



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

DRAKE A., FERNANDO; ACUÑA C., EDUARDO; SALAS A., SOLEDAD

Evaluación retrospectiva para determinar la oportunidad de raleo en un rodal de pino oregón de 24 años

Bosque, vol. 24, núm. 2, agosto, 2003, pp. 85-91

Universidad Austral de Chile

Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173114405010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica





Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Bosque (Valdivia)

ISSN 0717-9200 *versión on-line*

-  [Como citar este artículo](#)
-  [Agregar a favoritos](#)
-  [Enviar a e-mail](#)
-  [Imprimir HTML](#)

Bosque (Valdivia) v.24 n.2 Valdivia ago. 2003

Bosque, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 85-91

NOTA TECNICA

Evaluación retrospectiva para determinar la oportunidad de raleo en un rodal de pino oregón de 24 años

Retrospective evaluation to determine a thinning opportunity in a 24-year-old Douglas-fir stand

FERNANDO DRAKE A., EDUARDO ACUÑA C., SOLEDAD SALAS A.

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Victoria 631, Casilla 160-C, Correo 3, Concepción.

Summary

A methodology to determine the thinning opportunity in an unmanaged 24-year-old Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) stand was studied. Starting from information on cumulative growth and the mean annual increment (MAI) of the diameter at breast height (DBH), the age at which the maximum MAI was reached was determined. The basal area by hectare at which the maximum MAI was reached was then retroprojected. Considering the methodology used, a thinning program was proposed in which 775 trees per hectare were left.

Four years after intervention, the stand effect of thinning on the remaining trees was evaluated. The number of trees remained constant and there was no presence of mortality. The basal area grew by 4.8 m³/year on average, with a cumulative annual increment of 28.35 m³/ha per year, which was 40.00 m³/ha per year in the last four years.

Key words: forest management, thinning, douglas fir, Reynolds.

Resumen

Fue estudiada una metodología para determinar la oportunidad de raleo en un rodal de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) de 24 años sin manejo. A partir de información de crecimiento acumulado e incremento medio anual (IMA) en el diámetro a la altura de pecho (DAP) se determinó la edad en que se alcanzó el máximo IMA en esta variable y posteriormente se retroproyectó la tabla de rodal hasta obtener el área basal por hectárea que logró el máximo IMA en DAP. Considerando la metodología empleada se propuso y llevó a cabo un raleo, se dejaron 775 árboles por hectárea. Transcurrido cuatro años de la intervención, se evaluó el rodal para ver el efecto del raleo sobre los árboles remanentes. El número de árboles permaneció constante, sin presencia de mortalidad, el área basal creció en promedio 4,8 m³ x año⁻¹, con un incremento anual acumulado de 28,35 m³ x ha⁻¹ x año⁻¹ y el de los últimos cuatro de 40 m³ x ha⁻¹ x año⁻¹.

Palabras claves: gestión forestal, raleo, pino oregón, Reynolds.

INTRODUCCION

Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) es una especie originaria de América del Norte y se extiende a lo largo de la costa del Pacífico al oeste de las montañas de las Cascadas, desde la Columbia Británica, en Canadá, hasta California Central en Estados Unidos (variedad *menziesii*) y a lo largo de ambos costados de las Montañas desde la Columbia Británica, en Alberta, hasta México (variedad *glauca*) ([INFOR/CORFO 1986](#)).

Esta especie se presenta en climas templados y húmedos, con precipitaciones de régimen invernal y un 30% de éstas en primavera y verano. Los niveles pluviométricos anuales fluctúan entre 500 y 2.300 mm, con un promedio de 1.400 mm (Isaac y Dimock 1958, citados por [Grosse y Kannegiesser 1988](#)).

Los suelos en que se presenta pino oregón son principalmente de origen sedimentario con intrusiones de rocas volcánicas y en otros casos de origen volcánico. Crece en un amplio rango de texturas, desde arcillas gravosas, hasta arenas arcillosas (Fowels 1965, citado por [Grosse y Kannegiesser 1988](#)). La especie se desarrolla en suelos ácidos, con valores de pH que fluctúan entre 4,5 y 6,5. La mejor ocupación del sitio y los mayores volúmenes los logra cuando se encuentra en suelos arcillosos profundos con buena retención de agua, pero bien drenados.

