

RESERVA



cnf



FO: DP/CHI/76/003

DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 32

INVESTIGACION Y DESARROLLO FORESTAL

CORPORACION NACIONAL FORESTAL
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

SUGERENCIAS PARA ENSAYOS DE RALEOS EN EL MANEJO DE RENOVALES DE RAULI (*Nothofagus alpina*) Y ROBLE (*Nothofagus obliqua*)

Mario Puente E.
Claudio Donoso Z.
Rubén Peñaloza W.
Eduardo Morales V.

ABRIL 1980

SANTIAGO DE CHILE

FO: DP/CHI/76/003
DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 32

INVESTIGACION Y DESARROLLO FORESTAL

CORPORACION NACIONAL FORESTAL
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

SUGERENCIAS PARA ENSAYOS DE RALEOS EN EL MANEJO DE RENOVALES DE RAULI (*Nothofagus alpina*) Y ROBLE (*Nothofagus obliqua*)

Mario Puente E.
Claudio Donoso Z.
Rubén Peñaloza W.
Eduardo Morales V.

ABRIL 1980

SANTIAGO DE CHILE

FAOBIE # 209/ch3

RESUMEN

El presente trabajo entrega un diseño para el establecimiento y análisis posterior de ensayos de raleos en renovales de raulí y roble, basados en tipos forestales, clases de edad e intensidades de raleos.

Finalmente se incluye como un apéndice un manual para la instalación del ensayo.

SUMMARY

The document describes a design for the establishment and subsequent analysis of thinning experiments in young stands of raulí and roble, considering forest types, age classes and thinning intensities.

Included, as an appendix, is a manual for the field installation of the experiments.

Clasificación Decimal Oxford: 242.

INDICE

	Págs.
PREFACIO	
I SINTESIS	1
II CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS BOSQUES EN QUE SE EXPERIMENTARA	3
III ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS	8
IV DISEÑO DE LA EXPERIENCIA	11
1. Objetivos del experimento	11
2. Presentación del problema	11
3. Diseño estadístico del ensayo	13
4. Unidad experimental	18
5. Criterios para efectuar los raleos	19
V SELECCION Y CARACTERIZACION DE LUGARES DE ESTUDIO	23
VI PROYECCION DE PRINCIPALES RESULTADOS ESPERADOS ...	24
1. Aspectos biológicos	24
2. Aspectos económicos	33
VII PLAN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA INSTALACION Y EVALUACION DE ENSAYOS	38
VIII BIBLIOGRAFIA	42
APENDICE: MANUAL DE INSTALACION DE ENSAYOS	A-1
LISTA DE PUBLICACIONES DEL PROYECTO CONAF/PNUD/FAO- CHI/76/003	

PREFACIO

El presente trabajo titulado "Sugerencias para Ensayos de Raleos en el Manejo de Renovales de Raulí (Nothofagus alpina) y Roble (Nothofagus obliqua)" está basado en el segundo informe preparado como parte del Contrato DP/CHI/76/003-3/F0, celebrado entre nuestro Proyecto y la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile.

Creemos que este trabajo constituye otro valioso aporte en la investigación de los bosques nativos chilenos, particularmente en Nothofagus alpina y Nothofagus obliqua.

Los autores de este Documento son los señores Mario Puente, Claudio Donoso, Rubén Peñaloza y Eduardo Morales. A todos ellos el Proyecto CONAF/PHID/FAO-CHI/76/003, les agradece sinceramente por la calidad del estudio presentado y la eficiencia demostrada durante su elaboración.



BERTRAM HUSCH
Director Internacional



HERNÁN CORTÉS S.
Director Nacional

I. SINTESIS.

El propósito de este documento es plantear un diseño experimental para instalar ensayos de raleo en renovales de raulí y roble.

Se propone dar prioridad a los ensayos de manejo de renovales del tipo raulí, en que esta especie supera el 70% del área basal total, y dejando en forma secundaria los ensayos en el tipo roble y roble-raulí sujetos a su presencia asociada con los del primer tipo.

La experiencia pretende determinar el efecto de realizar raleos selectivos en cada tipo para renovales menores de 20 años, entre 20 y 40 años, y entre 40 y 60 años.

En todos los casos, excepto en renovales muy jóvenes, se compararán los testigos sin intervención con parcelas raleadas hasta dejar 20, 30 y 40 m²/ha de área basal, sin modificar el tipo de renoval original.

El diseño estadístico elegido es uno en bloques aleatorizados en que se harán 3 repeticiones de cada tratamiento para los rangos de edad y tipos de renoval que existan en los lugares seleccionados.

Como la identificación realizada hace prever que será difícil establecer en todos los lugares un ensayo completo de tipos de renoval y en todos los rangos de edad establecidos, se propone ensayos parciales para cada rango de edad y tipo de renoval. En el mínimo, en una localidad deben instalarse 12 parcelas de ensayos en las que además de 3 testigos, se tendrán tres repeticiones de tratamiento que lleven al renoval a los niveles fijos de área basal propuestos.

La unidad experimental será de 1/5 ha, y estará compuesta de 4 subparcelas de 1/20 ha para flexibilizar el estudio hacia el futuro y poder ensayar hasta 3 nuevas variantes por efecto de un segundo raleo.

Para orientación en la instalación se agrega como apéndice un Manual para la instalación de los ensayos que trata de entregar una forma de trabajo que considere la idea de los autores del diseño, dejando alguna flexibilidad para resolver las dificultades que puedan presentarse por el conocimiento generalizado que existe de las áreas seleccionadas.

Además de indicar los antecedentes que deben recolectarse en la instalación se entrega una proyección de los resultados que se espera obtener basados en ejemplos extraídos de una serie de ensayos similares realizados en el extranjero.

Esta proyección considera las bases generales de operación para analizar los resultados que se obtengan, en el momento de la instalación, y en las mediciones futuras de las parcelas de ensayo.

Junto a una visión de cómo analizar los aspectos biológicos y de costos de tratamientos, se discuten las perspectivas de evaluación económica que se derivan del ensayo a corto y largo plazo, basados en una serie de trabajos realizados en el extranjero sobre economía en raleos y diseño de programas de raleo para rodales.

II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS BOSQUES EN QUE SE EXPERIMENTARA.

Al identificar y caracterizar los renovales llamados genéricamente de roble y raulí (Instituto Forestal, 1967) de las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia, y ubicados en altitudes superiores a 500 m.s.n.m., es necesario segregar el tipo general en otros más específicos. (Puente et al, 1979). De acuerdo con la participación en el área basal total de diferentes especies se determinó que estos renovales deben identificarse como del tipo raulí, tipo roble, tipo roble-raulí y otros cuya especie principal es diferente a las anteriores.

Los procesos que han originado estas formaciones forestales han determinado que la edad más común en estos bosques sea entre 20 y 40 años.

Las características propias de las especies principales, determinan que, en las altitudes estudiadas, sea raulí la que encuentra mejores condiciones para su desarrollo. Del mismo modo el tipo raulí, aparece como el más frecuente, quedando el tipo roble y el tipo combinado restringido a condiciones locales y principalmente ubicado en los niveles inferiores del rango de altitud estudiado.

Los tipos señalados fueron caracterizados según su estructura diamétrica promedio para diferentes rangos de edad. (Puente et al, 1979). (Cuadro N° 1).

La experiencia para conocer el efecto de raleos en estos bosques debe pensarse inicialmente en función de estas características promedio. Sin embargo, la variabilidad que ellos presentan impone ciertas limitantes que deben considerarse para llegar al diseño definitivo.

La mayor presencia del tipo raulí y la dificultad de encontrar, en las altitudes estudiadas, una buena representación del tipo roble, indican que debe darse mayor énfasis a los renovales en que domine el raulí. Por otra parte, el mejor desarrollo de renovales de roble se encuentra en altitudes menores a las estudiadas.

CUADRO N° 1. CARACTERISTICAS PROMEDIO DE LOS RENOVALES NO INTERVENIDOS DEL TIPO RAULI Y ROBLE, PROVINCIAS DE MALLECO, CAUTIN Y VALDIVIA.

TIPO RAULI Rango de edad (AÑOS)	Número de Árboles por ha.			Area Basal por ha(m ²)		
	TOTAL (*)	DOSEL SUPERIOR		TOTAL (*)	DOSEL SUPERIOR	
		TOTAL	RAULI Y ROBLE		TOTAL	RAULI Y ROBLE
10 - 20	---	---	--	---	---	---
20 - 30	2743	1061	1036	25.08	10.91	17.44
30 - 40	1959	776	749	41.40	27.25	26.48
40 - 50	1329	842	834	39.61	33.86	32.63
TIPO ROBLE						
Rango de edad (AÑOS)						
10 - 20	3860	2480	2460	32.76	26.51	26.42
20 - 30	1820	710	710	27.20	19.47	19.47
30 - 40	936	572	552	25.36	21.09	20.06
40 - 50	980	516	512	35.98	22.41	21.85

(*) Árboles mayores de 5 cm de DAP.

En general, la experiencia deberá realizarse en bosques que tienen un área basal entre 20 y 50 m²/ha, que se identificó como lo más frecuente para los renovales de todos los tipos.

Si bien parece lógico estudiar el efecto de raleos en todas las edades y tipos identificados, la existencia conocida de bosques y las condiciones más frecuentes, indican que será menos difícil encontrar áreas en las que se pueda instalar, de una sola vez, ensayos completos para el tipo raulí de edades entre 20 y 40 años, y para niveles de densidad definidos como normales. (Puente et al, 1979).

En las altitudes y áreas geográficas estudiadas el área basal por hectárea de las situaciones promedio de los tipos raulí y roble es diferente, tanto en valores para un rango de edad determinado como en la forma de evolución a través de la edad (Gráfico N° 1). El tipo roble en total es claramente inferior al tipo raulí y ocurre lo mismo al analizar el área basal acumulada en el dosel superior. Posiblemente se encuentren en altitudes menores mejores condiciones de existencia para el tipo roble.

Observando sólo los valores medios, y no situaciones locales específicas, el hecho de reducir el área basal a través de raleos implica acciones diferentes para cada tipo y, en consecuencia dos análisis de las alternativas posibles de tratamientos aplicables en cada caso.

Aunque lo ideal sería realizar todas las experiencias en bosques de condiciones homogéneas en las tres provincias, no es posible llegar a homogeneizar todos los aspectos, más allá de los tipos y edades.

Por este motivo deberán quedar implícitos aspectos importantes como diferencias de altitud, condiciones de suelo y clima, exposiciones, y, en general, las variaciones debidas a sitios.

Aunque no existe un estudio específico de sitios para la zona en que crecen los renovales, se estima posible que en la selección de lugares en ensayos, y en forma subjetiva, se pueda controlar este aspecto para evitar diferencias extremas entre los lugares en que se propondrá la realización de los ensayos. Una forma de control corresponde a fijar un rango aceptable para las alturas medias de los rodales de cada tipo y en un rango de edad determinado. Al mismo tiempo la descripción del suelo y la vegetación desde un punto de vista fitosociológico permitirá evaluar subjetivamente las similitudes o diferencias de los rodales ubicados en localidades diferentes.

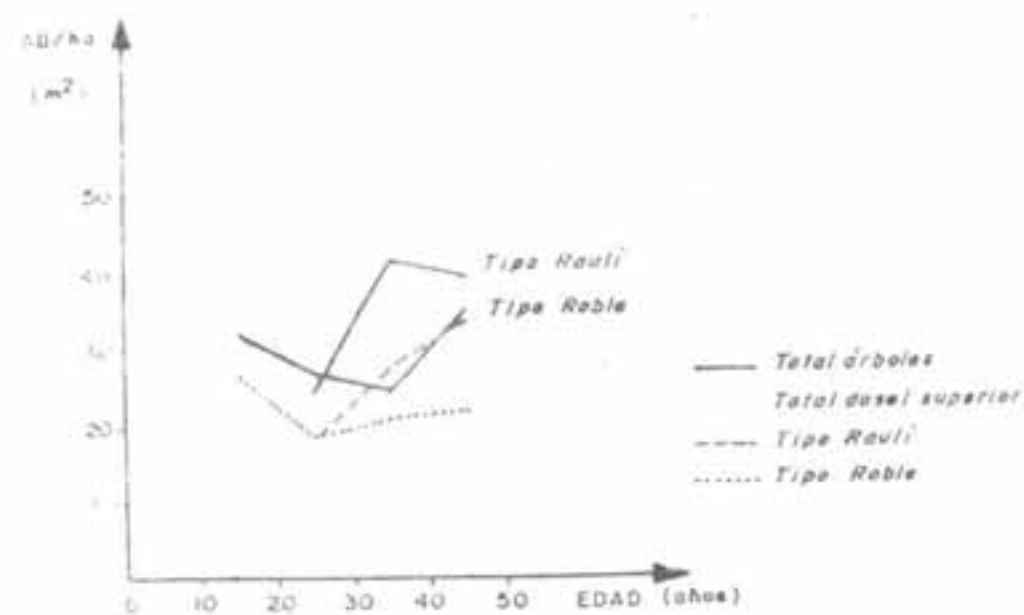


GRÁFICO N° 1 Evolución promedio del área basal total y del dosel superior en renovales del tipo Roble y Rauli según diferentes edades. Provincias de Malleco, Cautín y Valdivia.

Muchas de las áreas de renovales que existen en las provincias analizadas han sido sometidas a raleos. Desafortunadamente no se registró, en la mayor parte de ellas, los antecedentes, criterios y resultados de las faenas aplicadas. Esto impide, en gran medida, instalar en ellas experiencias absolutamente comparables, especialmente por desconocer el nivel de intervención aplicado y la condición inicial del renoval.

El hecho de instalar los ensayos en áreas no intervenidas favorece el análisis y la explicación de los resultados aunque restringe la superficie de selección de las áreas para instalar la experiencia.





III. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS.

Las estructuras diamétricas promedio que caracterizan los renovales de raulí y roble no intervenidos presentan diferencias que llevan a plantear tratamientos distintos en cada caso.

De acuerdo con lo expuesto en el Cuadro N° 1, las intensidades de raleo para estos promedios y considerando el total del área basal por hectárea, permite aplicar intervenciones que dejen en crecimiento áreas basales del orden de 20, 30 ó 40 m². por hectárea.

En promedio esto significa realizar raleos intensos (50% de extracción), suaves (20% de extracción aproximada como mínimo) y raleos intermedios en intensidad.

