

6

ISSN 0716 - 5994

C.3.

3(1)89

---

CIENCIA  
E  
INVESTIGACION  
FORESTAL

---

JUNIO 1989

BIBLIOTECA  
INSTITUTO FORESTAL

**info** CHILE  
FILIAL CORFO

## RENOVALES DE RAULI, ROBLE, COIGÜE Y TEPA EXPECTATIVAS DE RENDIMIENTO

(Charla aportada al Simposio "Silvicultura de los tipos forestales de la región Centro-Sur de Chile" realizada en la Universidad Austral en Valdivia del 27.03.89 - 07.04.89)

Hans Grosse W.\*

### RESUMEN

En la Precordillera Andina de la X Región (49° 45' Lat. Sur sector Neltume) se realizaron estudios para establecer el rendimiento de renovales de raulí, roble, coigüe y tepa.

Con la información recopilada y procesada a través de análisis de tallo fue posible obtener cifras que orientan sobre el crecimiento diametral de las especies en estudio en función de sus variables de estado, de los árboles competidores más directos y del espacio disponible para su desarrollo.

Para distintas situaciones de renoval tipo de la zona, se entregan a modo de ejemplo esquemas de intervención silvícola y la proyección del renoval en el tiempo.

Palabra clave: Rendimiento, renovales, silvicultura.

### ABSTRACT

*Second growth stand data of Rauli, Roble, Coigüe and Tepa, located in the Andean foothills of the 10th Region of Chile (Lat. 49° 45' S) were analyzed to construct individual species yield models.*

*The results of stem analyses were modeled to include the effect of the nearest competitor and the total space available for development.*

*The results were used to construct models to estimate what volumetric changes could occur if a certain silvicultural practice was applied.*

---

(\*) Ingeniero Forestal, Dr. División Regional. Barros Arana 121, Concepción. Chile.

## INTRODUCCION

Durante los últimos años han llamado la atención los renovales constituidos por especies nativas, como unidades con un potencial altamente rentable. Dentro de éstas situaciones ha destacado aquellos rodales con presencia de árboles del género *Nothofagus*. El gran número de individuos, que generalmente se encuentra en estos bosques jóvenes, hacen necesario raleos, que en su mayoría son de carácter comercial. La apertura del mercado de astillas para la fibra corta significa una buena posibilidad para manejar este recurso en términos rentables valorizando los individuos remanentes. Los renovales constituyen un mosaico de situaciones muy heterogéneas fundamentado en la existencia de distintas especies y diferentes estados de desarrollo y competencia.

Esto implica que las decisiones técnicas a tomar no podrán ser rígidas, sino que deberán adaptarse a cada situación en especial. En consecuencia, deberán prepararse equipos técnicos capaces de elaborar pautas silvícolas y de aplicarlas eficientemente.

Los tipos forestales a los que pertenecen las unidades de muestreo son "Roble - Raulí-Coigüe" y "Coigüe - Raulí - Tepa". Los ejemplos que se entregan fueron construidos sobre la base de situaciones reales.

El objetivo del presente trabajo es el de analizar aplicaciones de modelos silvícolas considerando situaciones monoespecíficas y con la participación de varias especies para renovales en distinto estado de desarrollo. Para éstos se aplican esquemas de raleo y cosecha durante el período de manejo.

## ANTECEDENTES METODOLOGICOS

La información recopilada proviene de parcelas temporales. Estas se instalaron con el objetivo de conocer el desarrollo de las variables de estado de los rodales y construir modelos de crecimiento para distintos estados de desarrollo y competencia.

Antecedentes metodológicos referidos al muestreo para el análisis de los árboles individuales, como la construcción de modelos de crecimiento diametral sólo se entregan en forma resumida, para una mejor comprensión inmediata por parte del lector. Una descripción más amplia de éstos se encuentra en publicaciones anteriores, mencionadas en el texto.

Los modelos de crecimiento diametral, DAP - volumen y DAP - altura también se entregan en el presente capítulo, entendiéndose como herramientas básicas para la descripción y proyección de los rodales.

### Descripción de las parcelas muestreadas

#### *Parcelas con predominancia de raulí*

Las parcelas temporales con predominancia de raulí se localizaron en el área de Neltume en los sectores denominados "Los Hornos - Pidihuil", "Pto. Fui" y "Quebrada Honda" (Precordillera Andina, 39° 45' Lat. Sur, comuna de Panguipulli, provincia de Valdivia, X Región) (GROSSE y CUBILLOS, 1987 y CUBILLOS, 1987). Las parcelas se plantearon en 25 m x 25 m (625 m<sup>2</sup>).

En cada parcela se midieron todos los árboles con un DAP igual o mayor a 5 cm. Además se midieron todos los individuos fuera de la parcela, que proyectaban su copa hacia el interior de ésta.

Los individuos se localizaron espacialmente.

Las variables de estado medidas en cada individuo fueron:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP o 1,3 m)
- Altura total (m)
- Altura de inicio de copa (m)
- Radios de copa, medidos en dirección de los cuatro puntos cardinales (m)

#### *Las parcelas con predominancia de roble, coigüe y tepa*

Las parcelas temporales con predominancia de roble, coigüe y tepa también se localizaron en el área de Neltume. Los sectores específicos por especie fueron: roble (Los Hornos, Pto. Fuy), coigüe (Los Hornos - Pidihuil, Truful), Tepa (Huilo - Huilo, Molco) (GROSSE et al., 1988; CUBILLOS, 1988). Las unidades de muestreo fueron parcelas de 500 m<sup>2</sup>, instaladas en sectores representativos para cada situación de renewal en análisis.

Las variables de estado medidas para éstas tres especies fueron las mismas que en las parcelas de raulí.

#### *Muestreo para el análisis de árboles individuales*

Para realizar el análisis del árbol individual o árbol sujeto, para cada especie se seleccionó una amplia muestra de individuos representativa del rango de edad, altura y del espaciamiento encontrado en cada situación del renewal. Una vez identificados los "árboles sujetos" se ubicaron y registraron los árboles que ejercían la competencia más directa sobre éstos. (GROSSE y CUBILLOS, 1987; CUBILLOS, 1987; GROSSE et. al, 1988; CUBILLOS, 1988).

La información recopilada en terreno para los árboles sujeto y sus competidores fue:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP a 1,3 m)
- Altura total
- Altura de inicio de copa
- Radios de copa, medidos en dirección de los cuatro puntos cardinales
- Distancias entre el árbol sujeto y sus competidores.

Luego se voltearon los árboles sujeto, seccionándolos en trozas de 2 m. De cada una de éstas secciones y a la altura del DAP, se extrajeron rodela para su medición en laboratorio.

#### **Modelos de crecimiento diametral**

Los árboles sujeto fueron sometidos a análisis de tallo utilizando el programa ANATAL (ALVAREZ, 1977). Esto dio origen a una serie de antecedentes dasométricos básicos con los cuales se construyeron modelos de crecimiento diametral (DAP), (GROSSE y CUBILLOS, 1987; CUBILLOS, 1987; GROSSE et. al, 1988; CUBILLOS, 1988; GROSSE, 1989).

Estos consideran los últimos cinco años de vida del árbol, suponiendo una situación de competencia similar a la encontrada en el momento del muestreo.

Las variables incorporadas a los modelos de crecimiento diametral (IDAPA) utilizados en este estudio son:

- E : Edad (años)
- DAP : Diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m de altura en cm)
- DC : Diámetro de copa (m)
- AC : Cobertura de copa del árbol (m<sup>2</sup>)
- H. TOT. : Altura total (m)
- HINIC : Altura de inicio de la copa (m)
- HINICCO : Altura de inicio de copa de los competidores (m)
- DISTME : Distancia media entre el árbol sujeto y sus competidores (m)

---

## RENOVALES DE RAULI, ROBLE, COIGUE Y TEPA - EXP. RENDIMIENTO

---

Los modelos de crecimiento diametral son:

- Raulí :  
IDAPA =  $0,6949 + 0,0207 \text{ DISTME} + 0,0818 \text{ DC} - 0,0306 \text{ E} + 0,0297 \text{ DAP}$   
r = 0,89  
Error cuadr. medio = 26,0%  
n = 75

- Roble :  
IDAPA =  $12,3578 + 0,0851 \text{ DAP} + 247,45 (1/\text{E}) - 0,0012 \text{ DAP}^2 + 0,1343 \text{ E} + 0,0311 \text{ DISTME}$   
r = 0,76  
Error cuadr. medio = 21,8%  
n = 49

- Coigüe :  
IDAPA =  $-1,540461 + 0,019966 \text{ DAP} + 42,872 (1/\text{E}) + 0,019529 \text{ H. TOT.} + 0,020456 \text{ DISTME}$   
r = 0,86  
Error cuadr. medio = 20,0%  
n = 50

- Tapa :  
IDAPA =  $0,1179375 + 0,041296 \text{ DAP} - 0,024728 \text{ HINIC} - 0,0032802 \text{ E} - 0,00002263 (\text{DAP}^2 \text{ H. TOT.}) - 0,0051348 \text{ AC}$   
r = 0,68  
Error cuadr. medio = 47,0%  
n = 48

### Proyección de rodales

El análisis de intervenciones planteadas para cada una de las parcelas temporales se realizó en base a las tablas de rodal, de área basal y la distribución espacial de los individuos.

La proyección de crecimiento se realizó sobre la base del incremento diamétrico, utilizando las funciones de incremento diamétrico presentadas anteriormente. Esta se realizó hasta las edades que limitan con la capacidad de proyección de los modelos.

Los volúmenes fueron estimados con las siguientes regresiones, construidas para el área de Neltume (CUBILLOS, 1988 a,b; GROSSE et. al, 1988).

V Raulí =  $0,03655 + 0,00002 (\text{DAP})^3$   
r = 0,94  
n = 75

V Coigüe =  $-0,05476487 + 0,00073611 (\text{DAP})^2$   
r = 0,98  
n = 50

$$\begin{aligned} V \text{ Roble} &= -0,03695309 + 0,00075407 (\text{DAP})^2 \\ r &= 0,98 \\ n &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ Tapa} &= -0,04220197 + 0,00067576 (\text{DAP})^2 \\ r &= 0,97 \\ n &= 50 \end{aligned}$$

Donde: V = Volumen en m<sup>3</sup> ssc  
DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

Las regresiones DAP - altura por especie y rodal seleccionado son:

$$\begin{aligned} H \text{ Raulí (Los Hornos)} &= -3,6163 + 8,6401 \ln \text{DAP} \\ r &= 0,79 \\ n &= 84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Raulí (Q. Honda)} &= -0,6920 + 5,4465 \ln \text{DAP} \\ r &= 0,74 \\ n &= 21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Roble (Los Hornos)} &= -2,1307 + 7,6215 \ln \text{DAP} \\ r &= 0,83 \\ n &= 52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Roble (Fuy)} &= 12,0311 + 0,2792 \text{DAP} \\ r &= 0,94 \\ n &= 22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Coigüe (Truful)} &= -0,4158 + 6,1591 \ln \text{DAP} \\ r &= 0,83 \\ n &= 81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Coigüe (Pidihuil)} &= 9,6594 + 0,8424 \text{DAP} - 0,0084 \text{D}^2 \\ r &= 0,86 \\ n &= 22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Tapa (Molco)} &= -3,0712 + 6,6982 \ln \text{DAP} \\ r &= 0,84 \\ n &= 156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Tapa (Huilo)} &= 4,3204 + 0,5017 \text{DAP} \\ r &= 0,94 \\ n &= 35 \end{aligned}$$

Donde: H = Altura en m  
DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

**RESULTADOS Y DISCUSION**

A continuación se proponen y comentan diferentes tipos de intervención para renovales del área de Neltume.

