

APLICACIÓN DE RALEOS EN RODALES DE LENGA (*Nothofagus pumilio*) EN MAGALLANES

**Christian Mosqueda¹
Juan Caldentey¹**

RESUMEN

En un bosque primario de Lenga se estudió las existencias volumétricas y los productos obtenidos bajo la aplicación de raleos comerciales. Se intervinieron tres rodales ubicados en el predio «Monte Alto», en la Provincia de Última Esperanza, XII Región.

El primer rodal se encontraba en fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio, el segundo en desmoronamiento con crecimiento óptimo avanzado y el tercero en desmoronamiento con crecimiento óptimo final. Silviculturalmente, la intervención correspondió a un raleo por lo bajo, en el cual se removieron las clases diamétricas inferiores, y a un raleo selectivo, en el cual se ralearon árboles competidores de árboles selectos destinados a una futura producción aserrable. Este último se aplicó en el rodal en crecimiento óptimo final. Las superficies intervenidas fueron 1,2 Y 0,5 ha, respectivamente.

Para estimar las existencias del bosque antes y después del raleo, se ajustaron ecuaciones volumétricas. Se utilizaron 80 árboles, seleccionados en todas las clases sociales y repartidos en el rango de dispersión diamétrica. De ellos, 70 se ocuparon en el ajuste de las funciones y el resto en la validación de las mismas. Las ecuaciones permitieron estimar los volúmenes bruto y neto, con y sin corteza. Los volúmenes de los productos obtenidos (aserrable y astillable) se midieron directamente en las trozas individuales llevadas a una cancha de acopio.

Las existencias originales para el rodal con crecimiento óptimo medio fueron de 667 m³/ha, de éstas el 38,9 % correspondieron a árboles en fase de desmoronamiento y el 61,1 % restante a árboles en fase de crecimiento óptimo. Para el rodal en crecimiento óptimo avanzado las existencias fueron de 634 m³/ha, de los cuales el 26,9% provinieron de los árboles en desmoronamiento y el 73,1 % de los individuos en crecimiento óptimo. Las existencia para el rodal en crecimiento óptimo final fueron de 553% m³/ha, el 14,1% se concentró en árboles en desmoronamiento y el 85,9% en individuos en crecimiento óptimo.

¹ Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago.

En el rodal en crecimiento óptimo medio, la aplicación del raleo comercial, disminuyó el área basal en 7,8 %, en el rodal con crecimiento óptimo avanzado la disminución alcanzó a 21,1 % y en el rodal en crecimiento óptimo final a 16,0 %. Con ésto, los volúmenes decrecieron a 629 m³/ha, 509 m³/ha y 455 m³/ha, respectivamente.

En el rodal de crecimiento óptimo medio, el volumen de la corta fue de 32 m³/ha, correspondiendo en su totalidad a la categoría astillable, desglosado en 78,6% de madera, 12,0% de corteza y 9,4% de pudriciones. Para el rodal en crecimiento óptimo avanzado, el volumen extraído fue de 112 m³/ha, repartido en 64,3 % de volumen astillable (80,8 % madera, 12,3 % corteza y 6,9% pudriciones) y 35,7% de volumen aserrable (87,4% madera, 11,1% corteza y 1,5%,pudriciones). Para el rodal en crecimiento óptimo final, el volumen de la corta fue de 65 m³/ha, de éstos el 32,2 % correspondió a volumen astillable (79,5 % madera, 12,5 % corteza y 7,9% pudriciones) y el 67,8% restante a volumen aserrable (83,4% madera, 13,7% corteza y 2,6% pudriciones).

Palabras Claves: Bosques naturales, Raleos, Rendimientos, *Nothofagus pumilio*.

Key Words: Natural forests, Thinnings, Yields, *Nothofagus pumilio*

INTRODUCCIÓN

En Chile, el fuerte de la utilización económica del bosque nativo se ha centrado en especies del género *Nothofagus*, dentro del cual la Lenga (*Nothofagus pumilio*) es una de las especies que ofrece las mejores posibilidades de uso debido a que generalmente forma bosques puros, relativamente accesibles y simples de manejar.

El objetivo de este estudio fue estimar las cantidades y las características de la madera extraída por la aplicación de raleos comerciales, a escala operativa, en tres rodales naturales de Lenga, en la Provincia de Última Esperanza, XII Región de Magallanes y Antártida Chilena.