Estos conceptos de intensidad no pueden transferirse con facilidad a todas las situaciones locales pues lo que significa intenso para un rodal en que se deja 20 m²./ha, puede no serlo en otro de cuya densidad original fuese menor.

Sin embargo, por los valores de área basal que se encontró para todo tipo de renewal de las especies analizadas, y como criterio general de intervención, se estima favorable detectar las diferencias en el crecimiento de los renovales al someterlos a raleos que dejen un área basal fija en todos los casos. De acuerdo con el rango de valores originales de área basal encontrados en las provincias en estudio se propone fijar como intensidad de raleo aquella que resulte de llevar al bosque de un tipo y edad determinada a un área basal final 20, 30 ó 40 m²./ha. (Ilyers 1967; Rogers y Brinkman, 1965; Gingrich et al, 1965). Como variante posible, cuando se trata de renovales jóvenes puede agregarse un nivel de 10 m²./ha y eliminar, si parece conveniente, el ensayo que deja 40 m²./ha. En este último caso, cuando existen renovales de 57 m²./ha o más es una alternativa de raleo que debe considerarse pues significa al menos una reducción del 30% del área basal, que para estos bosques implicaría intervenir en el dosel superior.

Esta forma de operación para las intervenciones permite una buena comparación entre bosques de diversas condiciones, y al mismo tiempo permite aproximarse a un nivel óptimo de área basal a dejar, para obtener una mejor respuesta por efecto de los raleos. Además, resulta una buena base para evaluar la inversión en raleo y su

respuesta económica de acuerdo con sitios, niveles originales de números de árboles y área basal, costo del raleo, tasas de interés alternativas, valores de la madera en pie y otras variables. (Lundgren, 1965).

Para alcanzar este nivel de área basal después del raleo es posible utilizar varios tipos de raleo (por lo bajo, por lo alto, selectivo, sistemático u otro), los que dependiendo de la intensidad modifican en diversos grados el dosel superior, o bien, no alcanzan a alterarlo (Hawley y Smith, 1972).

En cualquier caso se estima que todas las experiencias aplicables deben modificar en algún grado el dosel superior. Al mismo tiempo es preciso intervenir el dosel inferior, especialmente en el tipo raulí, en que se encuentran muchos individuos vivos de menos de 5 cm. de DAP y sólo cuando el dosel superior para una edad, esté bien definido.

Para simplificar el ensayo, y pensando que en ningún caso parece conveniente para la experiencia con estas especies utilizar raleos por lo alto, se estima que el tipo de raleo que se debe usar corresponde a un tratamiento selectivo, tendiendo a intervenir todas las clases mayores de 5 cm en proporción directa a su existencia en área basal. Idealmente debiera resultar un raleo proporcional, pero las experiencias en terreno indican que es difícil aplicarlo exactamente y es más aplicable la selección de individuos a ralear, acercándose a un raleo proporcional. Todos los árboles menores de 5 cm de DAP, no incluidos en la estimación del área basal original, que corresponden casi exclusivamente al dosel inferior o intermedio, deben extraerse del rodal, salvo que se trate de renovales menores de 15 años.

En todos los casos corresponderá a un primer raleo. Es importante determinar la edad o diámetro medio en que es más conveniente realizar este primer raleo. Por las condiciones en que se realizará la experiencia, no será posible obtener esta respuesta, sino sólo tener una aproximación a ella. Aún en los raleos más tardíos, esto es en renovales de más de 50 años se supone que se obtendrá una respuesta efectiva a los raleos propuestos. (Drake, 1977).

Los ciclos de raleo, esto es el tiempo o diferencia de diámetro que debe existir para proceder a una nueva intervención, no se incluirá explícitamente en los ensayos y no habrá una respuesta directa de este importante aspecto.



Sin embargo es posible estimar aproximadamente, de acuerdo con los niveles máximos de área basal original y su crecimiento medio anual después de los raleos, el ciclo de raleo más económico. Para obtener mejores resultados derivados de estas experiencias en terreno se estima conveniente dar alguna flexibilidad a los ensayos para poder, a lo menos, aplicar en el futuro un segundo raleo variable en cada uno de los ensayos originales. Esta flexibilidad se obtendrá al tratar parcelas de tamaño tal que faciliten una nueva intervención opcional después de alcanzar algún resultado por efecto del tratamiento inicial.

El tratamiento que se aplicará, corresponde a raleos de renovales de diversos tipos y diversas edades, en que se usará un criterio sin modificaciones mayores del diámetro medio actual. Las intensidades de raleo quedarán definidas al llevar cada grupo de renoval, según tipo y edad, a un nivel de área basal fijo (20, 30 y 40 m²/ha) considerando todos los individuos vivos mayores de 5 cm de DAP. El resultado teórico del raleo que orienta la intervención es el raleo proporcional que implica intervención de todas las clases diamétricas en proporción a su existencia actual en área basal y la mantención del diámetro medio original después de aplicado el raleo dentro de un rango que se establece más adelante.

IV. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

1. Objetivos del experimento.

El fin principal de la experiencia es el de determinar el efecto de diversos niveles de raleo en renovales de raulí y roble, de hasta 60 años de edad.

Los objetivos específicos que pueden indicarse son:

- a) Evaluación de variación en crecimiento diametral, área basal, altura y volumen de bosques de renoval raleados de acuerrio con un nivel de área basal, para una edad y composición determinada.
- b) Determinación del efecto de raleos de intensidad variable, en las condiciones del bosque y la calidad de los árboles y su madera.
- c) Evaluación del crecimiento de los árboles en función de diversos factores del árbol y del rodal.
- d) Estimación de costos imputables a cada tipo de tratamiento.

2. Presentación del problema.

El diseño se deriva del análisis de caracterización de los renovales de raulí y roble, en altitudes superiores a 500 m.s.n.m., que se realizó en las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia. (Puente et al, 1979).

Esta caracterización definió los tipos de renovales e identificó los niveles de densidad hallados para áreas de renovales no intervenidos y raleados.

El trabajo correspondiente a esta etapa pretende proponer un diseño para instalar una experiencia de raleos en áreas no intervenidas para obtener, en los próximos 10 a 20 años, resultados del efecto de varios tipos de raleos aplicados a estos bosques.

La instalación de estas experiencias de raleo deberán hacerse en cada tipo de bosque definido, ya que no está demostrado que las especies principales Raulí y Roble tengan comportamientos iguales o similares en las condiciones de estudio. Por lo contrario, problemas de altitud, suelos, y susceptibilidad a daños indicarían que ambas especies se desarrollan en forma diferente.

Desde este punto de vista se propone ensayar principalmente el tipo raulí, y, secundariamente el tipo roble y roble-raulí.

Con esto se obtendría una visión del efecto de los raleos en los tipos principales y dominados por una sola especie. Se estima que las situaciones de combinación pueden deducirse de los resultados de los tipos simples.

Además, debe entenderse que sólo se trabaja en un área de distribución especial para el tipo roble, pues para establecer cabalmente la mejor forma de tratarlos debe considerarse su distribución completa que incluye lugares de menor altitud.

Los raleos debieran significar resultados diferentes según la edad que tengan al aplicar el primer raleo. Por las edades encontradas en los renovales y los rangos establecidos para definirlos en función de este parámetro podría pensarse en ensayarlos en grupos de 10 años a partir de los 10 años de edad. Sin embargo, esto conduce a tener 15 ensayos básicos, por tipo y rango de edad.

Las condiciones establecidas previamente conducen a 135 ensayos por tipo de renewal, considerando 3 repeticiones de cada uno. A estos deben agregarse 5 parcelas testigos lo que alcanza a un total de 140. Para tres tipos debería tenerse, entonces 420 ensayos diferentes.

Existen aún otras variables importantes de considerar como son: el tipo de origen, la altitud y la exposición, los suelos en que crece el renewal y la posición altitudinal.

Este breve análisis demuestra que deben elegirse solamente las variables más importantes, para evitar un ensayo de dimensiones no concordantes con las posibilidades económicas de instalación y sacrificar, en parte, el interés de un completo estudio científico.

Se propone, entonces, una reducción de ensayos básicos tomando en cuenta los argumentos siguientes. El primer aspecto importante de considerar es que, con gran seguridad, no será posible encontrar para todas las condiciones, un área de renoval que posibilite probar todas estas variantes en un mismo lugar.

Es conveniente, y así lo establecieron las bases de licitación, tratar de concentrar en todo caso la instalación de pocas áreas más bien que dispersar las parcelas en las tres provincias.

Si se observa la experiencia desde el punto de vista de las áreas posibles de elegir, tanto el tipo como las edades quedan supeditadas a lo que existe en ellas.

Adquiere mayor importancia, entonces, el tipo e intensidad de raleo que se aplicará en condiciones determinadas, propias de las áreas seleccionadas. Esto sería en raulí, roble y eventualmente en roble-raulí, dejando un nivel fijo de área basal después del raleo.

Por la variabilidad de la edad en cada rodal el hecho de agrupar los renovales en etapas de 20 años ayuda a reducir los ensayos básicos sin perder grandemente una aproximación científica al problema.

3. Diseño estadístico del ensayo.

El diseño estadístico en el que se aplicaría el ensayo tiene gran importancia para los análisis futuros de los resultados obtenidos en la experiencia.

Entre los varios diseños experimentales que se pueden usar, de acuerdo con las condiciones de la población y la forma en que se desea investigar el efecto de los raleos, se estima que los más adecuados serían los bloques aleatorizados y un diseño factorial.

Los bloques aleatorizados significan, en esencia, dividir la población en grupos, cada uno de los cuales corresponde a un ensayo simple. Se trata de obtener grupos lo más homogéneos posibles de modo de mantener los errores experimentales dentro de los grupos en niveles bajos. Las unidades experimentales de un mismo grupo deben ser fuertemente similares y comparables. Los cambios de técnica en la aplicación de la experiencia sólo pueden realizarse entre grupos y no en las unidades de un mismo grupo (Cochran y Cox, 1966).

De acuerdo con Cochran y Cox las ventajas principales de un diseño en bloques aleatorizados serían:

- 1) Obtener resultados más precisos que los que se obtienen con un diseño completamente aleatorizado.
- 2) Se puede incluir cualquier número de tratamientos y de replicaciones.
- 3) El análisis estadístico permite, en caso de verse obligado a omitir un grupo completo, o los datos de uno o más tratamientos, realizar el análisis sin problemas.
- 4) Si la varianza del error es mayor para algunos tratamientos que para otros, se puede obtener un error inseguro para probar cualquier combinación específica de las medias de los tratamientos.

Un diseño factorial es en esencia una investigación simultánea de los efectos de un número de factores diferentes. El aspecto más destacable de un diseño de este tipo es que se analizan muchos factores en todas las combinaciones y se determina el efecto de la interacción de los factores. (Evert, 1971).

Jeffers (1958) (Cit. por Evert, 1971) ha recomendado para experimentos de raleos el establecimiento de ensayos en diseño factorial, en contraposición al diseño para investigar varios factores separadamente. De acuerdo con Cochran y Cox la gran ventaja en este tipo de diseño, es obtener resultados en una visión amplia de los factores más bien que encontrar la combinación de niveles de los factores que da la máxima respuesta.

En el caso presente, la idea de realizar un diseño factorial obliga a usar otros factores controlables como sería, por ejemplo, el sitio y tratar de detectar el efecto de interacción entre el nivel de raleo y el sitio.

Sin embargo, por la distribución de la población, y la carencia de conocimiento acabado de otros factores o elementos de la población, no es posible definir un universo de muestreo que permita realizar en la realidad, un diseño factorial teórico. Es muy probable que una o varias de las combinaciones de factores no sea encontrada con facilidad en la población sin estar obligado a distribuir en vez de concentrarlos en pocos lugares.

En consecuencia, un diseño en bloques aleatorizados resulta más conveniente de usar en este caso. Después de agrupar la población de las diversas localidades según unidades asignables que tengan homogeneidad de rango de edad y tipo, el experimento se ordena en 3 bloques aleatorizados de 4 parcelas cada uno, con tres repeticiones.

De cada unidad o parcela se extraen el antecedente que resulte del tratamiento aplicado ya sea como valor causado en la unidad o bien como promedio de un número similar de muestras.

Como ejemplo, si se examina el incremento anual en área basal, será necesario calcular este incremento para cada unidad muestral y obtener el valor anual medio de m²/ha de incremento en el período.

La tabla I. de resultados, que se expone como ejemplo, permite obtener los valores totales por tratamiento (T_i) y los totales por replicación (R_j), y el gran total de la experiencia (G) en el caso de un renoval de tipo raulí, de edad entre 20 y 40 años.

TABLA I. INCREMENTO DE AREA BASAL ANUAL SEGUN DIVERSOS NIVELES DE RALEO EN UN EXPERIMENTO EN BLOQUES ALEATORIZADOS EN UN RENOVAL DE RAULI DE 20 A 40 AROS.

	Replicaciones (R_j)			
Tratamientos (T_i)	1	2	3	Totales (T_i)
Testigo oo (1)	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	T_1
Dejando 20 m ² /ha (2)	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	T_2
30 m ² /ha (3)	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	T_3
30 m ² /ha (4)	Y_{41}	Y_{42}	Y_{43}	T_4
TOTALES (R_j)	R_1	R_2	R_3	G

El análisis de varianza permite, a través de la prueba F, determinar si existen diferencias significativas, en un nivel de confianza que se estime adecuado, entre los tratamientos. Este nivel de confianza puede establecerse de un orden del 5 al 10%.

Este análisis de varianza, que considera t tratamientos y r replicaciones puede resumirse en general en los cálculos indicados en la Tabla II.

TABLA II. ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de (SC) cuadrados	Cuadrados medios	F
Replicaciones	$(r-1)$	$\sum \frac{R_j^2}{t} - C^{(*)}$		
Tratamientos	$(t-1)$	$\sum \frac{T_i^2}{r} - C$	SC T/ $t-1(a)$	$(a)/(b)$
Error	$(r-1)(t-1)$	(por dif.)	SC E/ $(r-1)(t-1)$ (b)	
Total	$rt-1$	$\sum y_{ij}^2 - C$		

(*) C es el factor de corrección calculado como $\frac{G^2}{t \times r}$

La significación de la diferencia entre tratamientos, al nivel establecido para un F tabulado con $(t-1)$ y $(r-1) \times (t-1)$ grados de libertad, en el caso del ejemplo, permite determinar si los incrementos pueden considerarse iguales o diferentes en relación con los tratamientos aplicados.