**El crecimiento de renovales de raulí**

Los rodales elegidos para raulí presentan dos situaciones:

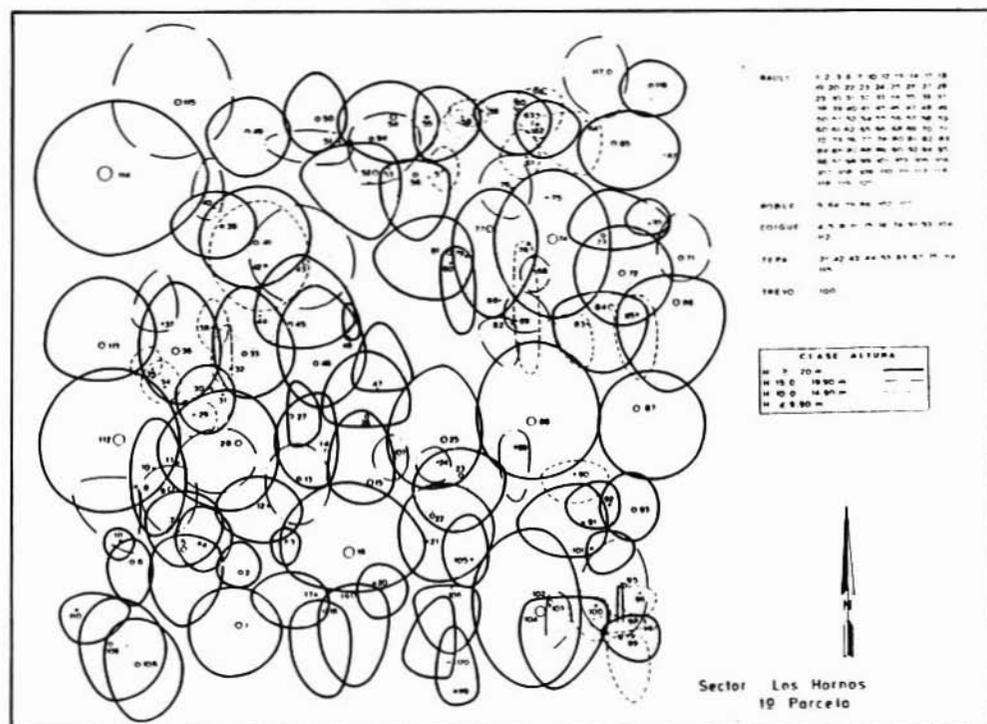
- Rodal de 36 años sin intervención anterior
- Rodal de 24 años con raleo suave, diez años antes de realizar la medición.

**Proyección de un renoval sin intervención anterior (Edad: 36 años)**

El rodal sin intervención está constituido por 1.728 árboles por ha. La participación mayoritaria de las especies, en términos numéricos se concentra en raulí y roble con un 78% y un 5% respectivamente. El resto está constituido por coigües, tepas y trevos (Figura 1). El área basal es de aproximadamente 53 m<sup>2</sup>/ha, la que se consideró como la capacidad de ocupación del sitio para las especies en cuestión, a los 36 años.

Los valores de altura - DAP indican una participación de árboles sobre 11 cm de DAP, en los estratos codominante y dominantes. Los individuos con diámetros menores pertenecen al estrato intermedio y suprimido (Figura 2).

**FIGURA 1**  
**PROYECCION DE COPAS – RENOVAL SIN INTERVENCIÓN PREVIA**  
**EDAD 36 AÑOS (SECTOR: LOS HORNOS - PIDIHUIL)**



La tabla de rodal se clasificó en cuatro rangos, correspondiendo el A a los individuos suprimidos e intermedios, el B a los intermedios a dominantes, el C a los codominantes y dominantes y el D a los dominantes que podrían ser calificados como "árboles lobos" o pertenecientes a la generación anterior (Figura 2).

El raleo tiene como objetivo principal el de liberar aquellos árboles que se agrupan entre las clases diamétricas 20 a 34. Corresponden a individuos del estrato dominante y codominante (C), con la mejor posibilidad de producir un alto volumen aserrable en el corto plazo (Cuadro 1). Sus competidores deberán eliminarse a través de un raleo por lo alto o anillamiento. Sus competidores se localizan dentro del sector C y en las clases diamétricas inmediatamente inferiores y superiores. La eliminación de éstos contempla la extracción de coigües, trevos y tepas dentro del rango C, y raleos por lo alto y anillamientos fuera de éste.

El área basal a extraer corresponde a un 45% del área basal del estrato dominante y codominante (B + C + D). El estrato suprimido e intermedio (A), no se consideró para el cálculo de este porcentaje, por su poca importancia en su rol como competidor, dado que las condiciones de sitio de los rodales en estudio no presentan limitaciones de agua y difícilmente de nutrientes.

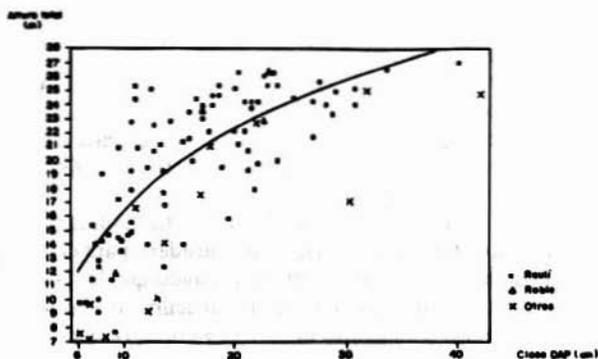
La relación altura/diámetro de los árboles remanentes bordea el valor 0,97. Este indicador muestra que con la intervención propuesta el rodal de raulí-roble mantiene características de estabilidad suficientes, para no correr riesgos mayores por vientos fuertes, considerando de que se trata de especies de hoja caduca.

**CUADRO 1**  
**INTERVENCIÓN AL RENOVAL - AÑO 0 (RAULÍ)**  
**(Edad: 36 Años, Sector Los Hornos)**

Situac. después de la intervención	Rango	Área basal m <sup>2</sup> /ha	% Área basal relac. a B+ C+ D	N/ha
Estrato Domin. y Codom.	B+ C+ D	50,0	100,0	1.232
Estrato a extraer	B+ D+ (C*)	22,4	44,8	672
Estrato reman. (Dom y Cod.)	C (Raulí + Roble)	27,5	55,0	560
Estrato reman. (Interm. + Suprim.)	A	2,9		496
Total		52,9		

C\* : Otros: Coigües, Tepas, Trevos.

FIGURA 2 A, B, C  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0

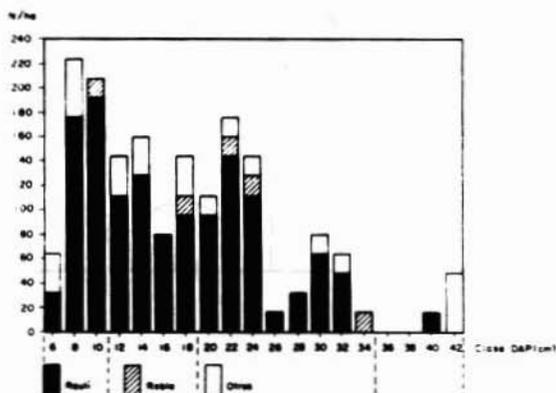
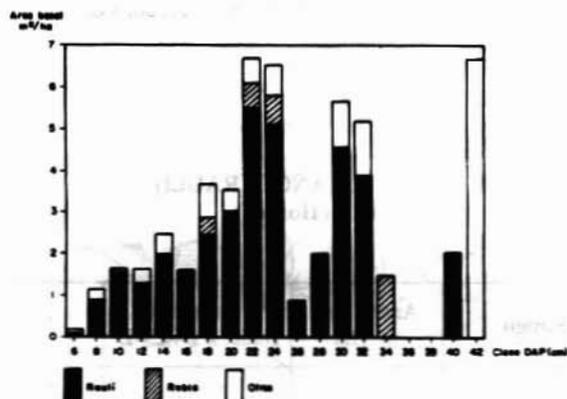


(Especie : Rauli)  
(Edad : 36 años)  
(Sector : Los Hornos)

A : Altura Total (m) - DAP

B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP

C : TABLA DE RODAL



Sector	A	B	C	D
n/ha basal (m <sup>2</sup> /ha)	2,9	6,4	31,9	8,7
n/ha arb/ha	496	528	640	64

**CUADRO 2**  
**PROYECCION RAULI**  
**Sector Los Hornos (sin intervención previa)**

Año	0	5	10	15	20
<b>RAULI</b>					
$\overline{DAP}$ (cm)	24,8	28,6	32,2	35,8	39,2
E	36	41	46	51	56
DC (m)	4,2	4,2	* 4,7	4,7	4,7
DISTME (m)	4,2	4,2	* 4,7	4,7	4,7
AB (m <sup>2</sup> /ha)	24,7	32,9	36,7	45,3	54,3
N/ha	512	512	*450	450	450
IDAPA (cm)	0,76	0,72	0,73	0,68	
<b>ROBLE</b>					
$\overline{DAP}$ (cm)	26,7	31,2	35,2		
E	36	41	46		
DISTME (m)	4,2	4,2	* 4,7		
AB (m <sup>2</sup> /ha)	2,7	3,7	* 4,7		
N/ha	48	48	* 48		
IDAPA	0,89	0,79	0,83		
<b>A NIVEL DE RODAL (RAULI + ROBLE)</b>					
DISTME (m)	4,2	4,2	* 4,7	4,7	4,7
AB (m <sup>2</sup> /ha)	27,4	36,6	46,4	45,3	54,3
N/ha	560	560	*450	450	450
<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/ha)</b>					
Remanente Ra.	175	258	317	430	
Ro.	24	34			
A extraer Ra.			44		559
Ro.			44		
Otros 190	190				
$\Sigma$ a extraer	190		88		559

\* : A los 10 años se extraen 48 robles ( $\overline{DAP} = 35,2$ ) y 62 raulíes ( $\overline{DAP} = 32,2$ )

⊠ : Valores extrapolados

Otros: Coigüe, Tapa, Trevó y Raulí de la clase  $\overline{DAP}$  40.

## RENOVALES DE RAULI, ROBLE, COIGUE Y TEPA - EXP. RENDIMIENTO

La proyección del rodal presentada en el cuadro 2, sólo incorpora raulíes y robles. Los coigües, tepas y trevos serán cortados junto a los árboles lobos del período. El volumen a extraer al año 0 corresponde a 190 m<sup>3</sup>/ha. La segunda intervención se realiza al año 10, extrayéndose 88 m<sup>3</sup> de raulíes y robles (DAP 32,2 y 35,2 respectivamente), quedando como remanentes sólo raulíes. Estos se explotan al año 20 con un diámetro medio aproximado de 40 cm obteniéndose un volumen de 559 m<sup>3</sup>/ha.

El volumen total a extraer en el período de 20 años es de 837 m<sup>3</sup>/ha, de los cuales 278 m<sup>3</sup>/ha corresponden a raleos.

### *Proyección de un renoval con intervención anterior* (Edad: 24 años)

El rodal con intervención anterior presenta 672 árboles por ha a los 24 años. De éstos el 50% está constituido por raulí y el resto por tepa y trevo (Figura 3). Su área basal se acerca a los 18 m<sup>2</sup>/ha (Figura 4).