MATERIAL Y MÉTODO

Descripción del área

La investigación se efectuó en bosques naturales de Lenga (*Nothofagus pumilio*), ubicados en la Localidad de Monte Alto, Provincia de Última Esperanza, XII Región, Chile.

La zona presenta un clima frío, con un período libre de heladas inferior a un mes. Las precipitaciones se distribuyen en forma homogénea a lo largo de todo el año, alcanzando un monto medio anual del orden de 600 mm (INIA, 1989). Toda la Provincia de Última Esperanza, se encuentra sometida a la acción de fuertes vientos, especialmente en primavera y verano, que inciden

notablemente sobre el crecimiento y la estabilidad de los bosques (DIAZ y ROBERTS, 1960).

Los relieves que presenta la zona estudiada son suaves a ondulados, con pendientes inferiores al 20%. Los suelos en Monte Alto, pertenecen al Gran Grupo de Suelos Pardo - Podzólicos, Serie La Piedra, derivados de sedimentos glaciales, mezclados con cenizas volcánicas presentes en todos los horizontes y sin evidencias de erosión (DIAZ y ROBERTS, 1960).

La vegetación existente corresponde a la formación vegetal denominada «Bosque Magallánico Caducifolio», conformando una agrupación heterogénea en estructura y fisonomía (GAJARDO, 1994). La formación, en el estrato superior, esta compuesta exclusivamente por Lenga. El sotobosque es relativamente ralo y se encuentra conformado principalmente por los arbustos *Maytenus disticha*, *Pernettya mucronata* *Ribes magellanicum* y *Empetrum rubrum*.

Descripción y Selección de rodales

El bosque estudiado abarca una superficie de 150 ha, con condiciones de sitio homogéneas. Se intervinieron 3,5 ha, aplicándose dos tipos de raleo comerciales, en tres rodales de edades diferentes:

-RODAL I, árboles en fase de desmoronamiento y crecimiento óptimo medio (1,0 ha).

-RODAL II, árboles en fase de desmoronamiento y crecimiento óptimo avanzado (2,0 ha).

-RODAL III, árboles en fase de

desmoronamiento y crecimiento óptimo final (0,5 ha).

Los dos primeros rodales fueron sometidos a un raleo por lo bajo, extrayéndose árboles en fase de crecimiento óptimo, de las clases diamétricas inferiores, principalmente suprimidos e intermedios. En el tercer rodal se efectuó un raleo selectivo consistente en elegir los árboles con mejor calidad externa y extraer sus competidores más cercanos, principalmente individuos codominantes. En todos los rodales se mantuvieron los árboles sobremaduros con el objeto de asegurar la estabilidad del bosque, considerándose su corta en una intervención posterior.

En cada rodal se realizó un inventario silvícola mediante muestreo sistemático, con seis parcelas por ha, de 20 por 30 m cada una. En ellas se identificaron todos los árboles existentes, determinándose en cada individuo su: DAP, fase de desarrollo, clase social, tendencia social, defectos externos y sanidad.

Selección y muestreo de árboles

Para estimar las existencias del bosque antes y después del raleo, se efectuó un muestreo destructivo de 80 árboles pertenecientes a todas las clases sociales, abarcando todo el rango de dispersión diamétrica.

Cada uno de los fustes fue seccionado en trozas de 2,44 m de longitud, incluyendo las ramas, hasta un diámetro límite de 10 cm. Además, en caso de sobrantes en fuste o ramas, se cortaron trozas de 1,22 m de longitud.

La cubicación del volumen por árbol se efectuó sumando los volúmenes de cada

troza. Estos se calcularon con la Fórmula de Smalian y asumiendo que correspondían a paraboloides truncados. Para efectos prácticos, el tocón se aproximó a un cilindro (HUSCH et al., 1993).

Estimación de volumen por hectárea

Con el propósito de estimar las existencias volumétricas de cada rodal, se ajustaron funciones de volumen, con el DAP como variable predictora. De los 80 árboles, 70 se utilizaron en el ajuste de los modelos y el resto en su validación.

Los modelos se aplicaron sobre las tablas de rodal de los tres rodales, obteniéndose como resultado, tablas de volumen local por hectárea.

Rendimientos volumétricos del raleo

Los volúmenes de los productos obtenidos del raleo se determinaron por medición directa del volumen cúbico de trozas individuales, contenidas en metros ruma (1,0*2,44*1,0 m), mediante la fórmula de Smalian (HUSCH et al., 1993). Para ello se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple de forma independiente para cada tipo de producto (astillable y aserrable), en los tres rodales.