La secuencia de Totales de tratamientos puede indicar algún tipo de relación entre ellos y la respuesta en área basal.

La primera prueba puede hacerse según la regresión lineal, a través del método descrito por Cochran y Cox (Cap. 4.23), para determinar si existe significación respecto a una función lineal. La Tabla III, resume el cálculo para esta determinación.

TABLA III. SUBDIVISION DE LAS SUMAS DE CUADRADOS DE TRATAMIENTOS PARA INVESTIGAR UNA RESPUESTA LINEAL POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados(SC)	Cuadrados Medios	F
Regresión lineal	1	(1)*	$SC_R/1$ (2)	$(2)/CM_E$
Desviaciones	(t-2)	(por dif.)	$SC_D/(t-2)$ (3)	$(3)/CM_E$
TOTAL	(t-1)	$\sum \frac{T_i^2}{r} - c$		

*(1) La suma de cuadrados de la regresión se obtiene a partir del cálculo del coeficiente de regresión b , según:

$$b = \frac{\sum (1_i \times T_j)}{r \sum 1_i^2}$$

$$J_{(1)} = SC_R = \frac{(\sum 1_i \times T_i)^2}{r \times 1_i^2}$$

en que 1_i es el valor índice de incremento en el tratamiento ("coded dressing") (Cochran y Cox, 1966).

La regresión puede calcularse también según los métodos tradicionales.

Al existir una significación en relación con la regresión lineal queda definida la función de efecto de los tratamientos.

Si esta respuesta no es lineal, puede inspeccionarse una regresión de grado superior.

De igual forma es posible analizar el efecto en otros parámetros como área basal total, volumen, incremento en volumen y diámetros, etc. siempre que las diferencias no sean tales que, por simple inspección, quede establecida.

Para una comprensión mayor de este diseño estadístico y su cálculo se puede recurrir a textos como el citado de Cochran y Cox (1966) y el de Muxica (1969).

4. Unidad experimental.

Las parcelas de ensayo deben tener tres características básicas:

- 1) Área de tratamiento, en una superficie que permita obtener resultados confiables.
- 2) Una superficie dentro del área de tratamiento que permita intervenir nuevamente en el futuro, después de obtener los resultados de la primera intervención y según un segundo nivel de variación que se fije en la oportunidad.
- 3) Una superficie circundante que aisle el ensayo de vecinos inmediatos.

Se estima que una parcela de 55 x 45 m, cumple con las condiciones expuestas.

Esta parcela tendrá las siguientes "áreas":

1. Área de ensayo actual. Constituida por el área efectiva de aplicación del tratamiento asignado en cada caso en este momento.

Su tamaño sería de 1/5 de ha (50 x 40) y es posible dividirla en 4 sectores de 1/20 de hectárea (20 x 25).

2. Área de ensayos futuros. Constituida por 1/20 a 3/20 del área de ensayo actual. Permitirá la reali-

zación de segundas o terceras intervenciones en el primer tratamiento aplicado y los resultados obtenidos.

3. Area de aislación. Constituida por un área circundante del área de ensayo actual, de 2.5 m. a partir de sus límites.

El área imputable a cada parcela sería de 2.475 m². La superficie para un bloque de cuatro parcelas sería 9.900 m². y por los 3 bloques de un ensayo de una clase de edad en un tipo forestal sería de 29.700 m². o 2.97 ha.

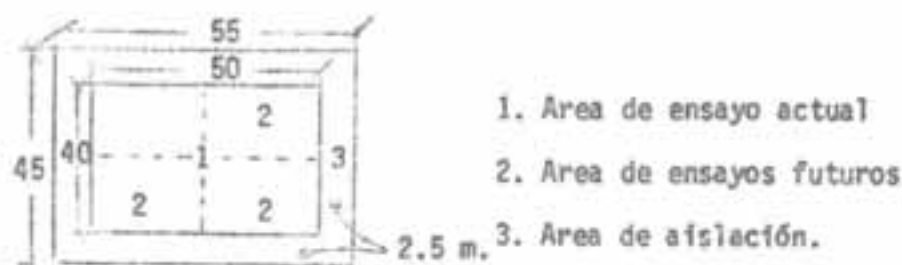


FIGURA 1. DIAGRAMA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.

5. Criterios para efectuar los raleos.

Los raleos pueden caracterizarse según un gran número de elementos que, en la medida que se agregan, dificultan cada vez más una descripción completa en términos simples.

Las condiciones establecidas para realizar este ensayo no permiten complicarse con demasiadas variables, de modo que el primer criterio que se establece es instalar una experiencia simple, y con alguna flexibilidad hacia el futuro.

En el área de trabajo, las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia, se han elegido los lugares que se describen más adelante.

Las características generales de los lugares seleccionados pueden resumirse en que se pretende realizar la experiencia en renovales no intervenidos del tipo raulí y roble, de edades entre 15 y 60 años.

Por la heterogeneidad de edades de los individuos en los rodales sólo es posible identificar su edad en rangos de 20 años con lo que los tratamientos y testigos se establecerán para rodales, o parte de ellos, de: menos de 20 años, entre 20 y 40 años y mayores de 40 años.

Para resolver problemas de indefinición en los límites, se asignará el renewal a uno de los rangos expuestos, cuando el dosel superior quede incluido en un rango en forma mayoritaria. Como será necesario establecer un rango real de edades, la asignación a un rango de ensayo puede ser intermedia en caso que exista equivalencia entre árboles menores de una edad límite y mayores que ella.

El segundo criterio de selección es el tipo de composición, esto es bosques de raulí o roble según las definiciones establecidas por Puente et al, 1979 (27).

Con estos dos criterios básicos se establece 6 variantes elementales en cada una de las cuales se procederá a las formas de intervención. Estas variantes surgen de un rango de edad del rodal y la especie dominante en área basal.

En cada área seleccionada será preciso evaluar como primera etapa de la instalación de ensayos, cuáles variantes elementales existen y qué superficie se dispone de cada una de ellas. Por las altitudes de los bosques elegidos la prioridad estará en el tipo raulí, quedando como alternativa eventual el tipo roble en la medida que tenga presencia en el área.

Para los ensayos será necesario tener parcelas con bosques que puedan clasificarse como normales o de alta densidad.

Los raleos, en el área de cada situación elemental, considerarán llevar el área basal original a uno de los niveles siguientes: 20, 30 y 40 m²/ha, y un testigo sin intervención. Es posible que en rodales de menos de 20 años pueda tenerse como alternativa el dejar sólo 10 m²/ha y eliminar la de 40 m², como también, en rodales de más de 40 años agregar una que deje el rodal en un área basal de 50 m²/ha después de una leve intervención.

Los raleos se harán en forma selectiva para dejar en crecimiento el nivel de área basal determinado, en forma aproximada, en los mejores individuos y según una distribución que tienda a uniformar el rodal lo más posible, en lo que se refiere a distanciamiento entre individuos.

Como criterio básico para resolver problemas que no han sido considerados, debe tenerse presente, en todo momento, que con estas intervenciones se pretende determinar el tipo de rodal que permite alcanzar, en el menor tiempo posible, árboles de un diámetro utilizable, calidad suficiente para que la extracción total implique una gestión económicamente favorable.

En un rodal cualquiera, el tratamiento silvicultural que se aplica implica una secuencia de intervenciones hasta llegar a una edad de rotación económica, momento en el cual se cosechan todos o parte importante de los árboles, para reforestar con la misma u otra especie, o bien, proceder a la regeneración natural del rodal.

Las intervenciones propuestas determinan que la intensidad de raleo, medida en función del área basal original, es variable en cada caso y no constituye una consideración principal para la experiencia. En cada parcela de ensayo el dejar un cierto nivel de área basal, predeterminado, puede significar raleos intensos, medios o suaves. Aunque, mientras menor sea el área basal dejada el raleo tiende a ser más intenso, no existe una exacta correspondencia entre la intensidad del raleo y los niveles de área basal a dejar.

Se establece, además, que para cualquier situación original elemental se dejarán, 3 testigos sin intervenir, y se realizarán 3 ensayos de intervención, con tres repeticiones. El raleo tenderá a favorecer la especie principal del tipo y a una distribución más uniforme de los individuos que permanecen en la parcela.

El resumen de los ensayos máximos posibles para cada lugar elegido sería:

EDAD TRATAMIENTO	TIPO RAULI				TIPO ROBLE				
	0-20	20-40	40-60	SUB TOTAL	0-20	20-40	40-60	SUB TOTAL	TOTAL
TESTIGOS	3	3	3	9	3	3	3	9	10
a 40m ² /ha	3	3	3	9	3	3	3	9	18
a 30m ² /ha	3	3	3	9	3	3	3	9	18
a 20m ² /ha (*)	3	3	3	9	3	3	3	9	18
TOTAL	12	12	12	36	12	12	12	36	72

(*) Eventualmente pudiesen agregarse ensayos con un área basal a 10m²/ha o bien a 50m²/ha.

Es improbable que se pueda llegar, a este máximo en cada lugar. Como mínimo debería establecerse el total de ensayos para un tipo y un rango de edad, esto es 12 ensayos. En ningún caso sería conveniente instalar sólo parte de los ensayos correspondientes a un tipo y un rango de edad.

El número total de ensayos para establecer la experiencia sería así un múltiplo de 12 en cada lugar elegido.

De acuerdo con Worthington y Staebler (1961) "la marca ción es la clave de un raleo exitoso".

"Al hacer una adecuada elección de los árboles que se cortan, el marcador debe sintetizar mentalmente todos los aspectos silviculturales, económicos, de mercado y de explotación de la operación".

La selección de los árboles que se ralearán debe estar orientada por algunas prioridades las que, pueden describirse en la forma siguiente: (Worthington y Staebler, 1961).

Primera prioridad: Árboles comerciables que:

- (a) están muertos.
- (b) que no vivirán hasta el próximo raleo.
- (c) cuyo crecimiento es bajo en comparación con otros árboles del rodal.
- (d) árboles de poco vigor debido a daños o enfermedades.

Segunda prioridad: Árboles toscos, malformados, muy ra mificados, cuya remoción liberará árboles de mejor forma y calidad.

Tercera prioridad: Árboles cuya remoción mejorará el espaciamiento y crecimiento de los árboles remanentes, con tal que los árboles que permanecen sean capaces de responder a la liberación.

Cuarta prioridad: Árboles comerciables enfermos, de formes y quebrados que no pertenecen a las prioridades anteriores.

Los árboles que se ralean cada vez, pueden pertenecer a cualquiera de las prioridades, existiendo proporciones diferentes en la medida que se trata de rodales jóvenes o viejos.

V. SELECCION Y CARACTERIZACION DE LUGARES DE ESTUDIO.

La selección de lugares adecuados para instalar ensayos debe considerar una evaluación general, tanto de los bosques existentes, como de la superficie que habría disponible para la experiencia.

Se preferiría los lugares en que no hubiese intervenciones previas o actuales que hubiesen modificado significativamente la estructura del rodal, para obtener resultados que puedan interpretarse bien en el futuro. Existen lugares que fueron intervenidos, pero lamentablemente se desconoce el nivel de la intervención. Estos no permiten evaluaciones de resultados de los raleos a partir de condiciones de desarrollo naturales precisas y después de haber sido raleados hace algún tiempo.

Sólo en casos estrictamente necesarios debería pensarse en utilizar un área ya raleada para instalar ensayos que serán lógicamente poco comparables con aquellos en que se ha iniciado la experiencia en bosques no intervenidos.

VI. PROYECCION DE PRINCIPALES RESULTADOS ESPERADOS.

1. Aspectos biológicos.

Como elemento fundamental es necesario obtener la caracterización completa de la estructura original, aquella que resultó del raleo aplicado y la que se encuentre en una mensura futura.

Desde estos antecedentes es posible deducir todos los aspectos relacionados con la variación en diámetro, área basal, y volumen de los individuos y del rodal. A través de los testigos de comparación es posible determinar además aspectos como diferencias debidas a tratamientos; mortalidad natural y niveles comparativos de existencias totales y de productos específicos, como sería el caso de madera aserrable. (Gráfico N° 2).

En todos los casos deberá segregarse el total en función de especies y doseles en que se encuentren los árboles. Esto permitirá obtener un conocimiento preciso de las evoluciones parciales para alcanzar el nivel total.

El análisis del cambio de las estructuras debe permitir obtener un resumen como el que se indica en el Cuadro N° 2, para cada rango de edad estudiado en cada tipo de renoval.

A partir de estos resúmenes y con los antecedentes de todos los ensayos es posible calcular y graficar todos los componentes de la evolución del rodal, tanto en valores totales como de crecimiento anual periódico en diámetro, área basal y volumen. (Dell y Collicott, 1968). (Gráfico N° 3).

Parece especialmente interesante analizar la evolución por especie para decidir si existen diferencias significativas entre los crecimientos de roble y raulí, ya que en caso de no haberlas se podría asimilar definitivamente ambas especies en un solo grupo.

Otro aspecto que debe evaluarse es la mortalidad, tanto en los testigos como en los ensayos de raleo.