**FIGURA 3**  
**PROYECCION DE COPAS - RENOVAL CON INTERVENCION PREVIA**  
**EDAD: 24 AÑOS (SECTOR QUEBRADA HONDA)**

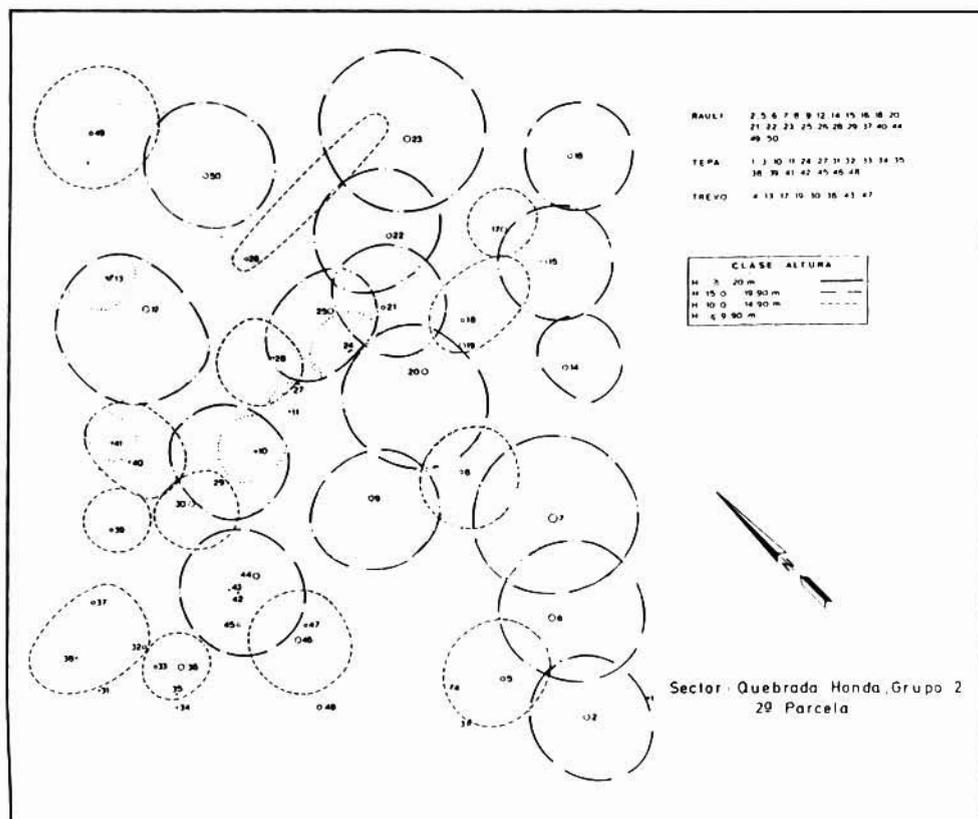
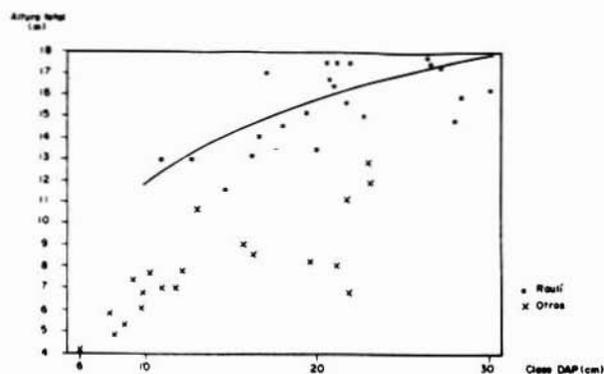
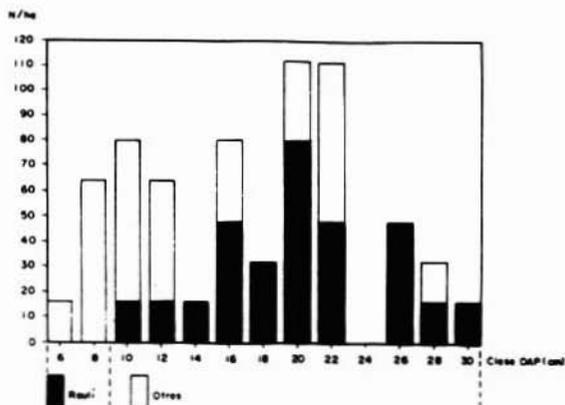
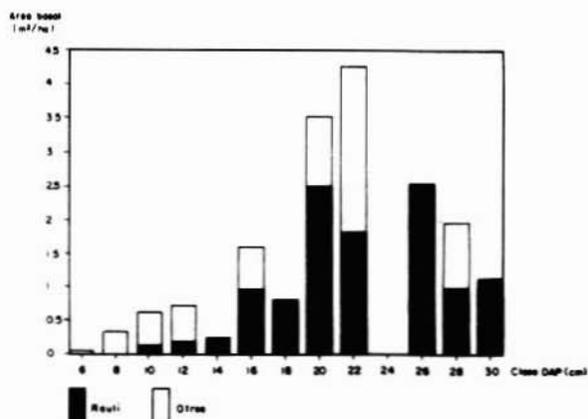


FIGURA 4 A, B, C  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0



(Especie : Rauli)  
(Edad : 24 años)  
(Sector : Quebrada Honda)

A : Altura Total (m) - DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	0,5	17,0
Nº de árboles/ha	80	592

RENOVALES DE RAULI, ROBLE, COIGUE Y TEPA - EXP. RENDIMIENTO

En este caso se proyecta la totalidad del raulí del estrato codominante y dominante (B), es decir, 336 individuos entre las clases 10 y 30 cm de DAP, que supuestamente llegarán al final de la rotación (Figura 4).

Al año 0 no se interviene el rodal debido al bajo número de individuos. No se considera necesario ni recomendable incrementar el número de individuos a través de una plantación, por considerarse como suficiente el número de árboles existentes (Cuadro 3).

El primer raleo se realiza a los 5 años, el segundo a los 15 años y el último a los 25 años. El volumen total a extraer en raleos es de 75 m<sup>3</sup>/ha. La explotación final al cumplirse un período de 30 años considera 925 m<sup>3</sup>/ha de raulí. La producción total es de 1.000 m<sup>3</sup>/ha.

Este tipo de manejo permite un crecimiento diametral sostenido promedio de 1 cm o más. Esto permite que en un período de manejo de 20 años, el diámetro medio de los raulíes pase los 50 cm.

**CUADRO 3**  
**PROYECCION RAULI**  
**Sector Quebrada Honda (con intervención previa)**

Año	0	5	10	15	20	25	30
<b>RAULI</b>							
$\overline{DAP}$ (cm)	20,1	25,0	30,1	35,2	40,5	45,8	51,4
E	24	29	34	39	44	4,9	54
DC (m)	4,1	* 4,5	4,5	** 5,0	5,0	*** 5,5	5,5
DISTME (m)	4,1	* 4,5	4,5	** 5,0	5,0	*** 5,5	5,5
AB (m <sup>2</sup> /ha)	10,7	16,5	23,9	32,7	43,3	55,4	69,7
N/ha	336	*336	336	**336	336	***336	336
IDAPA (cm)	0,98	1,01	1,01	1,06	1,06	1,12	
<b>TEPA - TIACA</b>							
$\overline{DAP}$ (cm)	16,5	18,5	20,5	22,5	24,5	26,5	
AB (m <sup>2</sup> /ha)	5,5	6,9	5,4	6,5	3,0	3,0	
N/ha	256	*164	164	*164	64	*** 64	
<b>A NIVEL DE RODAL (RAULI + TEPA + TIACA)</b>							
DISTME (m)	4,1	* 4,5	4,5	** 5,0	5,0	*** 5,5	5,5
AB (m <sup>2</sup> /ha)	16,2	23,4	29,3	39,2	46,3	58,4	69,7
N/ha	592	*500	500	**400	400	***336	336
<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/ha)</b>							
Remanente Ra.	67	117	196	305	459	658	925
Te. + Ti.		31	40	19	23		
A extraer Ra.							925
Te. + Ti		17		30		28	
$\Sigma$ a extraer		17		30		28	925

\* : A los 5 años salen 92 tepas y tiacas ( $\overline{DAP} = 18,5$ ).

\*\* : A los 15 años salen 100 tepas y tiacas ( $\overline{DAP} = 22,5$ ).

\*\*\* : A los 25 años salen 64 tepas y tiacas ( $\overline{DAP} = 26,5$ ).

La proyección para tepas y tiacas se proyectó con un crecimiento de 0,4 cm por año.

### *Discusión acerca de las intervenciones a renovales de raulí*

Las dos situaciones (de renoval con predominancia de raulí) analizadas y proyectadas ponen en evidencia la ventaja de un raleo temprano. A los 24 años de edad el incremento diamétrico supera en un 24% - 28% al obtenido a los 36.

Además, la situación de menor edad se vio favorecida por una intervención anterior, que había eliminado a los árboles competidores.

En el rodal más joven, los diámetros alcanzados en un período de 30 años y que bordean los 50 cm, indican la potencialidad de estos bosques para la producción de madera de la mejor calidad.

En el rodal intervenido a mayor edad (36 años), aunque su reacción frente al raleo es menor, en 20 años se logra un diámetro medio de aproximadamente 40 cm.

La alternativa de manejo propuesta por situación, es sólo una de muchas opciones de manejo a las que podrían someterse los renovales. Por ejemplo podría resultar atractivo mantener las especies de mayor tolerancia a la falta de luz bajo dosel, para incorporarlas a la generación siguiente.

### **El crecimiento de renovales de roble**

Los rodales seleccionados para el estudio de la especie Roble, presentan dos situaciones tipo:

- Rodal puro de roble de 41 años de edad con intervención suave anterior
- Rodal de roble mixto de 31 años de edad.

### ***Proyección de un rodal de roble puro*** (Edad: 41 años)

El rodal de roble puro presenta 1.040 árboles por ha con un área basal de 27 m<sup>2</sup>.

Considerando las distribuciones en altura, en área basal y en frecuencia, se clasificó el rodal en cuatro sectores. (Figura 5 y cuadro 4). Dentro de éstos, el sector de los individuos dominantes y codominantes, ubicados entre las clases DAP 16 y 28 (sector C), es el que deberá proyectarse a futuro. Los árboles de las clases DAP 44 (sector D) y clase DAP 14 (sector B) se consideran como competidores para el grupo C y deberán eliminarse.

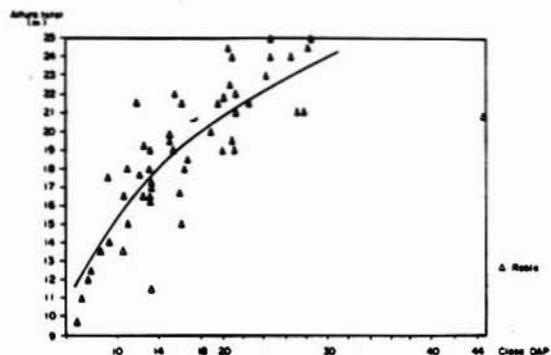
Los individuos de las clases diamétricas inferiores a 14 cm se encuentran en posición intermedia y suprimida. Para este ejemplo no se consideran como competencia ni tampoco en la proyección.

La proyección para el rodal remanente (sector C) se planteó para un período de 15 años. No se excedió este rango para estar fuera del alcance confiable del modelo de crecimiento utilizado. (Cuadro 5).

A los diez años, mediante un raleo, se obtienen 57 m<sup>3</sup>/ha. Finalmente, después de 15 años se pueden explotar 327 m<sup>3</sup>, constituidos por 450 árboles con un DAP medio de 32 cm.