El volumen de defecto para cada cara de la troza se obtuvo por medición directa, mediante red de puntos (densidad 1 cm²).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Estructura del Bosque

Los rodales estudiados corresponden a bosques primarios en los cuales coexisten, ocupando la misma superficie, árboles

pertenecientes a dos estratos generacionales. La primera generación la componen árboles sobremaduros que aún permanecen en el dosel superior en fase de desmoronamiento o destrucción. La segunda generación esta constituida por árboles en fase de crecimiento óptimo o fustal avanzado que a penetrado fuertemente en el estrato superior.

Los rodales se diferencian por los distintos estados de madurez de los árboles que los conforman. Entre los rodales I y III se presenta una disminución paulatina del número de árboles sobre maduros de la primera generación y un incremento en las dimensiones de los individuos en etapa de fustal. Es posible suponer que, con el transcurso del tiempo, el ascenso de individuos de clases diamétricas inferiores a clases superiores, determinará que todos los rodales en fase de desmoronamiento-crecimiento óptimo pasen a una fase de desmoronamiento -envejecimiento, en la cual el bosque alcanzaría sus máximos en área basal y volumen (SCHMIDT y CRUZ, 1990).

Caracterización dasométrica del bosque

En términos generales, los valores dasométricos para los rodales son relativamente altos, tanto en área basal como en volumen, en comparación a otros bosques de estructura similar en Magallanes.

El Cuadro 1, presenta las existencias volumétricas totales y la acumulación de biomasa en los tres tratamientos. Esta última, calculada a partir de la tablas de rodal y ecuaciones alométricas preexistentes para la zona en estudio (CALDENTEY y BOWN, 1990).

Cuadro 1. Valores dasométricos por generación, en los rodales estudiados

Rodal	FASES	Valores Dasométricos				Biomasa	
		Arb/ha	DAP (cm)	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Total (t/ha)	%
RODAL I	Crecimiento óptimo	1061	21,5	47,9	407,7	186,0	60,1
	Desmoronamiento	106	56,9	28,4	259,8	123,4	39,9
	Total	1167		76,3	667,6	309,4	
RODAL II	Crecimiento óptimo	971	24,9	52,6	463,0	208,6	72,5
	Desmoronamiento	85	52,7	18,5	170,7	79,2	27,5
	Total	1056		71,1	633,7	287,8	
RODAL III	Crecimiento óptimo	767	28,3	52,1	474,6	209,6	85,2
	Desmoronamiento	37	53,1	8,5	78,1	36,3	14,8
	Total	804		60,6	245,9	245,9	

De acuerdo con BOWN (1992), en los bosques de Lengua existe un alto dinamismo al interior de las fases de desarrollo, dado por el número de individuos presentes en cada una de las fases. Sin embargo, en un nivel más amplio, la biomasa se mantiene relativamente constante a lo largo de todo el ciclo de desarrollo de los árboles.

Cortas de Raleos

Raleo por lo bajo. -Rodaes I y II, Crecimiento óptimo medio y Crecimiento óptimo avanzado.

Mediante la eliminación de las clases inferiores de copas se liberaron los árboles dominantes y codominantes. La base teórica, de la intervención está en que las clases diamétricas inferiores consumen importantes cantidades de agua y nutrientes del suelo de tal modo que son nocivas para el crecimiento de las clases superiores (DANIEL et al., 1982).

Las consecuencias de las cortas efectuadas, expresadas en árboles por hectárea, se aprecian en las Figuras 1 y 2. Las intervenciones se concentraron en los árboles en crecimiento óptimo.