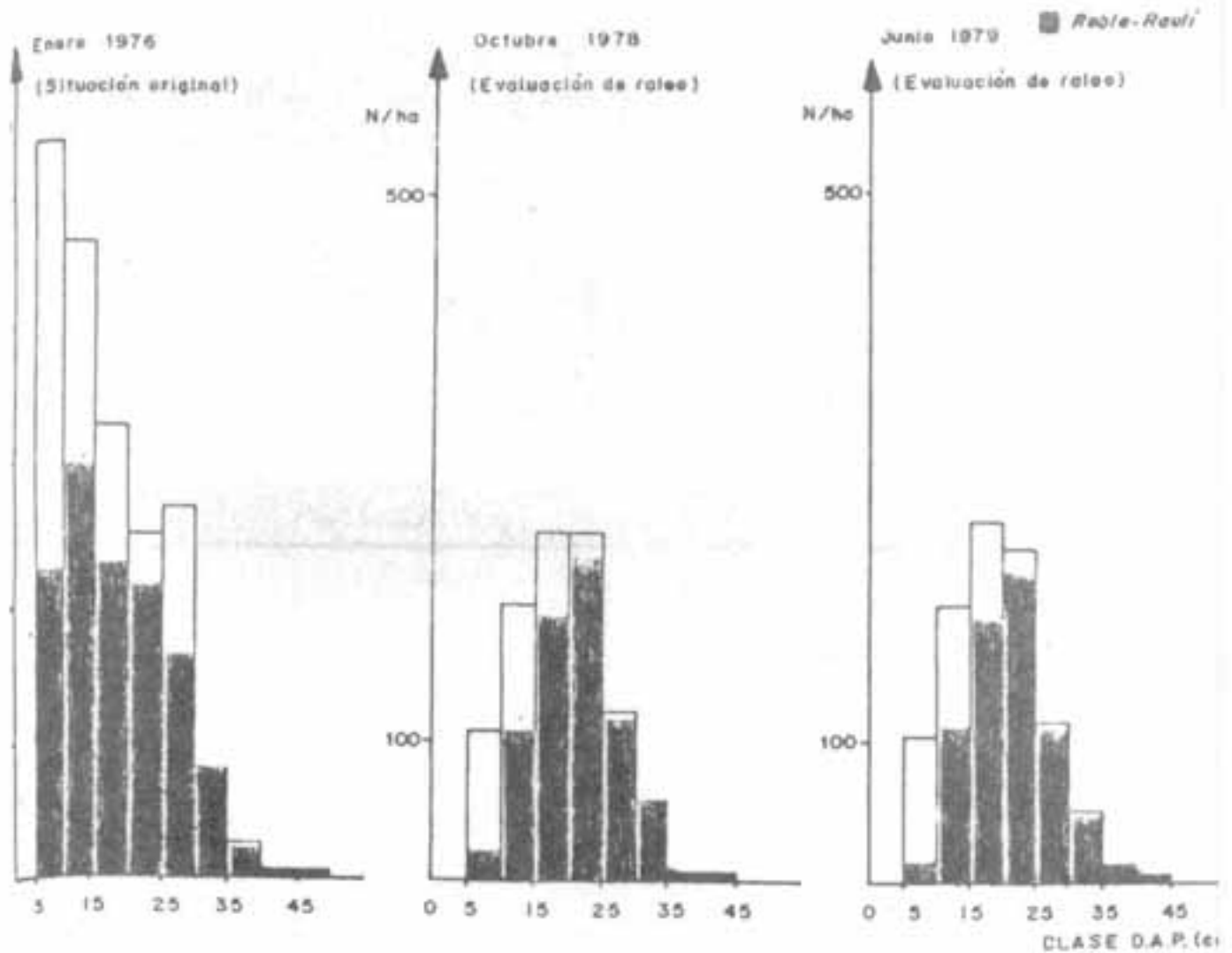


Gráfico N°2. Variación de la estructura diamétrica de renovales de Roble-Roñi Fundo Jauja, Esperanza, reneval de Monte Alto.

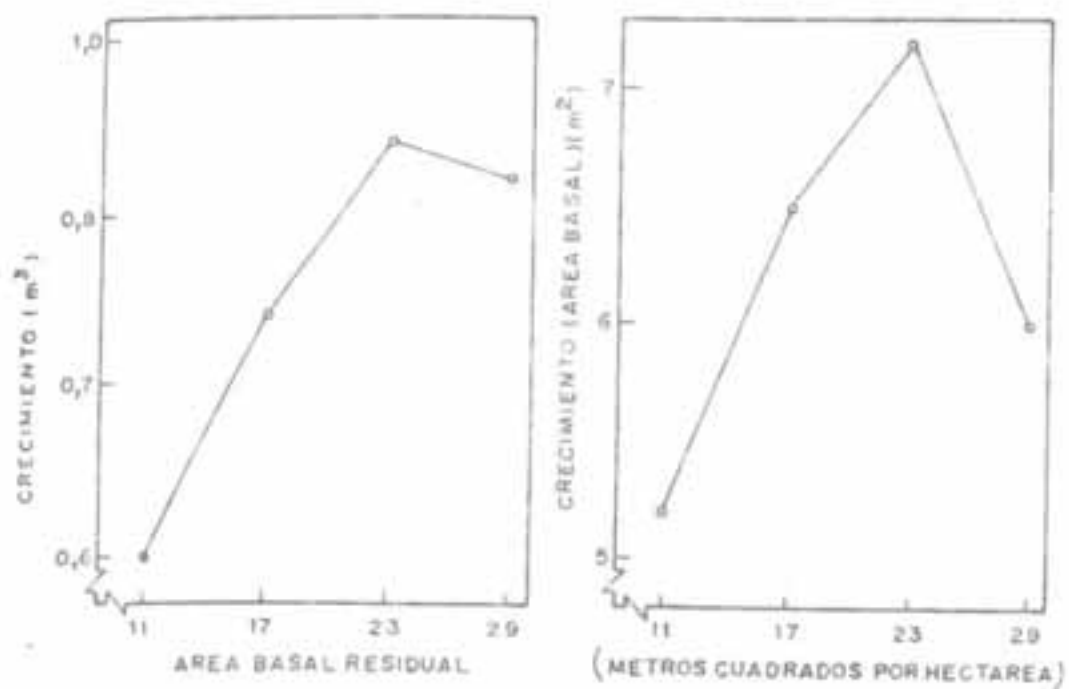


GRAFICO N°3. Crecimiento anual por hectárea neto como respuesta en un rodal de densidad residual (Dell y Collicott, 1968)



Una comparación entre áreas basales debe hacerse considerando los incrementos netos y brutos de este parámetro. (Herrera y May, 1976). Para este efecto es necesario hacer el seguimiento de todos los árboles que permanecen vivos en el período considerado hasta el control.

A partir de estos análisis se pueden resumir los crecimientos anuales periódicos en todos los casos estudiados (Cuadro N° 3). (Leak, 1961).

CUADRO N° 3. CRECIMIENTO EN AREA BASAL POR HECTAREA Y AÑO DE RENOVALES SOMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE RALEO (m²/ha). SEGUN TIPO Y RANGO DE EDAD.

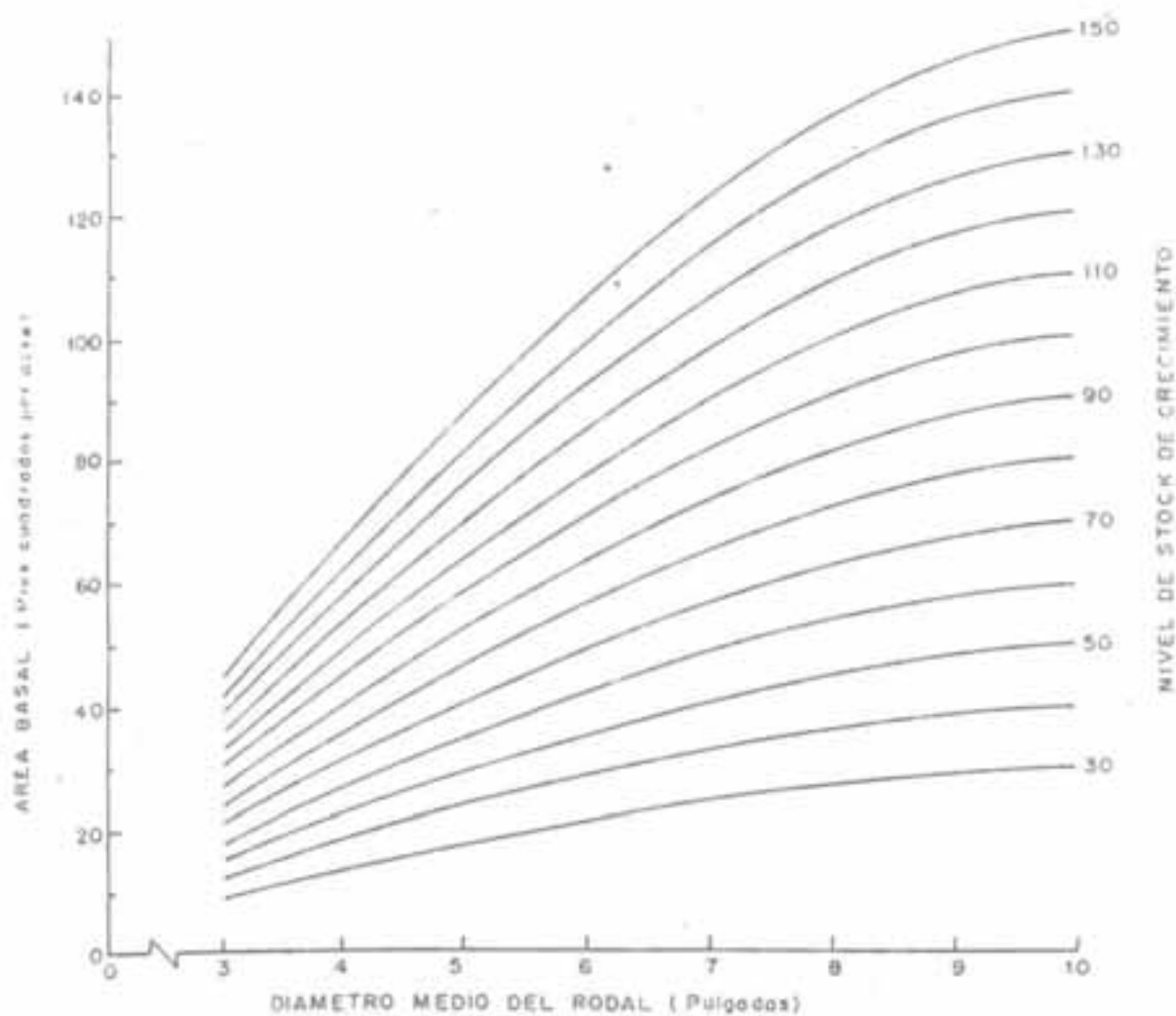
STOCK INICIAL	PRODUCCION	MORTALIDAD	INGRESO	TOTAL
Testigo				
20 m ² /ha				
30 m ² /ha				
40 m ² /ha				

Al mismo tiempo es posible indagar el área basal anual que han crecido en promedio los árboles del rodal, tanto por especies como por clases diamétricas. Este crecimiento puede ser positivo en los árboles que permanecen o bien, negativo por efecto de mortalidad.

La composición de especies del rodal, que es modificada en el primer raleo, debe inspeccionarse en el primer control para determinar la permanencia del tipo, y evaluar la evolución de la composición, especialmente en los testigos.

Con los antecedentes reunidos es posible confeccionar una tabla promedio de niveles de área basal después de efectuados los raleos en función al diámetro medio del rodal y el nivel de área basal dejado en el raleo (Myers, 1967). (Gráfico N° 4).

En cada momento de medición es preciso conocer las relaciones de diámetro y altura, por especies y en el dosel superior, para determinar la evolución, y además definir los rangos



GRAFICONE 4 Area basal despues del raleo en relación al diámetro medio del rodal
Niveles standard de stock en crecimiento en P. Ponderosa (Myers, 1967)

correspondientes para ubicar los árboles en el dosel superior, u otros menores, intermedios e inferiores (Soler, 1979). (Gráfico N° 5).

Cada vez que se realice una intervención se deberá confeccionar una tabla local de volumen que permita conocer la evolución de volumen de los individuos con la edad, y según las especies.

Estas tablas de volumen se desarrollan en función del diámetro sin corteza y para diferentes niveles de altura. (Puente y Paredes, 1979). La tabla de volumen deberá desarrollarse como mínimo, para el volumen cúbico total y aserrable hasta un diámetro en el fuste de 10 cm.

En general el procedimiento usado para evaluar y analizar el volumen por Alvarez y Grosse (1978), permite obtener gran variedad de antecedentes. La información básica debe provenir de un análisis de 2 a 3 árboles por clase diamétrica de las especies principales, que se ubiquen en el dosel superior. Un promedio de curvas de ahusamiento con y sin corteza sería el método para tratar los datos básicos y analizar el volumen.

De la misma manera es posible obtener los datos y análisis de la forma de los individuos en el rodal.

Para el análisis pueden usarse valores por troza y los resultados deberían entregarse para el total del fuste, salvo que aparezca inconveniente por alguna razón derivada del análisis de los resultados.

Otro aspecto que debe analizarse es el crecimiento de los árboles individuales como función de su diámetro actual y el tratamiento a que ha sido sometido.

En general, el crecimiento anual periódico en diámetro tiene una relación lineal con el diámetro actual del árbol. Sin embargo, esta relación es variable con la edad y los tratamientos (Loetsch et al, 1973; Soler, 1979; Seidel, 1975). (Gráfico N° 6). Para usar estas relaciones como valores de proyección es preciso identificar bien, en cada especie e individuo del dosel superior, el crecimiento medio diametral que puede esperarse en rodales de diversa edad, tanto raleados como no intervenidos.