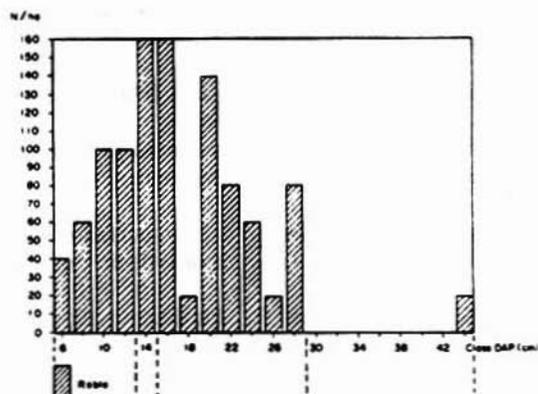
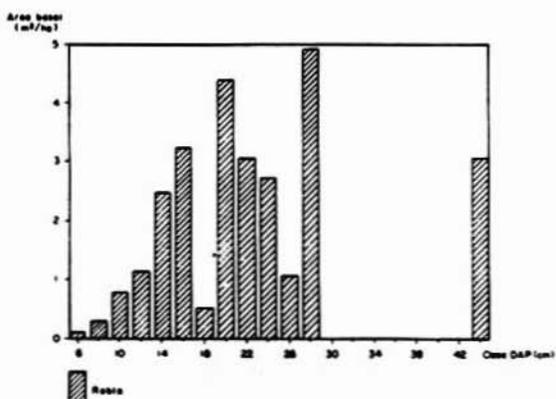
Suponiendo que el crecimiento diametral continúa con la misma tendencia, de aproximadamente 1 cm por año, en los años siguientes al período planteado se lograría un considerable incremento del volumen. Si se considera un período de 25 años en los términos de crecimiento planteados, se podría esperar un volumen de cosecha que bordee los 700 m<sup>3</sup>/ha.

FIGURA 5 A, B, C,  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0



(Especie : Roble)  
(Edad : 40 años)  
(Sector : Los Hornos)

A : Altura Total (m) - DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B	C	D
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	2,3	12,8	19,1	3,0
n° de árboles/ha	300	480	980	20

**CUADRO 4**  
**INTERVENCION AL RENOVAL - AÑO 0 (ROBLE)**  
 (Edad: 41 Años, Sector Los Hornos)

Situac. después de la intervención	Rango	Area basal m <sup>2</sup> /ha	% Area basal relac. a B+C+D	N/ha
Estrato en envejecimiento (a cosechar - anillar)	D	3,0	12,2	20
Estrato a extraer	B	2,5	10,2	160
Estrato remanente (A proyectar)	C	19,1	77,6	560
Estrato remanente (Interm. y Suprimido)	A	2,3		300
Total	A + B + C + D	26,9		1.040

**CUADRO 5**  
**PROYECCION ROBLE**  
 Sector Los Hornos

Año	0	5	10	15
<b>ROBLE (RODAL)</b>				
DAP (cm)	20,9	23,8	27,2	31,8
E	41	46	51	56
DISTME (m)	4,2	4,2	4,7	4,7
N/ha	560	560	450	450
AB (m <sup>2</sup> /ha)	19,2	24,9	26,2	35,7
IDAPA (cm)	0,57	0,67	0,91	1,21
<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/ha)</b>				
Remanente	164	219	234	327
A extraer	* 48		57	327

\* : Volumen a extraer del sector B y D, correspondiente a las clases diamétricas 14 y 44.

☐ : Valores extrapolados.

**Proyección de un rodal de roble-raulí (Edad: 31 años)**

El rodal de raulí-roble está constituido por 944 árboles/ha de los cuales el 75% corresponden en igual proporción a las especies Roble y Raulí. Los individuos restantes son coigües, tepas, tineos y avellanos.

Para la proyección del rodal, este se dividió en estrato suprimido - intermedio hasta la clase DAP 10 (A), estrato codominante y dominante a proyectar entre las clases DAP 12 a 28 (B) y estrato dominante a eliminar sobre la clase DAP 30 (C). (Cuadro 6 y Figura 6).

El estrato a eliminar está constituido por árboles de gran tamaño en relación a los árboles a proyectar. La escasa luz disponible para estos últimos se refleja en crecimientos diamétricos bajo 0,5 cm/año durante sus primeros 31 años. El grupo de árboles remanentes a proyectar está constituido por 592 individuos, de los cuales hay 192 robles, 192 raulíes y 208 árboles entre coigües, tepas, tineos y avellanos.

La proyección se planteó para un período de 20 años. No se excedió este lapso por limitaciones en el modelo de crecimiento.

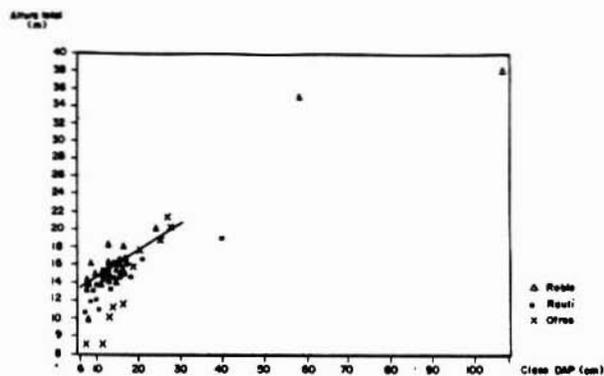
Al inicio del período, el volumen a extraer es de 247 m<sup>3</sup>, correspondiente a coigües, tineos y avellanos. Después de 10 años se extraen 59 m<sup>3</sup> de roble - raulí. Finalmente, al término del período (20 años), se explotan 150 m<sup>3</sup> de roble y 78 m<sup>3</sup> de raulí.

Es de suponer que en un período de 30 años, considerando la realización de raleos, los árboles alcanzarían diámetros medios de al menos 40 - 50 cm.

**CUADRO 6**  
**INTERVENCIÓN AL RENOVAL - AÑO 0 (ROBLE)**  
**(Edad: 31 Años, Sector FUY)**

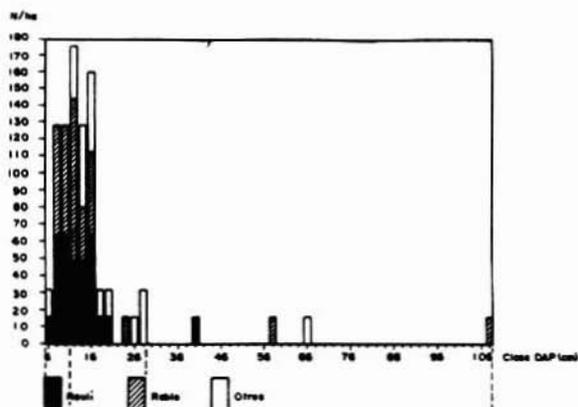
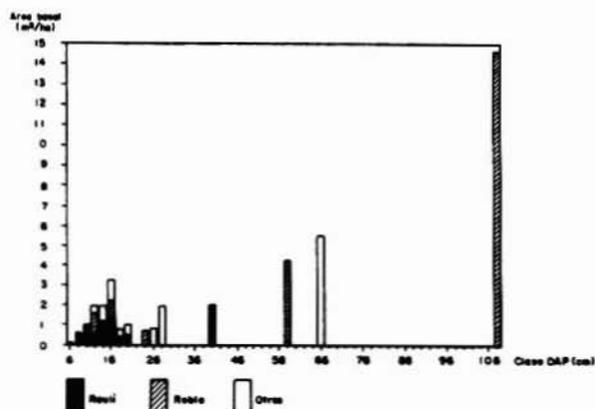
Situac. después de la intervención	Rango	Area basal m <sup>2</sup> /ha	% Area basal en relac. a B+C	N/ha
Estrato suprim. - interm.	A	1,7		288
Estrato a proyectar	B	12,6	32,2	592
Estrato a cosechar (anillar) en envejecim.	C	26,4	67,7	64
Total	A+ B+C	40,7		944

**FIGURA 6**  
**A, B, C: ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0**



(Especie : Roble)  
 (Edad : 31 Años)  
 (Sector : Pto. Fuy)

A : Altura Total (m) - DAP  
 B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
 C : TABLA DE RODAL



Sector	A	B	C
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	17	14,3	26,4
nº de árb./ha	300	680	60

**CUADRO 7**  
**PROYECCION ROBLE**  
**Sector Fuy**

Año	0	5	10	15	20
<b>ROBLE</b>					
DAP (cm)	14,3	18,7	25,2	28,8	32,9
E	31	36	41	46	51
DISTME (m)	4,1	4,1	5,1	5,1	5,1
N/ha	192	192	192	192	192
AB (m <sup>2</sup> /ha)	3,1	5,3	9,6	12,5	16,3
IDAPA (cm)	0,89	0,65	0,72	0,81	
<b>RAULI</b>					
DAP (cm)	15,0	18,1	20,9	23,8	26,4
E	31	36	41	46	51
DISTME (m)	4,1	4,1	5,1	5,1	5,1
DC (m)	4,1	4,1	5,1	5,1	5,1
N/ha	192	192	192	192	192
AB (m <sup>2</sup> /ha)	3,4	4,9	6,6	8,5	10,5
IDAPA (cm)	0,61	0,55	0,58	0,52	
<b>*COIGUE, TEPA, TINEO, AVELLANO</b>					
DAP	18,0	20,0	22,0		
DISTME	4,1	4,1	4,1		
AB (m <sup>2</sup> /ha)	5,3	6,5	7,9		
N/ha	208	208	**208		
<b>A NIVEL DE RODAL: RAULI, ROBLE Y OTROS</b>					
DISTME (m)	4,1	4,1	5,1	5,1	5,1
AB (m <sup>2</sup> /ha)	11,8	16,7	24,1	21,0	26,8
N/ha	592	592	**384	384	384
<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/ha)</b>					
Remanente Ro.	23	44	85	113	150
Ra.	20	30	42	59	78
Otros	37	47	59		
A extraer Ro.	180				150
Ra.	21				78
Otros	46		59		
Σ a extraer	247		59		228

\* : La proyección de coigüe, tepa, tino y avellano se hizo considerando 0,4 cm de incremento diametral anual.

\*\* : Se extraen 208 árboles de Co., Te., Ti. y Av. con un DAP = 22,0 cm.

⌊ : Valores extrapolados.

### *Discusión acerca de las intervenciones a renovales de roble*

Los dos rodales estudiados, a pesar de contar con un raleo suave, realizado diez años antes de la medición, presentan un número de árboles demasiado alto como para aumentar en forma espontánea la velocidad de crecimiento de los individuos. En ambos casos los árboles a proyectar tuvieron un crecimiento en diámetro de 0,5 cm por año, en períodos de 31 y 41 años, respectivamente. El hecho de liberarlos de sus competidores más directos permite incrementar el crecimiento diametral en un 50%.

El modelo de crecimiento diametral utilizado tiene validez sólo hasta los 46 años de edad, por consiguiente la proyección se realizó para un período de 15 y 20 años para los rodales de Los Hornos y Fuy respectivamente.

Sin embargo, en base a la gran capacidad de reacción de la especie frente a un mayor espaciamiento, aún a edad avanzada, podemos suponer que el incremento diametral se mantendría entre 0,8 - 1 cm/año. Por consiguiente si se alarga el período a 30 años, se lograrían diámetros medios de aproximadamente 40 cm.

El futuro para ambas situaciones debería definirse mediante el manejo de una combinación del material rebrotado y regeneración artificial o plantación.

### **El crecimiento de renovales de coigüe**

Los rodales de coigüe elegidos para el estudio corresponden a dos situaciones tipo:

- Rodal de coigüe, con avellanos y tiacas en el estrato inferior (Edad: 40 años).
- Rodal de coigüe, con tepas bajo dosel (Edad: 46 años)

### *Proyección de un rodal de coigüe - avellano - tiaca (Edad: 40 años)*

El rodal de coigüe - avellano - tiaca presenta 3.400 árboles por ha, de los cuales 48% son coigües. No hubo intervención previa. El área basal es de 47 m<sup>2</sup>/ha, y orienta sobre la ocupación del sitio para coigüe a la edad de 40 años.

