumplimiento de un conjunto de criterios seleccionados de las normas y c) determinar como el cumplimiento de los criterios seleccionados afecta o modifica el crecimiento futuro del bosque y los períodos de tiempo entre intervenciones.

De la totalidad de los criterios de cumplimiento de las normas, se seleccionaron cuatro, los cuales corresponden a “extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal”, “mantención o aumento del DMC posterior al raleo”, “aumento de la proporción de especies de las especies tolerantes y semitolerantes y/o de alto valor maderero” y “marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios”.

Una vez analizado el cumplimiento de estos criterios se pudo observar que respecto del criterio de extracción máxima en número de árboles y área basal, el cumplimiento promedio para ambos subtipos es de 81,6 y 65,4% respectivamente. El criterio “Mantención o aumento del DMC posterior al raleo” fue el más respetado con aproximadamente un 86% de cumplimiento para ambos subtipos. En contraste, el criterio menos cumplido es la marcación, presentando solo un 24,2% de los rodales correctamente marcados.

En la evaluación del efecto del cumplimiento de los criterios seleccionados sobre el crecimiento de los renovales, al analizar la extracción en número de árboles y área basal no se detectó una tendencia en relación a la variación del crecimiento explicada por estas variables. También se analizó la influencia de los diferentes grados de extracción en área basal con respecto al periodo de tiempo necesario para intervenir nuevamente los rodales según las normas y se observó que el porcentaje de extracción no tiene mucha relación con el periodo de tiempo entre raleos, sino que más bien, este está relacionado con la extracción total en m²/ha.

Al analizar el efecto de la variación del DMC sobre el crecimiento, se apreció una leve tendencia de que los raleos por lo alto (disminución del DMC) mejoran el crecimiento de los árboles residuales, sin embargo el número de rodales que presentaron una respuesta significativa al raleo fue muy escaso para generalizar esa tendencia.

Finalmente respecto de la evaluación de la marcación adecuada en los rodales, se pudo observar una fuerte relación entre el cumplimiento de este criterio y la variación del DMC de los rodales, lo que indica que esta es una herramienta clave para el cumplimiento de las normas.

Palabras claves: Normas de manejo, renovales de Ro-Ra-Co, área basal, diámetro medio cuadrático (DMC), silvicultura, Región de La Araucanía

1. INTRODUCCIÓN

Los renovales son bosques de segundo crecimiento, originados generalmente después de intervenciones antrópicas como habilitación de tierras para producción agropecuaria y su posterior abandono, además de incendios forestales y otras causas, existiendo también renovales formados por alteraciones naturales (Donoso, 1981).

En Chile, existen varios tipos de asociaciones de especies arbóreas que dan origen a este tipo de estructuras, siendo aquellas dominadas por las especies del género *Nothofagus*, las que poseen mayor potencialidad de uso dado su alto valor comercial y la amplitud del área de distribución (Donoso, 1981).

Según Donoso (1981), los renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus nervosa* y *Nothofagus dombeyi*), formados por la presencia de cualquiera de las tres especies o una combinación de ellas, constituyendo más del 50% de los individuos con DAP mayor a 10 cm por ha, son los que presentan mayor potencial productivo. Esto se debe a la simplicidad de su manejo (Lara *et al.*, 1999) y a su distribución natural, que los hace más accesibles para su aprovechamiento maderero y comercial (Lara *et al.*, 2006).

Como un intento por facilitar y mejorar el manejo de estos bosques, a partir del año 1994 se crean las “*Normas de Manejo aplicables a faenas de raleo en el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe*” (Lara *et al.*, 1999). Estas fueron diseñadas para promover la conservación de los bosques nativos y la formación de bosques futuros con una estructura y composición que permita incrementar su productividad y aprovechamiento económico. Según Lara *et al.* (1999), las normas son pautas claras de manejo, fáciles de evaluar y controlar por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Actualmente, existen algunas evaluaciones del cumplimiento de las Normas de Manejo (Por ejemplo Castañeda 2000; Lara *et al.* 2006) y también existen estudios de crecimiento y productividad de los renovales de Ro-Ra-Co (Silva, 2003; Lara *et al.*, 2006), sin embargo, no se ha analizado en que medida el incumplimiento de las Normas de Manejo puede afectar en el crecimiento de los renovales posterior a la realización de raleos. Dicha información es clave para entender el efecto que pudiera tener del grado de cumplimiento en el crecimiento de los renovales, lo que puede constituir un fuerte aliciente para que los productores cumplan con los estándares de manejo preestablecidos por la norma y a utilizar a las Normas como una herramienta efectiva para el manejo silvicultural.

Para llevar a cabo este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar y determinar de que forma el cumplimiento de algunos estándares de manejo silvicultural definidos en las normas de manejo de renovales de Roble-Raulí-Coigüe, influyen en el crecimiento y tiempo entre raleos de este tipo formaciones vegetales.

Objetivos Específicos

Evaluar diferentes estructuras de renovales sometidos a raleo, antes y después de la intervención.

Evaluar el grado de cumplimiento de un conjunto de criterios seleccionados de las normas.

Determinar en qué medida el cumplimiento de los criterios seleccionados afecta o modifica el crecimiento futuro del bosque y los períodos de tiempo entre intervenciones.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe

El Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe se distribuye entre el sur del río Ñuble ($36^{\circ}30'$ sur) por el norte y el paralelo 41° por el sur aproximadamente, tanto por la cordillera de Los Andes como la de la Costa, donde ya no se encuentra *Nothofagus nervosa* y desaparece *Nothofagus obliqua*. Por el Llano Central el límite norte se ubica a la altura del río Malleco y en el sur, también en la latitud de los 41° sur (Donoso, 1998).

Los renovales que pertenecen a esta asociación vegetal de alto interés económico se agrupan como el Subtipo Forestal "Renovales y bosques puros secundarios", los que de acuerdo al Catastro de Vegetación Nativa, cubren 1,19 millones de ha (CONAF et al, 1997)

Echeverría (2004), describe 5 zonas de crecimiento entre las provincias de Cautín y Valdivia mediante el análisis de factores ambientales con métodos multivariados, en donde se describen las variables ambientales que mejor explican su crecimiento. Los rodales seleccionados están ubicados dentro de las zonas de crecimiento III y IV. La primera zona está asociada a crecimientos intermedios en diámetro de 0.58 cm por año (entre los 15 y 20 años), un período seco intermedio (3 a 4 meses) y precipitaciones anuales de 1.300 a 1.900mm. La segunda (zona IV), está ubicada en la Cordillera de Los Andes y presenta una tasa de crecimiento diametral de 0.71 cm/año (entre los 15 y 20 años), caracterizándose por tener las precipitaciones anuales mas elevadas (1.900 - 2.500 mm).

En un renoval de Roble en la cordillera de La Costa de la novena Región, Castillo (1992), encontró una gran variabilidad en la evaluación de crecimientos, desde 0,1-0,2 cm/año hasta 1,0 - 1,3 cm/año en diámetro. Las causas que originan estas diferencias se encuentran en la edad, densidad, zona geográfica, altitud, tipo de intervenciones de los rodales, así como la clase diamétrica o dosel de los árboles considerados. También determinó para individuos del dosel superior que el máximo crecimiento medio anual en diámetro se logra entre los 20 y 30 años de edad con un valor de 0,79 cm/año.

Donoso et al, (1993), señala que el crecimiento medio anual en diámetro de Roble (*Nothofagus obliqua*), varía entre los 0.37 y 0.6 cm/año en una zona correspondiente al Valle Central y faldeos cordilleranos de altitud intermedia (400 a 800 m s.n.m) de la provincia de Valdivia, provincias de Cautín y Malleco.

Respecto a la variabilidad del crecimiento de los renovales, Silva (2003) muestra cifras que van desde 0,2 a 2,4 cm/año, desde 1,0 a 2,0 m²/ha año en área basal y desde 5,4 hasta 18,5 m³/ha año en volumen, lo que indica la gran variabilidad entre individuos y rodales.

2.2 Normas de manejo para raleo del Tipo Forestal Ro-Ra-Co

Las normas son pautas de manejo que surgen como una alternativa a los planes de manejo convencionales, en donde los propietarios interesados en intervenir bosques, pueden adherirse comprometiéndose a respetarlas (Lara *et al.* 1999).

Estas normas son de adhesión voluntaria y consideran los requisitos y normativa establecida en el formulario "Normas de manejo aplicables a faenas de raleo en el tipo forestal Ro-Ra-Co" (CONAF, 1993), faenas que pueden realizarse dentro de un plazo máximo de 2 años, contando desde la fecha de presentación de la solicitud ante CONAF.

De acuerdo con Lara *et al.*, (1999), las normas de manejo contienen objetivos silviculturales y legales muy claros, tales son:

- Promover la conservación de los bosques nativos y formación de bosques nativos con una estructura y composición que permita incrementar su productividad y aprovechamiento económico.
- Mejorar el de manejo de los renovales de Ro-Ra-Co
- Frenar el manejo inadecuado de los renovales (y no ser un medio para facilitar la situación actual de mal manejo)
- Estimular el manejo adecuado de los renovales por la vía de pautas claras, lógicas y fáciles de evaluar y controlar por CONAF.

Las Normas de Manejo consideran como único método de corta a los raleos, los que consisten en cortar parte de los árboles vivos (entresaca pie a pie), disminuyendo la densidad de los rodales para favorecer el crecimiento de los árboles que permanecen. Los árboles que quedan en pie, de buena forma y sanidad, permitirán la cosecha de un volumen igual o superior en raleos posteriores, con un mejoramiento gradual de la calidad maderera del rodal.

El raleo debe estar orientado a liberar de competencia a los árboles selección, a llevar al rodal a una estructura caracterizada por una menor densidad y una distribución horizontal de los árboles lo más homogénea posible en cuanto a sus copas y fustes. Las Normas buscan conservar una alta proporción de árboles de mayor tamaño y mejores características de sanidad y forma, lo que según Lara *et al.* (2006), permitirá además obtener una serie de servicios ecosistémicos.

La selección de los árboles a dejar en el rodal distingue a las categorías de árboles selección y árboles secundarios. Los primeros corresponden a aquellos del dosel dominante y codominante (excepcionalmente del dosel intermedio), de Roble, Raulí o Coigüe, que tienen las mejores características de sanidad, forma y valor maderero.

Los árboles secundarios son los árboles del dosel dominante, codominante o intermedio de las mismas especies pero inferior calidad, además de los árboles de especies tolerantes y semitolerantes que crecen bajo el dosel, como Tapa, Ulmo, Avellano, Mañío, Olivillo (Lara *et al*, 2006).

El tipo de raleo mencionado se asemeja mayormente a un raleo libre, más comúnmente descrito en la literatura. Nyland, (1996) señala que en este raleo se libera de competencia a un grupo seleccionado de árboles de futura cosecha (AFC), combinando elementos de dos o más métodos de raleo, para obtener mejores crecimientos en estos.

El raleo libre posee la característica de liberar solo a los AFC sin dar mayor importancia a las clases diamétricas de estos, en donde los árboles que no compiten con los ACF no son extraídos (Nyland, 1996).

2.2.1 Condiciones de ingreso a las Normas

El conocimiento que se tiene de los renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, demuestra que existe una relación lineal inversa el DMC y el logaritmo natural del número de árboles por hectárea. La ecuación lineal que relaciona a ambas variables ha demostrado tener parámetros que varían dentro de márgenes relativamente estrechos y una correlación estadísticamente significativa entre el DMC y la densidad (Puente *et al*, 1979, Núñez *et al*, 1992, Prado *et al*, 1993), citados por Lara *et al*, (1999)

Las ecuaciones que relacionan el DMC con la densidad, permiten evaluar la densidad e inferir el desarrollo de los rodales, los cuales van reduciendo su número de árboles por ha y aumentando su DMC con el transcurso del tiempo (Lara *et al*, 1999).

De esta manera se puede saber cuales son las condiciones en que los rodales deben ser raleados, además del número de árboles que es aconsejable extraer en un raleo para alcanzar una cierta densidad y DMC al cabo de un cierto número de años (Lara *et al*, 1999). (Ver anexo 2)

2.3 Criterios de cumplimiento de las Normas

A continuación se presentan todos los criterios considerados en las normas de manejo (Lara *et al*, 2006), de los cuales se seleccionó un conjunto para evaluar su cumplimiento.

2.3.1 Criterios silviculturales de cumplimiento de Normas

- Cumplimiento de condiciones de ingreso a las normas en relación al DMC y Ln de la densidad.

- Intervención de rodales únicamente según normas excluyendo intervenciones destructivas.
- Aumento de la proporción de especies en categorías de conservación, así como de las especies tolerantes y semitolerantes y/o de alto valor maderero.
- Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios.
- Mantención de árboles marcados.
- Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal.
- Mantención o aumento del DMC posterior al raleo.
- Minimización del daño a la copa y fustes de los árboles que quedan en el rodal.
- Nuevas intervenciones sólo cuando el rodal recupere el área basal.

2.3.2 Medidas de protección para el cumplimiento de las Normas

- Exclusión de intervención en áreas en torno a cursos de agua.
- Exclusión de intervención en áreas con pendiente excesiva.
- Exclusión de ganado en rodales según especificaciones de la norma.
- Construcción de fajas de madereo, caminos y canchas de acopio según especificaciones.
- Protección de especies de flora y fauna en categorías de conservación.
- Mantención de árboles remanentes vivos y muertos (árboles percha).
- Prohibición de uso del fuego en los renovales y áreas adyacentes.
- Mantención de la cobertura de sotobosque existente.

2.4 Criterios seleccionados para el estudio

Del total de criterios nombrados, sólo se consideraron para este estudio algunos de estos que puedan afectar de manera directa y de corto a mediano plazo al valor económico de los renovales. Los criterios seleccionados fueron:

2.4.1 Extracción en número de árboles y área basal

De acuerdo con los criterios establecidos en la norma, la cantidad mínima de árboles a dejar (ver anexo 2), está en directa relación con el diámetro medio cuadrático del rodal.

Según Lara *et al*, (1999), investigaciones en renovales del tipo forestal Ro-Ra-Co, han demostrado que el DMC del rodal y la densidad del mismo son las dos variables claves que definen la estructura de los renovales y permiten la caracterización y prescripción de los raleos.

De acuerdo a lo señalado en las normas, cuando se trate de los rodales de los subtipos forestales dominados por Roble y Raulí, la extracción máxima en área basal será de un 40%, dependiendo de la calidad del bosque, de su DMC y densidad inicial, sin embargo, se recomienda extraer entre un 25 y 40% en área basal para este caso.

Para los subtipos dominados por Coigüe, la extracción máxima permitida será de un 35% en área basal. Dependiendo de la calidad del bosque, de su DMC y densidad iniciales, se recomienda extraer entre un 20 y 35% en área basal (CONAF 2005).

Según Lara *et al*, (2006), la intensidad máxima de raleo será expresada como número mínimo de árboles por hectárea a dejar según la clase de DMC y subtipo del rodal definido en estas normas y solo se podrá aplicar un nuevo raleo una vez que se recupere el área basal extraída.

2.4.2 Mantención o aumento del DMC posterior al raleo

Puente *et al*, (1979), citado por Castañeda (2000) establecen un modelo general de regresión, el cual relaciona el número de árboles por ha en forma semi-logarítmica con el DMC de los árboles considerados. Esta relación tiene las ventajas de linealizar los datos de densidad en número de árboles utilizando un valor de tamaño medio de los árboles que se relaciona directamente con el área basal y poder ser transformada en una ecuación.

Esta relación indica que el DMC naturalmente aumenta a medida que el número de árboles es menor por competencia y mortalidad, lo que se debe imitar con las intervenciones silviculturales.

Ya que el raleo está orientado a liberar de competencia a los árboles selección y llevar al bosque a una estructura caracterizada una menor densidad, se debe lograr una mayor proporción de árboles de mayor tamaño, por lo que el DMC no debería disminuir.

2.4.3 Mantención de especies tolerantes y semitolerantes

En los renovales del área de estudio, la mayoría de los rodales poseen solo un estrato de Roble, Raulí, Coigüe o mezclas entre estas especies con algunos individuos remanentes emergentes. Sin embargo es común observar la aparición de especies tolerantes y semitolerantes bajo el dosel dominante.

Lusk (2002) ha determinado que existen casos en que el área basal de las especies del dosel en bosques viejos estratificados ha mostrado ser independiente de la que poseen los árboles emergentes del mismo rodal. Este fenómeno se conoce como "área basal aditiva" y es interesante por sus posibles implicancias para el manejo de bosques mixtos productivos.

Marquis y Ernst (1991), estudiaron un bosque coetáneo mixto de latifoliadas en donde se extrajeron todos los árboles de especies tolerantes del dosel inferior. La remoción de todos estos individuos demostró no afectar significativamente el crecimiento de los individuos de los estratos superiores.

Si bien, en los renovales de Ro-Ra-Co no se ha demostrado la existencia de esta relación de independencia entre el área basal las especies dominantes y el de las

especies tolerantes y semitolerantes “acompañantes”, es muy probable que el crecimiento de las especies tolerantes no desmejore e incluso aporte al crecimiento total, estimule a mejorar la forma y poda natural de las especies del género *Nothofagus*, mejorando además, el aprovechamiento del sitio, la calidad del suelo y materia orgánica. También es esperable un efecto positivo sobre la estabilidad del rodal, la capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos y a la vez, la capacidad productiva del rodal¹

2.4.4 Marcación con distinción adecuada de árboles de selección y secundarios

Los árboles selección se deben marcar con una franja a nivel del DAP y una marca en forma de punto en la base del árbol y los árboles secundarios con un punto a nivel del DAP y uno en la base, marcas que se deben realizar todas con la misma orientación según CONAF (1995).

En el “Código Modelo de Prácticas de Aprovechamiento Forestal” de la FAO, citado por Werner Krueger (2003), indica que el daño al bosque residual se puede reducir mediante el marcado de los árboles que se prevé serán parte de los AFC, otorgando un recordatorio visual a las cuadrillas de aprovechamiento que operan en el bosque.

Por lo tanto, para la realización de raleos de árbol futuro en que se hace distinción entre árboles de selección y secundarios, se presenta la marcación de los individuos a dejar después de la intervención como un factor esencial.

La marcación se realiza con el fin de facilitar la labor de supervisión de los raleos por parte de CONAF y además agilizar la labor de los operarios de motosierras.

Otro factor relevante de realizar la marcación es que permite revisar la cantidad de individuos de selección y secundarios para comprobar que estos se ajusten a los parámetros establecidos en las normas de manejo antes de la ejecución del raleo.

¹ Little, Ch. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Área de estudio y ubicación del las unidades muestrales

Este estudio se basó en la información obtenida de 21 parcelas temporales establecidas durante enero y febrero del 2006 para el “estudio técnico de crecimiento de renovales” realizado por Lara *et al*, (2006). Los renovales están distribuidos en la zona cordillerana de la IX Región, al este de Lautaro, en donde se concentran poblaciones importantes de renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe.