P. menziesii es una de las especies más importantes en Norteamérica con una superficie que alcanza 15 millones de hectáreas de bosques comerciales (USDA, citado por [INFOR/CORFO 1986](#)). En Chile a diciembre de 2000 existían aproximadamente 14.286 ha plantadas ([INFOR 2001](#)).

Patrones de raleo: todas aquellas técnicas aplicadas durante el lapso que transcurre entre dos periodos de regeneración, ya sean naturales o artificiales, se agrupan bajo la denominación de tratamientos intermedios. A través de ellos la silvicultura moderna e intensiva busca favorecer el crecimiento de los árboles, la calidad y la forma de los productos forestales.

El raleo es la principal práctica silvicultural que realiza el manejo forestal intensivo y el objetivo que persigue es la redistribución del espacio al interior del rodal, a fin de estimular el incremento del rodal residual. Esta corta periódica de árboles permite utilizar todo el volumen producido por el rodal a lo largo de la rotación, anticipándose a la pérdida por efecto de la competencia natural ([Grosse y Kannegiesser 1988](#)).

El momento en que se aplica el primer raleo depende de la población inicial del rodal, de las condiciones de manejo y de la situación del mercado. Desde el punto de vista biológico, los rodales se deben ralear antes de que surjan serias situaciones de competencia entre los árboles si se desea que los incrementos comerciales aumenten. Los raleos se llevan a cabo cuando se puede justificar que una aplicación aumentaría el crecimiento en volumen o los retornos económicos ([Daniel *et al.* 1982](#)).

El raleo temprano puede ser preferible cuando los niveles iniciales de población son relativamente altos, con el propósito de evitar la competencia y los riesgos de estancamiento del desarrollo. Asimismo, cuando la calidad del sitio es alta, se requiere de un raleo más temprano debido a que la competencia empieza antes que los sitios de menor calidad, si la densidad se considera constante.

El arreglo y la distribución vertical de los árboles, los cambios durante el desarrollo de los rodales (debido a la competencia, mortalidad, nuevos árboles, y el crecimiento de árboles previamente suprimidos), además, los herbívoros, la heterogeneidad espacial, factores medioambientales y la perturbación contribuyen a modelos estructurales verticales y horizontales complejos que desarrollan los doseles del bosque ([Oliver y Larson 1996](#)). Cambios estructurales que producen diferencias en la cantidad y distribución de área de la hoja (y cubierta) en rodales afectan las funciones como fotosíntesis y respiración ([Waring y Schlesinger 1985](#)), y el crecimiento del árbol ([O'Hara 1988](#), [1989](#), [Smith y Long 1989](#), [Arbaugh y Peterson 1993](#)).

A lo largo de la región del Pacífico Noroeste de los Estados Unidos, el raleo es una práctica silvicultural importante. Una amplia variedad de aproximaciones están siendo aplicadas, pero aún cuando existen opiniones fuertes sobre qué es mejor, se ha encontrado que ningún estudio de largo plazo que documenta métodos diferentes ha sido bueno.

[Daniel *et al.* \(1982\)](#) y [Smith *et al.* \(1997\)](#) describieron diferencias importantes entre tres aproximaciones básicas de raleos. El raleo por lo bajo remueve árboles pequeños en su mayor parte, para favorecer a los árboles dominantes y codominantes, considerando que la corona raleada de los árboles dominantes y codominantes favorece el crecimiento de otros árboles dominantes y codominantes. En contraste, el raleo selectivo actúa sobre árboles dominantes para favorecer clases de copa subordinadas. En la práctica, la mayoría de los sistemas de raleo mejoran el valor de los rodales y la sanidad de las plantaciones removiendo árboles infestados por insectos, deformes o enfermos. En los primeros patrones, [Worthington y Staebler \(1961\)](#) describieron una estrategia de raleo para rodales regenerados naturalmente, donde la selección de copa raleada fue aplicada en rodales jóvenes para eliminar árboles dominantes de mala calidad a una relación edad/tamaño que no soportaría un raleo comercial por lo bajo.

Actualmente los rodales de pino oregón están siendo establecidos de manera uniforme, en altas densidades, posibilitando la utilización de árboles de diámetros pequeños (< 20 cm de DAP); es factible un raleo comercial por lo bajo temprano a los 20-25 años, este método ha sido la aproximación más común ([Wierman y Knapp 1986](#)).