El rodal se subdividió según el estado de desarrollo de los árboles en cuatro sectores.

El sector A agrupa a los árboles de los doseles inferiores, el sector B comprende los árboles dominantes y codominantes a extraer dentro de las clases diamétricas 16 - 18. El sector a proyectar (C) está formado por árboles dominantes y codominantes (clases 20 - 30). Los árboles de las clases diamétricas 34 - 36 conforman el sector D y corresponden a árboles dominantes (árboles lobo) que serán extraídos (Cuadro 8 y Figura 7).

El rodal se proyectó a un período de 15 años. No se excedió este rango por las limitantes de estimación que presenta el modelo de crecimiento diametral sobre la edad de 50 años.

Se comienza con una extracción de 96 m<sup>3</sup>/ha, principalmente de coigüe. Al finalizar un período de 15 años, se podrían explotar aproximadamente 250 m<sup>3</sup>/ha de esta especie con diámetros medios de 30 cm.

A pesar de que se liberó el estrato a proyectar de sus competidores más directos, el incremento diamétrico sólo alcanza 0,4 cm (Cuadro 9).

Si se proyecta el rodal por un período de 30 años, suponiendo un incremento diamétrico de 0,3 cm anuales, el diámetro medio podría superar los 35 cm. El volumen a esperar sería de aproximadamente 340 m<sup>3</sup>/ha.

**CUADRO 8**  
**INTERVENCION AL RENOVAL - AÑO 0 (COIGUE)**  
 (Edad: 40 Años, Sector Truful)

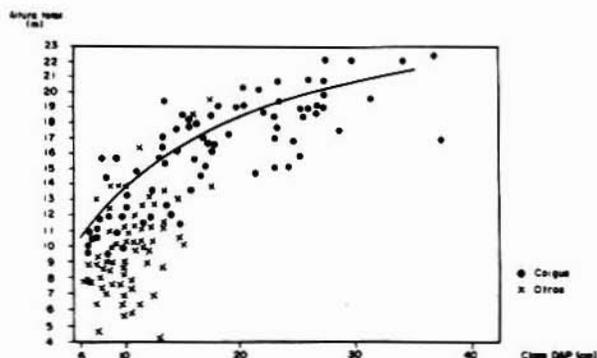
Situac. después de la intervención (Area basal)	Rango	Area basal m <sup>2</sup> /ha	% Area basal en relac. a B+C+D	N/ha
Estrato Domin, y Codom.	B+C+D	30,4	100,0	760
Estrato a extraer	B+D	12,4	40,8	700
Estrato remanente (Dom y Cod.)	C	18,0	59,2	400
Estrato remanente (Interm. y Suprim)	A	17,1		2.640
Total	A+ B+C+D	47,5		3.400

**CUADRO 9**  
**PROYECCION COIGUE**  
 Sector Truful)

Año	0	5	10	15
COIGUE				
$\overline{DAP}$ (cm)	23,8	26,2	28,3	30,2
E	40	45	50	55
H. TOT. (m)	18,6	19,7	20,2	20,6
DISTME (m)	5	5	5	5
AB (m <sup>2</sup> )	17,8	21,6	25,2	28,7
N/ha	400	400	400	400
IDAPA (cm)	0,47	0,42	0,38	
VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)				
Remanente	145	180	214	247
A extraer Co.	93			247
A extraer Otros	3			

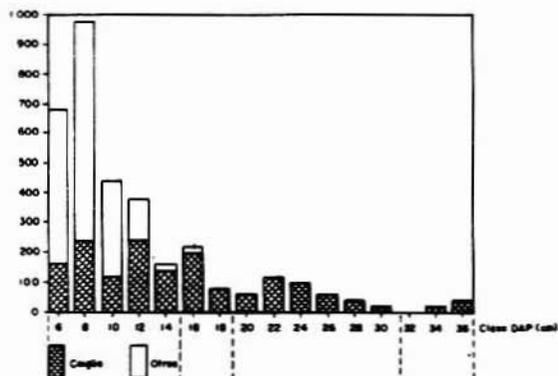
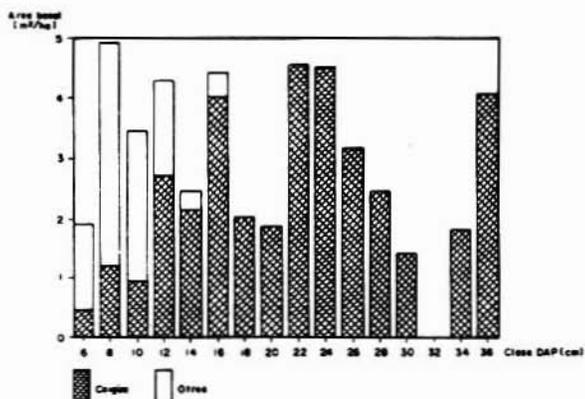
   : Valores extrapolados.  
 : Valores estimados.

FIGURA 7 A, B, C,  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0



(Especie : Coigue)  
(Edad : 40 años)  
(Sector : Truful)

A : Altura Total (m) · DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) · DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B	C	D
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	17,1	6,5	18,0	5,9
nº de árboles/ha	2.640	300	400	80

**Proyección de un rodal de coigüe - tepa (Edad: 46 años)**

El rodal de coigüe - tepa presenta 760 árboles/ha con una área basal de 57 m<sup>2</sup>/ha. De éstos el 58% son coigües, el 32% tepas y el resto robles y raulíes. No se realizó raleo previo a la medición. El rodal se subdividió según el estado de desarrollo de los árboles. Entre las clases DAP 6 - 18 (sector A), se encuentra una fuerte presencia de tepas, con 220 individuos.

Los sectores B (Cl. DAP 20 - 24) y D (Cl. DAP 48 - 60) comprenden a los individuos que deberán eliminarse. Los árboles a proyectar se encuentran ubicados entre la clase DAP 28 y la 48 (sector C) (Cuadro 10 y Figura 8).

Los incrementos diamétricos a obtener con el esquema propuesto, se acercan a 1 cm. Por consiguiente, al cabo de 10 años el diámetro medio sería de aproximadamente 50 cm para los 240 coigües remanentes (Cuadro 11).

En términos de volumen, al inicio del período se extraen 120 y 12 m<sup>3</sup>/ha de Coigüe y Roble respectivamente. Después de 10 años, es decir, finalizando el período de proyección, se pueden explotar 420 m<sup>3</sup>/ha de Coigüe y 13 m<sup>3</sup>/ha de Tepa.

En el dosel suprimido - intermedio las tepas deben ser consideradas como un componente valioso de la generación siguiente. Podrían ser mezcladas en el futuro con plantaciones de árboles del género *Nothofagus*.

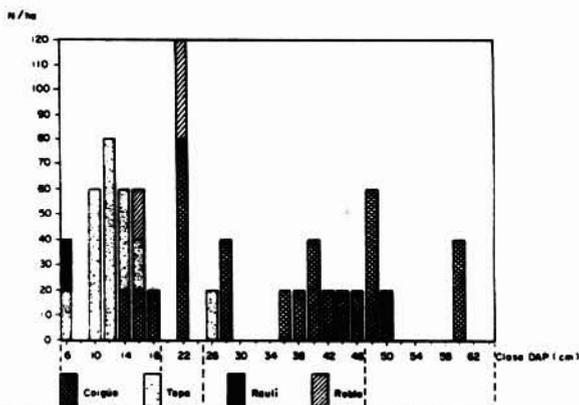
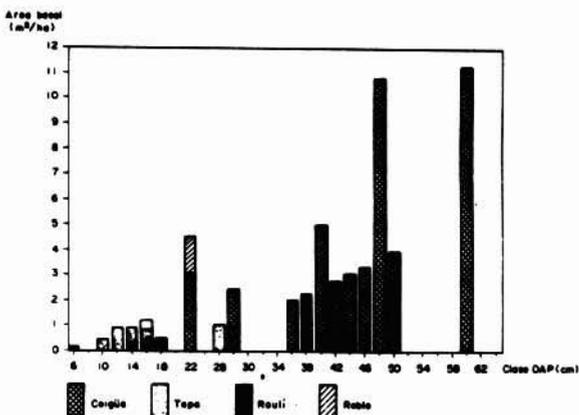
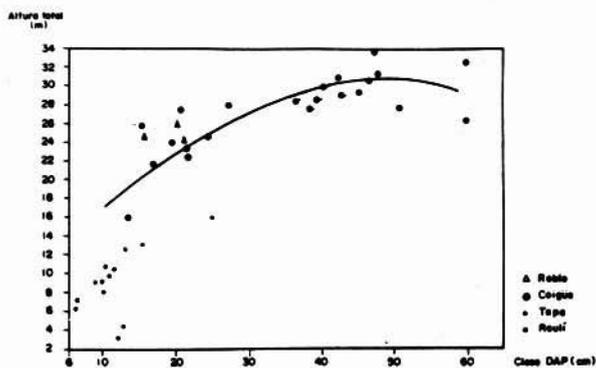
**CUADRO 10**  
**INTERVENCION AL RENOVAL - AÑO 0 (COIGUE)**  
**(Edad: 46 Años, Sector Los Hornos)**

Situac. después de la intervención (Área basal)	Rango	Área basal m <sup>2</sup> /ha	% Área basal en relac. a B+C+D	N/ha
Estratos Domin. y Codom.	B+ C+ D	52,6	100,0	440
Estrato a extraer	B+ D	19,8	38,0	180
Estrato remanente (Dom y Cod)	C	32,8	62,0	260
Estrato remanente (Interm. y Suprim.)	A	4,1		320
Total	A+ B+ C+ D	56,7.		760

FIGURA 8 A, B, C  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0

(Especie : Coigue)  
(Edad : 46 años)  
(Sector : Los Hornos)

A : Altura Total (m) - DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B	C	D
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	4,1	4,6	32,6	19,2
Nº de ara/ha	320	120	200	80

**CUADRO 11**  
**PROYECCION COIGUE**  
**Sector Los Hornos**

Año	0	5	10
<b>COIGUE</b>			
DAP (cm)	40,5	44,9	49,5
E	46	51	56
Ĥ. TOT. (m)	28,7	30,5	30,7
DISTME (m)	6,2	6,2	6,2
* AB (m <sup>2</sup> )	33,5 (Co) + 1,1 (Te)	41,2 (Co) + 1,2 (Te)	50,0 (Co) + 1,4 (Te)
N/ha	240 (Co) + 20 (Te)	240 (Co) + 20 (Te)	240 (Co) + 20 (Te)
IDAPA	0,89	0,92	
<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/ha)</b>			
Remanente (Co)	277	343	420
(Te)	10	11	13
Total	287	354	433
A extraer (Co)	132		
(Ro)	12		
Total	134		433

\* : La tepa se proyecta con un incremento de 0,4 cm al año.

⌊ ⌋ : Valores extrapolados.

: Valores estimados

### *Discusión acerca de las intervenciones a renovales de coigüe*

Las dos situaciones estudiadas presentan condiciones de sitio diferentes. Esto queda de manifiesto al observar las alturas medias alcanzadas por los coigües, que en el caso de Truful es de 18,6 m y en Los Hornos 28,7 m, considerando una edad similar en ambos rodales.

Por otro lado, los incrementos diamétricos promedio fueron de 0,4 cm/año para el rodal de Truful y de 0,9 cm/año para Los Hornos.