Las parcelas fueron distribuidas aleatoriamente por estrato sobre la cartografía del área de estudio y se consideró el criterio de asignación proporcional a la superficie de las áreas boscosas de interés (estratos arbóreos). La distribución de cada unidad muestral se presenta en la Figura 1

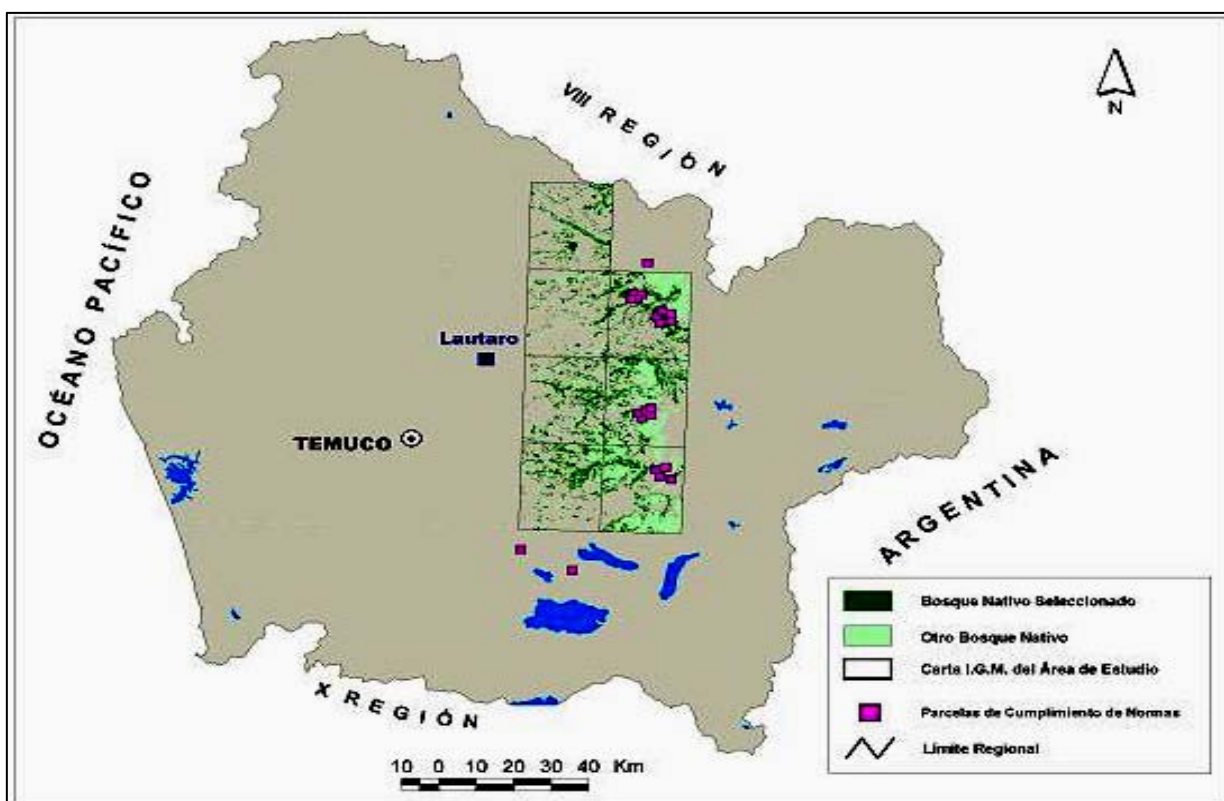


Figura 1. Distribución de parcelas temporales para evaluar el cumplimiento de Normas de Manejo en renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe de la IX Región.

Cuadro 1. Nombre, ubicación de los predios y año de intervención de los rodales en estudio

Predio	Región	Coordenadas [*]		Año de ejecución de raleo ^{**}
		Norte	Este	
Bellavista	IX	247.327	5.765.085	2005
Bellavista	IX	247.349	5.764.369	2005
Pidenco alto	IX	251.859	5.748.141	2003
Pidenco alto	IX	252.345	5.748.258	2003
Pidenco alto	IX	252.383	5.748.326	2003
Pidenco alto	IX	252.499	5.748.370	2003
San agustín	IX	245.331	5.755.006	1998
San agustín	IX	245.412	5.754.962	1998
San agustín	IX	245.268	5.754.935	1998
Stalingrado	IX	249.409	5.716.395	2005
Stalingrado	IX	249.477	5.716.420	2005
Stalingrado	IX	249.450	5.716.511	2005
El Manzano	IX	255.399	5.698.940	2002
El Manzano	IX	254.994	5.698.766	2002
El Manzano	IX	254.790	5.698.585	2002
El Ajjal	IX	738.682	5.671.293	2005
El Ajjal	IX	738.505	5.671.300	2005
El Ajjal	IX	278.999	5.670.959	2005
El Dorado	IX	738.221	5.671.205	2005
El Dorado	IX	751.949	5.665.174	2005
El Dorado	IX	751.856	5.665.147	2005

UTM; Datum PSAD 69

**Según información proporcionada por propietarios y registros de Conaf.

En el cuadro anterior, cada fila corresponde a una parcela, en donde se señala el predio al que pertenece (todos ubicados en la IX Región), la fecha de ejecución de las intervenciones y las coordenadas UTM en que fue ubicada.

3.2 Parcelas de crecimiento y metodología de trabajo de las Normas

Los bosques inventariados en el estudio de crecimiento pertenecen a al Tipo Forestal Roble - Raulí - Coigüe, densos y semi-densos, con una altura mayor a 8 metros. De acuerdo a estas características, se hicieron parcelas rectangulares de 500 m² de superficie (10 x 50 m).

En las parcelas establecidas se muestrearon tanto las especies dominantes (*Nothofagus spp.*) como las tolerantes y semi-tolerantes del dosel codominante, intermedio, suprimido y sumergido. A cada árbol se le extrajo un tarugo a 30 cm desde el suelo cuando el árbol fue concéntrico, y dos en el caso contrario. Se midió el DAP y el DAT de los árboles vivos y diámetro del tocón de los cortados. Se

observó además la presencia de daños en copa, fuste y base, se determinó la altura de cada individuo, la pendiente, exposición y otras variables.

Con el fin de conocer las características de los renovales del área de estudio y obtener información sobre las intervenciones previamente realizadas, se realizó una salida a terreno en donde se visitaron 18 parcelas. Las visitas sirvieron para obtener información cualitativa clave para la interpretación de los datos, tal como evidencias de floreo, cortas anteriores, estimación del año de la intervención, calidad del bosque residual, estructura, entre otras.

3.3 Criterios analizados

Del total de los criterios de cumplimiento de las normas, se evaluaron los siguientes:

Cuadro 2. Criterios a evaluar y sus condiciones de cumplimiento

Criterio	Condición de incumplimiento
1. Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal.	a. Cantidad de árboles dejados después de la intervención <10% de lo señalado en las Normas según Subtipo y clase de DMC. b. Cantidad de área basal extraída después del raleo > 5% por sobre lo indicado en la norma para cada Subtipo forestal.
2. Mantenimiento o aumento del DMC posterior al raleo.	Disminución del DMC después de la intervención.
3. Aumento de la proporción de especies en categorías de conservación, así como de las especies tolerantes y semitolerantes y/o de alto valor maderero	Disminución de la proporción de cualquiera de las especies categorías mencionadas si es que ellas estuvieran presentes al momento de efectuar el raleo.
4. Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios	Marcación no aplicada a la totalidad de los árboles selección

3.4 Reconstrucción de algunas variables de estado del rodal original

La estructura diamétrica de los rodales antes del raleo, se obtuvo mediante información rescatada de tocones, de la medición de DAP y DAT (diámetro a la altura del tocón de los árboles vivos) y de la información de tarugos de incremento.

Se consultó directamente con los propietarios o encargados de los predios la fecha en que se realizaron las intervenciones y se revisó los formularios de las normas.

Esta información se utilizó para descontar el crecimiento de los años después del raleo de cada árbol que quedó en pie en las parcelas (con la información obtenida de los tarugos de incremento colectados por Lara *et al*, (2006)) hasta enero del 2006, año en que se realizaron las parcelas para el estudio de crecimiento de renovales.

A partir de esta información, se calculó el área basal de cada especie presente para determinar el subtipo forestal al que correspondía cada parcela para efecto de las normas de manejo, lo que les otorgó diferentes condiciones de ingreso a las Normas.

Para conocer las condiciones en que cada parcela debería haber ingresado a las normas se utilizó el cuadro 1 y 2 del anexo 2, en donde se detalla la densidad mínima requerida para los subtipos dominados por Roble-Raulí y para los dominados por Coigüe.

Los individuos remanentes fueron excluidos para el cálculo del área basal de los rodales, ya que de acuerdo a las normas, la mayoría de estos se deberían cortar o anillar para liberar al renoval de competencia (los remanentes residuales servirán de árboles percha).

Un aspecto relevante para determinar el área basal original del rodal, es descontar el área basal de los tocones que quedaron en intervenciones previas a las estudiadas, para lo cual se utilizó información obtenida en terreno además de la aportada por el estudio de crecimiento para determinar cuales tocones pertenecen al último raleo.

También se consideró como información adicional a la aportada por los propietarios (respecto de las fechas de raleos), la información de gráficos de crecimiento, en donde se puede determinar si existen liberaciones en árboles individuales (aumento de 1,5 veces el incremento medio en un periodo de cinco años.²) que coincidan con las fechas de los raleos aportadas por los propietarios o encargados.

3.5 Evaluación del grado de cumplimiento de los criterios seleccionados

3.5.1 Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal

Grado de cumplimiento.

Según lo indicado en las Normas, la cantidad máxima de árboles a extraer está limitada, además de a un DMC determinado, a un área basal máxima a extraer para cada subtipo. Para esto se consideró como condición de cumplimiento lo indicado en la norma para cada subtipo forestal (40% para los rodales dominados por Roble y Raulí y 35% para los rodales dominados por Coigüe) y se realizó la misma relación.

Para evaluar el grado de cumplimiento de las extracciones en número de árboles y área basal, se determinó las condiciones de ingreso a las normas para cada rodal en

² Lara, A. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal

relación a la clase de DMC en el momento previo a la intervención. Dicha información se comparó con lo establecido en los cuadros 1 y 2 del anexo 2.

Teniendo las condiciones de ingreso a las normas, se determinó la máxima extracción permitida en N° de árb/ha. Luego se obtuvo la cantidad de individuos que se dejaron post-raleo y se evaluó en clases de cumplimiento en rangos de 10 unidades por sobre y bajo lo establecido.

Efecto del cumplimiento sobre el crecimiento.

Para evaluar la influencia de los diferentes grados de cumplimiento en el crecimiento del rodal, se realizaron las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilks para $n < 30$ o bien, Kolmogorov Smirnov para $n \geq 30$ para probar la normalidad de los datos y determinar la prueba estadística a utilizar.

Con la prueba estadística *t de student* para muestras dependientes (pareadas), se analizó cada parcela para determinar si existen diferencias significativas ($p\text{-valor} \leq 0,05$) entre el incremento medio anual antes y después del raleo y así, observar si existe alguna relación con los diferentes grados de extracción en número de árboles por ha y área basal.

Se analizó además el efecto de los diferentes grados de extracción de área basal y otras variables relevantes, en el período de tiempo a transcurrir para realizar el próximo raleo, lo que se apoyó con gráficos de correlación que permitieron determinar que variable explica mejor la duración de este período de tiempo.

3.5.2 Mantención o aumento del DMC posterior al raleo

Grado de cumplimiento.

Se calculó DMC original de cada parcela y el posterior a la intervención. Luego se utilizó la relación Ln del número de árboles por ha y DMC para construir gráficos en se encuentra la situación pre-raleo y post-raleo para observar en que situación se encuentran las parcelas respecto de la curva de referencia en ambas circunstancias.

Luego, para determinar el grado de cumplimiento de este criterio, se avaluó en clases de 2 cm de DMC por sobre y bajo lo establecido en las Normas para la posterior evaluación de su efecto.

Efecto del cumplimiento sobre el crecimiento y tiempo entre raleos.

De acuerdo a la información de cumplimiento de este criterio, se determinó si existe relación estadística entre los diferentes grados de cumplimiento de este criterio y el crecimiento del bosque.

Los efectos esperados en el crecimiento pueden ser explicables ya que el disminuir el DMC o aumentarlo indica una tendencia a raleos por lo alto o por lo bajo respectivamente, lo que podría tener efectos en el crecimiento.

Para ver el efecto del aumento o la disminución del DMC en el crecimiento del bosque, se analizó la respuesta a por clases diamétricas en las parcelas 7, 8, 9, ya que estas son las únicas en que la intervención se realizó con al menos 5 años de anterioridad al estudio de crecimiento. Para esto, se utilizó la prueba estadística *t de student* para muestras pareadas ($p\text{-valor} \leq 0,05$). Para cada clase diamétrica se tomo los ICA de todos los árboles, en donde los 5 años anteriores al raleo se tomaron como tratamiento 1 y los 5 años posteriores como tratamiento 2. Luego se hizo un análisis gráfico para observar el comportamiento del ICA antes y después del raleo.

3.5.3 Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes

Grado de cumplimiento.

Dado que en cada parcela se contó y midió los tocones de los árboles que fueron cortados y se identificó las especies a las que correspondían, se estableció la proporción de especies tolerantes y semitolerantes (>5 cm) que existe antes y después del raleo. Luego se hizo un cuadro para todos los parcelas identificando subtipo, porcentaje de especies tolerantes antes y después de raleo y la variación entre estos.

Efecto del cumplimiento.

Dado que probablemente estas especies requieran de más de una rotación en comparación con las especies dominantes, se utilizará como supuesto que estas no serán afectadas por raleos futuros.

Ya que las normas indican que la proporción de estas especies debe ser mantenida, utilizando la información de crecimiento de individuos tarugados de las mismas especies y clase diamétrica (en el mismo rodal o en los rodales más similares), se proyectará las tablas de rodal obteniendo el volumen de los fustes en cada parcela mediante el método de Husch, descrito en el anexo 3, con el número de individuos que corresponda para mantener la proporción inicial, intentando también mantener la proporción de área basal de las especies tolerantes arbóreas que existía antes del raleo, en comparación al volumen bruto de las parcelas en su condición post-raleo (enero 2006).

Estos volúmenes fueron obtenidos a un plazo de 10 años, utilizando funciones de volumen total para fuste individual y se compararán respecto del volumen obtenido de los mismos en el momento en que fueron eliminados.

Para no elegir cualquier árbol de las especies tolerantes y semi-tolerantes, estos se seleccionan tomando como criterio mantener la proporción de área basal de estas especies existente antes del raleo.

3.5.4 Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios

Evaluación de cumplimiento.

Dado que la totalidad de los individuos que quedaron después del raleo (residuales) debieran estar marcados, ya sean de selección o secundarios (salvo los árboles

remanentes), se obtuvo el porcentaje de árboles marcados respecto a el número mínimo exigido en las normas para la clase de DMC en que se encontraba cada parcela antes de la intervención.

Efecto del cumplimiento.

Para determinar si existe un efecto en el cumplimiento de la marcación adecuada en cuanto a su intensidad, se evaluó este criterio en relación a la variación de el DMC de las parcelas, teniendo en cuenta que el DMC es una relación entre la densidad y el área basal, es decir, si se encuentra una relación entre variación del DMC y marcación, esta relación también es válida para extracción en área basal o número de árboles por hectárea.

Además se observó la relación del cumplimiento de esta variable con los demás criterios estudiados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características dasométricas de las parcelas

En el siguiente cuadro se muestran las características de los rodales antes y después de la intervención respecto de las variables de estado más relevantes de este estudio.

Cuadro 3. Variables de estado antes y después de raleo por subtipo forestal

Parcela	Subtipo Forestal	Antes del raleo			Después del raleo		
		Árb/ha	Área basal (m ² /ha)	DMC (cm)	Árb/ha	Área basal (m ² /ha)	DMC (cm)
1	Coigüe	1.600	69,80	23,57	520	41,20	31,76
3	Coigüe	1.560	89,74	27,06	540	52,26	35,10
4	Coigüe	1.060	81,95	31,37	460	57,10	39,76
9	Coigüe	2.460	59,05	17,48	1.340	28,56	16,47
10	Coigüe	980	65,79	29,24	400	41,31	36,26
11	Coigüe	1.500	55,76	21,76	760	34,34	23,99
12	Coigüe	1.060	61,30	27,14	640	39,77	28,13
2	Roble - Raulí	980	63,57	28,74	480	39,06	32,19
5	Roble - Raulí	1.160	72,70	28,25	520	53,17	36,08
6	Roble - Raulí	1.640	75,54	24,22	460	33,63	30,51
7	Roble - Raulí	980	35,49	21,47	720	15,18	16,38
8	Roble - Raulí	1.800	42,84	17,41	840	22,53	18,48
13	Roble - Raulí	1.640	60,49	21,67	620	33,98	26,42
14	Roble - Raulí	1.500	75,65	25,34	660	29,92	24,03
15	Roble - Raulí	1.200	45,34	21,93	360	23,82	29,03
16	Roble - Raulí	820	36,10	23,68	440	24,86	26,82
17	Roble - Raulí	1.020	42,09	22,92	600	32,68	26,33
18	Roble - Raulí	980	36,14	21,67	400	21,80	26,34
19	Roble - Raulí	1.260	42,45	20,71	560	25,67	24,16
20	Roble - Raulí	1.100	39,60	21,41	820	30,50	21,76
21	Roble - Raulí	1.180	46,29	22,35	780	32,92	23,18

Al igual que en Castañeda (2000), existieron limitaciones metodológicas para evaluar el cumplimiento de las normas, el que se estudió por medio de una sola parcela por rodal donde no se consideró la variabilidad que puede haber dentro de estos.

En este cuadro se puede observar la magnitud de las extracciones en área basal y densidad y el incremento o disminución del DMC para la totalidad de las parcelas estudiadas.

4.2 Grado de cumplimiento de criterios seleccionados

4.2.1 Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal

Extracción en número de árboles.

En el cuadro 4, se presenta un resumen del grado de cumplimiento el criterio “extracción según intensidades fijadas en número de árboles”, en donde se puede observar que 14 parcelas (71% de las parcelas de Roble-Raulí y un 57% de las parcelas del subtipo Coigüe), equivalente a un 66,7% entre ambos subtipos, cumplen con este criterio.

Al aplicar el margen de flexibilidad permitido al cumplimiento, se destaca que un 81% de los raleos (promedio entre ambos subtipos) fueron correctamente realizados en lo que respecta a este criterio.

En el cuadro siguiente se presenta además el porcentaje promedio de extracción de árboles y desviación estándar para cada clase de cumplimiento.

Cuadro 4. Evaluación de cumplimiento de extracción en número de árboles

	Roble- Raulí			Coigüe		
	Nº parcelas	% cumplimiento	% ext.*	Nº parcelas	% cumplimiento	% ext.
Cumple sin flexibilidad	10	71,4	46,0 +-13,3	4	57,1	51,8 +-11
Cumple con flexibilidad ≤10%	2	14,3	59,1 +-18,1	1	14,3	49,3
No cumple 10 a 20%	2	14,3	64,6 +-7,6	2	28,6	63,3 +-5,9

* Porcentaje promedio de extracción en número de árboles por sobre lo permitido para cada subtipo y desviación estándar entre parcelas.

En los renovales del Subtipo Roble-Raulí, se presentan 10 parcelas que cumplen con las normas sin aplicar flexibilidad. Como contraste, se presenta también en este subtipo, la clase de incumplimiento de las normas de un 10 a un 20% por sobre lo permitido en que las extracciones promedio son de 64% de la densidad original con una desviación estándar de 7.6%.