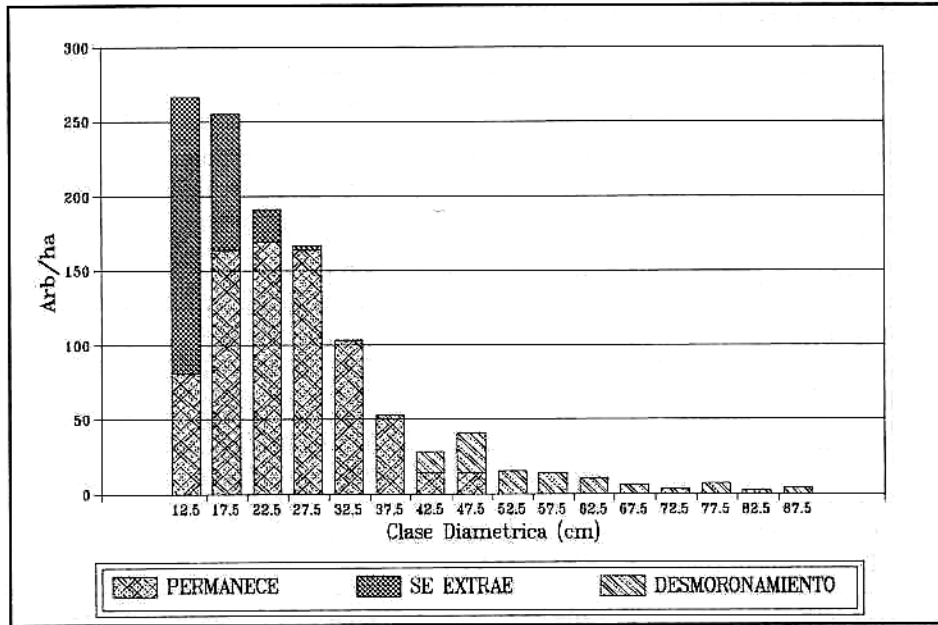


Figura 1. Intensidad de raleo (N°árbs/ha), Rodal I. Crecimiento óptimo medio

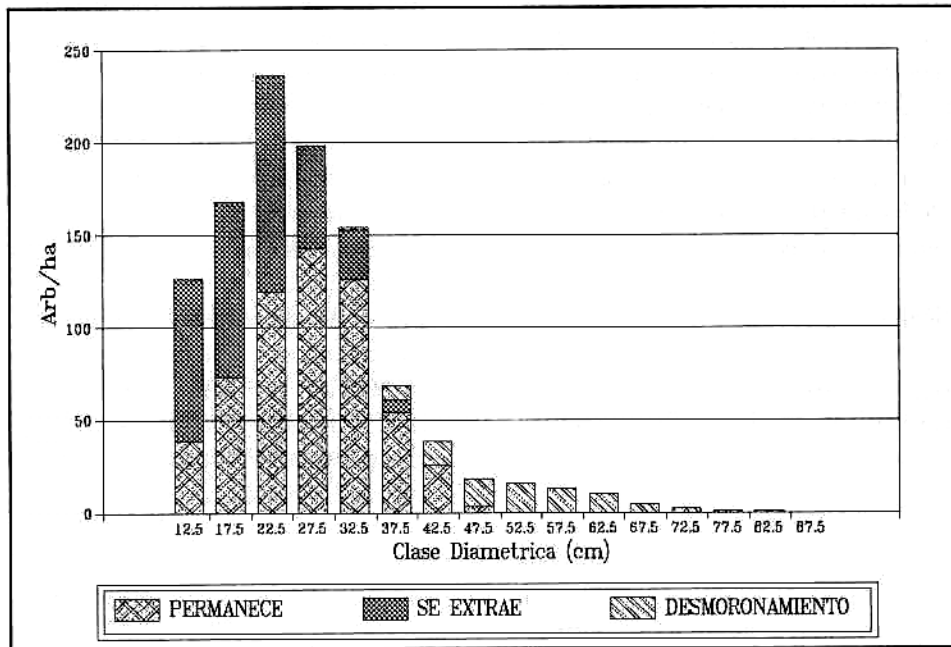


Figura 2. Intensidad de raleo (N°árbs/ha), Rodal II. Crecimiento óptimo avanzado.

Raleo Selectivo. Rodal III, Crecimiento óptimo final

Se consideró la utilidad futura de los árboles, principalmente aserrables, como criterio para concentrar la explotación en individuos seleccionados. La base teórica del raleo selectivo tiene relación con la máxima

utilización del potencial productivo del sitio por los árboles selectos. El criterio de la corta y su intensidad se muestran en la Figura 3. Las clases de copas que sufren la mayor intervención son las superiores, principalmente los árboles codominantes, debido a que estos son los que ejercen la competencia más fuertes sobre los árboles selectos.