Diferencias de sitio tan marcadas, implican objetivos de manejo distintos. En el sitio de rendimiento más alto (Los Hornos) el objetivo deberá apuntar a producir árboles de grandes diámetros, para obtener madera de calidad. En el sitio de menor rendimiento deberá optarse por maximizar el volumen, sin intervenciones intermedias de alto costo.

El futuro de las especies acompañantes en el estrato inferior, dependerá de su valor comercial y rendimiento. Si estas son avellanos y tiacas, en el ejercicio se optó por su eliminación para incentivar el crecimiento de la especie principal, coigüe. Si las especies acompañantes en el estrato bajo son tepas, que por su forma y dimensión podrían ser comercialmente atractivas, es recomendable mantenerlas. Una vez que se explotó el coigüe, es factible manejar el rodal con una mezcla de especies, dentro de las cuales las tepas tomarían un rol preponderante. En los sectores abiertos se pueden incorporar, según los objetivos de la empresa, especies del género *Nothofagus*.

### **El crecimiento de renovales de tepa**

Los rodales de tepa elegidos corresponden a las siguientes dos situaciones tipo:

- Rodal de tepa de 63 años, dominado por un estrato superior de roble. Ambos estratos están en la misma situación de ocupación de sitio.
- Rodal de tepa de 81 años, se encuentra dominado por un estrato superior de coigüe de gran participación en Área Basal.

### **Proyección de un rodal de tepa bajo dosel de roble (Edad: 63 años)**

El rodal de tepa bajo escaso dosel de roble presenta 3.500 individuos por ha con un área basal de 79 m<sup>2</sup>/ha. El 90% de los árboles son tepas, mientras que el resto se divide en robles y otras especies. En términos de área basal la participación de tepa es del 80%.

La mayoría de las tepas tienen un DAP inferior a 34 cm, a excepción de algunos individuos que se encuentran en la clase diamétrica 100. Estos, junto a árboles de otras especies conforman el estrato dominante, el que se extraerá al inicio del período (Cuadro 12, Sector D).

El sector a proyectar (C) está comprendido entre las clases diamétricas 18 - 34, agrupando tepas y otras especies. Estas últimas también serán eliminadas al inicio del período.

Las tepas de las clases DAP 12 a 18 son competidores importantes para el estrato remanente (C), razón por la cual también se eliminan al inicio. Los individuos ubicados bajo la clase DAP 12 cm, son árboles intermedios y suprimidos que no se consideran como competidores de importancia en esta etapa.

La eliminación del estrato dominante en envejecimiento con 31 m<sup>2</sup> de área basal, puede lograrse a través de la extracción y de anillamiento de los árboles.

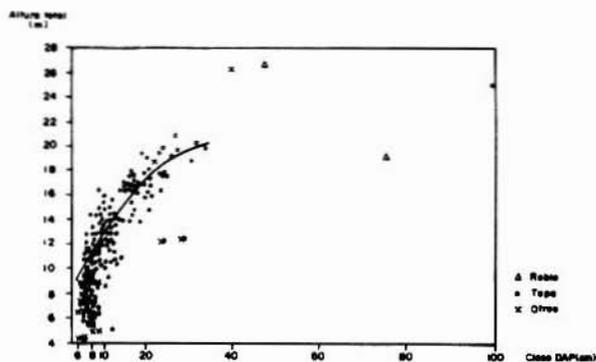
Al año de inicio del período, se pueden extraer 275 m<sup>3</sup>/ha (49% tepa, 42% roble, 9% otros).

La proyección de las tepas, en un período de 30 años permite obtener un DAP medio de 31 cm y una extracción final de 356 m<sup>3</sup>/ha.

**CUADRO 12**  
**INTERVENCION AL RENOVAL - AÑO 0 (TEPA)**  
 (Edad: 63 Años, Sector Molco)

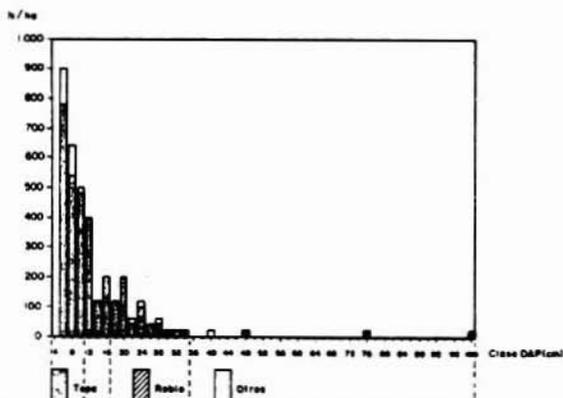
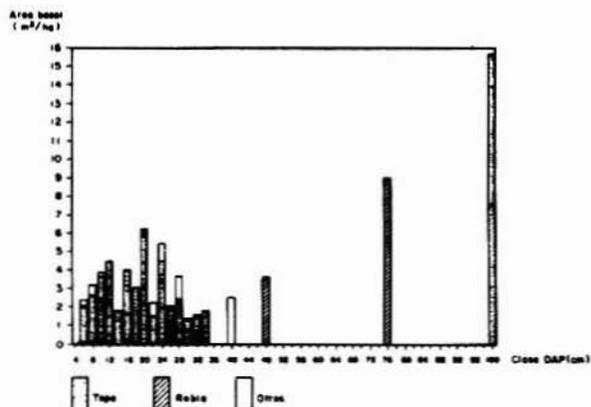
Situac. después de la intervención (Area basal)	Rango	Area basal m <sup>2</sup> /ha	% Area basal en relac. a B+C+C'	N/ha
Estrato dominante y codom. en envejecimiento A extraer	D	30,9		160
Estrato remanente dominante y codominante a proyectar	C	24,8	72,7	600
Indiv. a extraer del estrato C	C'	2,9	7,6	60
Estrato codominante-intermedio A extraer	B	10,4	27,3	720
Estrato intermedio-suprimido Remanente	A	9,7		1.800
Total	A+B+C+C'+D	78,7		3.280

FIGURA 9 A, B, C  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0



(Especie : Tapa)  
(Edad : 63 años)  
(Sector : Molco)

A : Altura Total (m) - DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B	C+D	D
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	9,7	10,4	27,7	30,9
n <sup>o</sup> de árboles/ha	1800	720	800	180

**CUADRO 13**  
**PROYECCION TEPA**  
**Sector Molco**

Año	0	5	10	15	20	25	30
DAP (cm)	22,5	24,2	25,6	26,9	28,2	29,5	30,7
HINIC (m)	9,6	11,3	11,6	11,7	11,9	12,1	12,2
E	63	68	73	78	83	88	93
H. TOT. (m)	17,6	21,0	21,4	21,7	22,1	22,4	22,6
AC (m)	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
N/ha	600	600	600	600	600	600	600
AB (m <sup>2</sup> ) (ha)	23,9	27,6	30,1	34,1	37,5	41,0	44,4
IDAPA (cm)	0,33	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	
VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)							
Remanente Te	161						319
A extraer Te	134						319
A extraer Ro	114						
A extraer Otro	27						37
A extraer Total	275						356

HINIC : Se estimó como 0,54 \*H. TOT. La relación se basó en la situación inicial.

: Valores estimados

**Proyección de un rodal de tepa fuertemente dominado (Edad: 81 años)**

El rodal de tepa bajo dosel de coigüe contiene 1.160 árboles/ha con un área basal de 112 m<sup>2</sup>/ha. La dominancia del rodal está dada por 200 coigües con el 84% del área basal (figura 10). Este estrato (C), se elimina y/o anilla al inicio del período para liberar las tepas en el estrato inferior (Cuadro 14).

El estrato a proyectar se localiza entre las clases DAP 10 y 30 cm. Contiene 580 individuos, de los cuales sólo se dejan 480 tepas en pie. Los individuos de la clase DAP 8 o menores se consideran como competidores de poca importancia dejándose en pie. Con el esquema de intervención propuesto el AB remanente es de 12 m<sup>2</sup>. La relación entre este valor y el área basal del rodal al inicio del período indica una intervención extremadamente fuerte. Esta podría afectar la estabilidad del rodal a proyectar, sólo si las tepas que lo constituyen presentaran una relación altura - diámetro muy alta. Como esto no ocurre, ya que esta relación es de aproximadamente 0,7, se puede esperar que los daños por efectos del viento sean mínimos.

El volumen a extraer al inicio del período es de 844 m<sup>3</sup>/ha (99% coigüe) y al final del período es de 232 m<sup>3</sup>/ha de tepa.

Después de un período de 30 años, las Tepas proyectadas alcanzan un DAP medio de 28 cm.

**CUADRO 14**  
**INTERVENCION AL RENOVAL - AÑO 0 (TEPA)**  
 (Edad: 81 Años, Sector Los Hornos)

Situac. después de la intervención (Area basal)	Rango	Area basal m <sup>2</sup> /ha	% Area basal en relac. al total	N/ha
Estrato dominante y codom. (a extraer - anillar)	C	94,5	84,1	200
Estrato a proyectar	B	13,8	12,3	480
Indiv. a extraer estrato B	B'	2,5	2,2	100
Estrato suprimido-intermedio	A	1,6	1,4	380
Total	A+ B+ B'+C	112,4	100,0	1.160

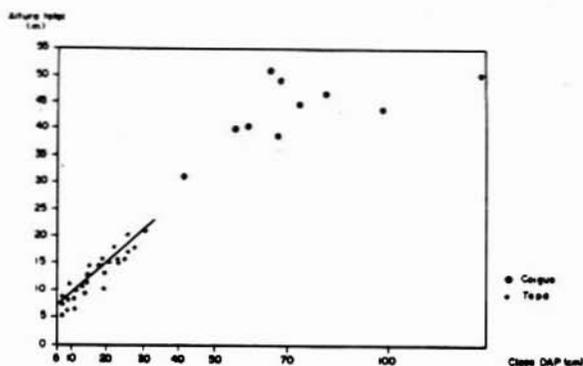
**CUADRO 15**  
**PROYECCION TEPA**  
**Sector Huilo**

Año	0	5	10	15	20	25	30
DAP (cm)	18,2	19,7	21,3	22,9	24,5	26,2	27,9
HINIC	5,2	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6	7,0
E	81	86	91	96	101	106	111
H. TOT.	13	14,2	15,0	15,8	16,6	17,5	18,3
AC	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
N	480	480	480	480	480	480	480
AB	12,5	14,6	17,1	19,8	22,6	25,9	29,3
IDAPA	0,29	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	
<b>VOLUMEN m<sup>3</sup>/ha</b>							
Reman. Te.	87						232
A extr. Co.	833						
A extraer							
Otr. + Ra.	11						
A extraer							
Total	844						232

HINIC : Se estimó como 0,38 \*H. Tot. La relación se basó en la situación inicial.