El presente estudio otorga una base para prescribir un raleo manejando razones económicas u operacionales. Se plantea usar el método de "Razón de Movimiento de Reynolds" para estimar la oportunidad de raleo, realizar un raleo al rodal siguiendo el procedimiento de Reynolds y evaluar la respuesta del rodal a dicha intervención silvicultural.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia se llevó a cabo en un rodal de pino oregón de 24 años, establecido en el predio "El Alambrado", situado en los 38° 47' S y 72° 15' O, a 15 km de Vilcún, provincia de Cautín, IX Región. El bosque analizado no poseía ningún tipo de manejo. La altitud de la zona es de 315 m s.n.m. y posee una precipitación media que varía entre 1.500 y 2.000 milímetros.

Las variables de interés fueron obtenidas a partir de un muestreo aleatorio simple que consideró 25 unidades muestrales. Posteriormente, conocida la distribución diamétrica del rodal, se obtuvo una muestra de 10 árboles distribuidos en forma aleatoria. Los árboles fueron volteados y se extrajeron rodela a alturas de 0,3 m y 1,3 m y a partir de ésta cada 2 m hasta el ápice de cada árbol, material que se utilizó para realizar análisis fustal. En cada árbol muestra se determinó la edad, contando el número de anillos de la rodela correspondiente a la base del árbol (0,3 m sobre el suelo); a la edad estimada en la base del árbol se adicionaron 2 años, correspondientes al tiempo de permanencia de las plántulas en vivero.

A partir de la información obtenida de los análisis fustales, se determinó la altura total a las distintas edades de cada árbol utilizando el método gráfico de análisis de tallo ([Husch et al. 1993](#)). Además, se obtuvo el volumen total sin corteza cubicando cada sección de fuste determinado por la altura de extracción de las rodela y utilizando los diámetros inferior y superior de cada trozo medidos para cada edad de los árboles muestra. Para la cubicación de estas secciones de fuste se utilizó la fórmula del cono truncado ([Cailliez 1980](#)).

Asimismo, se empleo la fórmula de superficie de una circunferencia y el diámetro a la altura de pecho, se obtuvo el área basal de cada árbol muestra a las edades correspondientes. Los resultados del proceso son tablas de DAP sin corteza, área basal, altura total y volumen sólido sin corteza en función de la edad para cada árbol muestra analizado.

Con la información lograda se construyó la curva promedio de crecimiento acumulado en DAP de árboles individuales, para el conjunto de los rodales. Además, se obtuvieron las curvas de incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA), a partir de las cuales se determinó la edad de culminación de estos incrementos en la variable DAP.

Utilizando los valores de crecimiento histórico de los árboles en DAP se obtuvo la tasa de crecimiento que se produjo entre la edad de culminación del IMA en esta variable y la edad actual. A partir de esta tasa de crecimiento se retroproyectó la tabla de rodal actual llevándola a la edad de culminación del IMA en DAP; para este procedimiento se asumió que todas las clases diamétricas crecieron a una tasa constante. Con la tabla de rodal retroproyectada se obtuvo el área basal con la que el rodal logró el máximo IMA en DAP. La prescripción de raleo consideró, además, las características climáticas de la zona en que está establecido el rodal y aspectos sobre el estado de las copas de los árboles.

RESULTADOS Y DISCUSION

El rodal utilizado para la presente experiencia presenta, en general, una distribución diamétrica que tiende a la normal ([cuadro 1](#)).

CUADRO 1

Número de árboles, área basal ($\text{m}^2 \times \text{ha}^{-1}$) y volumen ($\text{m}^3 \times \text{ha}^{-1}$) a los 24 años de edad.
Number of 24-year-old trees, basal area ($\text{m}^2 \times \text{ha}$) and volume ($\text{m}^3 \times \text{ha}$).