En el cuadro 4 se observa además que de los rodales dominados por Coigüe, cuatro de estos cumplen estrictamente con lo establecido en las normas y uno más cumple aplicando la flexibilidad de un 10%, sin embargo dos rodales sobrepasan la extracción en número de árboles, incluso el rodal 1 se sobrepasa con un 18% por sobre lo permitido (ver anexo 4; detalle de las extracciones por parcela).

Extracción en área basal.

En el cuadro 5 se presenta un resumen del cumplimiento respecto de la extracción en área basal de los renovales, en el cual se puede observar que en los subtipos dominados por Roble-Raulí, un 57% cumple con el criterio de extracción en área basal y los rodales dominados por el subtipo Coigüe poseen un 14% de cumplimiento sin aplicar la flexibilidad permitida.

Cuadro 5. Evaluación de extracción en área basal

	Roble- Raulí			Coigüe		
	Nº parcelas	% cumplimiento	% ext.*	Nº parcelas	% cumplimiento	% ext.
Cumple sin flexibilidad	8	57,1	31,2 +- 7,2	1	14,3	30,3
Cumple con flexibilidad ≤5%	1	7,1	44,0	3	42,9	36,9 +-1,7
No cumple 5 a 15%	2	14,3	47,4	2	28,6	41,3 +- 0,6
No cumple 15 a 25%	3	21,4	57,7 +-2,5	1	14,3	51,6

* Porcentaje promedio de extracción en área basal por sobre lo permitido para cada subtipo y desviación estándar entre parcelas.

Al aplicar la flexibilidad en un 5% en este criterio, se puede ver que existe un cumplimiento de un 64,3% y 57,1% de las parcelas para los subtipos dominados por Roble-Raulí y los dominados por Coigüe respectivamente (ver anexo 5; detalle por parcela).

De las parcelas que sobrepasan la extracción de área basal permitida, cuatro se ubican en la clase de 5-15% y las otras cuatro en la clase de 15-20%.

En los cuadros 6 y 7, se muestran los rodales diferenciados por los subtipos Roble-Raulí y Coigüe respectivamente, para los cuales se determinó el área basal inicial, el área basal final (después del raleo), el porcentaje de extracción en área basal y el porcentaje de extracción por sobre o bajo lo permitido (para el cuadro 6 un 40% de extracción y para la cuadro 7 un 35% de extracción en área basal)

Cuadro 6. Variación de área basal en parcelas del subtipo Roble-Raulí

Nº de Parcela	G* Inicial	G Final	% Extracción G	Diferencia**
14	75,7	29,9	60,5	20,5
7	35,5	15,2	57,2	17,2
6	75,5	33,6	55,5	15,5
15	45,3	23,8	47,5	7,5
8	42,8	22,5	47,4	7,4
13	60,5	34,0	43,8	3,8
18	36,1	21,8	39,7	-0,3
19	42,5	25,7	39,5	-0,5
2	63,6	39,1	38,6	-1,4
16	36,1	24,9	31,1	-8,9
21	46,3	32,9	28,9	-11,1
5	72,7	53,2	26,9	-13,1
20	39,6	30,5	23,0	-17,0
17	42,1	32,7	22,4	-17,6

*G: área basal; ** Signo negativo indica extracción menor a lo permitido para el subtipo (40%)

El cuadro anterior se encuentra ordenado de mayor a menor porcentaje de extracción en área basal, donde se puede observar que para los subtipos dominados por Roble-Raulí, en un 66% de las parcelas el porcentaje de extracción de área basal es inferior al 40% por lo tanto, cumplen estrictamente con las normas. Además se

pueden observar los valores extremos en el rodal 14 con un 60,5% de extracción y en el rodal 17, con un 22,4 % de extracción en área basal.

En el cuadro 7 se encuentran los valores de extracción en área basal para los rodales que pertenecen al subtipo Coigüe.

Cuadro 7. Variación de área basal en parcelas de subtipo Coigüe

Nº de Parcela	G Inicial	G Objetivo	G Final	% Extracción G	Diferencia *
9	59,1	38,4	28,6	51,6	16,6
3	89,7	58,3	52,3	41,8	6,8
1	69,8	45,4	41,2	41,0	6,0
11	55,8	36,2	34,3	38,4	3,4
10	65,8	42,8	41,3	37,2	2,2
12	61,3	39,8	39,8	35,1	0,1
4	82,0	53,3	57,1	30,3	-4,7

*Signo negativo indica extracción en área basal menor a lo permitido para el subtipo (35%)
 *G: área basal

En el caso del subtipo Coigüe, se puede observar que el rodal 4 y 12 cumplen con lo establecido en las normas. En el resto de los rodales las extracciones se ven sobrepasadas desde 2,2% en el rodal 10, hasta en un 16,6% en el caso del rodal 9.

4.2.2 Mantención o aumento del DMC posterior al raleo

En las dos figuras siguientes se muestra un esquema que representa el DMC de cada parcela en la condición pre-raleo y post-raleo.

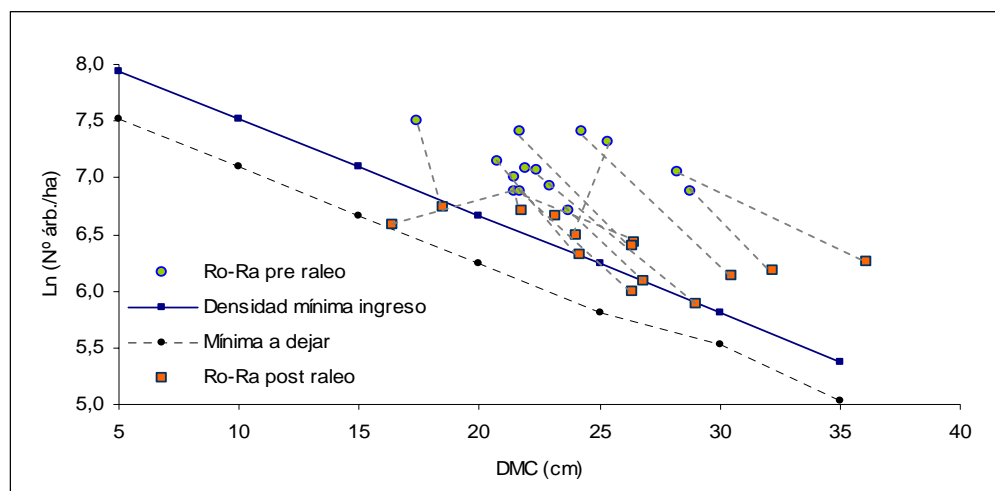


Figura 2. Relación entre DMC y Ln del Nº de árboles por ha para diferentes rodales de los subtipos dominados por Roble y Raulí ($Ln=8,3784-0,4292*DMC$)

En las Figuras 2 y 3, se puede observar que el 100% de los rodales en su condición inicial están por sobre el rango de densidad mínima de ingreso a las normas y en la condición post-raleo un 71% de estos continúa por sobre la densidad mínima de ingreso.

Otro aspecto importante es que, también en ambos rodales, se muestra un fuerte aumento del DMC (hasta 8,2 cm) en un gran porcentaje de los rodales como se detalla en el cuadro 8. Esto se puede ver mediante las líneas que conectan las situaciones pre y post raleo de cada parcela para ambos subtipos en las figuras 2 y 3.

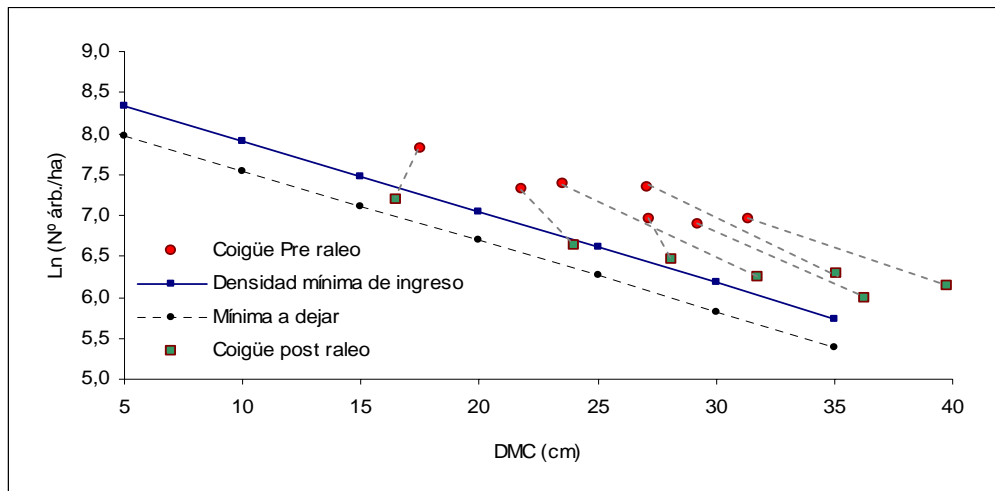


Figura 3. Relación entre DMC y Ln del Nº de árboles por ha para diferentes rodales de los subtipos dominados por Coigüe ($Ln=8,769-0,4319*DMC$)

En la figura 4 se puede observar que en la mayoría de las parcelas los raleos han aumentado el DMC, sobretodo los que pertenecen al subtipo Coigüe, del cual en cuatro parcelas el DMC aumenta entre 6 y 8 cm.

Esto podría deberse a un problema de la calidad de los árboles intermedios y suprimidos de estos renovales de Coigüe (especie intolerante), que son esencialmente puros y no han sido previamente raleados, como es el caso en la mayoría de las parcelas.

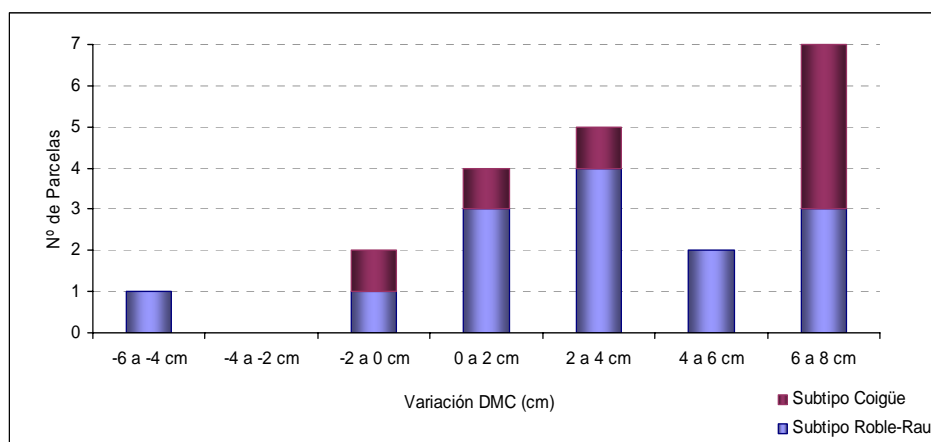


Figura 4. Variación de DMC después del raleo en parcelas de Roble-Raulí y Coigüe

En el cuadro 8 se muestran diferentes clases de variación del DMC, en donde se destacan las parcelas que cumplen y que no cumplen con las Normas. En las primeras tres filas se encuentran las parcelas en que el DMC disminuyó entre 0,1 y 6 cm y en las cuatro siguientes el DMC aumenta entre 0,1 y 8 cm.

Cuadro 8. Variación de DMC después del raleo

Variación DMC (cm)	Roble- Raulí		Coigüe		Cumplimiento por clase	TOTAL
	parcelas	% por clases	parcelas	% por clases	%	%
No Cumplen -6 a -4 cm	7	7,1	-	-	4,8	
No Cumplen -4 a -2 cm	-	-	-	-	0	14,3
No Cumplen -2 a 0 cm	14	7,1	9	14,3	9,5	
Cumplen 0 a 2 cm	8, 20, 21	21,4	12	14,3	19	
Cumplen 2 a 4 cm	2, 16, 17, 19	28,6	11	14,3	23,8	85,6
Cumplen 4 a 6 cm	13, 18	14,3	-	-	9,5	
Cumplen 6 a 8 cm	5, 6, 15	21,4	1, 3, 4, 10	57,1	33,3	

Del cuadro anterior se desprende que solo tres parcelas no cumplen con este criterio, siendo el valor más extremo el del rodal 7, en que el DMC disminuye en 5,1 cm respecto de su valor original (ver anexo 6; detalle de variación de DMC por parcela). Por otro lado, los valores más extremos de aumento del DMC son los del rodal 5 del subtipo Roble-Raulí y 4 del subtipo Coigüe, con 7,8 y 8,4 cm de aumento respectivamente (anexo 6).

4.2.3 Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes

De la totalidad de las parcelas analizadas, diez parcelas fueron excluidas del análisis de este criterio por no tener especies tolerantes ni semitolerantes arbóreas en la condición inicial (un 43% de los rodales del subtipo Roble-Raulí y un 58% de los del subtipo Coigüe no poseen especies tolerantes y semi-tolerantes).

En el cuadro 9, se encuentra expresada la variación del porcentaje de árboles de especies tolerantes y semitolerantes respecto a la condición en que se encontraban las parcelas antes del raleo. En este se puede observar que descontando las parcelas que no poseían especies tolerantes y semi-tolerantes antes de la intervención, este criterio tiene un grado de cumplimiento muy bajo, siendo este de un 54,5% entre ambos subtipos.

Cuadro 9. Porcentaje de variación de especies tolerantes y semitolerantes

Subtipo*	Nº de Parcela	Porcentaje de la densidad inicial	Porcentaje de la densidad final	Variación %
Roble-Raulí	6	14,5	4,3	-10,2
Roble-Raulí	5	17,2	7,7	-9,5
Coigüe	3	7,6	0,0	-7,6
Coigüe	1	3,8	0,0	-3,8
Roble-Raulí	13	3,7	0,0	-3,7
Roble-Raulí	20	3,6	4,9	1,3
Roble-Raulí	15	8,3	11,1	2,8
Roble-Raulí	18	6,1	10,0	3,9
Coigüe	4	25,9	30,4	4,5
Roble-Raulí	21	11,9	17,9	6,0
Roble-Raulí	14	13,3	30,3	17,0

*Las parcelas del subtipo Coigüe se destacan con negrilla.

Lo expresado en el cuadro 9, se presenta en forma gráfica en la figura 5 en la cual se puede observar que la situación es similar, tanto para la disminución como para el aumento de estas especies y en ambos subtipos.

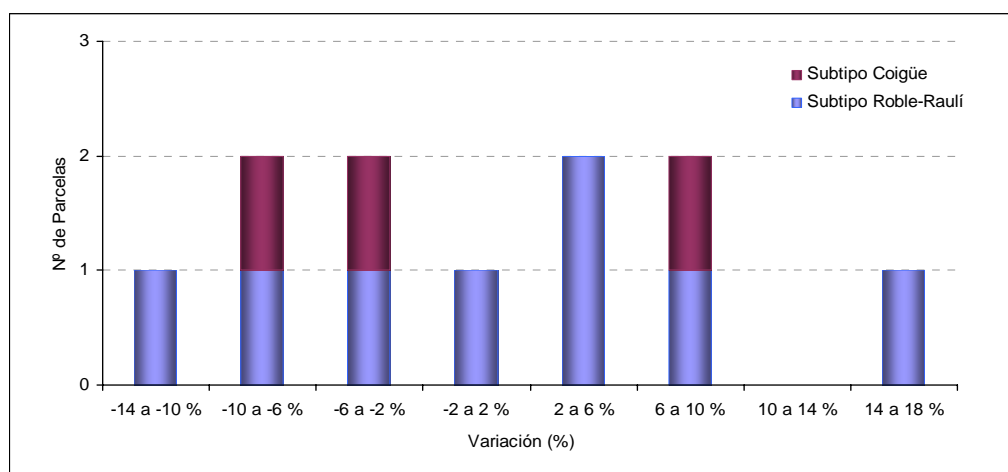


Figura 5. Variación de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes

Llama la atención que de los 7 rodales del subtipo Coigüe, 4 no posean especies tolerantes y semi-tolerantes y además que en 2 de los que poseían estas especies

(en los dos casos solo especies arbustivas), estas hallan sido eliminadas por completo de los rodales.

4.2.4 Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios

En el cuadro número 10 se encuentra la totalidad de las parcelas agrupadas en clases de cumplimiento respecto de la marcación de los árboles de selección.

Cuadro 10. Clases de marcación de árboles de selección

Marcación	Roble- Raulí			Coigüe		
	Nº parcelas	% parcelas	Promedio*	Nº parcelas	% parcelas	Promedio
Cumple 100%	3	21,4	100,0	2	28,6	100,0
No cumple 99 a 66%	2	14,3	86,1 +- 3,1	1	14,3	96,4
No cumple 66 a 33%	2	14,3	42,6 +- 3,5	-	-	-
No cumple 33 a 0%	7	50,0	8,5 +- 12,7	4	57,1	3,2 +- 6,5

*Porcentaje promedio de árboles marcados y desviación estándar por clase de cumplimiento

Se puede observar que solo 5 parcelas (3 de Roble-Raulí y 2 de Coigüe) poseen la intensidad de marcación correcta. Por otro lado, un 50% y un 57% de las parcelas de Roble-Raulí y Coigüe respectivamente, poseen entre un 33 y un 0% de marcación de sus árboles de selección.

Cuadro 11. Porcentaje de marcación en individuos de selección de ambos subtipos

Nº de Parcela	Subtipo Forestal	Variación DMC (cm)	Mínimo según normas	Marcados	% Marcación
1	Coigüe	8,2	310	40	13
3	Coigüe	8,0	249	240	96
4	Coigüe	8,4	200	320	100
9	Coigüe	-1,0	387	0	0
10	Coigüe	7,0	249	0	0
11	Coigüe	2,2	310	420	100
12	Coigüe	1,0	249	0	0
2	Roble-Raulí	3,4	249	100	40
5	Roble-Raulí	7,8	249	220	88
6	Roble-Raulí	6,3	310	60	19
7	Roble-Raulí	-5,1	310	0	0
8	Roble-Raulí	1,1	387	0	0
13	Roble-Raulí	4,7	310	0	0
14	Roble-Raulí	-1,3	249	20	8
15	Roble-Raulí	7,1	310	140	45
16	Roble-Raulí	3,1	310	100	32
17	Roble-Raulí	3,4	310	500	100
18	Roble-Raulí	4,7	310	0	0
19	Roble-Raulí	3,4	310	380	100
20	Roble-Raulí	0,4	310	260	84
21	Roble-Raulí	0,8	310	340	100

En el cuadro 11 se detalla la variación del DMC y el porcentaje de marcación para cada parcela, lo que será relacionado más adelante en el efecto del cumplimiento de este criterio.

4.3 Efecto del cumplimiento de criterios seleccionados sobre el crecimiento

4.3.1 Extracción según intensidades fijadas en número de árboles y área basal

Dado que en el resto de las parcelas no se puede evaluar una eventual respuesta al raleo, en el cuadro 12 se muestran solo las parcelas que fueron raleadas durante o antes del año 2002.