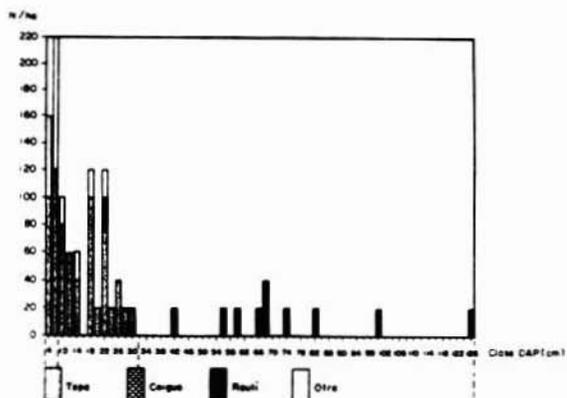
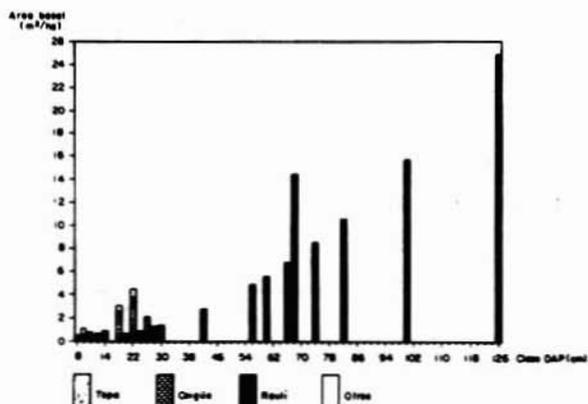
: Valores estimados

FIGURA 10 A, B, C  
ESTADO DEL RENOVAL AL AÑO 0



(Especie : Tepe)  
(Edad : 81 años)  
(Sector : Huilo)

A : Altura Total (m) - DAP  
B : Area Basal (m<sup>2</sup>) - DAP  
C : Tabla de Rodal



Sector	A	B + B'	C
Area basal: m <sup>2</sup> /ha	16,3	94,5	
Nº de árboles/ha	360	580	200

### **Discusión acerca de las intervenciones a renovales de tepa**

En muchos bosques del tipo forestal que incluyen la tepa como uno de sus componentes, la tradicional y continua extracción de los individuos del género *Nothofagus* ha transformado la composición de especies. De bosques claros se produjo el paso a rodales oscuros, debido al cambio en el estrato dominante de especies del género *Nothofagus* a especies de mayor tolerancia como la tepa.

Las dos situaciones descritas reflejan este fenómeno. En ambas, se encuentra un estrato dominante con un bajo número de individuos de grandes dimensiones, de roble en un caso y coigüe el otro. Debajo permanece un número suficiente de tepas para poder proyectar el rodal futuro.

Situaciones de este tipo dan la posibilidad de manejar el bosque en dos estratos.

El modelo de crecimiento utilizado, se construyó basado exclusivamente en tepas que estaban bajo un dosel superior de árboles del género *Nothofagus*. Por otro lado, las edades medias de las tepas para los dos rodales son bastante avanzadas. Ambos factores incidieron en que los crecimientos de las tepas de estos rodales, obtenidos por el modelo de crecimiento diametral, fluctúen entre 0,25 - 0,30 cm anuales. Es de suponer, que con una mayor disponibilidad de luz y a menor edad, el crecimiento de esta especie supere ampliamente lo medido.

### **Discusión sobre la proyección de renovales de raulí, roble, coigüe y tepa**

En la actualidad, gran parte de los renovales en Chile se encuentran dentro de la fase de desarrollo de crecimiento óptimo. En ésta, los árboles presentan un crecimiento vigoroso y los raleos favorecen en términos importantes a los individuos remanentes.

Muchos renovales se encuentran finalizando la fase de crecimiento óptimo, por lo que la capacidad de reaccionar frente a una liberación de los árboles es menor, aunque significativa.

Como información básica para estimar el potencial de crecimiento de un rodal antes de su intervención, debe conocerse su edad, composición y estructura. Esta información, junto a los antecedentes sobre demanda y precios de los productos a obtener, orientarán la decisión acerca de los tratamientos silviculturales a aplicar.

En relación al mercado de la madera de latifoliadas, se ha observado en los últimos años una baja en la oferta, debido a la eliminación de grandes reservas de estas especies en las zonas tropicales. En forma paralela ha aumentado la demanda por estas especies, producto del aumento de los ingresos en los países desarrollados.

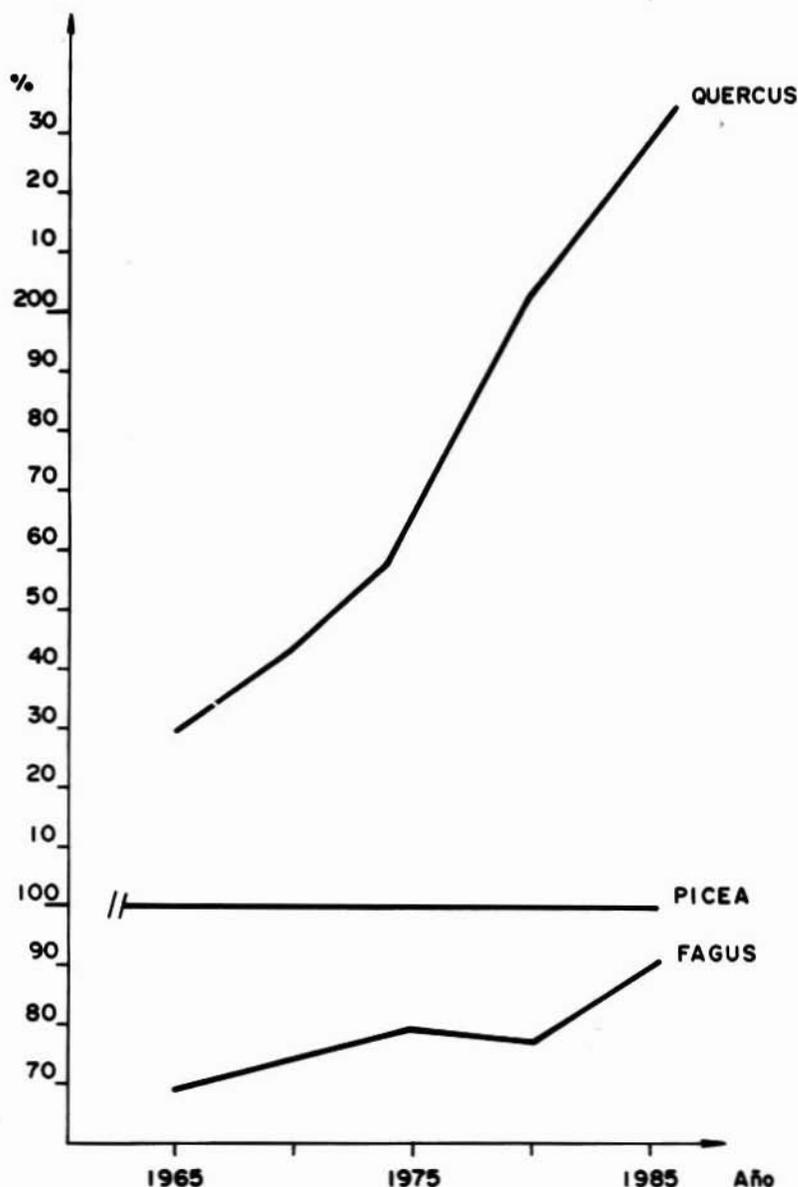
Los precios de latifoliadas europeas han aumentado en respuesta a este fenómeno. Para *Fagus sylvatica* y *Quercus sp.*, la tendencia de precios en relación a (la conífera) *Picea* se ilustra en la figura 11.

Especialmente notorio es el interés por madera de Encino la cual ha incrementado su valor de mercado en un 100% en relación a la de *Picea* en el transcurso de un período de 20 años.

Para madera de buena calidad de *Fagus sylvatica* los precios de rollizos a orilla de camino en la R.F.A. pueden llegar hasta US\$ 131, incluyendo diámetros sobre 20 cm (BURSCHEL y HUSS, 1987). Este precio podría tener validez como indicador para algunos *Nothofagus*, asumiendo cierta similitud entre éstos y los *Fagus*.

La tendencia del mercado de las latifoliadas, así como el alto rendimiento que se puede obtener en la mayoría de los renovales de *Nothofagus*, definen su objetivo de manejo. Este se traduce en la producción de madera de calidad con grandes diámetros para la cosecha final.

**FIGURA 11**  
**EVOLUCION DE LOS PRECIOS PARA MADERA DE ENCINO Y FAGUS SYLVATICA**  
**EN RELACION A PICEA (FUENTE: HUSS, 1989)**



*El desarrollo de los renovales*

Prácticamente, toda primera intervención a un renewal, implica la extracción de un volumen económicamente atractivo, que se puede traducir en madera aserrada, leña y chips. Sólo en situaciones de renewal muy joven debería realizarse un raleo a deshecho.

Intervenciones al estrato codominante y dominante, reduciendo el AB del estrato a proyectar en un 30-40%, permiten extraer rollizos de dimensiones entre 15 y 40 cm.

En el área estudiada el crecimiento observado en el raulí es superior al que presenta roble, coigüe y tepa. Las proyecciones realizadas demuestran que la edad del rodal y la calidad del sitio, tienen gran influencia en el rendimiento de los árboles. Especialmente notorio es el caso de coigüe, ya que se duplica el rendimiento obtenido en el sector de Los Hornos, en relación al obtenido en el sector de Triful (Cuadro 16).

Las tepas, que crecen bastante más lento que los Nothofagus, por lo general deberán actuar como especie acompañante por dos o más generaciones, aprovechando su gran tolerancia a la sombra:

Con las proyecciones realizadas, se logran diámetros medios entre 30 cm y 51 cm para los Nothofagus y de 28 cm a 31 cm para las tepas, en períodos que fluctúan entre 10 y 30 años (Cuadro 14).

En la mayoría de las situaciones, desde el inicio del manejo se generan ingresos, a pesar de que existen pérdidas de volumen por pudrición. Esto sucede especialmente cuando se trata de árboles de un estrato superior sobremaduro.

**CUADRO 16**  
**PROYECCION DE RENOVALES DE RAULI, ROBLE, COIGUE y TEPA, MANEJADOS**  
**(Area Neltume)**

Espec.	Sector	Extracción (m <sup>3</sup> /ha)				Edad al año 0	Años a proy.	DAP (cm) Objetivo
		DAP (cm) (año 0)	Año 0	Interm. + cosecha	Increm. anual (m <sup>3</sup> /ha)			
Raulí	Los Hornos	24,8	190	647	22,4	36	20	39,2
	Queb. Honda	20,1	/	1.000	31,1	24	30	51,4
Roble	Los Hornos	20,9	48	384	14,7	41	15	31,8
	Fuy	14,3	247	287	10,3	31	20	32,9
Coigüe	Triful	23,8	96	247	6,8	40	15	30,2
	Los Hornos	40,5	134	433	14,6	46	10	49,5
Tepa	Molco	22,5	275	356	6,5	63	30	30,7
	Huilo	18,2	844	232	4,8	81	30	27,9

### *La Silvicultura de los renovales*

La composición de especies y la estructura de los renovales es muy variada. En esta oportunidad se estudiaron las siguientes situaciones tipo:

- A : Renoval puro de *Nothofagus* (monoespecífico y mixto).
- B : Renoval mixto con *Nothofagus* en el estrato superior y especies tolerantes en el estrato inferior.
- C : Renoval de tepa bajo dosel de *Nothofagus* sobremaduro (especialmente coigüe).

En términos generales los renovales de *Nothofagus* en la fase de crecimiento óptimo deberían manejarse liberando los individuos del estrato a proyectar de sus competidores más directos a nivel de los árboles dominantes y codominantes. No se deberá extraer más del 30-40% del área basal de dicho estrato. Con esto asegura una maximización del incremento volumétrico, la estabilidad del rodal frente al viento y se evitan daños por insolación (GROSSE, 1987).

Esta recomendación es válida para las situaciones A y B, donde el estrato superior está formado por *Nothofagus*. Si se trata de un renoval mixto con especies tolerantes valiosas bajo un dosel de *Nothofagus* (elegimos caso B), puede considerarse un manejo en dos estratos. En este caso, y debido a su lento crecimiento, las especies tolerantes se proyectan a través de dos o más generaciones de *Nothofagus*. Esto significa que la repoblación de *Nothofagus* después de la cosecha estará protegida por un dosel abierto de especies tolerantes.