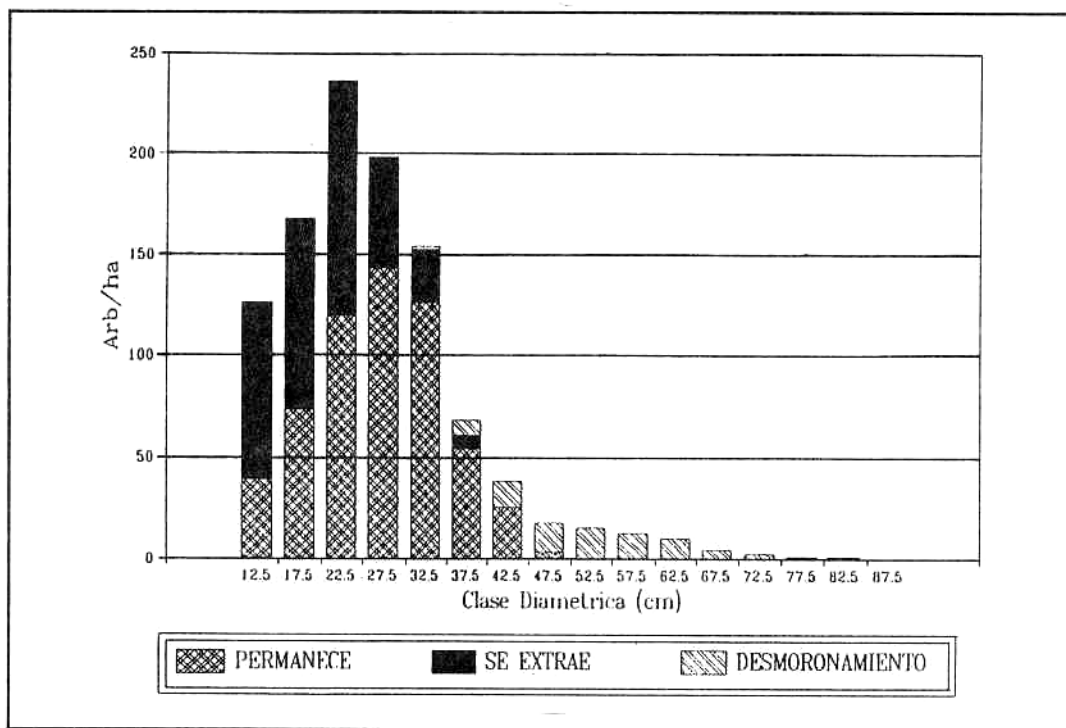


Figura 3. Intensidad de raleo (N° árb/ha), Rodal III. Crecimiento óptimo final.

Rendimientos volumétricos

Para el análisis de los rendimientos volumétricos, se debe considerar el estado de desarrollo de los bosques y el tipo de

intervención a que estos fueron sometidos, pues ambos aspectos, determinan la repartición cualitativa de los volúmenes extraídos. El grado de intervención en los rodales y los productos obtenidos en cada uno de los raleos se entregan en la Figura 4.