Cuadro 12. Variación del IMA en diámetro antes y después del raleo y su significancia

Parcela	Subtipo	Años antes y después del raleo	% Extracción G**	N (árb/ha)***	G Residual	Variación IMA (mm)
6	Roble-Raulí	5 ; 2	55,5	53	33,6	-0,72
5	Roble-Raulí	5 ; 2	26,9	-188	53,2	-0,56*
9	Coigüe	5 ; 5	51,6	-106	16,5	-0,08
3	Coigüe	5 ; 2	41,8	-17	52,3	0,19
8	Roble-Raulí	5 ; 5	47,4	-54	22,5	0,26
15	Roble-Raulí	5 ; 3	47,5	153	23,8	0,56
4	Coigüe	5 ; 2	30,3	-123	57,1	0,62
14	Roble-Raulí	5 ; 3	60,5	-328	29,9	0,84*
13	Roble-Raulí	5 ; 3	43,8	-107	34	1,42*
7	Roble-Raulí	5 ; 5	57,2	-207	15,2	1,86*

* Nivel de significancia con T de Student para muestras pareadas (p-valor $\leq 0,05$)

** G: área basal (m²/ha) ***Signo negativo indica extracción menor a lo permitido por las normas.

Del total de 10 parcelas, solo cuatro del subtipo Roble-Raulí presentaron diferencias significativas en crecimiento (IMA) post-raleo comparado con la situación pre-raleo, donde tres de estas tuvieron una respuesta positiva y una presentó respuesta negativa.

Entre estas parcelas se pudo observar la disminución del crecimiento del rodal 5 después del raleo, lo que se puede explicar por una extracción en área basal más baja de lo recomendado para el subtipo, además tener aún un exceso de área basal residual. Por otro lado, se encuentran las parcelas con mayor aumento del IMA después del raleo, en los cuales las extracciones en área basal fueron muy fuertes (ambas parcelas incumplen las normas respecto del área basal a extraer), siendo lo más notorio la parcela 7 con un área basal residual de 15,2 m² dejando un renoval extremadamente subdenso.

Si bien en la parcela 14 se extrajo un 60,5% del área basal y presenta una leve respuesta positiva en crecimiento, esto puede generar un rodal muy inestable ante condiciones climáticas adversas y en algunos casos, el rebrote de ramas en las partes bajas del fuste de los Robles, en donde se concentra el mayor valor.

En el cuadro 13 y 14, se presentan los diferentes grados de extracción de área basal, el porcentaje de extracción de esta misma y el área basal original en relación con el tiempo para recuperar el área basal extraída (para realizar el próximo raleo) para los subtipos Roble-Raulí y Coigüe respectivamente.

Cuadro 13. Extracción en área basal y tiempo entre raleos para rodales dominados por Roble-Raulí.

Área basal extraída (m ² /ha)	Parcelas	Área basal Inicial (m ² /ha)	Área basal extraída (%)	Crecimiento en área basal (m ² /ha*año)	Próximo raleo (años recuperación área basal)
5 - 15	18, 21, 16, 17, 20	40,0 (4,3)*	29,0 (7,1)	1,1 (0,2)	10,4 (1,5)
15 - 25	15, 8, 5, 7, 19	47,8 (14,4)	43,7 (11,3)	1,3 (0,3)	15,4 (3,4)
25 - 35	13	60,5	43,8	1,5	18,0
35 - 45	14, 6, 3	80,3 (8,2)	52,6 (9,7)	1,2 (0,2)	29,3 (0,6)

*Valores entre paréntesis corresponden a desviación estándar.

Producto de la restricción de recuperar el área basal para poder volver a intervenir los rodales de cuerdo a las Normas de manejo, en el cuadro 13 se observa que los en los rodales con mayor área basal inicial se puede volver a intervenir en plazos mayores, aun en algunos casos, cumpliendo con los porcentajes de extracción establecidos en estas.

En el cuadro anterior se puede observar que el área basal inicial tiene una buena correlación con el área basal extraída (r^2 0,68; anexo7), es decir, los rodales que poseen mayor área basal inicial son los que se ven afectados por extracciones más fuertes en m²/ha, y por lo tanto, por raleos en períodos mas largos, lo que no siempre se ve reflejado en el porcentaje de extracción (ver anexo 8).

Por otro lado, dado que el crecimiento del área basal es exponencial, es esperable que los rodales que poseen un área basal residual mayor, es decir los que presentan extracciones menos intensas en general, posean un mayor crecimiento en área basal (m²/ha*año) que en los que se realizan extracciones muy fuertes, sin embargo esa situación no se dio en las parcelas analizadas.

El Cuadro 14, se encuentran las parcelas de los subtipos dominados por Coigüe, en el que solo hay dos clases de extracción de área basal y 7 parcelas, por lo que las relaciones discutidas en el cuadro anterior son menos claras.

Cuadro 14. Extracción en área basal y tiempo entre raleos para rodales dominados por Coigüe.

Área basal extraída (m ² /ha)	Parcelas	Área basal Inicial (m ² /ha)	Área basal extraída (%)	Crecimiento en área basal (m ² /ha*año)	Próximo raleo (años recuperación área basal)
15 - 25	11, 12, 10, 2, 4	65,7 (9,8)*	35,9 (3,4)	1,2 (0,3)	20,6 (4,7)
25 - 35	1, 9	64,4 (7,6)	46,3 (7,5)	1,1 (0,0)	25,5 (0,7)

*Valores entre paréntesis corresponden a desviación estándar.

Para las parcelas de este subtipo, el área basal extraída no presenta correlación con el área basal inicial, y se puede decir que el porcentaje de área basal extraída explica la extracción del área basal en m²/ha (r^2 0,51; anexo 7)) dado a que las condiciones iniciales son similares (ver anexo 8).

En este cuadro se puede observar que las extracciones en porcentaje de área basal son muy fuertes, lo que sumado a las altas áreas basales iniciales, generan un período de tiempo muy largo para recuperar el área basal extraída que permita realizar un nuevo raleo. Además se puede agregar a esto que los crecimientos en área basal por año son más bajos que para el subtipo Roble-Raulí, probablemente por la mayor presencia de especies tolerantes y semi-tolerantes.

4.3.2 *Mantenimiento o aumento del DMC posterior al raleo*

En el cuadro siguiente se presenta la variación IMA en contraste con la variación del DMC después del raleo.

Cuadro 15. Variación del IMA en diámetro y DMC.

Parcela	Subtipo	Variación IMA (mm)	Variación DMC (cm)
6	Roble-Raulí	-0,72	6,3
5	Roble-Raulí	-0,56*	7,8
9	Coigüe	-0,08	-1,0
3	Coigüe	0,19	8,0
8	Roble-Raulí	0,26	1,1
15	Roble-Raulí	0,56	7,1
4	Coigüe	0,62	8,4
14	Roble-Raulí	0,84*	-1,3
13	Roble-Raulí	1,42*	4,7
7	Roble-Raulí	1,86*	-5,1

* Nivel de significancia con T de Student para muestras pareadas (p -valor \leq 0,05)

En este cuadro se muestra como la disminución del DMC después del raleo en las parcelas 7 y 14, acarrea un aumento en el crecimiento en diámetro, sin embargo, en los dos casos en que el aumento del DMC coincide con una variación estadísticamente significativa del crecimiento, no hay una respuesta única.

En la parcela 5 se aumentó el DMC (considerando una buena relación DAP-altura, esta intervención es similar a un raleo por lo bajo; ver gráficos de estructura en anexo 10), lo que sumado a la escasa extracción de área basal, no genera el efecto de liberación esperado.

En el caso de la parcela 13, también aumentó el DMC, con una fuerte extracción en área basal en las clases intermedias y menores. Además se extrajo un 62% de los árboles (ver anexos 4 y 6), lo que generó una fuerte liberación de recursos y aumento del crecimiento de los árboles individuales.

Análisis de crecimiento por clases diamétricas

En el cuadro 16, se presenta el incremento corriente anual en mm (ICA) por clase diamétrica para 5 años antes y después de la intervención realizada aproximadamente en la primavera-verano del año 1997.

Cuadro 16. ICA promedio por clase diamétrica antes y después de raleo; parcelas 7,8 y 9

Clase Diamétrica	5-10 cm		10-15 cm		15-20 cm		20-25 cm		25-40 cm	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Parcela 7	2,81**	8,41	3,31	3,96	3,21	3,86	6,80	6,72	7,10	7,82
	<i>P=0,001*</i>		<i>P=0,221</i>		<i>P=0,100</i>		<i>P=0,939</i>		<i>P=0,472</i>	
Parcela 8	-	-	2,70	2,63	2,69	2,82	2,94	3,85	4,19	4,16
	-		<i>P=0,834</i>		<i>P=0,634</i>		<i>P=0,038*</i>		<i>P=0,977</i>	
Parcela 9	-	-	1,37	1,68	3,03	2,21	3,58	3,64	5,03	5,02
	-		<i>P=0,094</i>		<i>P=0,000*</i>		<i>P=0,901</i>		<i>P=0,989</i>	

* Diferencias estadísticamente significativas (p-valor $\leq 0,05$)

** ICA promedio en mm

En el cuadro anterior se puede observar que en las tres parcelas analizadas en este punto existen diferencias significativas en el crecimiento solo en una clase diamétrica. Para la parcela 7 hay un aumento estadísticamente significativo del crecimiento de 5,6 mm promedio en el ICA en la clase diamétrica de 5 a 10 cm; para la parcela 8 existe un aumento promedio en el crecimiento de 0,91 mm en la clase de 20 a 25 cm y en la parcela 9 aparece una disminución del ICA promedio de 0,82 mm en la clase de 15 a 20 cm en los años después del raleo.

Como se observó en el cuadro 15, en la parcela 7 existe una fuerte disminución del DMC generada por un raleo en que se extrajeron principalmente individuos de las clases diamétricas superiores. Se observaron las edades mínimas de los árboles, de las cuales por lo menos las tres clases diamétricas inferiores tienen aproximadamente las mismas edades (28 a 29 años), por lo que se puede decir que la notable respuesta a raleo en la clase de 5 a 10 cm no es producto de la mayor capacidad de respuesta a raleo de los individuos jóvenes, sino que los árboles sumergidos, en su mayor parte de Coigüe de las edades mencionadas y de 7,5 cm de diámetro promedio, tuvieron la capacidad de responder a la liberación de recursos proporcionada por un raleo por lo alto.

Sin embargo Marquiz y Ernst, (1991), coinciden en que este tipo de raleo en que se reduce el total árboles en las clases diamétricas mayores en donde está concentrado el mayor valor del rodal, más allá del efecto en el crecimiento, tiene un efecto negativo en el valor futuro del bosque.

En la figura 6, se puede observar la respuesta a raleo que tuvo la clase diamétrica menor en esta parcela, de manera repentina desde el año 1999 al 2000.

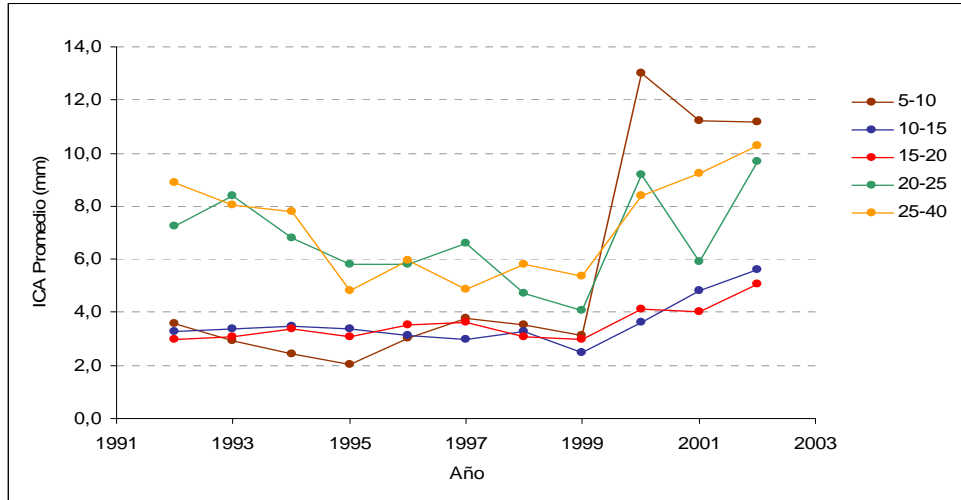


Figura 6. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 7 (Subtipo Roble-Raulí)

Un individuo de *Nothofagus dombeyi* perteneciente a la clase diamétrica 15-20 cm fue excluido del análisis estadístico ya que presentaba crecimientos muy superiores al resto de los individuos de todas las clases diamétricas, lo que no es representativo de la condición promedio para esta clase diamétrica (2,23 cm promedio del año 1992 al 2002). Este individuo es considerado una expresión del potencial del sitio.

Como se puede observar en las figuras 6, 7 y 8 la totalidad de las clases diamétricas de las parcelas 7, 9 y en alguna medida la parcela 8, tienen un aumento del crecimiento a partir del año 2000. Esta tendencia es generalizada para la totalidad de las parcelas estudiadas (21 parcelas)

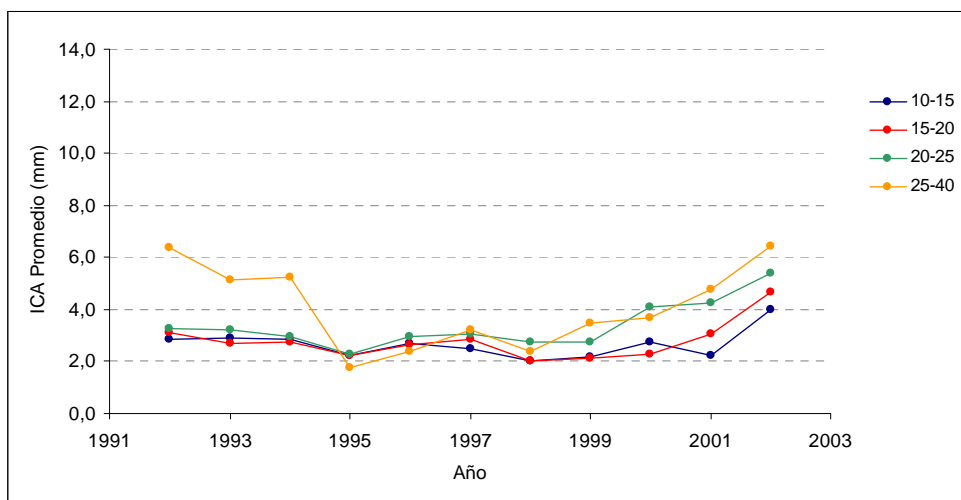


Figura 7. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 8 (Subtipo Roble-Raulí)

En la parcela 8 el DMC se aumentó en 1,07 cm y se extrajo un 7,4% más del área basal permitida para el subtipo Roble-Raulí después de la intervención (ver cuadro 4), lo que se puede considerar un raleo medianamente adecuado.

Según la información presentada en el cuadro 16, la única clase diamétrica que muestra un aumento significativo del crecimiento ($P=0.0380$) para esta parcela, es la clase 20-25 cm, la que posee gran parte de los individuos y del volumen en pie de la parcela, lo que indica que el raleo tuvo un efecto muy leve pero positivo.

En la parcela 8 se extrajeron individuos de las clases diamétricas menores e intermedias, sin embargo, la totalidad de los individuos de las clases diamétricas superiores (emergentes) se mantuvieron en pie (ver gráficos de distribución de clases diamétricas, anexo 10), lo que podría explicar la escasa respuesta en el crecimiento.

En la parcela 9 se realizó una intervención muy fuerte para el subtipo Coigüe al que pertenece esta parcela (51,6% de extracción de área basal), con una disminución del DMC de 1,01 cm. Si bien en la figura 8 se observa tanto un aumento como disminución del crecimiento en las diferentes clases, el cuadro 16 indica que solo hay diferencias significativas negativas en la clase 15 a 20 cm en las situaciones pre y post-raleo.

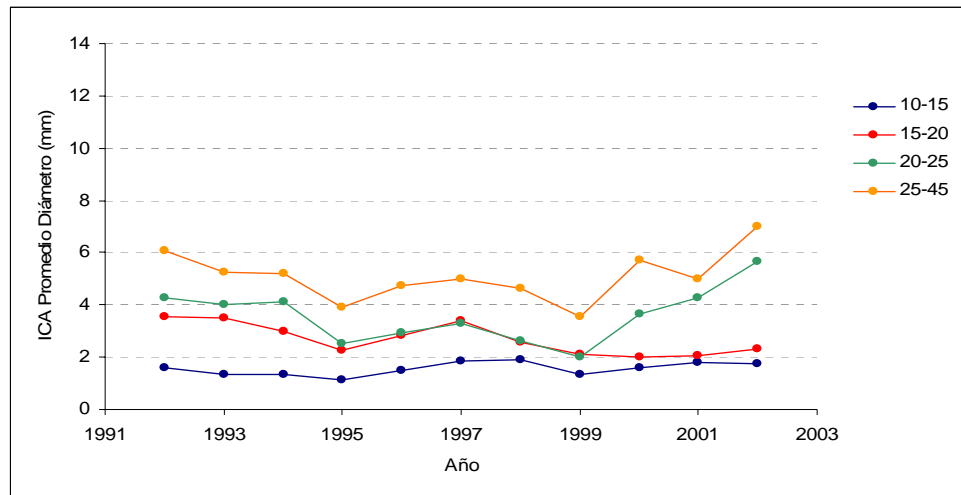


Figura 8. ICA promedio por clases diamétricas de la parcela 9 (Subtipo Coigüe)

Dado que la estructura post-raleo parece favorable (ver anexo 10) y las condiciones ambientales también fueron favorables para la totalidad de los rodales desde el año 2000 al 2002, el efecto negativo de este raleo en la clase diamétrica más importante en densidad y área basal, pudo ser generado por la extracción excesiva de esta última (se extrajo un 16,6% más de lo permitido de área basal para el subtipo Coigüe, al que pertenece esta parcela).

4.3.3 Aumento de la proporción de especies tolerantes y semitolerantes

Como se pudo observar en el cuadro 9, solo 11 de las 21 parcelas presentan especies tolerantes y semi-tolerantes antes del raleo, y de estas solo 5 no cumplen con las normas respecto de la mantención de la proporción de estas especies. De estas 5 parcelas que incumplen las normas respecto de este criterio, solo tres presentan especies arbóreas de esta clase.

Cuadro 17. Diferencia en el volumen de tolerantes y semi-tolerantes

Rodal	Especie	N (árb./ha)	Vol. (m3/ha)*		
			Extraído en raleo	Proyectado 10 años	Diferencia
5	<i>L philippiana</i>	40	22,8	27,6	4,8
6	<i>L philippiana</i>	40	5,0	6,0	1,0
13	<i>D diacanthoides</i>	20	0,85	1,87	1,0

* Funciones de volumen para Tapa ($V=0,01270452+0,000031284*D^2*H$), para Trevó ($V= 0,01270452+0,000031248 *D^2 *H$)

Las parcelas 1 y 3 también disminuyen su proporción de especies tolerantes y semi-tolerantes, sin embargo, en este caso se trataba de especies arbustivas como *Lomatia dentatta* (Avellanillo) Y *Desfontainea spinosa* (Taique), las que no se tomaron en cuenta para este análisis.

En el cuadro 17, se puede observar el volumen obtenido al momento del raleo, el volumen de estos mismos árboles proyectado a un plazo de diez años y la diferencia entre estos. Dado que son uno o dos árboles por parcela (20 a 40 individuos por hectárea) los extraídos por sobre lo permitido en las normas, la diferencia entre el volumen extraído y el proyectado se hace poco significativa tomando en cuenta la totalidad del volumen por hectárea en estas parcelas (anexo 11), sin embargo, el volumen a escala predial de estos pocos individuos puede ser muy importante

En el cuadro 18 se muestra el detalle de los árboles tolerantes y semi-tolerantes extraídos por sobre lo permitido para este criterio.