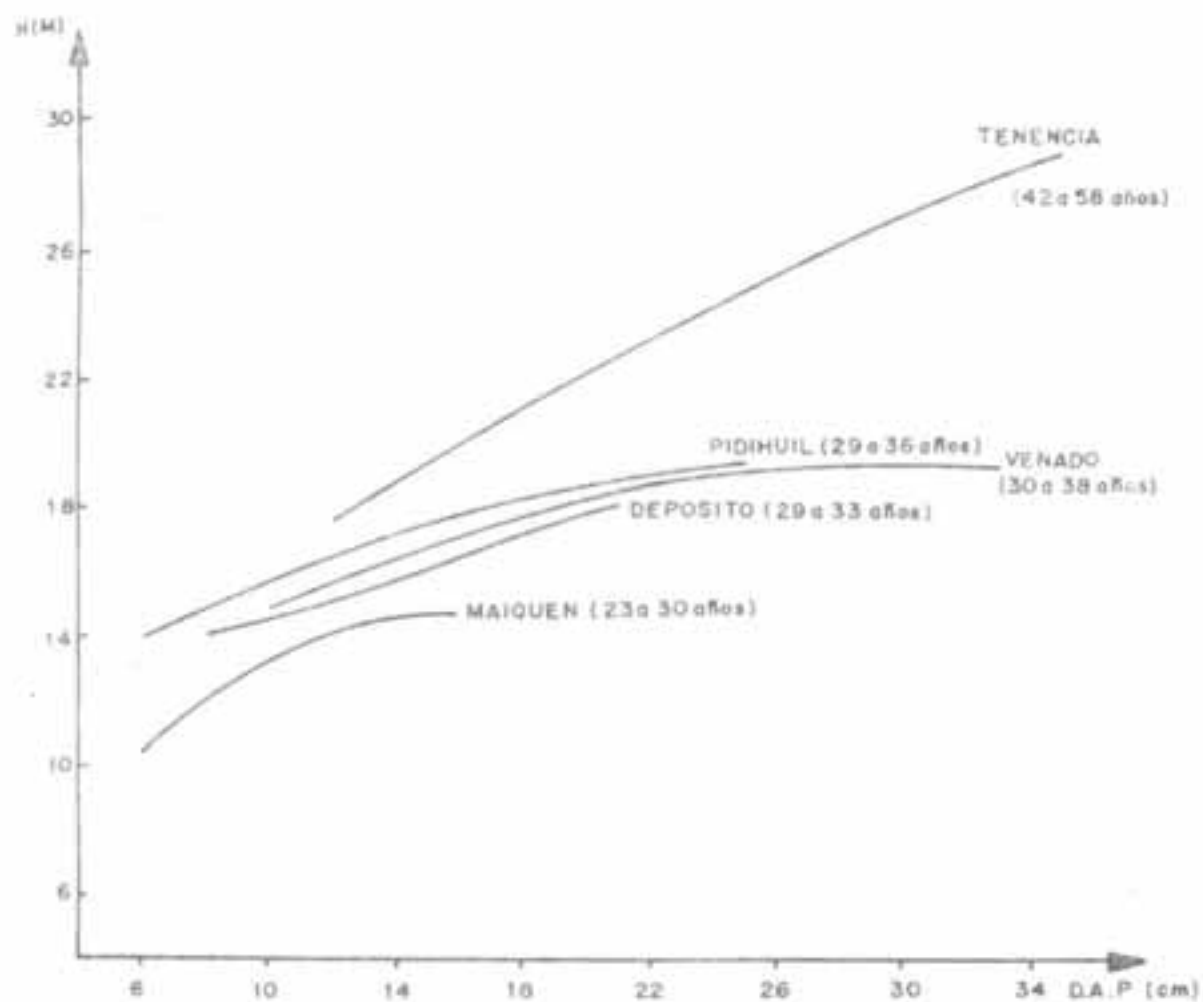


GRAFICO N°5. Relación diámetro-altura para renovales de roble-raulí de diversas edades en Panguipulli (Solar, 1979)

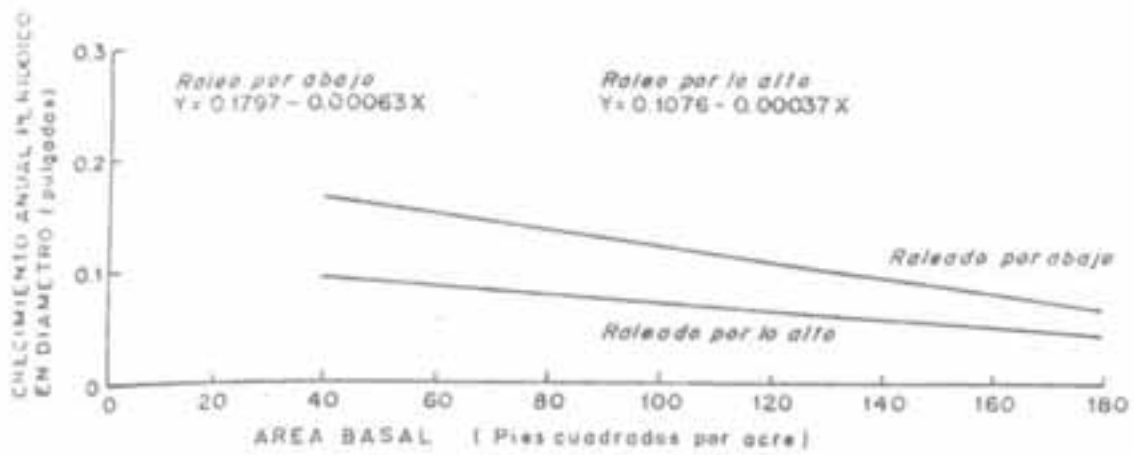


GRAFICO N° 6 Crecimiento periódico anual en diámetro según nivel de densidad y método de raleo (Seidel, 1975)

El crecimiento en altura, además de conocerse por la variación de las relaciones de diámetro-altura, se puede conocer haciendo el seguimiento de un grupo seleccionado de árboles del dosel superior para diversas edades y tratamientos. Varios estudios han mostrado que la altura no se afecta significativamente con los raleos, y será entonces posible corroborar esta afirmación con las especies y bosques en estudio.

Por otra parte, tratándose de raulí y roble, se producirá un rebrote en los tocones que resultan de los árboles raleados. Estos vástagos pueden llegar a constituir un segundo dosel en áreas de mayor abertura o en ensayos de raleos muy intensos.

Como una forma de control y para conocer qué sucede al ralear estos bosques es posible realizar un recuento de número de vástagos por tocón, en tocones de diámetro diverso, y estimar funciones de altura y diámetro de los vástagos resultantes en tocones de diversos diámetros (Solomón y Blum, 1967). (Gráfico N° 7.). Esta evaluación permite detectar también cuáles de las especies presentan mayor potencial para la reproducción vegetativa (Van Dijk, 1975).

Finalmente, es preciso medir y evaluar el sotobosque, identificando las especies principales, para conocer la evolución de ellas en períodos de 5 a 10 años. Un muestreo puntual para identificar la presencia de cada especie y su grado de desarrollo, es suficiente para tener buenos antecedentes de análisis en este caso. (Cottman y Curtis, 1956; Curtis y Mc. Intosh, 1951).

El control de las parcelas en el tiempo debe permitir evaluar, al menos, el desarrollo del número de árboles, de área basal, de volumen, de altura media del rodal y de diámetro medio del rodal, tanto en el total como por especies y doseles, para todos los ensayos instalados. Además se debe poder evaluar los crecimientos medios en diámetro, altura, área basal y volumen, en las mismas condiciones.

2. Aspectos económicos.

El resultado más inmediato que debe obtenerse se refiere al promedio de jornadas utilizadas en cada caso y el costo que ellas significan para cada tipo de tratamiento en los bosques que se intervienen.

Una relación entre el número de árboles por hectárea iniciales y los costos en que se incurre para la reducción a un nivel

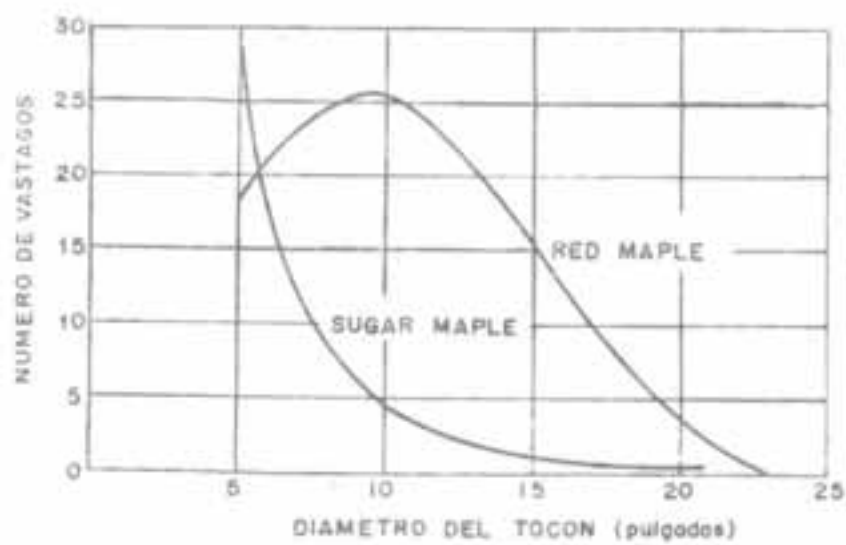


GRAFICO N° 7. .Relacion del número de vástagos por tocón para un diámetro promedio del tocón para *Acer spp.* (Solomon y Blum, 1967)

de área basal determinado permite desarrollar un diagrama de raleo-costo (Flora, 1966). (Gráfico N° 8).

La determinación de un programa de raleos para bosque o rodales, que concilie variables silviculturales y económicas ha tenido permanente actualidad en la investigación forestal. La aproximación clásica ha sido la de calcular la rentabilidad comparativa de unas pocas alternativas atractivas para finalmente optar por aquella que resulte más rentable, maximizando el valor neto presente de los ingresos originados por el tratamiento aplicado.

En la resolución del problema en forma tradicional se ha utilizado el análisis marginal tanto para la determinación de la edad de rotación, como para la fijación de la densidad y niveles de stock en crecimiento. Entre estos métodos se pueden mencionar los tradicionales valores de Faustmann, el valor neto actualizado, la renta forestal y el criterio de incremento medio anual, que se tratan de maximizar para obtener una adecuada respuesta, teniendo en el caso de los raleos, específicamente, el propósito mediante la combinación de valores representativos de condiciones iniciales del rodal, el tratamiento de raleo prescrito, tasas alternativas de actualización, valores de la madera en pie y costos incurridos para cada período o rotación, según sea el caso.

Más recientemente, para abordar este problema Grut (1973) ha propuesto dos métodos de evaluación. El primer método se basa en el supuesto que la decisión de raleo se debe hacer sobre la base de un criterio de madurez financiera. Para los efectos prácticos la decisión no se basa en determinar si un árbol individual debe abatirse ahora o el próximo año, sino más bien constatar el valor neto presente que alcanza el grupo de árboles con el valor esperado al final del ciclo de raleo.

El segundo método propuesto por Grut, supone que al calcular los beneficios netos de un programa de raleos coherente, por medio de la fórmula de Faustmann, el rendimiento de los raleos se capitalizan al final de la edad de rotación.

En definitiva el análisis marginal impone serias limitaciones, que han sido superadas por el desarrollo de técnicas modernas. El solo hecho que la solución marginal se base en un óptimo estático, que pivota sobre las condiciones de rodal, limita, sino incluye, la posibilidad de estructurar una ruta para alcanzar un óptimo a partir de una condición no óptima. (Kilkki y Väisänen, 1970).

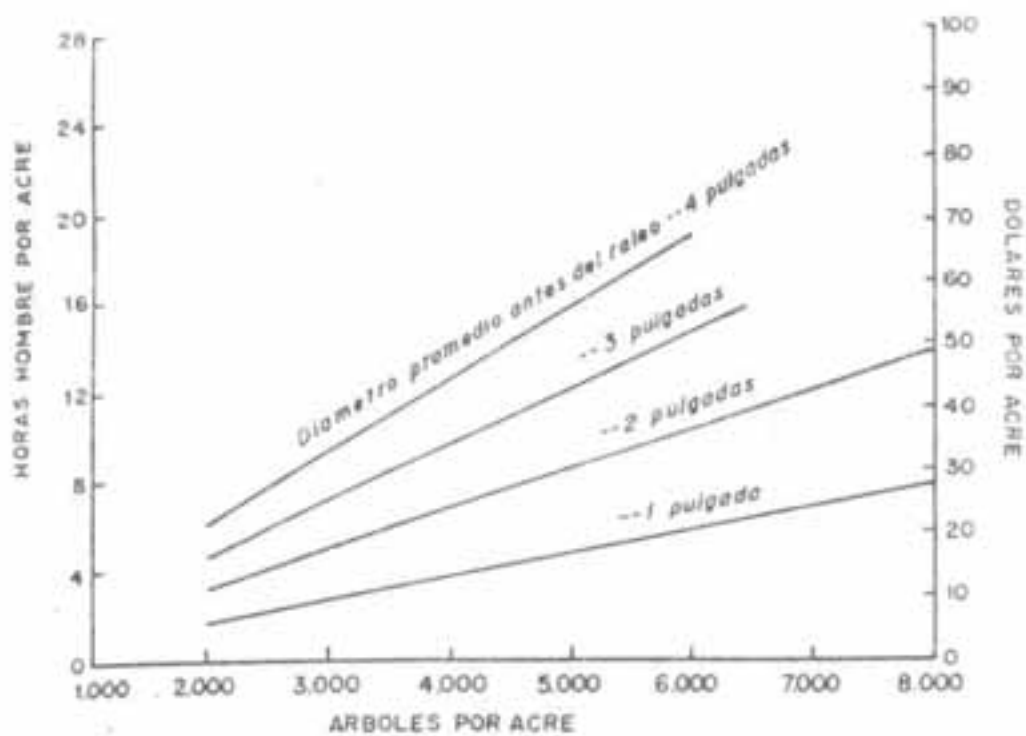


GRAFICO N°8. Raleo precomercial de *P. ponderosa*, tiempo y costo por acre (Flora, 1966)



Los métodos de investigación operativa, entre los que se incluyen las técnicas de simulación, la programación dinámica y los modelos de optimización, entregan las rutas óptimas que se deben seguir para estructurar un programa de cortas intermedias en la cual se optimiza el tamaño y clase de rodales, el stock en crecimiento, la rotación, el ciclo de intervenciones, y la transición de un programa de cortas a otro (Adams y Ek, 1975).

Tal como ocurre con los métodos tradicionales, estas nuevas técnicas, tienen limitaciones que derivan fundamentalmente del "estado del arte" y las condiciones que prevalecen en una situación específica. Así los métodos de extracción que se utilicen, especialmente si son intensivos en mano de obra o equipos de baja inversión y costo operacional, no justifican, al menos en principio, el uso de estos modelos. Otra limitación importante es la cantidad y calidad de la información que alimentan los modelos.

Kilkki y Väisänen señalan que en tanto se utilice métodos rudimentarios de extracción e información limitada, el análisis marginal brinda soluciones aplicables a rodales individuales en condiciones de sub-óptimo. Por ello y teniendo en consideración las condiciones de información que prevalecen y el diseño experimental que se propone, este trabajo al menos en el corto plazo, deberá utilizar en la evaluación económica, las soluciones que entregan los modelos clásicos, reservando para el momento en que el caudal y la calidad de información sea aplicable la aplicación de métodos más evolucionados.

En este trabajo en particular el análisis económico, no está diseñado para condicionar a las variables de mercado una óptima solución de manejo, sino más bien para evaluar económicamente el resultado de una serie de ensayos de distintos regímenes de raleos aplicados a rodales de distinta condición inicial y ubicación geográfica.

Esta aparente limitación, no impone restricciones en la polisibilidad de comparar distintos rodales de un mismo tipo y de distinta condición inicial y ubicación, entre sí, una vez raleados a un estado prescrito de ensayo.