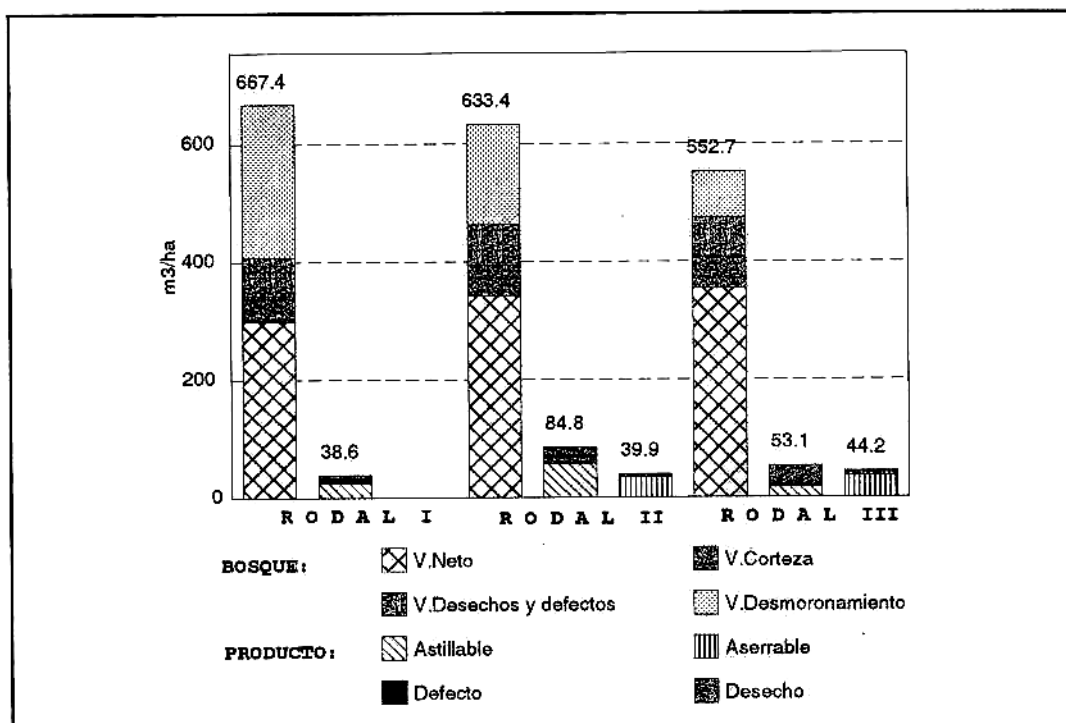


Figura 4. Rendimientos volumétricos de rodales de Lengua sometidos a intervenciones de raleo (sólo árboles de la II generación en fase de crecimiento óptimo)

El rodal con crecimiento óptimo inicial (I), originalmente tenía un volumen neto de 299 m³/ha, 45 m³/ha de corteza, 63,7 m³/ha de desechos (pudriciones y trozas sin utilización comercial) y 259,7 m³/ha concentrados en los árboles en desmoronamiento. En su raleo se extrajeron trozas con un volumen total de 38,6 m³/ha, de éstas 32,1 m³/ha correspondieron a trozas astillables y 6,5 m³/ha a trozas que quedaron en el bosque como desecho de explotación.

El rodal con crecimiento óptimo avanzado (II), presentaba un volumen neto, antes del raleo, igual a 342 m³/ha, un volumen de corteza de 52 m³/ha, un volumen de desechos

de 69 m³/ha y 170,4 m³/ha correspondiente a los árboles sobremaduros. Producto del raleo se obtuvieron trozas con un volumen total de 124,7 m³/ha, de las cuales, 71,9 m³/ha eran astillables, 39,8 m³/ha aserrables y 13 m³/ha correspondieron a desechos de explotación.

El Rodal 111 (crecimiento óptimo final) presentaba un volumen neto, antes del raleo, igual a 354 m³/ha, un volumen de corteza de 53 m³/ha, 67 m³/ha de desechos y un volumen de 78,1 m³/ha en los árboles en desmoronamiento. Producto del raleo se consiguieron trozas por un volumen total de 97,2 m³/ha, de las cuales, 21,9 m³/ha se

clasificaron como astillables, 44,3 m³/ha como aserrables y 31,9 m³/ha como desechos de explotación.

En los valores anteriores se manifiesta que los árboles en crecimiento óptimo tienen bajos porcentajes de pérdidas por pudriciones. Sobre el 73 % del volumen bruto total, concentrado en los árboles juveniles, corresponde a volumen neto, es decir, madera aprovechable comercialmente sin defectos.

El criterio básico de las intervenciones fue el de favorecer el desarrollo de árboles juveniles con un alto potencial maderero, al extraerse los árboles de menores dimensiones el volumen que adquirió mayor significancia fue el astillable. Sin embargo, debido a la relativa buena sanidad de los árboles en fase de crecimiento óptimo avanzado y final (Rodales II y III), el monto de volumen obtenido, clasificado como aserrable, resultó ser significativo.

Rendimientos según fase de desarrollo

La comparación de los volúmenes explotados y los diferentes tipos de productos obtenidos por la aplicación de raleos por lo bajo en los rodales I y II, permiten visualizar el papel de los distintos estados de madurez de los individuos, en especial de los árboles juveniles, en sus magnitudes.

El Rodal I, en fase de crecimiento óptimo medio, presenta los árboles en su estado más juvenil, no penetrando aún el dosel superior dominado por los árboles en desmoronamiento. A diferencia de ello, el

Rodal II, en fase de crecimiento óptimo avanzado, corresponde a un estado más adulto caracterizado por el establecimiento de los árboles juveniles en el estrato superior, en conjunto con los individuos en desmoronamiento aún presentes en el rodal, y por las mayores dimensiones diamétricas de éstos.

Estas diferencias, se traducen en los volúmenes de explotación que para el Rodal I alcanzan a 32,1 m³/ha (25,8 M.R./ha), correspondientes al 4,8 % sobre las existencias totales de 667,4 m³/ha y para el Rodal II en 111,7 m³/ha (17,6% sobre el total de 633,7 m³/ha). Las características de los volúmenes de explotación, expresadas por las posibilidades de uso y sus calidades, se presentan en el Cuadro 2.