Clase diamétrica	Número de árboles	Area basal	Volumen
12	32,0	0,36	1,87
14	74,7	1,15	8,46
16	82,7	1,66	14,51
18	109,3	2,78	26,14
20	154,7	4,86	46,69
22	186,7	7,10	67,77
24	242,7	10,98	102,80
26	208,0	11,04	100,89
28	178,7	11,00	98,15
30	128,0	9,05	79,14
32	66,7	5,36	46,34
34	13,3	1,21	10,40
36	8,0	0,81	7,06
38	5,3	0,60	5,31
40	0,0	0,00	0,00
42	13,3	1,85	17,53
Total	1.504,1	69,81	633,06

El crecimiento acumulado en DAP de árboles individuales de pino oregón muestra el comportamiento típico de una curva sigmoidea ([figura 1](#)). La curva de crecimiento en DAP presenta tasas de crecimiento bajas hasta la edad de 5 años, a partir de la cual la pendiente aumenta manteniéndose relativamente constante hasta los 14 años, edad a partir de la cual los incrementos comienzan a decrecer. El DAP promedio alcanzado por los árboles muestra a los 24 años es de 27,6 centímetros.

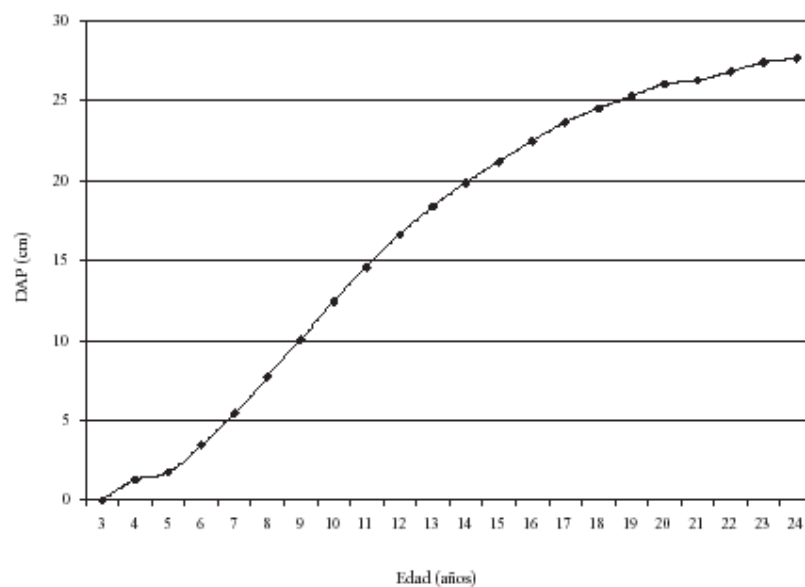


Figura 1. Crecimiento acumulado promedio en DAP.
Growth average accumulated in DBH.

Debido a que el objetivo del raleo es redistribuir el espacio para que se mantenga el incremento en diámetro, o en el caso de rodales sin manejo para aumentar este incremento,

se utilizó el crecimiento en esta variable para determinar la intensidad de raleo necesaria para que se produzca la respuesta del rodal a dicha intervención aumentando el incremento en diámetro y por ende el volumen aserrable, con lo que se multiplica el valor comercial de la masa forestal. De esta manera se determinaron las curvas del incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA) en DAP, las que entregaron la edad de culminación del crecimiento en DAP.

El incremento corriente anual en DAP culminó aproximadamente a los 10 años, donde alcanzó un valor de 2,36 cm, mientras que el incremento medio anual alcanzó su máximo entre 14 y 15 años de edad, con un incremento máximo de 1,42 cm; es en este punto donde se intersectan las curvas de incremento corriente e incremento medio anual ([figura 2](#)).