No se pretende, en consecuencia, otra cosa que constatar con arreglo a distintas tasas de interés el valor presente que alcanza el rodal remanente al momento previo en que se realizaría una nueva intervención.

VII. PLAN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA INSTALACION Y EVALUACION DE LOS ENSAYOS.

Las actividades necesarias para la instalación de los ensayos de raleo en renovales de roble y raulí están ligadas a las condiciones y características de los lugares elegidos.

Para los fines del presente informe se considerarán importantes las siguientes labores generales.

1. Planificación y Organización de los viajes a los lugares de trabajo.
2. Traslado del personal y equipo a cada lugar.
3. Obtención y transporte, a cada lugar, de los materiales de trabajo y de delimitación del ensayo.
4. Delimitación del área y confección del mapa base.
5. Delimitación de parcelas de ensayo y levantamiento dendrométrico de cada parcela.
6. Limpia de sotobosque y extracción de los árboles menores de 5 cm para proceder a la marcación de los raleos.
7. Cálculo de existencias y parámetros de las parcelas para decidir las intervenciones silvícolas.
8. Selección de parcelas y tipos de tratamiento según el diseño experimental propuesto.
9. Marcación de raleo y verificación de resultados de la misma.
10. Intervención y evaluación de los resultados del raleo de cada sector sometido a intervención.
11. Control de labores de raleo y del ensayo total.
12. Preparación y entrega de los antecedentes de cada parcela y lugar de ensayo.

13. Informe de la instalación y resultados iniciales del ensayo.
14. Proposición de controles futuros.

Se considera comenzar las actividades de instalación de parcelas, a partir de Marzo del año de iniciación del estudio. El objetivo de ésta está en relación a las varias labores que deben realizarse, casi en forma simultánea en las diversas áreas. Dada la amplia dispersión de los sectores y lo complejo y laborioso de las actividades de instalación de parcelas, se ha estimado necesario que el comienzo de la delimitación y cuantificación inicial de parcelas de ensayo sea hecho en el otoño del primer año, de manera que se tenga un tiempo suficiente para efectuar y analizar los antecedentes previos al raleo. Esto es necesario para una adecuada distribución de los tratamientos en los diversos tipos de bosques definidos y de acuerdo con el diseño estadístico que sustenta el ensayo.

De esta manera, y cuando las condiciones climáticas lo permitan, se iniciaría en Septiembre del primer año, la evaluación final de los sectores, parcelas y subparcelas, así como su establecimiento definitivo, especialmente las labores de marcación y corta de los rales que se determine en cada caso.

Esta planificación permite corregir y replantear situaciones anormales que puedan presentarse, y cuya operativa requiere de tiempo para la reformulación parcial del ensayo. Para lograr resultados comparables y en el largo plazo, las labores deben ser hechas en épocas y fechas similares en cada sector de ensayo. Esto se puede lograr comenzando cuando todavía es posible diferenciar con facilidad todas las características de los rodales (principios de otoño), que se complementarán con aquellos del período de crecimiento activo de las masas forestales (Primavera).

Una de las etapas más laboriosas del estudio, es la delimitación, de áreas dentro de cada sector, y la ubicación de las superficies necesarias para instalar el conjunto de parcelas en las cuales están presentes todas o la mayoría de las alternativas de ensayo propuestas.

Por lo establecido en el Manual de Terreno (Ver apéndice) respecto a esta etapa, se requiere de una serie continua de sub-parcelas para obtener una visión de estructura y composición del renewal considerado. A partir de la información reunida de esta etapa, recién es posible determinar la magnitud o condición del sector

en relación a la experiencia propuesta, y por ende, confeccionar los mapas base para la asignación de parcelas de ensayo.

Siendo estas labores exigentes en tiempo y por la diversidad de sectores considerados, se requiere de abundante personal técnico y de apoyo. Se considera que la operatoria de terreno en esta etapa es de aproximadamente 30-50 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

Las restantes actividades se comenzarían en Primavera (Septiembre en adelante), de manera de dejar marcados los raleos antes del inicio del Verano. La ejecución de los raleos estará supeditada a las condiciones que determinan aplicarlos en todos los lugares en el período entre Enero y Marzo del segundo año.

Entre Marzo y Julio se resumirán las informaciones colectadas, y se informará a fines de Julio del segundo año de los resultados de la instalación, proponiendo los controles futuros del ensayo.

Se estima que el primer control total de los ensayos debe realizarse después de 5 años de crecimiento posterior al raleo.

Durante los meses de Enero, Febrero, por condiciones climáticas, no parece conveniente realizar los raleos, siendo mejor época el final del período de crecimiento anual Marzo y Abril. Si las condiciones de trabajo, esto es equipo y personal lo permiten, es posible realizar en Noviembre y Diciembre, en conjunto, las labores de Marcación, Remarcación, Intervención y Control del raleo.

Estas actividades se resumen en el diagrama de actividades y tiempos siguientes:

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. ADAMS, D.M., Y A.R. EK. 1975. Derivation of optimal management guides for individual stands. System analysis and Forest Resources Management. Proceedings of the SAF workshop. Un. of Georgia Athens. U.S.A.
2. ALVAREZ, S. Y H. GROSSE. 1978. Antecedentes generales y análisis para el manejo de Lenga en Alto Mafihuales Aysén. Tesis Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago.
3. BENTLEY, M.R. Y D.E. TEGUARDEN. 1975. Financial Maturity: A theoretical Review, Forest Science. Vol. 11 N° 1.
4. COCHRAN, W.G. Y G.H. COX. 1966. Experimental Designs. J. Wiley Publ. Second Edition. N.Y.
5. CORTES, H. 1979. Aspectos económicos en la utilización de la Araucaria araucana (Pol.) Koch. Trabajo presentado al Encuentro IUFRO-ARAUCARIA. Curitiba, Brasil.
6. COTTAM, G. Y J.T. CURTIS. 1956. The use of distance measures in phytosociological Sampling. Ecology 37:(451-460).
7. COX, F. 1979. Diseño y manual de instrucciones para el inventario Forestal Nacional Continuo de Plántaciones Forestales. Proyecto Investigación y Desarrollo Forestal FO:DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 17. Santiago.
8. CURTIS, J.T. Y R.MC. INTOSH. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border Region of Wisconsin. Ecology 32:(476-496).
9. DAVIS, K. 1966. Forest Management: regulation and valuation. 2a. Ed. Mac. Graw Hill Book Co. N.Y.
10. DELL, T.R. Y L.V. COLLICOTT. 1978. Growth in Relation to Density for Slash Pine Plantations After First Thinning. For. Scie. Vol. 14 N° 1 (7-12).

11. DRAKE, F. 1977. Haya (*Fagus silvatica*) ¿Un modelo de manejo silvícola para *Mothofagus*? Corporación Nacional Forestal. Concepción.
12. EVERT, F. 1971. Spacing Studies. A Review. Canadian Forestry Service. Department of the environment Forest Management Institute Ottawa. Ontario.
13. FLORA, D.F. 1966. Economic Guides for a method of Precommercial Thinning of Ponderosa Pine in the North West. U.S. Forest Service Research Paper PNM-31. Pacific North West Forest and Range Experiment Station. Portland, Oregon.
14. GINGRICH, S.F.; K.A. BRINKMAN Y H.F. ROGERS. 1965. Two Methods of thinning. U.S. Forest Service Research Paper CS-16. Central State Forest Experiment Station. Columbus, Ohio.
15. GRUIT, H. 1973. Methods of estimating the most profitable thinning programme. Mededeling communication N° 54. Forest in South Africa N° 14.
16. HAELEY, R. Y O. SMITH. 1972. Silvicultura Práctica. Editorial Omega Barcelona.
17. HERRERA, J.D. Y F. MAY. 1976. Caracterización y análisis para el ordenamiento de renovales de raulí en Jauja. Prov. Maipo. Tesis Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago.
18. INSTITUTO FORESTAL. 1967. Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Informe Técnico N° 27. Instituto Forestal. Santiago.
19. JELVES, A. 1975. Rendimientos y costos para diferentes métodos de raleo en Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Tesis Fac. Ingeniería Forestal, Un. Austral de Chile. Valdivia.
20. KILKKI, P. y V. VÄISÄHEI. 1970. Determination of the optimum cutting policy for the forest stand by means of dynamic programming. In: ACTA FORESTALIA TECHNICA. Vol. 102. Helsinki.

21. LEAK, H.B. 1961. Development of Second Growth Northern Hardwoods on Bartlett Experimental Forest - a 25 year record. U.S. Forest Service. Station Paper N° 155. Northeastern Forest Experiment Station. Upper Darby. PA.
22. LEOTSCH, F.; F. ZOEHRER Y K.E. HALLER. 1973. Forest Inventory. Vol. II. B.L.V. München.
23. LUDGREN, A.L. 1965. Thinning red pine for high investment returns. U.S. Forest Service. Research Paper LS-18.
24. MUXICA, L. 1969. Diseño de Experimentos. Escuela de Economía y Administración, Universidad Católica de Chile. Trabajos Docentes N° 3.
25. MYERS, CLIFFORD A. 1967. Growing Stock Levels in Even-aged Ponderosa Pine. U.S. Forest Service. Research Paper RM-33. Rocky Mountain Forest Experiment Station. Fort Collins, Colorado.
26. PUENTE, M. 1979. Control de raleos en renovales de raulí (INFORSA). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal, Informe de Convenio N° 4. Valdivia.
27. PUENTE, M., C. DONOSO., R. PEÑALOZA Y E. MORALES. 1979. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de raulí y roble. ETAPA I: Identificación y caracterización de renovales de raulí y roble. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal, Informe de Convenio N° 5. Valdivia.
28. PUENTE, M. Y R. PAREDES. 1979. Crecimiento diametral, volúmenes y desarrollo en altura de renovales de raulí. Serie Técnica. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal, Valdivia. (en preparación).
29. ROCUANT, L. 1974. Raleos en renovales de roble-raulí. 15 años de observaciones Actas del Primer Seminario sobre Renovales. Pucón, Chile. Imprenta Alianza. Santiago.
30. ROGERS, H.F. Y BRINKMAN. 1965. Understory Hardwoods retard growth. U.S. Forest Service. Research Paper CS-15. Central State Forest Experiment Station. Columbus, Ohio.

31. SEIDEL, K.W. 1975. Response of western Larch to changes in Stand density and Structure. U.S. Forest Service Research Note PM-258. Pacific North West Forest and Range Experiment Station. Portland, Oregon.
32. SCHLATTER, J., R. GREZ Y R. VALENZUELA. 1978. Guía para el re conocimiento de suelos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal. Publicación Técnica N° 3. Valdivia.
33. SOLER, H. 1979. Análisis evolutivo y comportamiento de renovales no intervenidos de raulí según edad. Tesis Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago.
34. SOLOMON, D.S. Y B.M. BLUM. 1967. Stump Sprouting of four Northern Hardwoods. U.S. Forest Service Research Paper NE-59. Northeastern Forest Experiment Station. Upper Darby. P.A.
35. VAN DIJK, C. 1975. Silvicultura del bosque nativo Chileno. Borrador Informe. FO:SF/CHI 26. Temuco (inédito).
36. MORTHINGTON, N.P. Y G.R. STAEBLER. 1961. Commercial Thinning of Douglas-Fir in the Pacific Northwest: U.S. Forest Service Technical Bulletin N°1230. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station.

A P E N D I C E

MANUAL DE INSTALACION DEL ENSAYO

En la instalación de las parcelas de experiencias se tendrá la siguiente secuencia.

En todas las áreas seleccionadas se completarán las etapas siguientes:

1. Caracterización preliminar del área de ensayo.
2. Evaluación de instalación para un ensayo completo o parcial.
3. Decisiones de alternativa en caso de resultar negativa la etapa anterior.
4. Selección final de parcelas de ensayo, e identificación de la experiencia que se aplicará en cada caso.
5. Instalación de los ensayos.
 - 5.1. Marcación y mensura de las parcelas definitivas.
 - 5.2. Aproximación al raleo.
 - 5.3. Intervención.
 - 5.4. Evaluación final del raleo y señalización del ensayo.
6. Registro de tiempo y costos de faenas.
7. Estimación de crecimiento actual.
8. Tabla de volumen.
9. Descripción de suelos.

1. Caracterización preliminar.

Es la evaluación inicial del área de renoval para determinar las características básicas de la superficie de ensayo y establecer la amplitud que se puede alcanzar, en el lugar, con el esquema general de la experiencia, en tipo de renoval y edad.

1.1. Realizar mapa base de la superficie sometida a evaluación. El área debe ser de 20 a 30 hectáreas.

1.2. Muestreo sistemático del área en parcelas de 1/100 de ha (10 x 10 m) para determinar los parámetros principales del bosque.

Este muestreo se hará con centro cada 55 metros en la línea y 45 metros entre líneas. Estos centros se marcarán y numerarán físicamente en terreno. El punto inicial deberá estar al menos 50 metros al interior del bosque desde el límite. En el inventario se obtendrán los datos correspondientes al formulario anexo (Anexo I).

1.3. A partir de los datos obtenidos se calculará para cada parcela; y para el total y el dosel superior:

- TIPO, según participación en área basal de la especie raulí, roble y el conjunto de las otras especies.

- RANGO DE EDAD, edad máxima y mínima medida en cada parcela, a partir de tarugos de incremento a la altura del DAP. Para esto se elegirán 3 árboles entre los de mayor diámetro, 3 entre los de diámetro menor y otros 3 sin preferencia de diámetro. Marcar los árboles muestreados para usar este antecedente posteriormente. Esta marca es provisoria.

- NUMERO DE ARBOLES por ha, área basal por ha y diámetro medio cuadrático.

- INDICE DE DENSIDAD de cada parcela.

1.4. Basados en el mapa se obtendrán cuatro láminas que puedan superponerse, en material transparente, para identificar según los centros del inventario, en particular y en general:

- Variación de densidad en el área.

- Variación del área basal por hectárea.

- Tipos de renoval presentes y su variación
- Rangos de edades presentes y su variación.

- 1.5. A partir de los antecedentes se evaluará el alcance del diseño general en el área (Anexo II). En este momento debe decidirse el ensayo que se instalará en el lugar, esto es si se hará un ensayo completo o parcial para el tipo.

Será completo si se pueden instalar todas las experiencias de raleo, en todos los rangos de edades definidos para un tipo.