En el primer caso, el 100% de las trozas son astillables, hecho esperado por las dimensiones de los árboles extraídos y el enfoque del raleo por lo bajo realizado. En cambio, en el Rodal II, el 64,3 % del volumen total es astillable (47,9 M.R./ha), y el 39,9% es aserrable. Este último se descompone en trozas aserrables, 18% (11,4 M.R./ha) y vigas, 17,7%.

En cuanto a pérdidas, en el Rodal I, éstas alcanzan el 9,4% del volumen total extraído. En el Rodal II, el 5,0% del volumen total corresponde a pérdidas por pudriciones; en el volumen astillable bruto (sin corteza) las pérdidas alcanzan a 7,9%, en tanto que en el volumen aserrable bruto (sin corteza), éstas llegan sólo a 1,7%.

Cuadro 2. Características del volumen de explotación.

Rodal I. Crecimiento Optimo Inicial.

USO	VOLUMEN (m ³ /ha)					
	BRUTO C/C	BRUTO S/C	CORTEZA	DEFECTOS	NETO C/C	NETO S/C
ASTILLABLE	32,10	28,25	3,84	3,02	29,08	25,23
ASERRABLE	-	-	-	-	-	-
VIGAS ¹	-	-	-	-	-	-
TOTAL	32,10	28,25	3,84	3,02	29,08	25,23

Rodal II. Crecimiento Optimo Avanzado.

USO	VOLUMEN (m ³ /ha)					
	BRUTO C/C	BRUTO S/C	CORTEZA	DEFECTOS	NETO C/C	NETO S/C
ASTILLABLE	71,86	63,04	8,81	4,98	66,88	58,06
ASERRABLE	20,11	17,87	2,24	0,61	19,50	17,26
VIGAS ¹	19,75	17,56	2,20	-	19,75	17,56
TOTAL	111,72	98,47	13,25	5,59	106,13	92,88

Rendimientos según tipo de raleo

Las características del Rodal II, en crecimiento óptimo avanzado, y el Rodal III, en crecimiento óptimo final, permiten conocer el efecto en los rendimientos al aplicar un raleo por lo bajo y un raleo selectivo,

respectivamente. A pesar de las diferencias de madurez que presentan ambos rodales, sus parámetros dasométricos se asemejan, diferenciándose sólo en el número de árboles por hectárea y en el diámetro medio de estos. Las diferencias producidas por la aplicación de los tipos de raleos se presentan en la Figura 5.