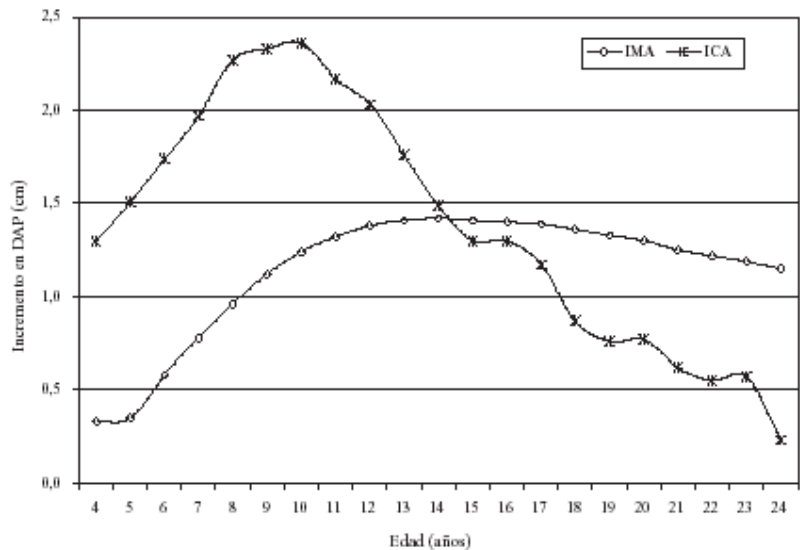


Figura 2. Incremento medio y corriente en DAP de árboles de pino oregón.
Mean and current increment in DBH of Douglas-fir trees.

Para la determinación de la intensidad del raleo se obtuvo la edad de culminación del IMA en DAP (14 años). Conociendo esta edad, se calculó la tasa de crecimiento promedio que se produjo entre los 14 años y la edad de raleo (24 años), la que se elevó a un 67,31%. Con este porcentaje de crecimiento se retroproyectaron las clases diamétricas actuales para llevarlas hasta los 14 años. El área basal a los 14 años sería la que logra el máximo incremento en DAP, por lo que el raleo debe estar orientado a dejar un área basal cercana al valor calculado, pudiendo así recuperar el crecimiento en diámetro que se redujo por la elevada densidad del rodal. Considerando la metodología expuesta anteriormente se obtuvo el área basal por clase de diámetro que poseía el rodal a los 14 años ([cuadro 2](#)).

CUADRO 2

Area basal (m² x ha⁻¹) retroproyectada (14 años).
Retroprojected basal area (m² x ha⁻¹) of 14-year-old trees.

Clase	Número de	Area
-------	-----------	------

diamétrica	árboles	basal
8	9,7	0,05
10	52,9	0,42
12	86,2	0,97
14	106,9	1,65
16	152,0	3,06
18	195,8	4,98
20	255,8	8,04
22	232,3	8,83
24	263,5	11,92
26	64,5	3,42
28	52,5	3,24
30	7,4	0,53
32	22,0	1,77
34	2,7	0,24
Total	1.504,1	49,10

No obstante lo expuesto anteriormente, la reducida longitud de copas, que en promedio llega a un 36,5% de la altura total, indicaría la necesidad de no reducir en forma tan drástica el número de árboles, ya que éstos no podrían ser capaces de responder a un raleo tan intenso produciéndose un "shock de raleo", situación que impediría la consecución del objetivo de éste. Además, el realizar un raleo demasiado fuerte puede traer consigo el riesgo de que el rodal sea afectado por el viento o nieve, quedando los árboles expuestos a quebraduras de fustes, sobre todo en la parte superior de éste, zona en que los tejidos son más succulentos que en el resto del árbol.

[Daniel *et al.* \(1982\)](#) recomiendan realizar raleos fuertes en rodales de edad avanzada para lograr una respuesta satisfactoria de la masa forestal a esta intervención, lo que justificaría la realización del raleo prescrito. Las características genéticas de pino oregón que la convierten en una especie longeva, permiten que rodales de esta edad sean capaces de responder a una intervención de raleo con una intensidad relativamente fuerte.

Considerando lo expuesto se propuso y llevó a cabo un raleo con la intensidad que muestra el [cuadro 3](#), con lo que se evitan los daños de viento y a su vez se estimula el incremento diametral, objetivo fundamental de las prácticas de raleo.

CUADRO 3

Número de árboles, área basal ($\text{m}^2 \times \text{ha}^{-1}$) y volumen ($\text{m}^3 \times \text{ha}^{-1}$) (24 años).
Residual number of 24-year-old trees, basal area ($\text{m}^2 \times \text{ha}^{-1}$) and volume ($\text{m}^3 \times \text{ha}^{-1}$).