Cuadro 18. DAP, densidad y volumen individual en ambas situaciones

Parcela	Cortados			Proyectados 10 años		
	DAP (cm)	N (árb./ha)	Vol. árbol m3	DAP (cm)	N (árb./ha)	Vol. árbol m3
5	32,7	20	0,45	32,5	12	0,44
	37,1	20	0,69	37,5	20	0,71
				42,5	8	0,92
6	22,9	20	3,97	12,5	17	0,86
	12,3	20	0,99	17,5	3	0,38
				22,5	17	3,27
				27,5	3	1,53
13	12,3	20	0,85	12,5	2	0,09
				17,5	18	1,78

4.3.4 Marcación con distinción adecuada de árboles selección y secundarios

Si bien ya se señaló el porcentaje de marcación por parcelas para cada subtipo, para evaluar el efecto de la marcación en la figura 9 se grafica la relación entre los diferentes grados de marcación de árboles selección y la variación del DMC de las parcelas después del raleo.

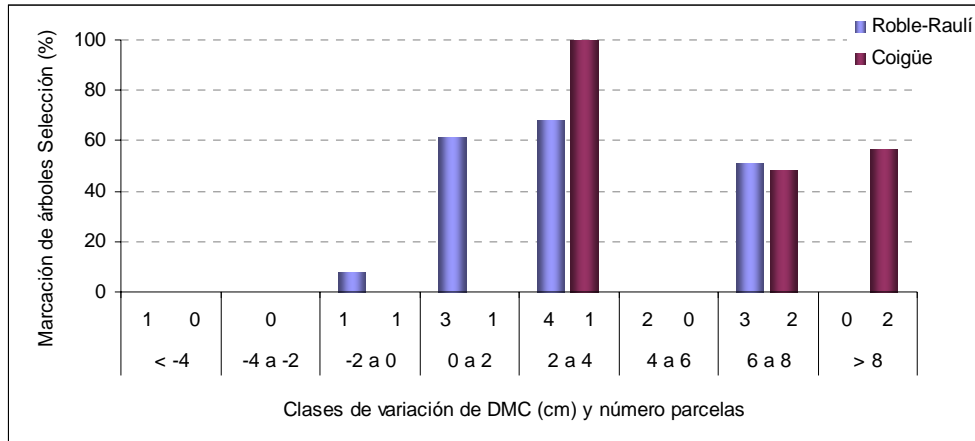


Figura 9. Porcentaje promedio de marcación y variación del DMC para ambos subtipos

En la figura 9, cada clase de variación del DMC incluye además el número de parcelas de ambos subtipos que representan dicha variación.

En el gráfico se puede ver que para el caso de este estudio, en los rodales que hay una mayor intensidad de marcación el DMC aumenta de 2 a 4 cm, lo que puede ser un raleo bien ejecutado de acuerdo a las normas.

También se puede observar que el DMC disminuye en tres parcelas, las que presentan escasa o nula marcación. Llama la atención que en 7 parcelas que presentan en promedio más de 50% los árboles marcados se han raleado por lo bajo, aumentando el DMC desde 6 hasta 8 cm, lo que tiene un fuerte efecto en la disminución del tiempo entre raleos y un escaso o nulo efecto en el aumento del crecimiento como se expresa anteriormente en los cuadros 14 y 15.

5. CONCLUSIONES

Respecto del cumplimiento de las normas

En relación al criterio “extracción en número de árboles y área basal”, se pudo observar que el cumplimiento promedio para ambos subtipos es de 81,6 y 65,4% respectivamente, siendo las parcelas de los subtipos dominados por Coigüe en ambos casos, las que presentan mayor incumplimiento en cuanto a las intensidades de las extracciones.

El criterio que presentó mayor grado de cumplimiento de los evaluados fue “Mantenimiento o aumento del DMC posterior al raleo” el cual presentó aproximadamente un 86% de cumplimiento para ambos subtipos. En contraste, el criterio que fue menos respetado es la marcación, presentando solo un 24,2% de cumplimiento, siendo esta levemente mayor en renovales del subtipo Coigüe.

Respecto de la variación de la proporción de especies tolerantes y semi-tolerantes, se observó un muy bajo cumplimiento (54,5% promedio para ambos subtipos). Además, en seis de las once parcelas en que se encontraban estas especies, se extrajo también una alta proporción de especies arbustivas, las que no interfieren negativamente en el crecimiento de las especies dominantes.

Respecto del efecto del cumplimiento

En la evaluación de la extracción en número de árboles y área basal, no se pudo apreciar una tendencia generalizada en relación a la variación del crecimiento, dado que muy pocas parcelas presentaron diferencias significativas del crecimiento de árboles individuales después del raleo. Sin embargo, existe una leve tendencia negativa entre la área basal residual y el crecimiento en diámetro, ya que la parcela con una área basal residual menor, es la que tiene mayor respuesta a raleo y la con mayor área basal residual presenta una disminución del crecimiento después del raleo, encontrándose las demás parcelas en una condición intermedia.

Existe una leve tendencia de que los raleos por lo alto (DMC disminuye) mejoran el crecimiento de los árboles residuales, siendo la parcela 7, con la mayor disminución del DMC de 5,1 cm, la que presenta un mayor aumento en el incremento anual en diámetro. También es preciso mencionar que una de las parcelas que presenta un mayor aumento del DMC, es la única en que el crecimiento disminuye significativamente ($p\text{-valor} \leq 0,05$) después del raleo.

Respecto al efecto de la marcación, se pudo observar que las únicas parcelas que presentan valores de 100% de marcación, son las que tienen un aumento del DMC de 2 a 4 cm, lo que es considerado adecuado de acuerdo a los criterios de las normas. Por otro lado se observó que en las parcelas en que se disminuye el DMC (incumpliendo las normas), se presenta muy escasa o nula marcación, lo que indica que esta es una herramienta clave para el cumplimiento de las normas.

Al analizar el efecto que genera una extracción proporcionalmente mayor de especies tolerantes y semi-tolerantes respecto de las especies del género *Nothofagus*, se observó una muy escasa incidencia del incumplimiento de este criterio en la productividad de los rodales, dado que las parcelas que se encontraban en condición de incumplimiento tenían muy baja densidad de estas especies, de manera que el estudio del efecto del cumplimiento de este criterio debiera considerar un horizonte de tiempo mayor y valores de mercado establecidos para las distintas especies y tamaño de trozas para poder determinar la diferencia en el valor que implica mantener a estos individuos en pie por un plazo mayor.

Al evaluar como el cumplimiento de los diferentes grados de extracción en área basal afecta o modifica el período de tiempo entre intervenciones en los renovales, se observó que el porcentaje de área basal extraída no tiene un efecto claro para determinar el tiempo entre raleos por ser un valor relativo al área basal inicial. En rodales con alta área basal pre-raleo se permite hacer extracciones muy fuertes en m^2/ha , lo que alarga el período entre raleos. Por esto se sugiere para efectos de las normas, que en rodales con mucha área basal inicial no se exceda de un 30% de extracción, ya que para recuperar ese porcentaje de área basal extraída, puede tardar entre 20 y 30 años a las tasas de crecimiento ordinarias.

Respecto del análisis anterior, se observó que en parcelas de Roble-Raulí con extracciones de 30% del área basal en promedio (de 5 a 15 m^2/ha extraídos), la recuperación del área basal ocurre al rededor de los 10 años y para extracciones de alrededor de un 50% de área basal la recuperación de esta es en un plazo de 29 años en promedio. Esto tomando en cuenta que en los rodales en que se realizan intervenciones más fuertes (en % de área basal extraída), son los que tienen mayor áreas basal original, lo que significa una cantidad de m^2/ha extraídos considerablemente mayor.

En las parcelas estudiadas se observó que los raleos por lo bajo efectuados, no presentaron efectos significativos en el crecimiento, por lo que probablemente estos tendrían como objetivo aumentar el diámetro medio del rodal para acercarse al diámetro promedio de corta. Por lo expresado anteriormente, se recomienda indicar un aumento máximo del DMC (de 2 a 3 cm) en las normas después de las intervenciones para que estas se asemejen mayormente a la entresaca pie a pie señalada en las normas (similar a un raleo libre).

Se plantea la necesidad de investigación futura para explicitar más el efecto del cumplimiento de los criterios establecidos en las normas de manejo para renovales de Roble-Raulí-Coigüe. Estos estudios debieran enfocarse en un mayor entendimiento de como la estructura del rodal, la composición de especies, la densidad del rodal y otros factores interactúan para determinar la respuesta en el crecimiento después de un raleo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda, C. 2000. Evaluación de la aplicación de Normas de Manejo en renovales de Roble *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst en la provincia de Valdivia, X Región. Tesis de Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. Forestales. 91p.
- CONAF. 1995. Normas de Manejo para Renovales de Roble - Raulí - Coigüe. **INTERNET:** <http://www.conaf.cl/> (Abril 12, 2006)
- CONAF. 1997. Informe Nacional del proyecto catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF. UACH; PUC; UTEM. 78 p.
- Cesped L., F. 2005. Evaluación cualitativa de la adopción de tecnología básica de manejo silvícola por pequeños propietarios de a comuna de Coyhaique, XI Región de Aysén. Tesis de Ing. For. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Forestales.
- Donoso, C. 1998. Bosques Templados de Chile y Argentina: Variación, Estructura y Dinámica. Santiago (Chile). Editorial Universitaria. 483 p.
- Echeverría, C; Lara, A. 2004. Growth patterns of secondary *Nothofagus obliqua*-*N. alpina* forests in southern Chile. *Forest Ecology and Management* 195: 29–43.
- Lara, A; Donoso, C; Donoso, P; Nuñez, P; Cavieres, A. 1999. Normas de manejo para raleo de renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. Capítulo 5. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editores C. Donoso y A. Lara. pp. 129-144.
- Lara, A.; Echeverría, C.; Donoso, C. 2000. Guía de ensayos silviculturales permanentes en los bosques nativos de Chile. Valdivia (Chile), LOM ediciones. 244 p
- Lara, A; Little, C; Echeverría, C. 2006. Crecimiento de renovales y estudios complementarios para la silvicultura y gestión forestal de la empresa Louisiana Pacific Chile S.A. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 62p.
- Lusk, C. 2002. Basal area in a New Zealand podocarp-broadleaved forest; Are coniferous and angiosperm components independent? *New Zealand Journal of Botany*. Vol. 40: 143–147
- Marquis, D; Ernst, R. 1991. The effects of stand structure after thinning on the growth of an Allegheny hardwood stand. *Forest Sciences*. Vol. 37, Nº 4: 1182 – 1200.

- Nyland, R. 1996. *Silviculture: Concepts and applications*. Editorial Mc Graw-Hill. New York. 633p.
- Silva, J. 2003. Estudio de seis años de respuesta al raleo en renovales de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) en el predio Aillapá, comuna de Loncoche, Novena Región. Tesis de Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. Forestales. 55p.
- Husch, B; Beers, Th; Kershaw, J. 2003. *Forest Mensuration*. Editorial John Wiley. 4^a ed. New York. 443p.
- Puente, M; Donoso, C; Peñalosa, R; Morales, E. 1979. Manejo de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). Identificación y características de renovales de Roble Raulí. Informe convenio N° 5 Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI-76-003. Serie técnica, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 84p.
- Krueger, W. 2003. Efectos del marcado de árboles de futura cosecha y la planificación de pistas de arrastre en el aprovechamiento convencional con límites diamétricos en un bosque tropical en Bolivia. Documento Técnico 119/2003. Trad. por: Daniel Nash. 19 p.

ANEXOS

Anexo 1
Abstract and keywords

ABSTRACT AND KEY WORDS

The execution of the Management Norms for even aged forests of Roble-Raulí-Coigüe type was studied as well as its effect in the growth of the trees, study that was based on the obtained data of 21 temporal plots settled down during January and February of the year 2006 for the technical study of secondary forests growth carried out by Lara et al. 2006.

The studied second growth forests are distributed in the pre-Andes zone of the IX Region, to the east of Lautaro where important populations of these forests are located.

The general objective of this work was to evaluate and to determine in which way the execution of some standards of silvicultural management defined in the norms, they have influence in the growth of this type of forests formations. For this the following specific objectives was settled: a) to evaluate different structures of this secondary forests before and after a thinning intervention, b) to evaluate the degree of execution of a group of selected approaches of the norms and c) to determine as the execution of the selected approaches affects or it modifies the future growth of the forest and the time periods between interventions.

Of the entirety norms execution approaches, four were selected, which correspond to "Extraction according to settled intensities in number of trees and basal area", "Mantención or increase of the later DMC after thinning", "Increase of the proportion of the shade tolerant species and/or of high timber value" and "Marcation lines with appropriate distinction of selection and secondary trees."

Once analyzed the execution of these approaches it was observed that regarding the approach of extractions in number of trees and basal area, the execution average for both subtypes is respectively of 81.6 and 65.4%. For the approach of DMC maintenance or increase after thinning, it was the more respected with approximately 86 execution% for both subtypes. In contrast, the less respected is the marcation approach, presenting just 24.2% of correctly marked stands.

In the execution effect evaluation of the selected approaches over the stands growth, when analyzing the extraction in trees number and basal area, It was not detected a tendency in relation to the growth variation explained by these variables. Also it was analyzed the influence of different basal area extraction degrees

The influence of the different basal area extraction degrees was also analyzed in regard to the necessary time period to intervene the stands again according to the norms and it was observed that the extraction percentage doesn't have a much relationship with the period of time among thinning, but rather, this it is related with the total basal area extraction in m²/ha.

When analyzing the DMC variation effect on the growth, It was appreciated a light tendency in which thinning from above (DMC decrease) improves the growth of the

residual trees, however the plots number that presented a significant thinning response was very scarce to generalize that tendency.

Finally, regarding the evaluation of the adequate stands marcation, it was observed a strong relationship between the execution of this approach and the stands DMC variations, which indicates that this is an essential tool for the Norms execution.

Key Words: Management norms, Ro-Ra-Co secondary forests, basal area, mean quadratic diameter (DMC)

Anexo 2
Condiciones de ingreso a las normas

Condiciones de ingreso a las normas

Se pueden acoger a estas normas los rodales de renovales del tipo forestal RO-RA-CO de hasta 20 ha, cuya sumatoria total de rodales debe ser menor o igual a 500 ha por predio.

Para esto se debe distinguir entre renovales dominados por Roble-Raulí y los dominados por Coigüe que cumplan con los requisitos de:

- Tener una altura media total mayor o igual a 1.3 metros y un diámetro medio cuadrático (DMC) menor o igual a 35 cm.
- Tener una densidad mayor o igual a la indicada en la tabla sobre “identificación y caracterización de rodales”

Para determinar las condiciones de ingreso a las normas se utilizará el siguiente cuadro para los subtipos dominados por Roble-Raulí

Cuadro 1. Tabla “A” para ser aplicada a los subtipos forestales dominados por Roble y Raulí

DMC (cm)	Densidad mínima (Nº árb/ha)	Cantidad mínima a dejar (Nº árb/ha)		
		Total	Árboles Selección	Árboles Secundarios
5 – 9,9	2.820	1.842	602	1.240
10 – 14,9	1.842	1.203	483	720
15 – 19,9	1.203	786	387	399
20 – 24,9	786	513	310	203
25 – 29,9	513	332	249	83
30 - 35,0	332	250	200	50

Y el cuadro “B” en el caso de los subtipos dominados por Coigüe como se muestra a continuación.

Cuadro 2. Tabla “B” para ser aplicada a los subtipos forestales dominados por Coigüe

DMC (cm)	Densidad mínima (Nº árb/ha)	Cantidad mínima a dejar (Nº árb/ha)		
		Total	Árboles Selección	Árboles Secundarios
5 – 9,9	4.161	2.913	602	2.311
10 – 14,9	2.708	1.896	483	1.413
15 – 19,9	1.763	1.234	387	847
20 – 24,9	1.147	803	310	493
25 – 29,9	747	523	249	274
30 - 35,0	482	337	200	137

Las normas son aplicables a los renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, distinguiéndose los siguientes Subtipos:

- a) Renovales de Roble-Raulí: Están compuestos por roble y/o raulí, representando una o ambas especies más del 75% del área basal (en adelante AB).

- a) Renovales de Roble-Raulí que incluyen Coigüe: En ellos el 25 – 75% del AB es ocupada por roble y/o raulí y entre un 25 – 75% del AB corresponde a Coigüe. Las tres especies suman más de un 75% del AB.
- a) Renovales de Roble-Raulí con especies tolerantes: Compuestos por formaciones mixtas en las cuales roble y/o raulí ocupan entre un 25 y 75% del AB, el resto está constituido por especies tolerantes y semitolerantes. Coigüe puede estar presente, pero su AB sumada a la de Roble y Raulí es menor o igual a 75% del AB total.
- b) Renovales puros de Coigüe: Compuestos por Coigüe, el que representa más el 75% del AB.
- b) Renovales de Coigüe con especies tolerantes: Están compuestos por formaciones mixtas en las cuales Coigüe ocupa entre un 25 y 75% del AB, estando el resto constituido por las especies mencionadas en el subtipo anterior. Raulí y Roble pueden estar presentes, pero su AB sumada a la de Coigüe es menor o igual a 75% del AB total.

Anexo 3
Proyecciones de tablas de rodal con método de Husch.

Proyecciones de tablas de rodal.

Para esto se utilizó el método “razón de índices de crecimiento” descrito por Husch *et al.* (2003), en donde se utilizó el IMA de los 5 últimos años de cada individuo.

Este método asume que los árboles se distribuyen en todas las clases diamétricas y que cada árbol crece de acuerdo a la tasa incremental promedio del período.

Para esto, se trabaja con los siguientes supuestos:

- El crecimiento anual periódico por clase diamétrica se mantiene constante en el período de la proyección.
- No se incluye mortalidad ya que los rodales están intervenidos.
- No se incluye reclutamiento.

Según Lara *et al.* (2006), el método consiste en calcular la tasa de movimiento de una clase diamétrica a otra superior, lo que corresponde matemáticamente al crecimiento de un período de tiempo determinado dividido por la amplitud de la clase diamétrica. De este modo, se obtiene una proporción del número de árboles de una clase diamétrica que pasa directamente a la superior.

La razón de movimiento por clase diamétrica está dada por la siguiente expresión (Husch *et al.*, 2003):

$$RMD = I / C$$

Donde: RMD: razón de movimiento por clase diamétrica
I: Incremento periódico en diámetro (cm)
C: Intervalo de la clase diamétrica (cm)

La amplitud de clase diamétrica a utilizada en esta investigación fue de 5 cm.

Anexo 4
Detalle de la extracción en número de árboles.