Será parcial si se pueden instalar todas las experiencias en sólo uno o dos rangos de edades definidos, para un tipo.

- 1.6. Si estuviese suficientemente cubierto el ensayo en un tipo se procederá a la instalación. En caso contrario se deberá inspeccionar el área inmediatamente circundante, buscando alcanzar un nivel de ensayo aceptable.

Para ello se continuará la red sistemática definida con anterioridad.

Esta aceptabilidad implica completar todas las variantes de ensayo de área basal y el testigo, para los dos tipos y todos los rangos de edades (ensayo completo); o bien, para un solo tipo (ensayo parcial); o bien, para un tipo y un rango de edad (ensayo parcial); o bien, para dos tipos y sólo algunos rangos de edad (ensayo parcial).

De esta etapa y hasta aquella en que se procede a la instalación de los ensayos (5.) no deberá alterarse, durante las actividades previas de delimitación y mensura de parcelas, la vegetación existente en cada sitio, salvo si se trata de material arbustivo del sotobosque, y en ningún caso especies arbóreas de diámetro superior a 2 cm.

2. Evaluación de Instalación.

Una vez decidido en forma preliminar el nivel de ensayo que se estima en el lugar, y de acuerdo con la asignación de las parcelas a un tratamiento determinado, se procederá a la primera medición de cada parcela completa.

- 2.1. A partir del centro correspondiente delimitar las 4 parcelas de 20 x 25 m que resultan en la parcela de 1/5 de ha. Indicar físicamente en terreno, y en forma provisoria, los vértices de las parcelas.
- 2.2. Medir las subparcelas individualmente para determinar tipo, rango de edad, número de árboles, área basal, diámetro medio cuadrático e índice de densidad de árboles iguales o mayores de 2 cm. Separar la información entre dosel superior y otros doseles, y, para raulí, roble y otras especies. (Anexo III).
- 2.3. Determinar la homogeneidad de tipo y edad en la parcela de 1/5 ha a partir de las subparcelas.
- 2.4. Comprobar en el conjunto de todas las parcelas de 1/5 de ha la posibilidad de realizar un ensayo completo o parcial para cada tipo.
- 2.5. Resumir los antecedentes de tipo, edad, parámetros principales e índice de densidad para la parcela de 1/5 de hectárea. Separar la información de la misma forma que en 2.2. Calcular la variabilidad de cada rubro indicado anteriormente para cada parcela de 1/5 de ha.
- 2.6. Confeccionar gráficos para cada parcela de ensayo con la distribución del número de árboles por clases diamétricas (en clases de 5 cm) y, según especies principales y el dosel que ocupan.
- 2.7. Con los antecedentes decidir definitivamente el tipo de tratamiento que se aplicará (y, si es necesario reasignar el tratamiento individual en el área de estudio) en las parcelas en que después de la evaluación de instalación haya un tipo y un rango de edad similar. Para esta decisión es necesario apoyarse en el análisis de los datos en subparcelas de 1/20.
3. Decisión de alternativa.

Si se encuentran problemas para la instalación y según sea la variabilidad que se encuentre en el área elegida puede ser posible:

- 3.1. Evaluar áreas colindantes para completar el ensayo parcial, o, total.
- 3.2. Reasignar el tipo de tratamiento indicado para un lugar.

- 3.3. Inspeccionar otra área de renoval cercana para proceder a completar el ensayo. Es preferible que el testigo y todas las parcelas tratadas para un tipo y rango de edad queden en la misma área de renoval.
4. Selección final de parcelas de ensayo y asignación de la experiencia que se aplicará en cada caso.

Una vez decidido, de acuerdo con el análisis de los antecedentes recogidos, el ensayo que se instalará, (p. ej.: tipo roble, para rangos de edades de 20 o menos años, y, entre 20 y 40 años), se confirmará la asignación estadística previa de parcela a ensayo, o bien se procederá a una reasignación definitiva. Llevar esta información al mapa base asociando el N° de la estaca del centro con el tratamiento asignado (Punto 1.1.).

- 4.1. Analizar caso por caso para determinar que el raleo asignado será posible, esto es que no haya menos área basal que la que se determinó dejar, y que al ralear, el tipo original permanezca. Tomar en cuenta sólo los árboles mayores de 5 cm de DAP.
- 4.2. Determinar que el nivel de raleo asignado en cada caso, signifique una alteración del dosel superior de la parcela, en una proporción del área basal original del dosel no menor del 5%.
- 4.3. En las clases diamétricas (de 5 cm y superiores), calcular el número de árboles y área basal por hectárea que debería extraerse, en un supuesto raleo selectivo por clase, para alcanzar el nivel de área basal asignado en cada caso.
- 4.4. Extraer desde aquí índices de número de árboles que deben extraerse en promedio para parcelas de 1/100 (10 x 10), en cada clase diamétrica, para usarlos como elemento de ayuda en el marcaje posterior.
- 4.5. Señalar, en el árbol de mayor diámetro más cercano al centro, y en un radio de 5 m, el tratamiento que corresponde a la parcela de 1/5 de ha. Esta señalización deberá ser definitiva.
- 4.6. La identificación definitiva de la parcela, se hará en la forma siguiente:

- a. LUGAR. Una descripción de la propiedad y la Provincia en que se encuentra.
- b. TIPO DE BOSQUE. Con dos letras mayúsculas:
- RI: tipo raulí.
 - RO: tipo roble.
- c. RANGO DE EDAD. Con una letra mayúscula:
- J: 20 años y menor.
 - H: entre 20 y 40 años.
 - V: entre 40 y 60 años.
- d. NIVEL DE AREA BASAL DESPUES DEL RALEO. Con dos números que indican el área basal que aproximadamente se dejó.
- 20, 30, 40, 50.
 - o bien, 00, si se trata del testigo no intervenido.
- e. NUMERACION DEL ENSAYO. Número correlativo de 0 en adelante:
- 0, testigo.
 - 1, 2 y 3 repeticiones del ensayo.

De esta forma un ensayo particular queda identificado como:

3 RIV 000	Testigo del ensayo en el tipo raulí entre 40 y 60, en Fundo San Gregorio (Cautín).
-----------	--

1 ROM 401	Primera repetición del ensayo en el tipo roble, de 20 a 40 años, en que se dejó 40 m ² /ha de área basal, en Jauja (Malleco).
-----------	--

5. Instalación de los ensayos.

En esta etapa se trata de marcar, medir, e intervenir las parcelas de acuerdo con el tratamiento asignado en cada caso, y señalado en terreno.

- 5.1. Limpia y medición de las parcelas en su situación original.
- 5.1.1. Limpiar el área de 1/5 de ha, eliminando el sotobosque y todos los árboles menores de 5 cm de DAP.
- 5.1.2. Revisar la delimitación previa, para tener correctas las delimitaciones de las 4 subparcelas interiores de cada parcela de 1/5 ha.
- 5.1.3. Con jalones que indiquen precisamente un altura de 1.30 m, pintar en este nivel todos los árboles, y en una dirección preferente. Se trata de señalar con una marca pequeña de color la altura del pecho, y no de circundar el árbol, para que sirva de indicación a las mensuras de diámetros.
- 5.1.4. Proceder a la mensura final de la situación original, para árboles de 5 cm y más y de todas las especies.
- Esta se hará según el formulario anexo (Anexo III) y según las indicaciones siguientes, que provienen del "Diseño y Manual de Instrucciones para el Inventario Forestal Nacional Continuo de Plantaciones Forestales" (Cox, 1979).
- a. Diámetro de 1.30 m.
- Se medirá con huincha, aproximando el medio centímetro.
 - El punto de medición a 1.30 se determinará según los criterios establecidos en el Manual citado (pág. 27).
- b. Altura total y de fuste, utilizando un hipsómetro Haga o Blume Leiss.
- c. Espesor de corteza, en mm, y utilizando un calibre de corteza en la altura de 1.30 m y en un solo lugar del círculo del árbol.
- d. Edad, taladrando en un solo lugar en la altura 1.30 m, utilizando un taladro Pressler. Reponer el tarugo.
- 5.1.5. Calcular los parámetros principales de cada subparcela de 1/20 (número de árboles y área basal) y comprobar con la mensura previa, en el total, por especies y para el dosel superior.

Los valores obtenidos en la medición previa deben estar incluidos en el rango definido por los valores de la mensura final, más menos, un 5%. En caso contrario deberá remedirse la parcela correspondiente para determinar, los datos definitivos que se asignarán a la parcela en su condición previa al raleo y para árboles mayores de 5 cm de DAP.

5.2. Aproximación al raleo.

- 5.2.1. Utilizando como referencia los índices evaluados en el punto 4.4, proceder al marcaje preliminar del raleo siguiendo un criterio de raleo selectivo. Este marcaje se hará recorriendo franjas de 10 m de ancho en las parcelas, y, señalando los árboles que se ralearán. Como una segunda señal a una altura aproximada a 60 ó 70 cm en el fuste. Medir y obtener el área basal acumulada para el raleo y la distribución de los árboles que se ralearán.
- 5.2.2. Además del diámetro del árbol, se tendrá en cuenta, para la marcación de raleo, que las copas de los árboles del dosel superior queden distanciadas, y los árboles tiendan a una distribución uniforme.
- 5.2.3. Realizar una cuantificación del área basal que quedó sin marcaje (Anexo III) y comprobar el nivel de área basal que permanece en la parcela en relación con el asignado como tratamiento. Esto debe hacerse por cada subparcela de 1/20 de ha y para el total de la parcela.

Realizar los ajustes que se requieran para que el área basal que permanece se aproxime al valor asignado en un rango no mayor al 5% positivo o negativo.

Los criterios y rangos de aceptación establecidos son una indicación general que puede verse dificultada por la variabilidad que se encuentre en el bosque de los lugares específicos. Si es necesario hacer un cambio de criterio, dejarlo por escrito en las observaciones. Al obtener una convicción aceptable que el nivel de área basal que quedará se ajusta al valor asignado al experimento y que el raleo resultante corresponde a un raleo selectivo que se tienda a intervenir las clases diamétricas proporcionalmente y no por lo bajo o por lo alto, se procede a la Intervención.

5.3. Intervención.

- 5.3.1. Volteo y trozado de los árboles señalados para raleo. En el volteo se debe evitar dañar fuertemente los árboles circundantes, especialmente cuando se produce enganche del árbol que se voltea.
 - 5.3.2. Extracción del material mayor y apilado fuera de las parcelas.
 - 5.3.3. Mensura de las ramas obtenidas de cada parcela, determinando su volumen con y sin corteza, y el diámetro medio y rango de diámetro de las ramas. Establecer porcentualmente la distribución de diámetros en las ramas de cada caso.
- ### 5.4. Señalización del ensayo.
- 5.4.1. Todos los árboles que permanecen serán pintados con un color destacable en la circunferencia correspondiente al punto de medición del DAP (1.30), y numerados correlativamente en el fuste y en una dirección preferente, en cada parcela.
 - 5.4.2. Revisar la señalización correcta de todos los ensayos en terreno y en el mapa definitivo del ensayo, esto es centros de parcela, señalización del ensayo, y numeración de los árboles.
- ## 6. Registro de tiempos y costos de faenas.

6.1. Cómputos y registros.

En esta etapa se trata de computar los tiempos y calcular los costos de las siguientes faenas:

- a. Limpia del sotobosque.
- b. Marcación de raleo en las parcelas.
- c. Remarcaje.
- d. Volteo y trozado.
- e. Madereo y arrumado.

En el cómputo del tiempo éste se aproximará al minuto, utilizando para ello un reloj con barrido de segundos. Con el objeto de obtener los tiempos más aproximados se deberá realizar cada faena separadamente, sin que nunca se hagan 2 o más simultáneamente. Para ello en cada parcela se deberá proceder

en forma sistemática de acuerdo a las proposiciones que se entregan más adelante.

Para los efectos de esta etapa se dispone de dos formularios (Anexo IV). El formulario REN-04 DE TERRENO, será para registrar fundamentalmente los tiempos para cada faena.

En este formulario se anotará los tiempos para cada faena separadamente, la cual se señalará en la columna de la izquierda, mediante una raya en el cuadrado apropiado. Se anotará también los obreros que se han desempeñado, indicando los tiempos parciales empleados por cada uno de ellos, expresados en minutos.

En el cuadrángulo reservado para observaciones, se anotará cualquier concepto que el anotador estime de interés. Deberá asimismo anotarse en este espacio el volumen extraído, cuando se realice tal medición.

Cabe reiterar que se usará un formulario para cada faena separadamente en cada parcela, de modo tal que al final del proceso habrá tantos formularios como faenas y parcelas intervenidas.

Finalizando el proceso el anotador deberá sumar los tiempos parciales de cada operario y dicha suma traspasarla al formulario resumen REN-05, haciendo la apropiada transformación de minutos a horas con aproximación a las décimas de hora.

Una vez traspasada la información de tiempo en el formulario se anotará la remuneración efectiva pagada a cada tipo de operario incluidas las leyes sociales, expresándolas en \$/hr. según el trato que se haya convenido. Una vez vaciados ambos datos se multiplicará separadamente para cada tipo de operario "el tiempo" por "el salario horario" y se anotará en la línea "sub-total" que corresponda a cada faena.

Una vez que se tenga dicho producto, se sumarán las líneas correspondientes a tiempos (expresados en horas con aproximación a las décimas) y la línea correspondiente a los sub-totales de "a" y "b".

Finalmente en la línea TOTAL al pié del formulario se anotará la suma de los tiempos y los sub-totales correspon-

dientes a gastos (salarios), como asimismo la información de "volumen extraído" anotado en el formulario REN-04 correspondiente a la medición del volumen extraído.

Una consideración especial, merece la apreciación de los tiempos improductivos. A este respecto, se estima que debe dejarse a opción del anotador, el que en todo caso deberá dejar claramente establecido su criterio de cálculo, la forma de estimarlos, ya sea como porcentaje del tiempo en cada faena o con indicación del tiempo estimado. Cualquiera sea la decisión final, deberá consignarse la ausencia o el cómputo de tiempos improductivos por faena en el espacio reservado para esos efectos en el formulario REN-04.

Al traspasar la información al formulario REN-05, se deberá sumar los tiempos improductivos parciales y anotarlos en la línea correspondiente.