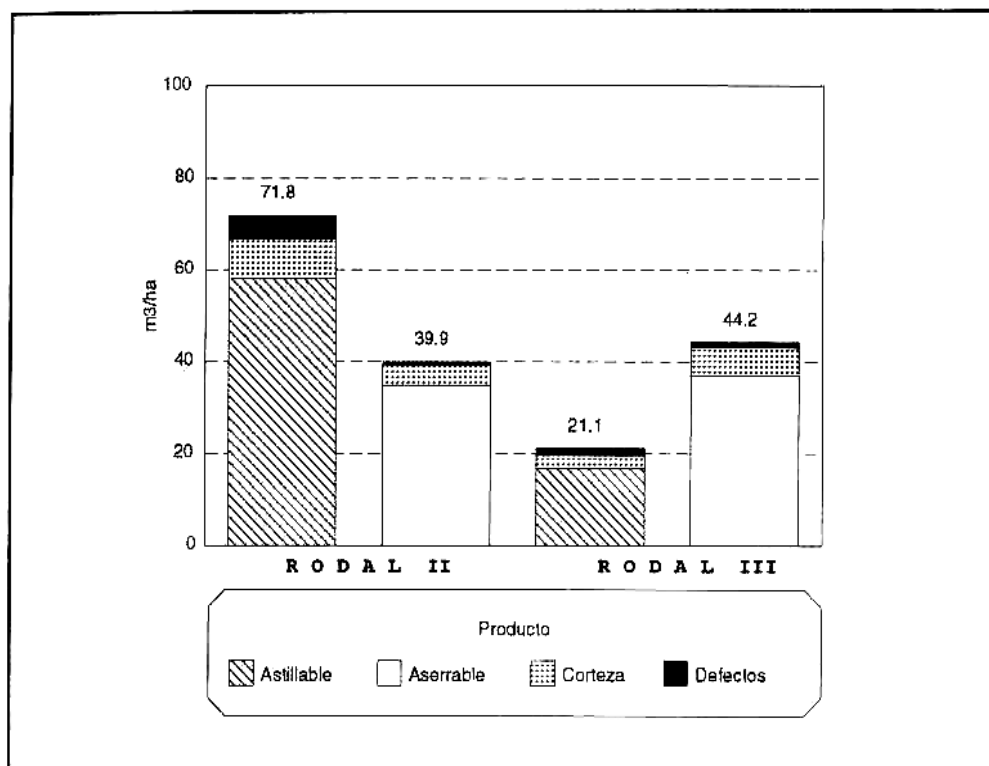


Figura 5. Rendimientos de productos en dos rodales de Lengua sometidos a diferentes tipos de raleo.

En el Rodal II el volumen recibido en cancha fue de 111,7 m³/ha, el 64,3% de éste, era astillable (47,9 M.R./ha), y el 39,9% aserrable. En el Rodal III, el volumen recibido fue de 65,3 m³/ha, el 32,2% era astillable (13,2 M.R./ha) y el 67,8% aserrable.

En el Rodal II las pérdidas debidas a pudriciones alcanzaron el 5,0% del volumen total obtenido; en el volumen astillable bruto (s/c) las pérdidas por defectos llegaron a 7,9%, en tanto que en el volumen astillable bruto (s/c), éstas ascendieron sólo a 1,7%. En el Rodal III, el 4,3 % del volumen total extraído correspondió a defectos; en el

volumen astillable bruto (s/c) el 9,1% fueron pudriciones, en cambio en el volumen aserrable bruto (s/c) las pérdidas por defecto afectaron sólo al 3,0%.

Los valores anteriores ratifican el sentido del raleo selectivo, donde el volumen que adquiere mayor importancia es el de calidad aserrable, en desmedro del astillable. Sin embargo, al comparar los volúmenes aserrables obtenidos entre los dos tipos de raleo, se observa que no existen diferencias notables, tanto en cantidad como en calidad (pudriciones). En cambio, para el volumen astillable, la diferencia es clara en favor del raleo por lo bajo (50,7 m³/ha).

CONCLUSIONES

-La estructura original del bosque estudiado corresponde a un monte alto regular compuesto por dos estratos generacionales claramente coetáneos cada uno. Los rodales son bosquetes en fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo, en distintos estados de madurez de los árboles de la segunda generación.

-En general, la madera extraída es de buena calidad y la proporción de volumen de pudrición no supera el 10% en cada uno de los productos obtenidos, en los distintos raleos y rodales.

-Al aplicar raleos por lo bajo y en la medida que los rodales juveniles se desarrollan, la cantidad de madera posible de extraer aumenta. Al igual, ocurre con la proporción de madera de calidad aserrable.

-Desde un punto de vista productivo, no existen diferencias en los volúmenes de madera aserrable obtenidos al aplicar el raleo por lo bajo y el raleo selectivo. Sin embargo, en el raleo por lo bajo se obtienen 50,7 m³/ha más de volumen astillable, lo que implica un incremento del 8,0% en el aprovechamiento volumétrico total del bosque.

-Después de efectuados los raleos, los rodales conservan su estructura coetánea, con dos estratos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se efectuó con fondos provenientes del Proyecto FONDECYT 1940387 y del FNDR. XII Región.

BIBLIOGRAFIA

BOWN, H. 1992. Biomasa en bosques de Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser) en la Provincia de Ultima Esperanza, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile, Escuela de Cs. Forestales. Santiago. 75 p.

CALDENTEY, J. y BOWN, H. 1990. Ecuaciones para estimar la biomasa aérea rodales de (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en Magallanes, Chile. Actas VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimientos Forestales. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Argentina. 14-25 p.

DANIEL, T., HELMS, J. y BACKER, F. 1982. Principios de Silvicultura. Edit. Mc. Graw-Hill. México. 487 p.

DIAZ, C. y ROBERTS, R. 1959-1960. Los grandes grupos de suelos de la Provincia de Magallanes. Agricultura Técnica. Años XIX-XX. 227-308 p.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 p.

HUSCH, B; MILLER, C. y BEERS, T. 1993. Forest Mensuration. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 402 p.

INIA. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 221 p.

SCHMIDT, H. y CRUZ, G. 1990. Diferenciación de unidades estructurales en un bosque virgen de Lenga (*Nothofagus pumilio*) en Magallanes. Cs. Forestales 6 (2): 107 - 115p.