Detalle de la extracción en número de árboles

Nº de Parcela	Subtipo Forestal	N Inicial (árb./ha)	N Objetivo* (árb./ha)	N Final (árb./ha)	Extracción permitida (%)	Extracción realizada (%)	Se extrajo (%) **
1	Coigüe	1600	803	520	49,8	67,5	18
3	Coigüe	1560	523	540	66,5	65,4	-1
4	Coigüe	1060	337	460	68,2	56,6	-12
9	Coigüe	2460	1234	1340	49,8	45,5	-4
10	Coigüe	980	523	400	46,6	59,2	13
11	Coigüe	1500	803	760	46,5	49,3	3
12	Coigüe	1060	523	640	50,7	39,6	-11
2	Roble	980	332	480	66,1	51,0	-15
5	Roble	1160	332	520	71,4	55,2	-16
6	Roble	1640	513	460	68,7	72,0	3
7	Roble	980	513	720	47,7	26,5	-21
8	Roble	1800	786	840	56,3	53,3	-3
13	Roble	1640	513	620	68,7	62,2	-7
14	Roble	1500	332	660	77,9	56,0	-22
15	Roble	1200	513	360	57,3	70,0	13
16	Roble	820	513	440	37,4	46,3	9
17	Roble	1020	513	600	49,7	41,2	-9
18	Roble	980	513	400	47,7	59,2	12
19	Roble	1260	513	560	59,3	55,6	-4
20	Roble	1100	513	820	53,4	25,5	-28
21	Roble	1180	513	780	56,5	33,9	-23

*N Objetivo: Número de árboles determinados en función la relación Ln de la densidad y DMC.

** Porcentaje de extracción en número de árboles por sobre lo permitido para cada subtipo.

Anexo 5
Detalle de variación del área basal antes y después del raleo

Detalle de variación del área basal antes y después del raleo

Nº de Parcela	Subtipo Forestal	G Inicial (m2/ha)	G Objetivo * (m2/ha)	G Final (m2/ha)	Extracción (%)	Se extrajo**
1	Coigüe	69,8	45,4	41,2	41,0	6,0
3	Coigüe	89,7	58,3	52,3	41,8	6,8
4	Coigüe	82,0	53,3	57,1	30,3	-4,7
9	Coigüe	59,1	38,4	28,6	51,6	16,6
10	Coigüe	65,8	42,8	41,3	37,2	2,2
11	Coigüe	55,8	36,2	34,3	38,4	3,4
12	Coigüe	61,3	39,8	39,8	35,1	0,1
2	Roble	63,6	38,1	39,1	38,6	-1,4
5	Roble	72,7	43,6	53,2	26,9	-13,1
6	Roble	75,5	42,3	33,6	55,5	15,5
7	Roble	35,5	21,3	15,2	57,2	17,2
8	Roble	42,8	28,0	22,5	47,4	7,4
13	Roble	60,5	36,3	34,0	43,8	3,8
14	Roble	75,7	45,4	29,9	60,5	20,5
15	Roble	45,3	27,2	23,8	47,5	7,5
16	Roble	36,1	21,7	24,9	31,1	-8,9
17	Roble	42,1	25,3	32,7	22,4	-17,6
18	Roble	36,1	21,7	21,8	39,7	-0,3
19	Roble	42,5	25,5	25,7	39,5	-0,5
20	Roble	39,6	23,8	30,5	23,0	-17,0
21	Roble	46,3	27,8	32,9	28,9	-11,1

*G Objetivo: área basal determinada en términos de la extracción máxima permitida en las normas para cada subtipo (35% para Coigüe y 40% para Roble-Raulí).

** Porcentaje de extracción en área basal por sobre lo permitido para cada subtipo.

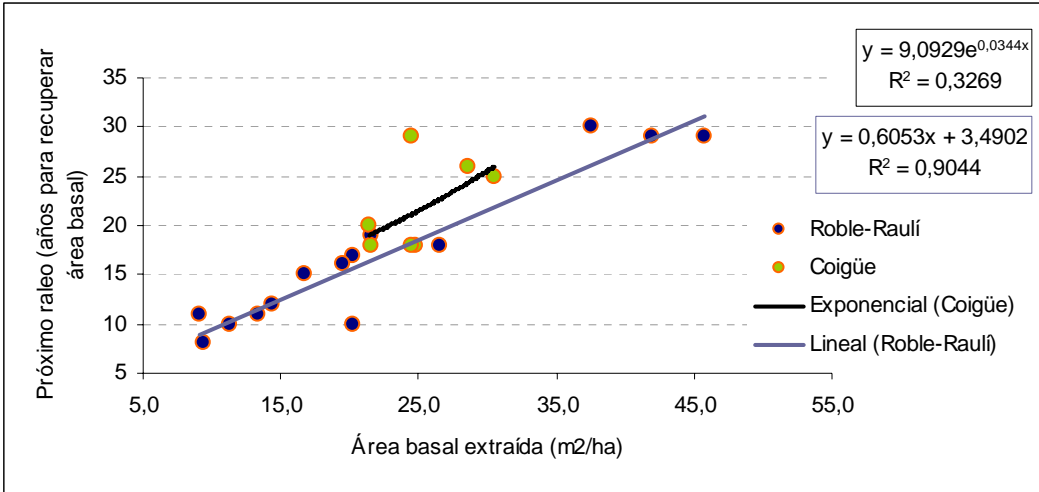
Anexo 6
Detalle de variación del DMC antes y después del raleo

Detalle de variación del DMC antes y después del raleo

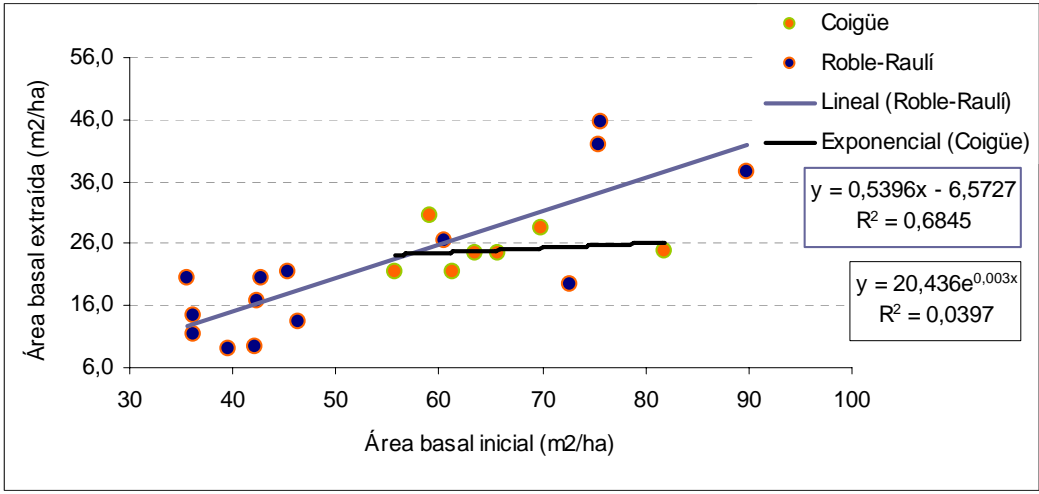
Predios	Nº de Parcela	Subtipo Forestal	DMC inicial (cm)	DMC Final (cm)	Diferencia (cm)
Bellavista	1	Coigüe	23,6	31,8	8,2
Pidenco Alto	3	Coigüe	27,1	35,1	8,0
Pidenco Alto	4	Coigüe	31,4	39,8	8,4
San Agustín	9	Coigüe	17,5	16,5	-1,0
Stalingrado	10	Coigüe	29,2	36,3	7,0
Stalingrado	11	Coigüe	21,8	24,0	2,2
Stalingrado	12	Coigüe	27,1	28,1	1,0
Bellavista	2	Roble	28,7	32,2	3,4
Pidenco Alto	5	Roble	28,2	36,1	7,8
Pidenco Alto	6	Roble	24,2	30,5	6,3
San Agustín	7	Roble	21,5	16,4	-5,1
San Agustín	8	Roble	17,4	18,5	1,1
El Manzano	13	Roble	21,7	26,4	4,7
El Manzano	14	Roble	25,3	24,0	-1,3
El Manzano	15	Roble	21,9	29,0	7,1
Ajiál	16	Roble	23,7	26,8	3,1
Ajiál	17	Roble	22,9	26,3	3,4
Ajiál	18	Roble	21,7	26,3	4,7
El Dorado	19	Roble	20,7	24,2	3,4
El Dorado	20	Roble	21,4	21,8	0,4
El Dorado	21	Roble	22,3	23,2	0,8

Anexo 7

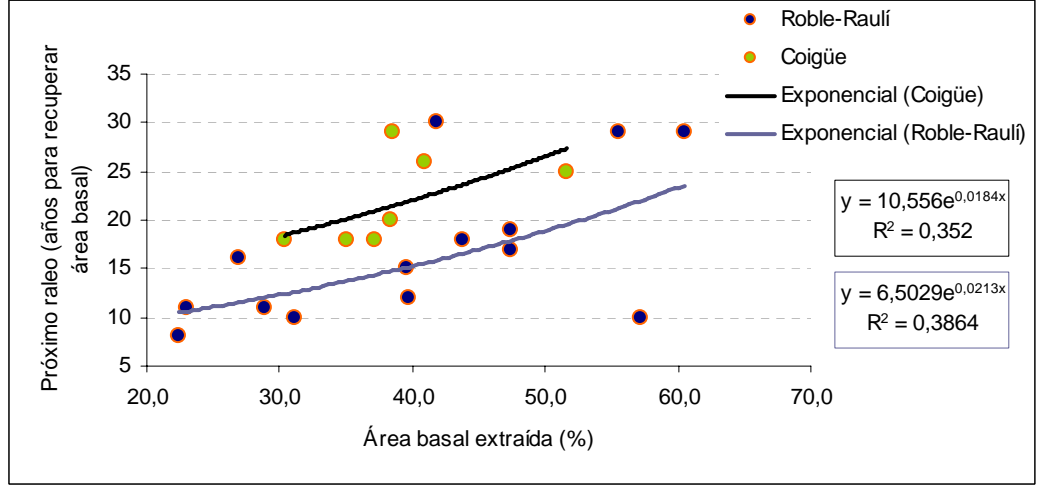
Gráficos de relación entre variables relacionadas con el tiempo entre raleos.



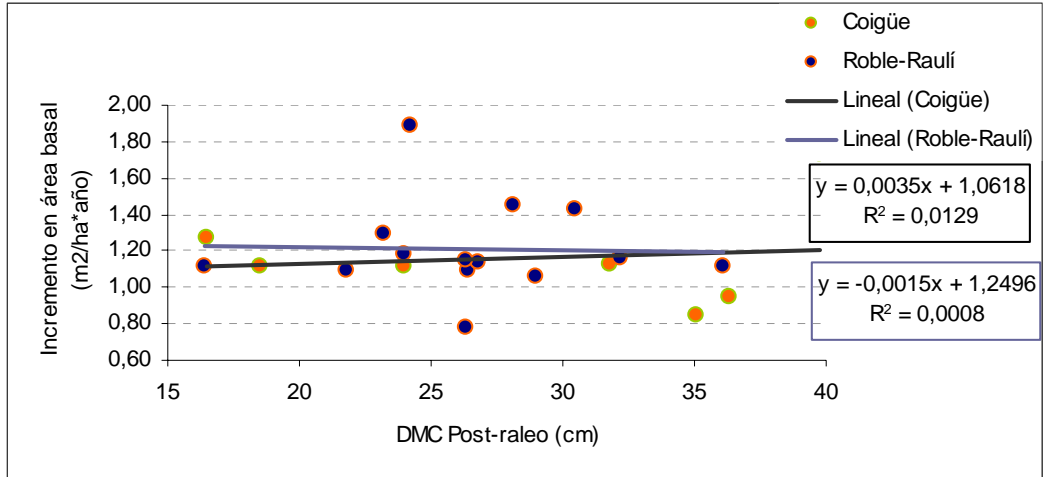
*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe



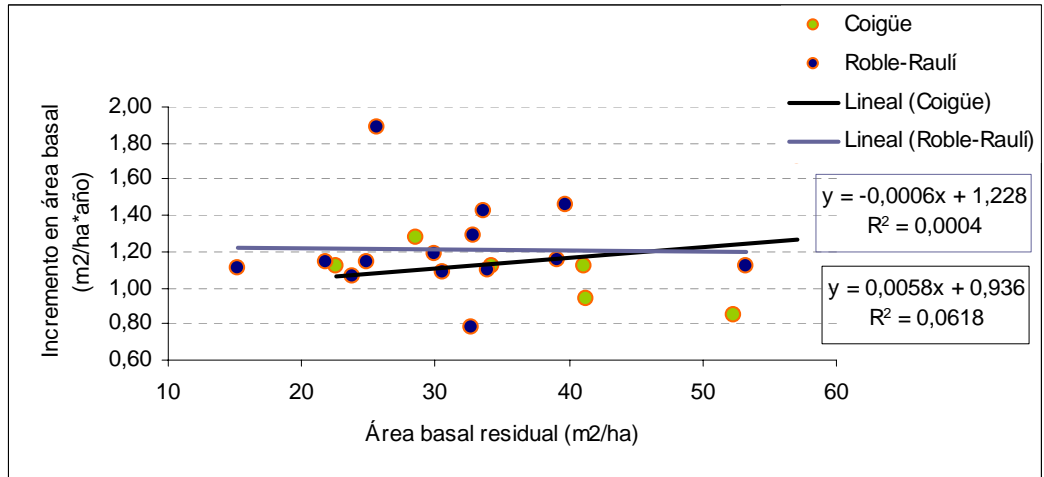
*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe



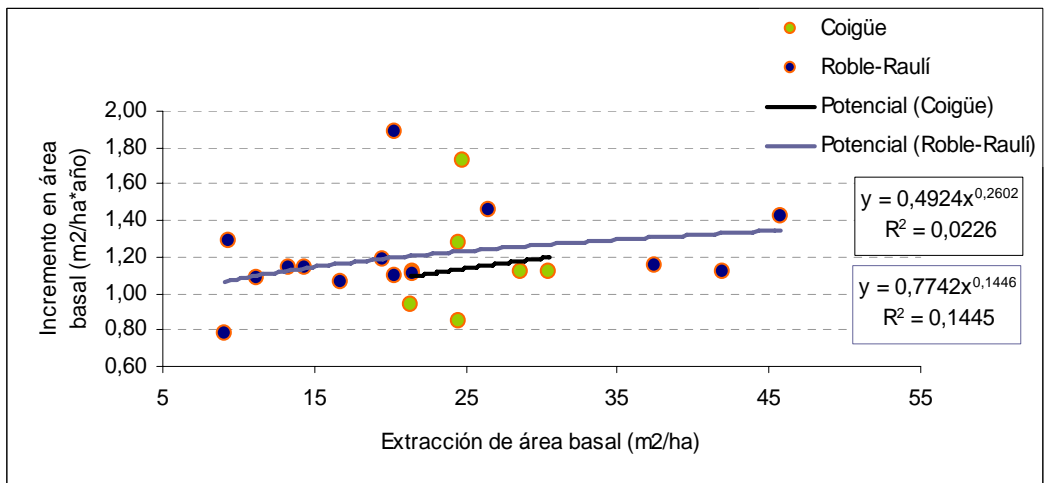
*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe



*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe



*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe



*Fórmula y r^2 con recuadro azul pertenece a Roble-Raulí; Negro a Coigüe

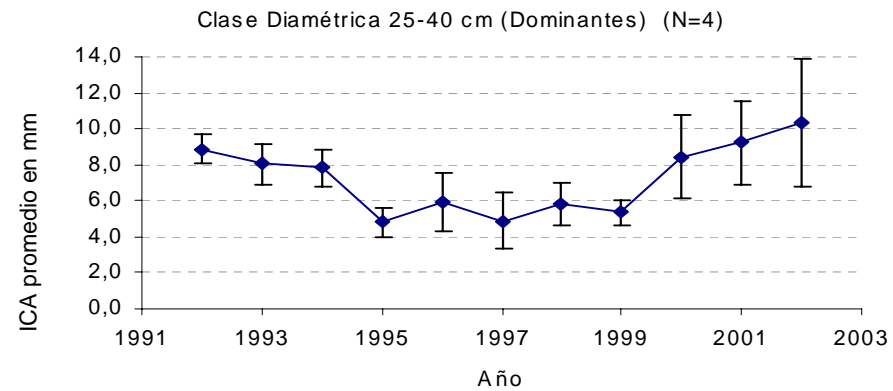
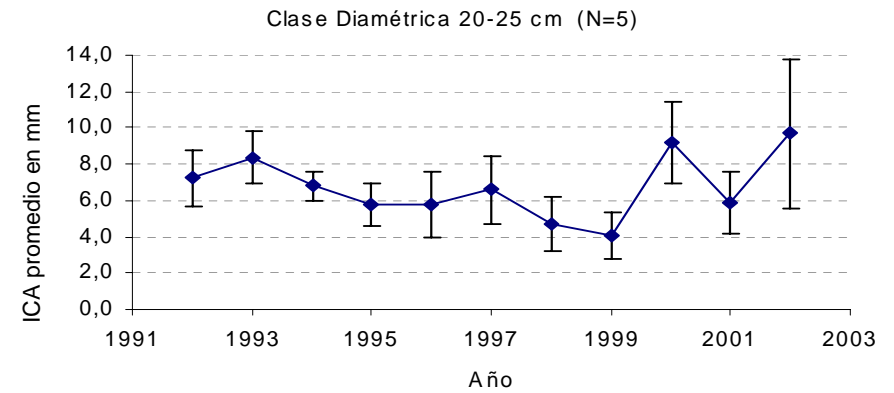
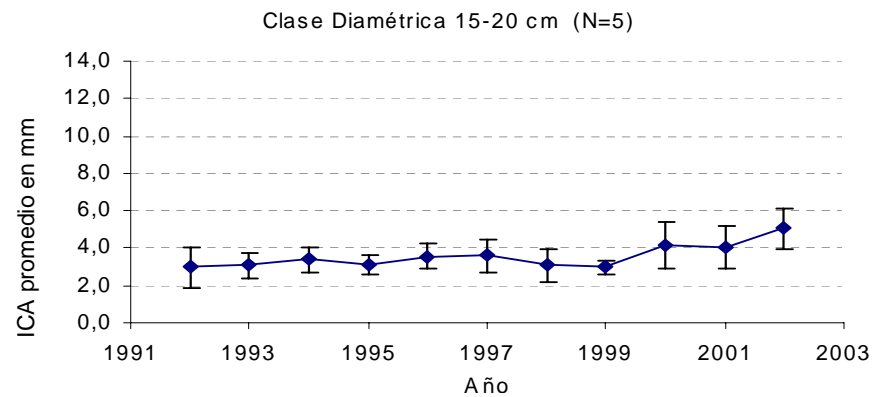
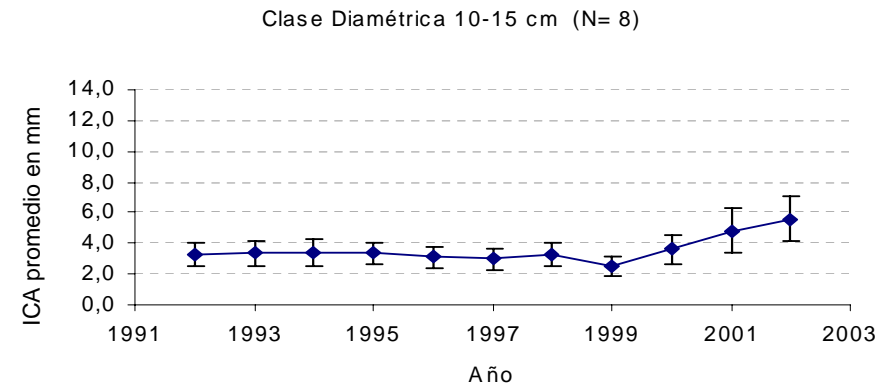
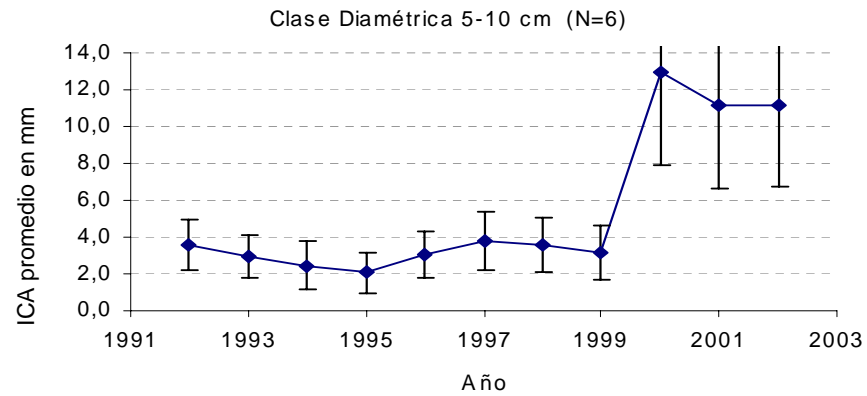
Anexo 8
Extracción en área basal y tiempo entre raleos.