Al finalizar la siguiente rotación, sería posible cosechar entonces el grupo de especies tolerantes e intolerantes.

Una tercera situación se presenta cuando el renoval está formado por especies tolerantes, creciendo bajo un dosel de *Nothofagus* sobremaduros de bajo valor comercial. En este caso deberá buscarse la proyección de las especies tolerantes a través de raleos y la eliminación de los individuos viejos del estrato superior. Esto último se logra a través de la extracción cuidadosa del dosel superior de manera de evitar daños, o mediante el anillamiento en pie. Con este esquema se puede lograr un renoval puro de especies tolerantes.

Los esquemas analizados entregan posibilidades de manejo para renovales en uno y dos estratos, combinando especies de mayor y menor tolerancia a la sombra. La orientación que se le dé a los rodales, referida a la elección de las especies a proyectar depende de los objetivos del productor. Podrá elegir entre rodales puros de *Nothofagus* o mezclas de éstos con especies de mayor tolerancia.

Para un renoval entre 25 y 45 años, el período de espera hasta realizar la cosecha final podrá fluctuar según el caso entre 10 y 30 años. Antes de realizar la explotación definitiva, es posible consolidar la generación futura, a través de plantación y regeneración natural bajo un dosel que se debe abrir entre 5 y 10 años antes de la cosecha definitiva. Con esto se garantiza una mayor sobrevivencia de los individuos regenerados.

Generaciones futuras con árboles del género *Nothofagus*, establecidas con plantas de buena calidad y con las intervenciones silvícolas requeridas durante su desarrollo, podrán llegar a su edad de corta entre los 30 y 40 años. Especies tolerantes deberán proyectarse durante dos generaciones de *Nothofagus*, es decir, aproximadamente entre 60 y 80 años.

## CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones más importantes referidas a la situación actual de los renovales del área de Neltume, su proyección y su silvicultura.

- Los renovales se encuentran dentro de la fase de desarrollo, definida como crecimiento óptimo, lo que permite incrementar su rendimiento a través de raleos.
- Los objetivos del manejo deberán estar orientados en base a la creciente demanda mundial por la madera de latifoliadas de calidad.
- Las rectitudes de fuste y forma cilíndrica observadas para raulí, roble, coigüe y tepa, permiten una proyección de los renovales estudiados dentro del mercado mundial de latifoliadas.
- Al intervenir desde el comienzo de la fase de crecimiento óptimo se tendería a maximizar el rendimiento proyectado del rodal siendo factible llegar hasta un incremento volumétrico periódico de  $30 \text{ m}^3$  por ha al año. Para el caso del raulí se supera fácilmente un crecimiento diametral anual de un cm.
- De rodales del género *Nothofagus* manejados, se podrían esperar rotaciones entre 30 y 40 años.
- Con intervenciones tardías dentro de la fase del crecimiento óptimo se logran incrementos diametrales cercanos a 1 cm por año en el raulí, llegándose a incrementos volumétricos periódicos sobre  $20 \text{ m}^3$  por ha al año.
- Para las áreas estudiadas el rendimiento estimado para raulí supera al de los robles y coigües.
- El crecimiento de tepa es menor al de las especies del género *Nothofagus*. Por este motivo su permanencia en el rodal puede llegar a dos rotaciones de *Nothofagus*.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. ALVAREZ, S. (1977): Programa de Análisis de tallo en Fortran IV. Archivo del INFOR.
2. BURSCHEL, P. y HUSS, J. (1987): Grundriss des Waldbaus. Paul Parey Hamburg - Berlin. 352 pp.
3. CUBILLOS, V. (1987): Modelo de crecimiento diametral para raulí. Ciencia e Investigación Forestal N° 1. INFOR - Chile. pág. 68-76.
4. CUBILLOS, V. (1988) a: Funciones de volumen y factor de forma para renovales de raulí. Ciencia e Investigación Forestal N° 3. INFOR - Chile. pág. 103-113.
5. CUBILLOS, V. (1988) b: Funciones de volumen y factor de forma para renovales de coigüe. Ciencia e Investigación Forestal N° 4. INFOR - Chile. pág. 62-68.
6. GROSSE, H. (1987): Desarrollo de renovales de raulí raleados. Ciencia e Investigación Forestal N° 2. INFOR - Chile. pág. 31-44.
7. GROSSE, H. y CUBILLOS, V. (1987): Estudio de renovales de raulí. (Informe INFOR - CORFO). 124 pp.
8. GROSSE, H., CUBILLOS, V., BOURKE, M. y URIARTE, A. (1988): Investigación Manejo Silvícola de diferentes tipos de Bosques Nativos. (Informe final INFOR - CORFO). 248 pp.
9. GROSSE, H. (1989): Antecedentes para el manejo de renovales de raulí. Corma N° 206. Pág. 16-20.
10. HUSS, J. (1989): La investigación del bosque nativo. (Charla ofrecida en el INFOR Marzo de 1989).

SELECCION DE PROCEDENCIAS DE PINO OREGON  
(*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO)  
EN LA ZONA SUR DE CHILE

Juan José Aguirre A. (\*)  
Johannes Wrann H. (\*\*)

RESUMEN

Se evalúan los resultados de tres ensayos de procedencias de Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO) establecidos en la VIII y X Regiones del país.

A la edad de 15 años se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los volúmenes de las diferentes procedencias ensayadas. Los mejores resultados se obtuvieron en los dos ensayos establecidos en la zona costera de la VIII y X regiones. Las procedencias de la zona Noroeste de Estados Unidos, especialmente las del estado de Washington son las que presentan los mejores crecimientos.

ABSTRACT

*A Douglas fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) provenance trial established in three Southern locations of Chile was assessed.*

*Fifteen years after the establishment, the total volumes are compared. ANOVA indicates the existence of statistically significant differences among the tested provenances. The best results were achieved in coastal experimental sites. The north western provenances (Washington State) showed the best growth rates, among the 10 seed origins tested.*

---

(\*) Ingeniero Forestal, División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554 - Piso 4 - Santiago - Chile.  
(\*\*) Ingeniero Forestal, División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554 - Piso 4 - Santiago - Chile.

## INTRODUCCION

Dentro del contexto forestal mundial, la especie Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO) constituye una de las de mayor importancia económica. En su lugar de origen, Norteamérica, se distribuye ampliamente tanto en latitud como en longitud y ocupa una superficie de cerca de 13 millones de ha, con un volumen aproximado a 2.650 millones de metros cúbicos en pie. (USDA, 1982).

Debido a la gran capacidad de adaptarse y a las excelentes características de la madera, es una especie que se ha constituido en un recurso muy importante a nivel mundial. (UN, 1985).

En nuestro país esta especie fue introducida hace más de 90 años. Recién en 1928, se plantó en forma masiva en la zona de Traiguén. Dentro de las especies coníferas introducidas, el Pino Oregón es la segunda en importancia después de Pino Radiata. En efecto, hoy día ocupa una superficie de aproximadamente 11.000 ha, que se distribuyen preferentemente entre la IX y X Regiones (INFOR, 1987).

Previo a considerar esta especie en un programa de forestación, es de suma importancia analizar el origen de la semilla, ya que la procedencia es determinante en el éxito del establecimiento y productividad de las plantaciones.

En este trabajo se analizan la adaptabilidad y el crecimiento de 10 procedencias de Pino Oregón, establecidas por INFOR en 1968 en tres lugares de ensayo, situados en la VIII y la X Región.

## MATERIAL Y METODO

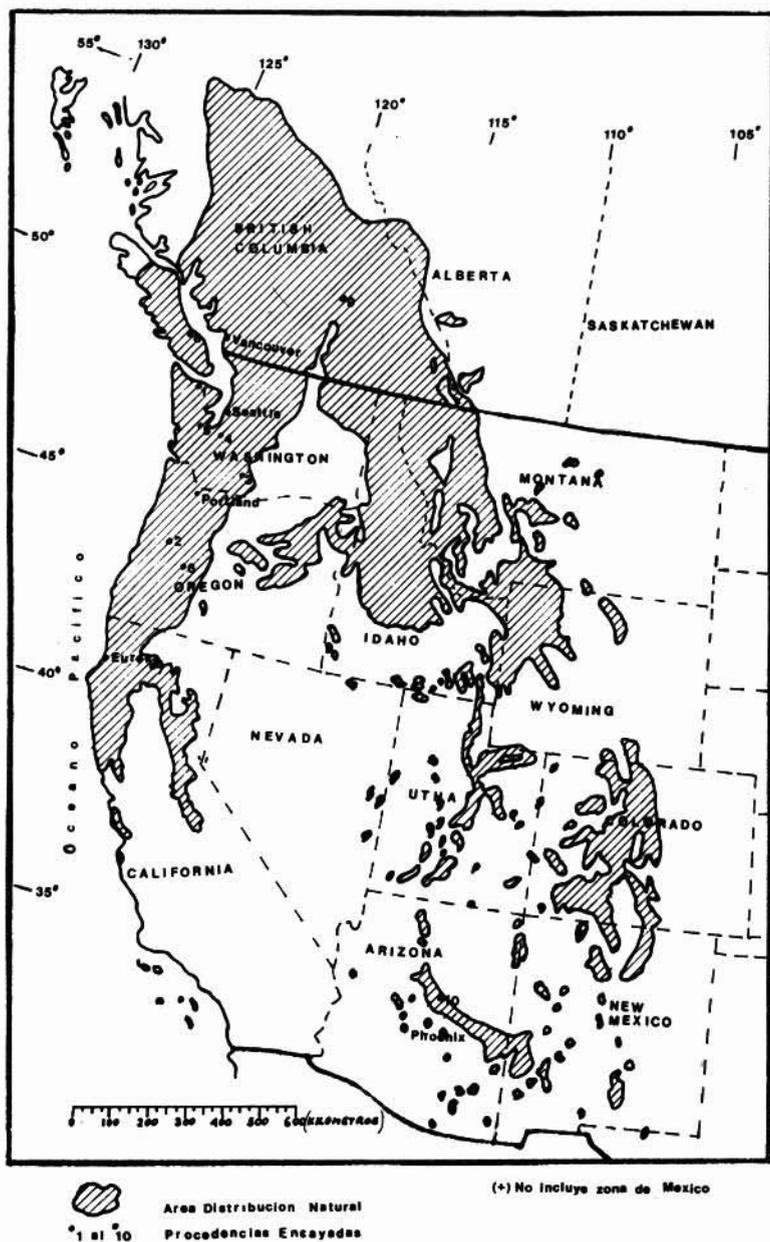
### *Lugares de Procedencia*

Las procedencias ensayadas provienen, en su mayoría, de las poblaciones costeras del Noroeste de los Estados Unidos y de la provincia de British Columbia, en Canadá. Sólo una corresponde a las poblaciones interiores, ya que proviene de Coconino, Arizona. En la Figura 1 se presenta el área de distribución natural del Pino Oregón excluyendo las zonas de México, (READ Y SPRACKLING, 1976) y se indican las procedencias ensayadas.

La ubicación geográfica se determinó según datos del proveedor de semillas (Silvaseed Company, Roy, Washington 98580, USA). La procedencia exacta dentro de la zona de Coconino, Arizona, se estimó de acuerdo al área de mayor ocurrencia natural del Pino Oregón.

En el Cuadro 1 se detallan los antecedentes de ubicación de los lugares de procedencia y los datos climáticos más relevantes. Estos se obtuvieron de las estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de origen de la semilla. (U.S. DEPT. OF COMMERCE, 1959 - 1965).

FIGURA 1  
AREA DE DISTRIBUCION NATURAL DEL PINO OREGON (\*)



(\*) Read and Sprackling, 1976