Clase diamétrica	Número de árboles	Area basal	Volumen
22	5	0,19	1,81
24	149	6,73	62,98
26	208	11,04	100,89
28	179	11,00	98,15
30	128	9,05	79,14
32	67	5,36	46,34
34	13	1,21	10,39
36	8	0,81	7,06
38	5	0,60	5,31

40	0	0	0
42	13	1,84	17,53
Total	775	47,84	429,60

Transcurridos cuatro años de la intervención, se volvió a evaluar el rodal para ver el efecto del raleo sobre los árboles remanentes, estos resultados se presentan en el [cuadro 4](#). El número de árboles permaneció constante sin presencia de mortalidad, el área basal creció en promedio $4,8 \text{ m}^3 \times \text{año}^{-1}$; comparable con el obtenido en pino radiata creciendo en sitios Clase I, en su etapa de pleno crecimiento ([Acuña 2001](#)).

CUADRO 4

Número de árboles, área basal ($\text{m}^2 \times \text{ha}^{-1}$) y volumen ($\text{m}^3 \times \text{ha}^{-1}$) presente (28 años de edad).
Number of trees, basal area ($\text{m}^2 \times \text{ha}^{-1}$) and volume ($\text{m}^3 \times \text{ha}^{-1}$) at the current age (28-years-old).

Clase diamétrica	Número de árboles	Area basal	Volumen
24	25	1,13	10,59
26	25	1,33	12,13
28	75	4,62	41,19
30	125	8,84	77,29
32	125	10,05	86,85
34	175	15,89	136,77
36	75	7,63	66,17
38	125	14,18	125,14
40	0	0	0
42	25	3,46	32,95
Total	775	67,13	589,07

Al evaluar el crecimiento en diámetro éste fue significativo después de haber realizado el raleo, incrementándose sobre un 115% en las clases diamétricas intermedias (32-34 cm), indicando ello que siempre hay respuesta en el incremento en diámetro cuando se realiza el raleo ([figura 3](#)).

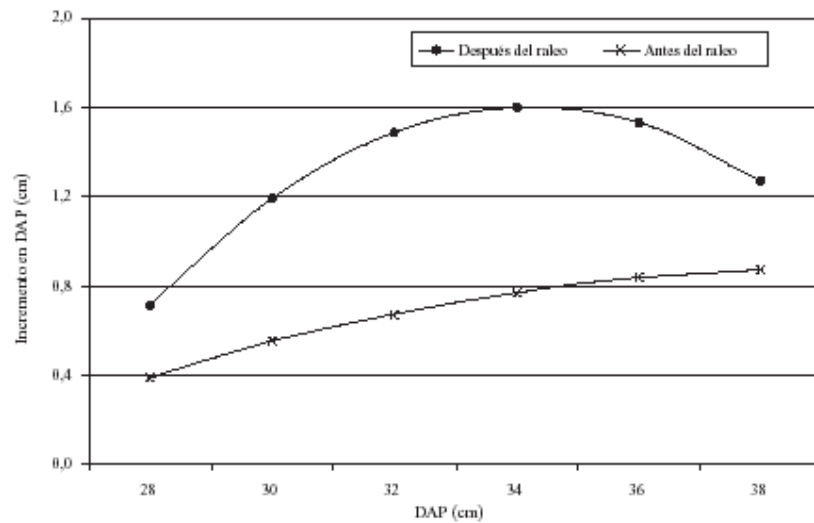


Figura 3: Incremento en DAP antes y después del raleo.
Increment in DBH before and after thinning.

Al analizar el crecimiento en volumen en los últimos cuatro años, éste incrementa de $430 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ a $590 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$, habiéndose extraído cerca de $200 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ producto del raleo. Sin embargo, la recuperación del rodal es extraordinaria, se recuperan $160 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$, con un incremento anual acumulado: $28,35 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$. La recuperación del rodal en términos del IMA de los últimos cuatro años equivale a $40 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$ (figura 4).

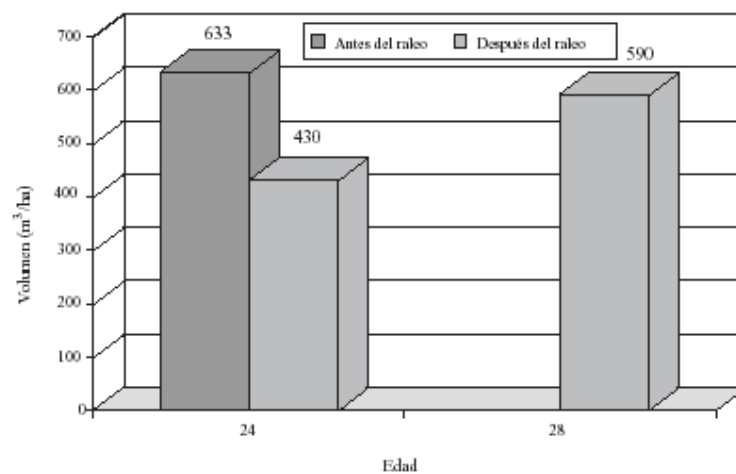


Figura 4: Volumen total antes y después del raleo.
Total volume before and after thinning.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la Razón de Movimiento de Reynolds, el raleo se debió hacer a los 14 años.