Extracción en área basal y tiempo entre raleos.

Parcela	Subtipo Forestal	G extraída (m2/ha)	G Inicial (m2/ha)	Área basal extraída (%)	IMA (Diámetro en mm.; 5 últimos años)	Próximo raleo (años)
11	Coigüe	21,4	55,8	38,4	3,30	20
12	Coigüe	21,5	61,3	35,1	3,57	18
10	Coigüe	24,5	65,8	37,2	5,23	18
2	Coigüe	24,5	63,6	38,6	3,07	29
4	Coigüe	24,9	82,0	30,3	4,76	18
1	Coigüe	28,6	69,8	41,0	3,18	26
9	Coigüe	30,5	59,1	51,6	2,90	25
20	Roble-Raulí	9,1	39,6	23,0	2,95	11
17	Roble-Raulí	9,4	42,1	22,4	5,04	8
16	Roble-Raulí	11,2	36,1	31,1	5,45	10
21	Roble-Raulí	13,4	46,3	28,9	3,96	11
18	Roble-Raulí	14,3	36,1	39,7	5,94	12
19	Roble-Raulí	16,8	42,5	39,5	4,77	15
5	Roble-Raulí	19,5	72,7	26,9	3,63	16
8	Roble-Raulí	20,3	42,8	47,4	3,84	17
7	Roble-Raulí	20,3	35,5	57,2	7,98	10
15	Roble-Raulí	21,5	45,3	47,5	5,72	19
13	Roble-Raulí	26,5	60,5	43,8	4,76	18
3	Roble-Raulí	37,5	89,7	41,8	3,68	30
6	Roble-Raulí	41,9	75,5	55,5	4,76	29
14	Roble-Raulí	45,7	75,7	60,5	5,06	29

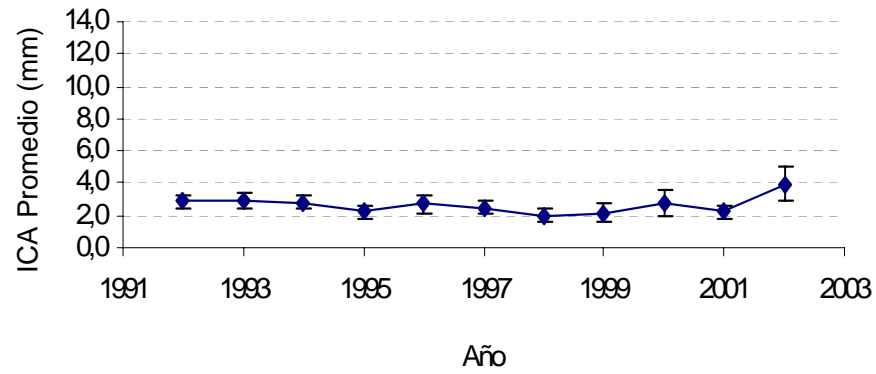
Anexo 9
Crecimiento por clases diamétricas.

Gráficos de crecimiento con error estándar para la parcela 7

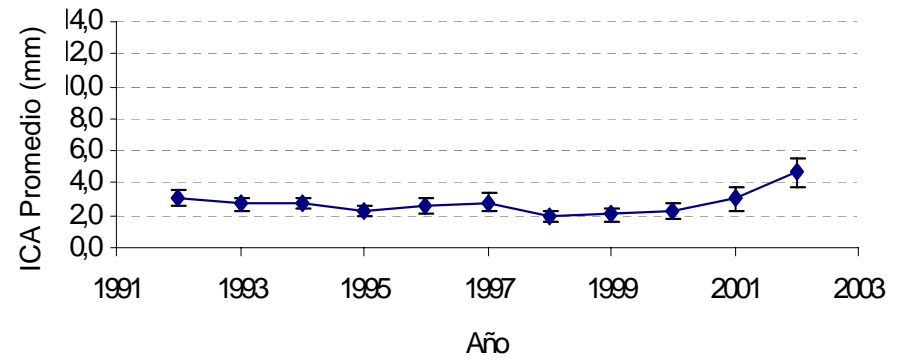


Gráficos de crecimiento con error estándar para la parcela 8

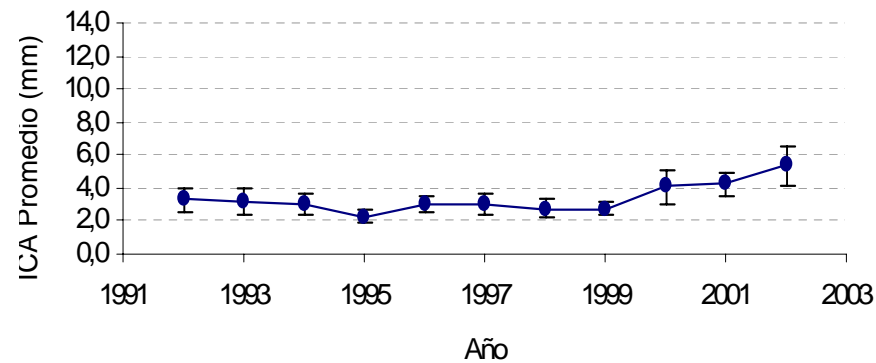
Clase Diámetro 10-15 cm (N=12)



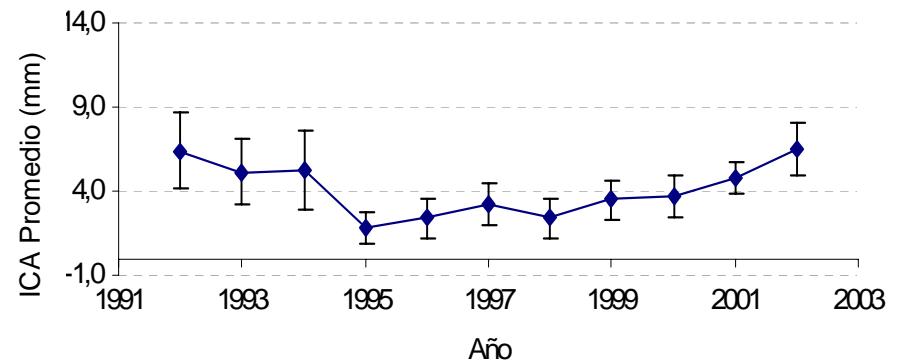
Clase Diámetro 15-20 cm (N=16)



Clase Diámetro 20-25 cm (N=8)

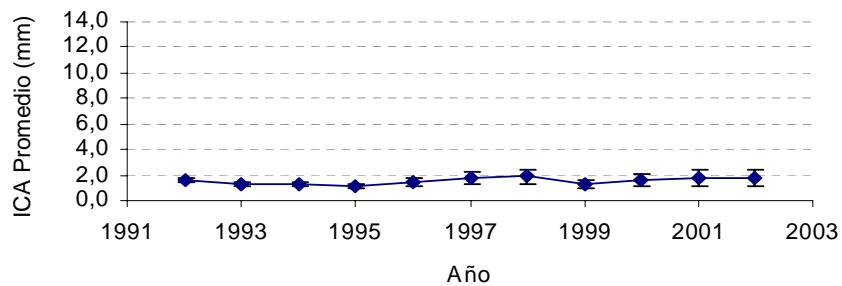


Clase Diámetro 25-40 cm (N=3)

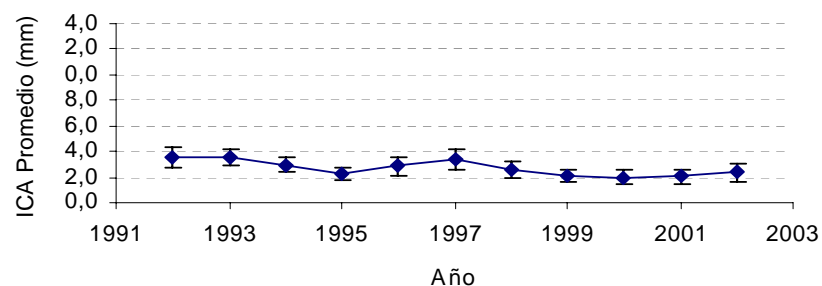


Gráficos de crecimiento con error estándar para la parcela 9

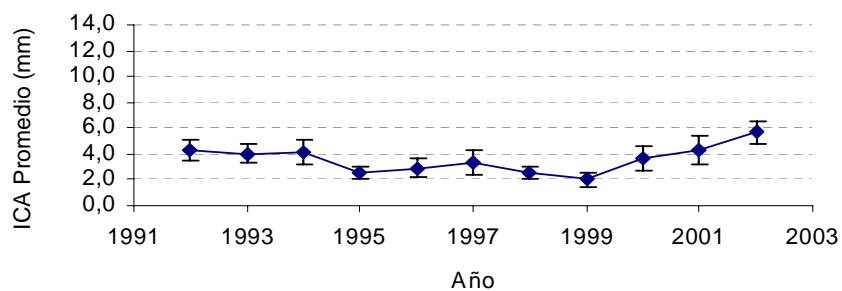
Clase Diamétrica 10-15 cm (N=17)



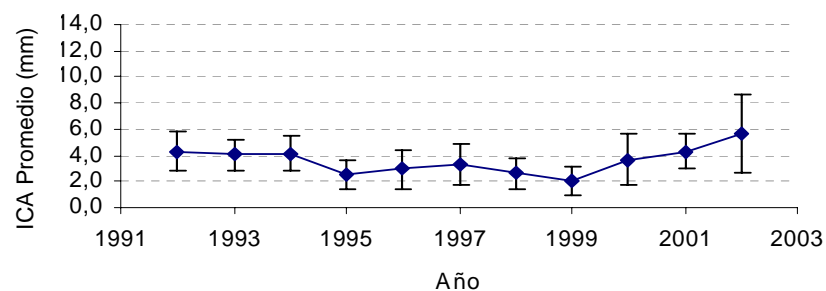
Clase Diamétrica 15-20 cm (N=12)



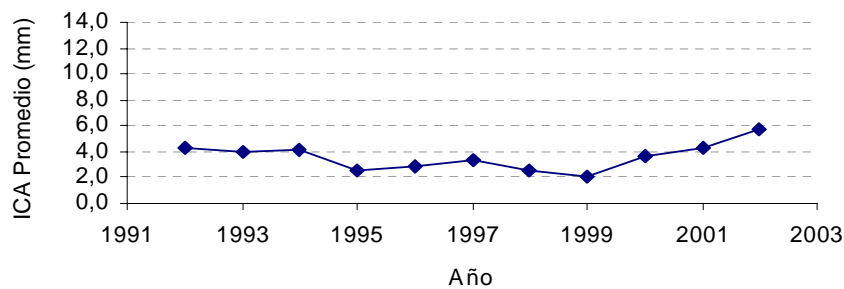
Clase Diamétrica 20-25 cm (N=7)



Clase Diamétrica 25-30 cm (N=4)

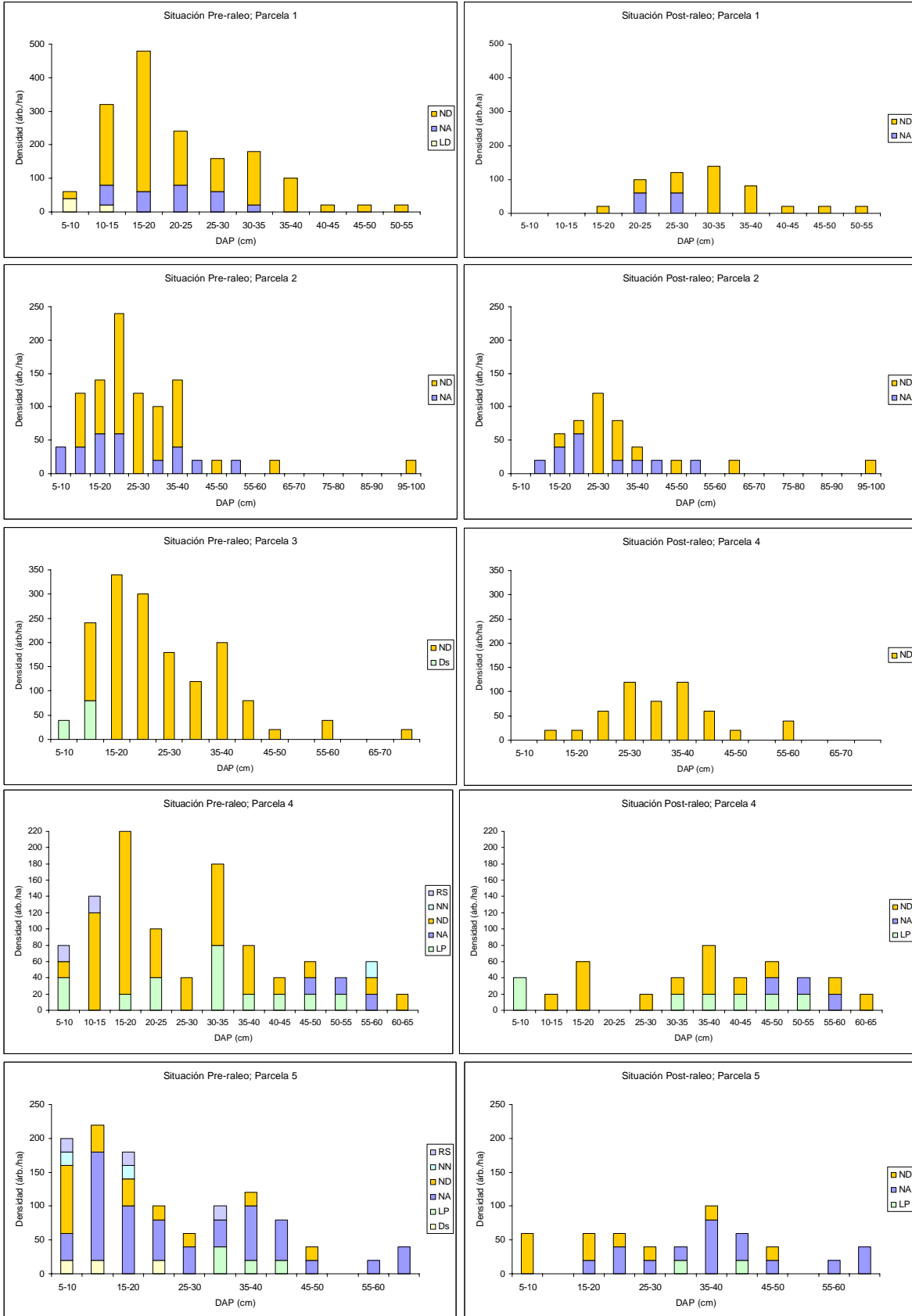


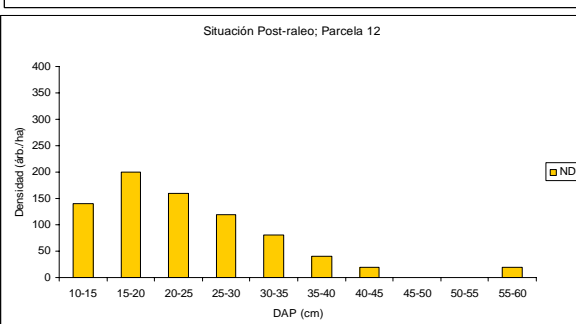
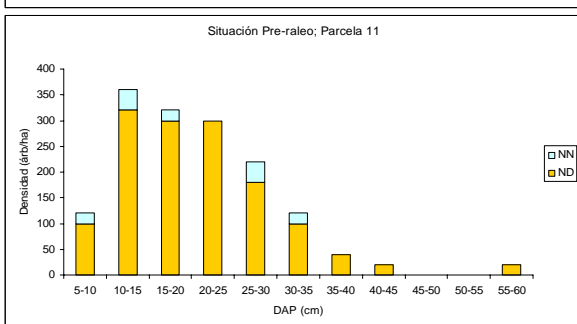
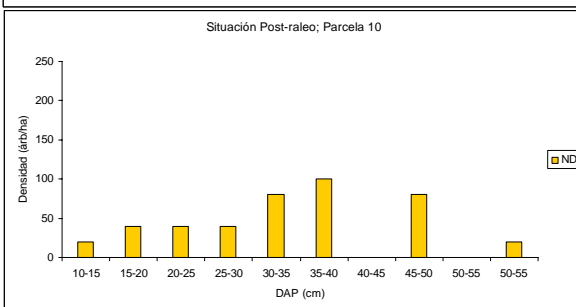
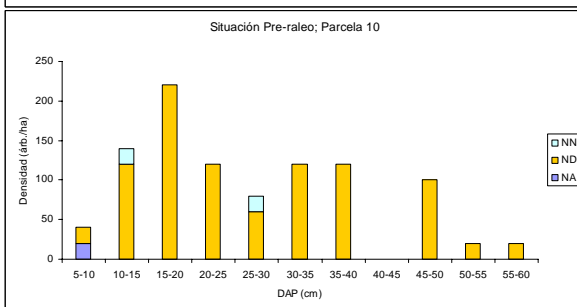
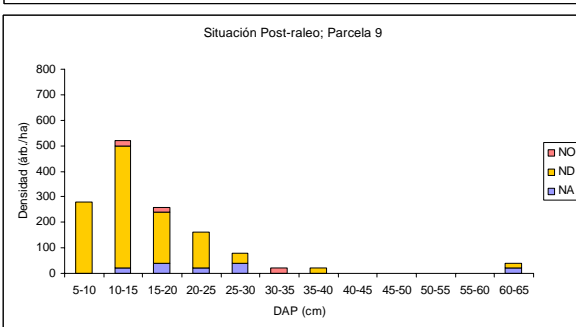
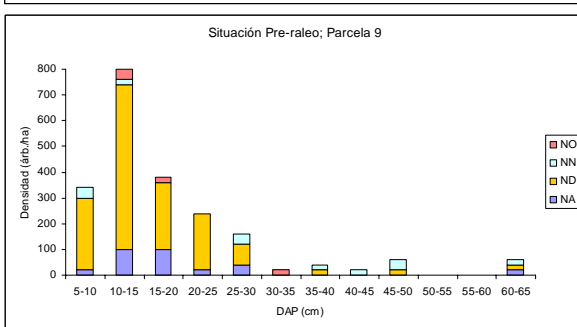
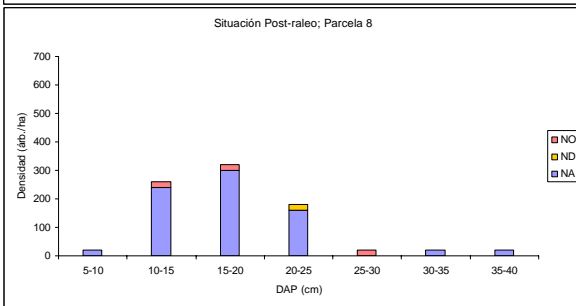
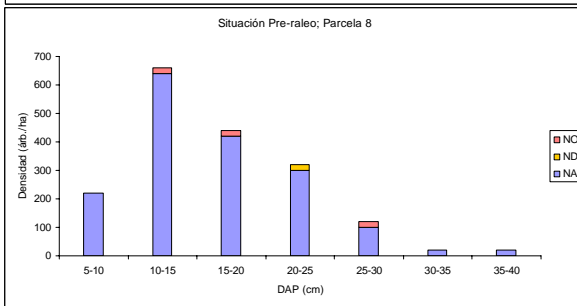
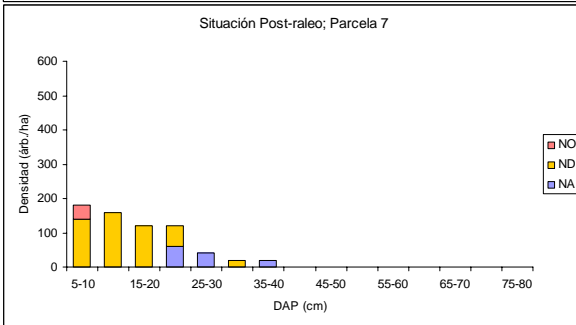
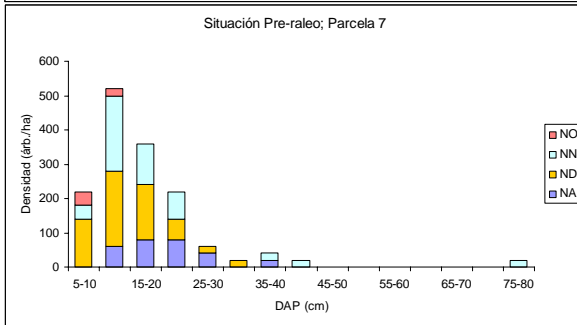
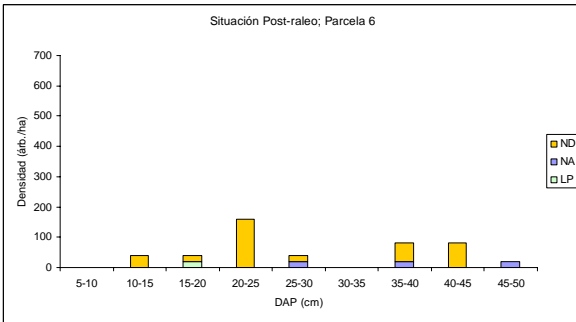
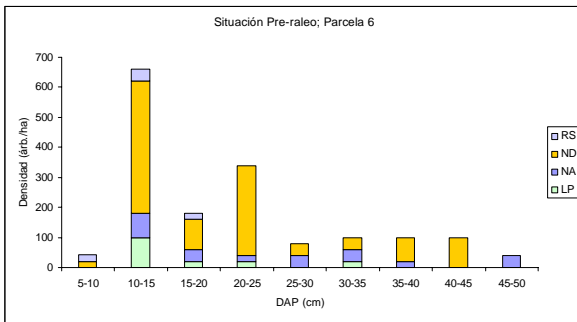
Clase Diamétrica 30-65 cm (Dominantes) (N=3)