6.2. Descripción de faenas.

- a. Limpia del sotobosque. Esta faena se encuentra definida en el punto 5.1.1. del Manual. En inicio de la faena, para el cómputo de tiempo, se registra al momento que el primer hombre en la cuadrilla inicia el volteo y limpia de todo el material de un diámetro inferior a 5 cm. Se constata el final del proceso cuando el último hombre declara haber terminado. En este caso como en los restantes el anotador deberá estimar los tiempos improductivos y anotarlos en el formulario REN-04.
- b. Marcación de raleo en la parcela. Para este marcaje se procederá de acuerdo a lo que se señala en el punto 5.1.3. del Manual. La faena se inicia cuando se marca el primer árbol y termina cuando se marca el último.
- c. Remarcaje. En esta faena se procederá de acuerdo a lo indicado en el Punto 5.2.1. del Manual. Se inicia la faena cuando se remarca el primer árbol y termina cuando se marca el último.

Tanto en esta faena como en la anterior, el tiempo invertido en trasladarse de un árbol al otro, NO

DEBE considerarse como tiempo improductivo. Sólo se consideran tiempos improductivos aquellos en que se incurra como consecuencia de la interrupción de la faena normal.

- d. Volteo y trozado. Esta faena se realizará de acuerdo a lo prescrito en el punto 5.3.1. del Manual. Se inicia la faena cuando el primer operario elige la dirección de caída del primer árbol. La faena termina, cuando el último operario mide y troza el último árbol.
- e. Madereo y arrumado. En esta faena se procederá de acuerdo a lo indicado en el punto 5.3.2. del Manual. En general por el tamaño de las trozas esta faena se realizará manualmente. El punto de partida de la faena se constata cuando los operarios comprometidos en ella inician la marcha hacia la zona de carguío y termina de apilar el último trozo. Deberá incluirse en esta faena el tiempo comprometido en la preparación de la cancha y la colocación de estacas.

7. Estimación de crecimiento actual.

Utilizando los datos obtenidos en los tarugos para determinar la edad, obtener relaciones promedio para crecimiento medio, sin corteza de diámetro, y crecimiento periódico anual de los últimos cinco años.

Con los datos de espesor de corteza obtener relaciones promedio para espesor de corteza sobre DAP o edad.

En caso de requerir más datos tanto de crecimiento como de espesor de corteza de los que se obtienen de los árboles de las parcelas, utilizar los árboles de las áreas intermedias entre parcelas para incrementar la muestra.

8. Tabla de volumen.

Realizando análisis de tallo en árboles del dosel superior, confeccionar curvas de ahusamiento cada 5 años y la curva de ahusamiento total con corteza para un dosel promedio por clase diamétrica.

En cada localidad se deben obtener al menos 5 árboles

por clase de diámetro para obtener el árbol promedio.

Estimar en el árbol promedio el volumen cúbico y aserrable según la R.N.I 1/4", para un índice de utilización de 10 cm, y trozas de 3 m.

Confeccionar las tablas de volumen cúbico y aserrable para la localidad usando los modelos que mejor se adapten a la distribución de los volúmenes de los árboles promedio ponderados por su frecuencia.

En caso de existir diferencias significativas ($\pm 20\%$) entre los volúmenes cúbicos promedio de árboles de roble y raulí de la misma clase diamétrica deberán hacerse tablas de volumen para cada especie.

Los árboles volteados para el análisis de tallo deben elegirse en lugares distintos de las parcelas y, en último caso en las superficies inalterables que quedan entre parcelas. En este último caso distribuir la muestra en toda el área y evitar la concentración en un sólo lugar.

9. Descripción de suelos.

Elegir en cada localidad y al azar, dos parcelas por tipo de renewal y proceder a describir el suelo y muestrear los horizontes para hacer un análisis de componentes, pH y otros aspectos de los suelos en laboratorio.

Usar como referencia la Guía de Reconocimiento de Suelos (Schlatter et al, 1978).

10. Sugerencias.

10.1. Ubicar en el mapa del predio la localización exacta del ensayo, y de los ensayos en un mapa general de zona en que se encuentran los ensayos.

10.2. Instalar en el área de ensayo un letrero destacado que resuma la experiencia, sus objetivos y los organismos responsables, y advertencias para evitar daños y prevenir incendios.

ANEXO I. PARCELA DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACION PRELIMINAR

Parcela de (10 x 10) m.

Arbol Nº	Especie	DAP (cm)	Altura (*) (m)	Dosel	Origen	Edad ^(*) _(*) años	Crec. ^(*) Ult. ^(*) 10 ^(*) años (cm)
1							
2							
3							
4							
.							
.							
.							

(*) Este dato se tomará sólo en los 4 árboles más cercanos al centro.

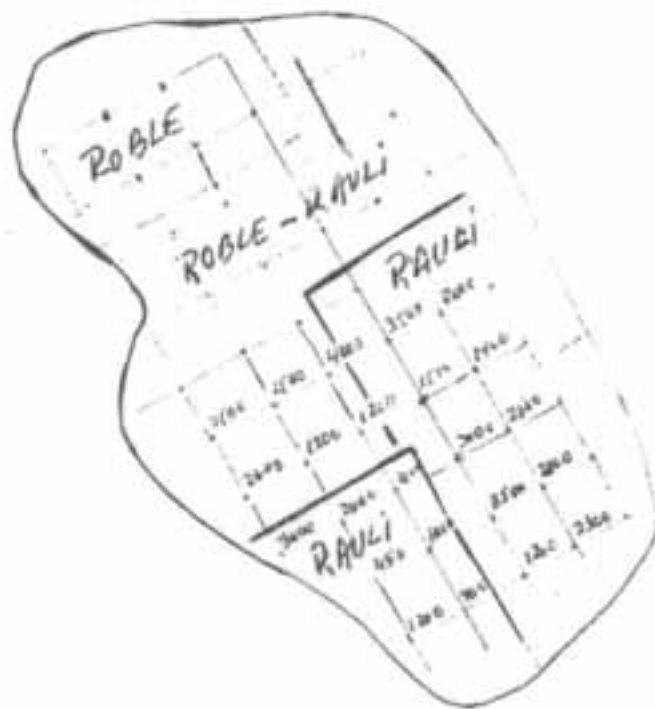
^(*)
(*) Se eligen 9 árboles al azar, 3 entre los de mayor diámetro, 3 entre los de menor diámetro y otros 3 cualquiera.

(*) ^(*) ^(*)
_(*) _(*) _(*) Estos antecedentes servirán para ser incluidos en la evaluación completa de la parcela.

ANEXO II. RESUMEN DE ANTECEDENTES DEL AREA PARA DECIDIR EL ENSAYO A INSTALAR.

1. Mapa base indicando tipo en cada punto.
2. Mapa de densidad en número de árboles
3. Mapa de áreas basales totales y del doseo superior.
4. Mapa de edades.

Ej.: Mapa de densidad en número de árboles por ha. cruzado con el mapa de tipos.





ANEXO III. INSTRUCCIONES PARA MUESTREO Y TOMA DE ANTECEDENTES.

1. Se obtendrán antecedentes en parcelas continuas o aisladas según aparezca más cómodo en el trabajo de terreno.
2. Las áreas de parcela deben ser inalteradas, según el criterio establecido por Puente et al. 1979 (27)
3. El lugar de muestreo queda definido por la provincia, el nombre del predio y el lugar que se trate, y la clave de la parcela. La subparcela se indicará como A, B, C, o D; según los punteros del reloj, ubicando un A similar en todas las parcelas.
4. El tamaño de la subparcela será de 1/20 ha (20 x 25 m) y 4 contiguas constituirán la parcela de ensayo de 1/5 de ha (50 x 40 m).
5. En la parcela anotar todos los antecedentes generales pedidos, excepto índices de suelo y clima, que serán evaluados posteriormente.
6. Los datos que se tomarán en la parcela serán:
 - 6.1. Especie de todos los árboles.
 - 6.2. DAP de todos los árboles mayores o iguales a 2 cm, para la evaluación de la situación original, y mayores o iguales a 5 cm con posterioridad.
 - 6.3. Dosel en que se ubica cada uno de los árboles medidos superior (S: dominante o codominante), intermedio (I), o inferior (i), esto es iguales o menores que 1/3 de la altura del dosel dominante promedio.
 - 6.4. Origen de cada uno de los árboles medidos.

Si se trata claramente de renuevo por tocón se anotará (t). Si se identifica claramente su origen por semillas, se anotará (S).

Cuando es dudoso, el origen, en árboles individuales la forma de la base, y la estructura, a que da origen en su entorno determinarán la asignación a uno u otro origen a criterio del evaluador.

- 6.5. Calidad según criterio de fuste en:
 1. BUENO (Recto, ramas delgadas y escasas)
 2. REGULAR (algo torcido, ramas gruesas y escasas)
 3. MALO (mala forma, ramas abundantes).
- 6.6. Daño evidente en el árbol, identificándose según su nombre.
- 6.7. Altura a 12 árboles en la parcela, tanto total como de fuste, en que siempre se tenga al menos 6 valores de altura para el dosel superior y 3 del intermedio en la parcela. Se pueden incluir los medidos anteriormente.
- 6.8. Edad a 5 árboles en la parcela tomada entre los árboles de mayor y menor diámetro del dosel superior o intermedio.
- 6.9. En cada parcela elegir 5 árboles del dosel superior e intermedio, medir espesor de corteza y anotar el diámetro sin corteza.
7. Las observaciones deben ser claras, breves y en lenguaje común y preciso.

CLAVES PARA PROGRAMAS DE CALCULO.

- Exposición: 1 - 8

- Especie

Raulí	(Ra)	1
Roble	(Ro)	2
Avellano	(Av)	3
Lingue	(Li)	4
Coigue	(Co)	5
Olivillo	(Ol)	6
Avellanillo	(Al)	7
Laurel	(La)	8
Huqui	(Hu)	9
Hirtaceas	(Hi)	10
Trevo	(Tr)	11
Arrayán	(Ar)	12
Tepa	(Te)	13

- Origen

Semilla	1 : s
Tocón	2 : t

- Dosel

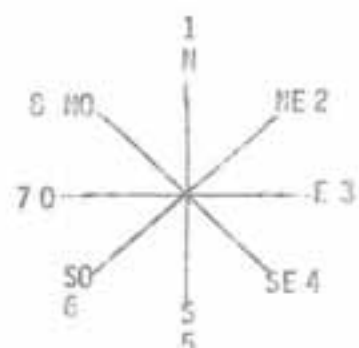
Superior	1 : S
Intermedio	2 : I
Inferior	3 : i

Profundidad del suelo

Mayor de 1 metro	: 101
1 metro	: 01
Menor de 1 metro	: su correspondiente profundidad.

-Calidad

Bueno	: 1
Regular	: 2
Malo	: 3



FORMULARIO REN-01

PARCELA N°

ANTECEDENTES PARCELAS

FECHA :..... SUP.PARC.: GRUPO TRABAJO:.....
LUGAR :..... ALTITUD:m.s.n.m. EXPOS: PART.:
GENERAL:.....
PENDIENTE:

ANTECEDENTES DE CLIMA : (General para el área).....
.....
.....
.....

ANTECEDENTES DE SUELO: Serie :
Descripción particular cuando corresponda.....
Base Guía de Reconocimiento de Suelos (Schla-
tter et al, 1973).....
.....
.....
.....

OBSERVACIONES :
.....
.....
.....
.....
.....

FORMULARIO REN-02

PARCELA N°.....

FECHA :

SUP.PARC.

GRUPO TRABAJO :

1)

DATOS PARCELA

Arbol	N°	Especie	DAP c/c s/c (cm)	Dosel	Origen	Calidad	Tipo Daño	Altura total fuste (m)	Edad	Crec. Ult.10 años (cm) (**)
-------	----	---------	---------------------------	-------	--------	---------	--------------	---------------------------------	------	--------------------------------------

01										
02										
03										
04										
05										
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

(**) en los mismos árboles en que se estimó la edad.

ANEXO IV. REGISTRO DE TIEMPOS Y COSTOS DE FAENAS

FORMULARIO REN-04 REGISTRO DE TIEMPOS PARA RALEOS EN RENOVALES

FECHA :

LUGAR :

PARCELA :

ANOTADOR :

FAENA	OPERARIOS NO CALIFICADOS (a)		TIEMPO minutos
	APELLIDOS	NOMBRE	

		1	
LIMPIA	<input type="checkbox"/>	2	
		3	
MARCAJE	<input type="checkbox"/>	4	
		5	
REMARCAJE	<input type="checkbox"/>	6	
		7	
			TOTAL

VOLTEO Y TROZADOS	OPERARIOS CALIFICADOS (b)		TIEMPO minutos
	APELLIDOS	NOMBRE	

		1	
		2	
HADEREO Y ARRUFIADO	<input type="checkbox"/>	3	
		4	
		5	
		6	
		7	
			TOTAL

TIEMPO INPRODUCTIVO	
OBSERVACIONES	VOLUMEN EXTRAIDO

FORMULARIO REN-05 REGISTRO DE TIEMPOS Y COSTOS PARA RALEO DE REMO
VALES.

LUGAR :

PARCELA :

	1era. INTERVENCION			2a. INTERVENCION			3a. N
FAENA	FECHA			FECHA			FECHA
LIMPIA	REGISTRO	OPERARIO TIPO		TOTALES	OPERARIO TIPO		OPERA. a
		a	b		a	b	
	Tiempo hrs.						
	Salario (\$/h)						
	Subtot.						
MARCAJE DEL RALEO	Tiempo hrs.						
	Salario (\$/h)						
	Subtot.						
REMARCAJE	Tiempo hrs.						
	Salario (\$/h)						
	Subtot.						
VOLTEO Y TROZADO	Tiempo hrs.						
	Salario (\$/h)						
	Subtot.						
MADERO Y ARRIMADO	Tiempo hrs.						
	Salario (\$/h)						
	Subtot.						
T O T A L				TIEMPO (hrs.)			
				SALARIOS (\$)			
VOLUMEN EXTRAIDO M3						M3	
TOTAL TIEMPOS IMPRODUCTIVOS							

Continuación FORMULARIO REN-05

OBSERVACIONES

1a. INTERVENCION	2a. INTERVENCION	3a. INTERVENCION
Cambio a 1a fecha \$/US\$	Cambio a 1a fecha \$/US\$	Cambio a 1a fecha \$/US\$
Cuadrilla faena: Apellido Nombre Org. 1 2 3 4 5 Cuadrilla control Apellido Nombre Org. 1 2 3		
OTRAS OBSERVACIONES		