- Pese a que el rodal se raleó a los 24 años, 10 años después de lo recomendado por la metodología empleada, éste respondió positivamente al raleo practicado.
- La mejor respuesta al raleo fue en las clases diamétricas intermedias (32-34 cm).
- En términos de volumen significó un IMA en volumen después del raleo de $40 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$, contra un crecimiento histórico de $26,4 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1} \times \text{año}^{-1}$, según evaluación posterior cuando el rodal tenía 28 años.

BIBLIOGRAFIA

ACUÑA, E. 2001. Evaluación del rendimiento económico de regímenes silviculturales de pino radiata, basado en análisis de riesgo. Tesis de Magíster en Ciencias Económicas y Administrativas. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Concepción. 81 p.

ARBAUGH, M.J., D.L. PETERSON. 1993. Stemwood production patterns in ponderosa pine: effects of stand dynamics and other factors. *USDA Forest Service Research Paper*, PSW-RP-217. Pacific Southwest Research Station, Albany, CA, 11 p.

CAILLIEZ, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. *FAO Montes* 22 (I): 92. Estimación del volumen. Roma, FAO.

DANIEL, T.W., J.A. HELMS, F.S. BACKER. 1982. *Principios de silvicultura*. McGraw-Hill. México. 492 p.

GROSSE, H., U. KANNEGIESSER. 1988. Investigación para el manejo de plantaciones de pino oregón y *Sequoia sempervirens*. Informe final Proyecto INFOR/CORFO. Concepción, Chile. 176 p.

HUSCH, B., C. MILLER, T.W. BEERS. 1993. *Forest Mensuration*. Reprint ed. Krieger Pub. Co. Malabar, Florida. vii, 402 p.

INFOR/CORFO. 1986. *Especies forestales exóticas de interés económico para Chile*. Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo, Santiago, Chile. 168 p.

INFOR. 2001. *Estadísticas forestales 2000*. Boletín estadístico 79. Instituto Forestal, Santiago, Chile 145 p.

O'HARA, K.L. 1988. "Stand structure and growing space efficiency following thinning in an even-aged Douglas-fir stand", *Can. J. For. Res.* 18 (7): 859-866.

O'HARA, K.L. 1989. "Stand growth efficiency in a Douglasfir thinning trial", *Forestry* 62 (4): 409-418.

OLIVER, C.D., B.C. LARSON. 1996. *Forest stand dynamics, Update edition*. John Wiley and Sons, Inc., New York. 520 p.

SMITH, D.M., B.C. LARSON, M.J. KELTY, P.M.S. ASHTON. 1997. *The practice of silviculture: applied forest ecology*. John Wiley and Sons, New York. 537 p.

SMITH, F.W., J.N. LONG. 1989. "The influence of canopy architecture on stemwood production and growth efficiency of *Pinus contorta* var. *latifolia*", *J. of Applied Ecology* 26: 681-691.

WARING, R.H., W.H. SCHLESINGER. 1985. *Forest ecosystems: concepts and management*.

Academic Press, Inc. Orlando, Florida. xiii, 340 p.

WIERMAN, C.A., W.H. KNAP. 1986. *Douglas-fir thinning practices and their justification*. p. 323-326. In: *Douglas-fir: Stand management for the future*, Oliver, C.D., D.P. Hanley, and J.A. Johnson (eds.). College of Forest Resources, University of Washington, Seattle. viii, 388 p.

WORTHINGTON, N.P., G.R. STAEBLER. 1961. "Commercial thinning of Douglas-fir in the Pacific Northwest". *USDA Forest Service Technical Bulletin* 1230. 124 p.

Recibido: 23.01.02
Aceptado: 26.02.03