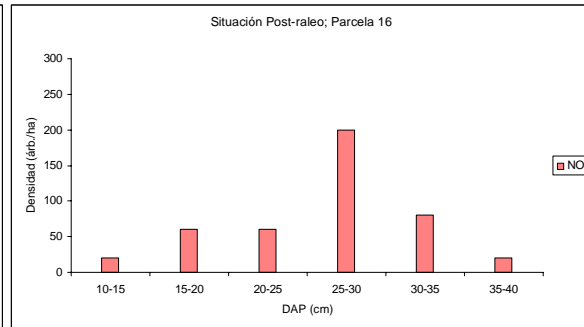
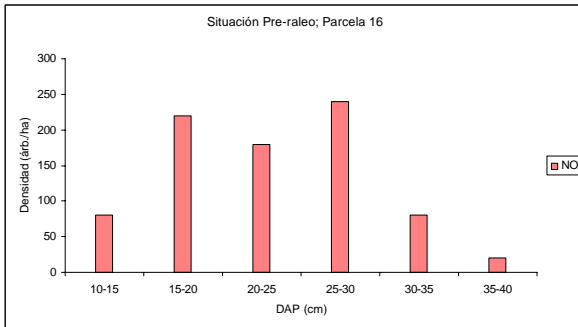
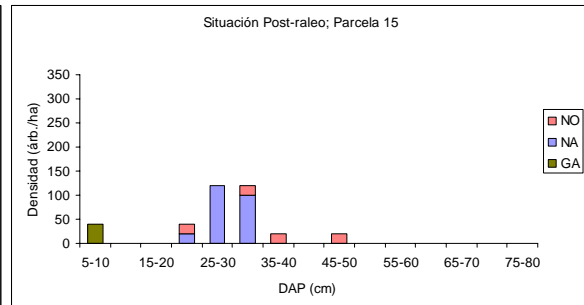
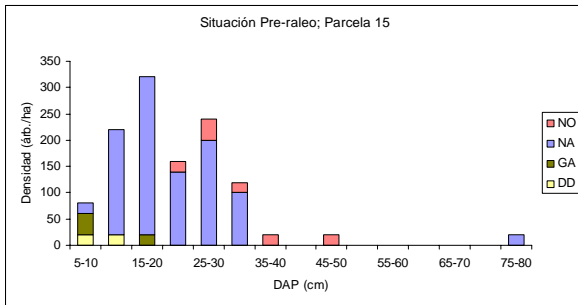
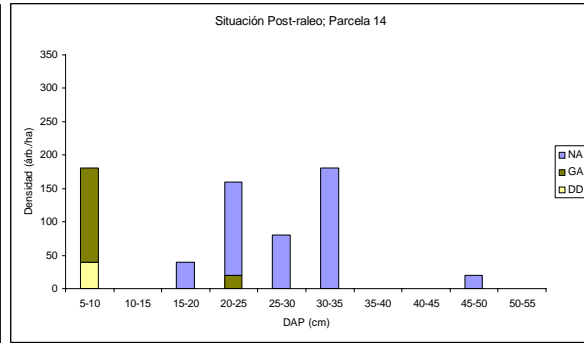
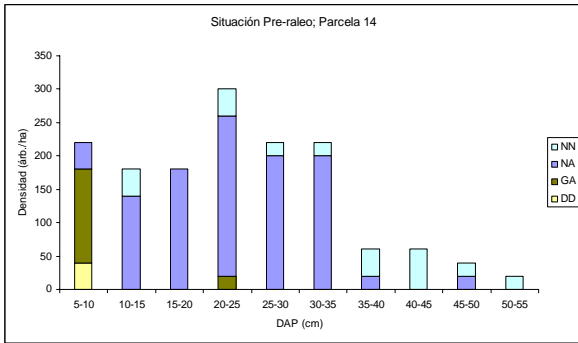
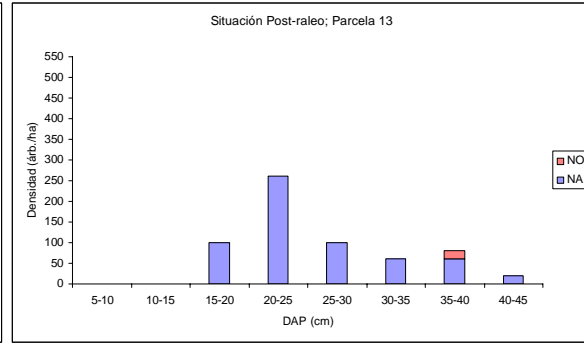
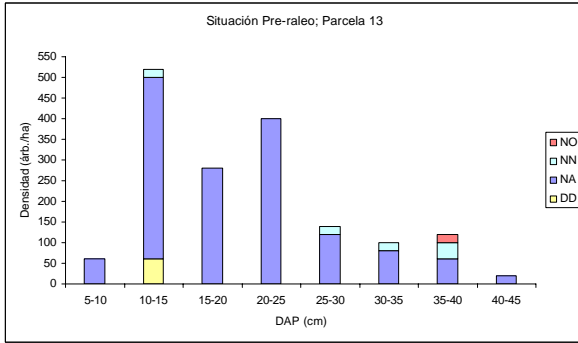
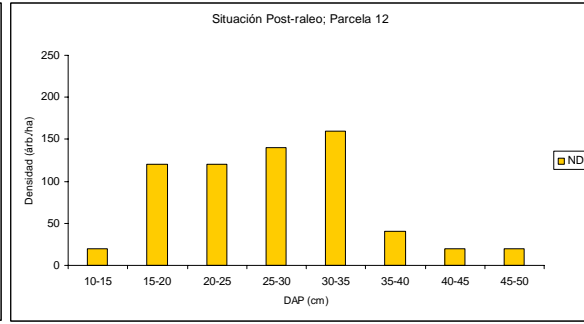
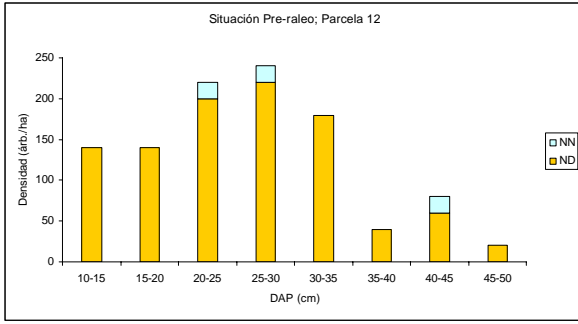


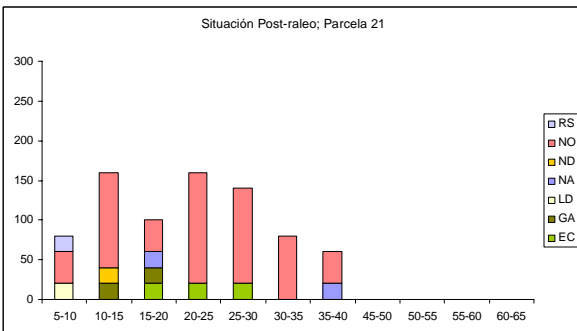
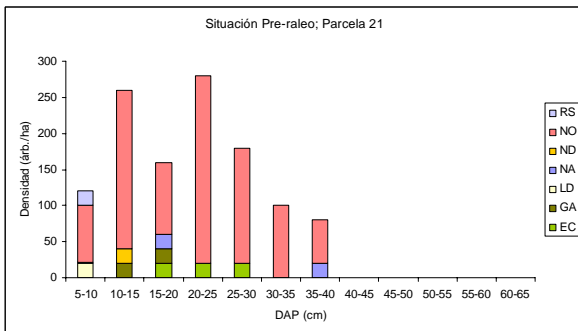
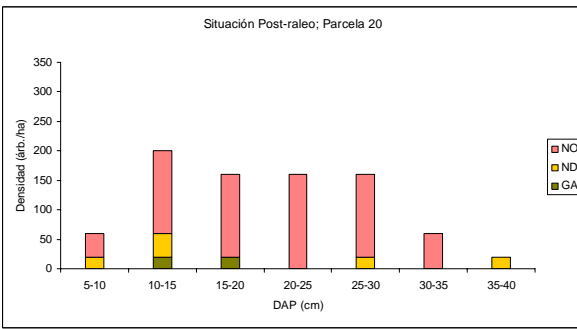
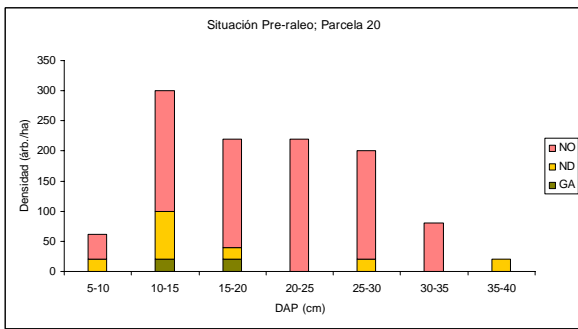
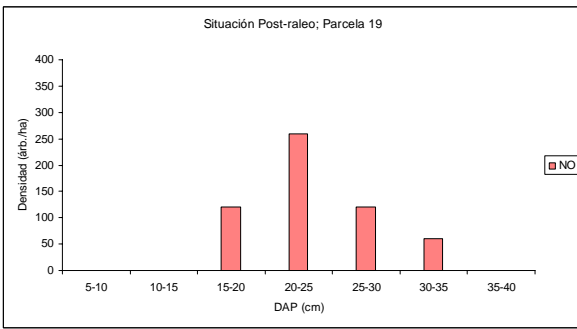
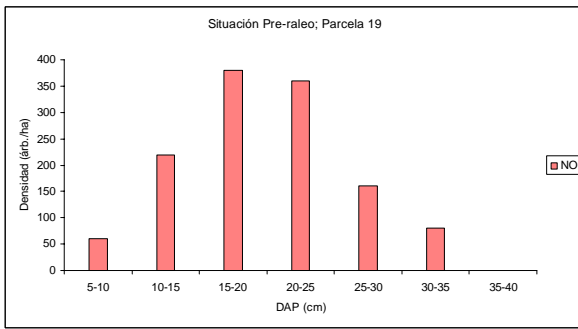
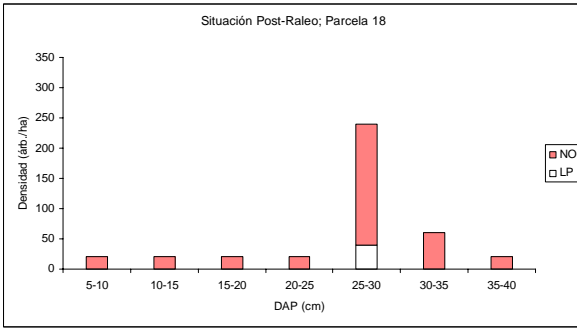
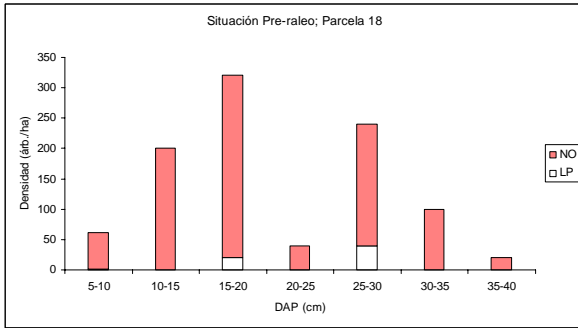
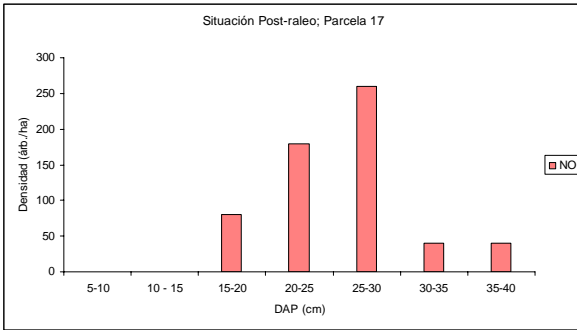
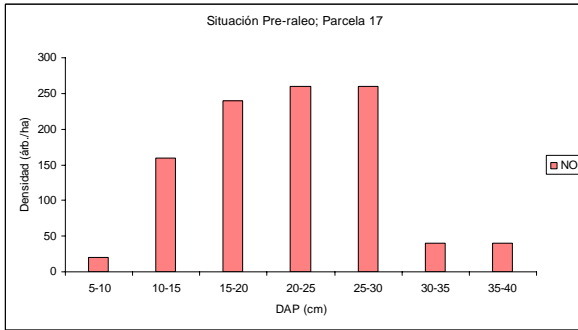
Anexo 10
Distribución de clases diamétricas antes y después del raleo.

Distribución de clases diamétricas antes y después de raleo.









Anexo 11
Proyecciones de volumen para la evaluación de la mantención de especies
tolerantes.

Proyecciones de volumen para la parcela 5

Clase DAP	Rodal post raleo en 10 años			Con tolerantes cortadas en 10 años		
	<i>L philippiana</i>	<i>N alpina</i>	<i>N dombeyi</i>	<i>L philippiana</i>	<i>N alpina</i>	<i>N dombeyi</i>
	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)
7,5	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,23
12,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,00
17,5	0,0	0,2	4,6	0,0	0,2	4,62
22,5	0,0	6,4	9,7	0,0	6,4	9,65
27,5	0,0	19,5	10,5	0,0	19,5	10,47
32,5	5,3	14,8	6,2	10,2	14,8	6,25
37,5	5,7	24,4	11,6	19,8	24,4	11,65
42,5	11,0	105,6	11,2	18,3	105,6	11,24
47,5	10,5	63,8	20,7	11,8	63,8	20,72
52,5	0,0	35,5	18,5	0,0	35,5	18,50
57,5	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,00
62,5	0,0	65,2	0,0	0,0	65,2	0,00
67,5	0,0	152,2	0,0	0,0	152,2	0,00
72,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Total	32,4	490,05	96,33	60,1	490,05	96,33

Proyecciones de volumen para la parcela 6

Clase DAP	Rodal post raleo en 10 años			Con tolerantes cortadas en 10 años		
	<i>L philippiana</i>	<i>N alpina</i>	<i>N dombeyi</i>	<i>L philippiana</i>	<i>N alpina</i>	<i>N dombeyi</i>
	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)	Vol (m3/ha)
7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
12,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,00
17,5	2,2	0,0	7,5	2,6	0,0	7,51
22,5	0,6	0,0	7,1	3,8	0,0	7,08
27,5	0,0	2,7	81,7	1,5	2,7	81,67
32,5	0,0	10,9	18,6	0,0	10,9	18,64
37,5	0,0	5,4	0,5	0,0	5,4	0,55
42,5	0,0	20,1	81,7	0,0	20,1	81,66
47,5	0,0	8,7	137,4	0,0	8,7	137,43
52,5	0,0	27,9	5,2	0,0	27,9	5,21
57,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
62,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
72,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Total	2,7	75,57	339,74	8,8	75,57	339,74

Proyecciones de volumen para la parcela 13

Clase DAP	Rodal post raleo en 10 años		Con tolerantes cortadas en 10 años		
	<i>N alpina</i> Vol (m3/ha)	<i>N obliqua</i> Vol (m3/ha)	<i>N alpina</i> Vol (m3/ha)	<i>N obliqua</i> Vol (m3/ha)	<i>D Diacanthoides</i> Vol (m3/ha)
7,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
12,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,09
17,5	0,7	0,00	0,7	0,00	1,78
22,5	32,4	0,00	32,4	0,00	0,00
27,5	127,6	0,00	127,6	0,00	0,00
32,5	72,8	0,00	72,8	0,00	0,00
37,5	61,6	4,92	61,6	4,92	0,00
42,5	79,4	22,71	79,4	22,71	0,00
47,5	31,5	0,00	31,5	0,00	0,00
52,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
57,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
62,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
67,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
72,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
Total	406,0	27,63	406,0	27,63	1,87