



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

LINEROS P., MANUEL; ESPINOSA B., MIGUEL; JIMENEZ R., ANDREA

Daño a los árboles remanentes por sistema harvester-forwarder en raleo comercial de *Pinus radiata*

D. Don

Bosque, vol. 24, núm. 1, enero, 2003

Universidad Austral de Chile

Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173114407007>

- 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.1 Valdivia ene. 2003

Bosque, Vol. 24 N° 1, 2003, pp. 87-93

NOTA TECNICA

Daño a los árboles remanentes por sistema harvester-forwarder en raleo comercial de *Pinus radiata* D. Don

Damage to residual *Pinus radiata* D. Don trees during commercial thinning with a harvester-forwarder system

MANUEL LINEROS P. ¹, MIGUEL ESPINOSA B. ², ANDREA JIMENEZ R. ³

¹ Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Victoria 631, Casilla 154-C, Concepción.

² Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Victoria 631, Casilla 154-C, Concepción.

³ Villa Naval, Esmeralda 15, Chillán, Chile.

Summary

Damage to residual trees produced by a harvester-forwarder system was evaluated during commercial thinning of a 16-year-old stand of *Pinus radiata* D. Don. In several circular

samples with a radius of 20 m, the diameter at breast height (DBH), total height, and crown classes were measured in all trees. In damaged trees, the origin, size, intensity, and location of injury were recorded. Only 12.3% of the trees showed some kind of damage, especially co-dominant trees. The injuries to damaged trees were homogeneously distributed between the base and stem of the tree, and most commonly consisted of torn bark without exposure of the cambium.

Key words: *Pinus radiata*, commercial thinning, harvester, forwarder

Resumen

El daño producido a los árboles remanentes por las operaciones de volteo con una cosechadora y por el madereo con un autocargador/transportador se determinó en un raleo comercial de un rodal de *Pinus radiata* D. Don. de 16 años de edad. En unidades muestrales de forma circular y con un radio de 20 m, se midió el diámetro altura pecho (Dap), altura total y clase de copa de todos los árboles; en aquellos que presentaban heridas, se registró su origen, dimensión, intensidad y ubicación. Sólo el 12,3% de los árboles presentaron algún tipo de daño, daño concentrado principalmente en aquellos más representados (codominantes). Las heridas de los árboles dañados se distribuyen homogéneamente entre la base y el fuste del árbol, siendo la intensidad más común rasgado de corteza sin exposición de cambium.

Palabras claves: *Pinus radiata*, raleo mecanizado, harvester, forwarder.

INTRODUCCION

El raleo es una actividad silvícola que se realiza en un rodal con el objeto de estimular el crecimiento de los árboles remanentes y aumentar la producción total de dicha masa, siendo éstos escogidos sobre la base de sus potencialidades para incrementar su valor ([Smith 1986](#)).

Una aplicación oportuna y correcta del raleo trae consigo diversos beneficios, tales como: obtención de árboles de mayor tamaño, calidad y valor, obtención de ingresos financieros intermedios, mayor calidad de los productos finales y aumento de la resistencia de los árboles residuales al viento, entre otros. Sin embargo, es inevitable que parte de la masa residual sea dañada durante el desarrollo de esta actividad, por heridas que sufren los árboles en pie durante el volteo y transporte primario de la madera, heridas que, según su dimensión y severidad, pueden producir problemas sanitarios y tecnológicos, que en el largo plazo se traducen en pérdidas económicas importantes.

La pérdida de árboles por daño durante el proceso de raleo depende de varios factores, tales como: densidad y composición del sotobosque, estructura del rodal, intensidad de la corta, tamaño y maniobrabilidad del equipo utilizado, época de intervención, topografía del terreno y nivel de planificación ([Smith 1986](#), [White y Kile 1991](#)).

Los árboles dañados en la parte interna de la corteza (*cambium*), reaccionan en dicha zona formando áreas secas, bloqueo de vasos y barreras para la savia. Sin embargo, generalmente se necesita la remoción de la corteza para que aumente el riesgo de infección por hongos, lo que depende, además, del tamaño de la herida, estación climática del año, región geográfica y especie arbórea ([Wästerlund 1992](#)).

Según [Wästerlund \(1992\)](#), los daños que ocurren a nivel radicular y al suelo durante un raleo con equipos mecanizados pueden reducir la producción volumétrica total de un rodal hasta un 20% (de este porcentaje un 6% corresponde a las vías de saca), lográndose una recuperación

no antes de los 10 años.

No obstante, la mayoría de los investigadores coinciden que con una selección adecuada del equipo de raleo, una planificación inteligente y una supervisión eficaz, los daños a los árboles remanentes se pueden reducir al mínimo ([Aho et al. 1983](#), [Smith 1986](#), [Nova 1996](#)).

En general, son diversos los factores que inciden en la ocurrencia de daños durante el raleo, siendo uno de ellos el sistema de extracción o madereo empleado. La tendencia es que se utilicen equipos polifuncionales, específicamente diseñados para los diferentes sistemas de aprovechamiento en el bosque ([Falloon 1991](#)). En Suecia, con sistemas harvester-forwarder se realiza el 70% a 80% de los raleos, reduciendo cada vez más el daño a los árboles residuales del rodal ([Frohm 1994](#)). Cuantificando el impacto de dichas máquinas, [McNeel y Ballard \(1992\)](#) determinaron en un rodal de *Pseudotsuga menziesii* que sólo el 5% de los árboles residuales presentaron daño.

En Chile son escasos los estudios publicados referentes al impacto de las operaciones de raleo en los árboles remanentes de un rodal. En este estudio se evalúa el daño producido a los árboles remanentes por las operaciones de volteo, con una cosechadora, y por el madereo, con un autocargador/ transportador, en un raleo comercial de un rodal de *Pinus radiata* D. Don.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio. El estudio se realizó entre los meses de enero y febrero de 1996, en el predio San Ignacio, ubicado en la comuna de Yumbel (37°10' latitud sur y 72°32' longitud oeste), VIII Región (Chile), propiedad de la empresa Forestal Mininco S.A.

Se seleccionó un rodal de pino radiata de 16 años de edad que cubre una superficie de 15 ha con una densidad inicial de $1.666 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$, presentando dos podas, a 2 y 4 metros de altura, respectivamente, cada una con un raleo a desecho: la primera realizada el año 1987, con una densidad residual de $535 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$ y, la segunda, el año 1989, con una densidad residual de $382 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$.

Un raleo comercial se realizó en 1996, con un sistema mecanizado cosechador/autocargador, dejando una densidad promedio final de $300 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$, un área basal residual de $8,9 \text{ m}^2 * \text{ha}^{-1}$, diámetro de 13,1 cm y altura media de 12 m.

El tipo de suelo en el área de estudio pertenece a la serie Dunas, estando constituido por arenas andesíticas y basálticas; la geomorfología de la zona corresponde a un terreno de dunas con topografía ondulada. El área presenta pendientes ligeras (0 a 8%) con drenaje externo excesivo, predominando en la superficie condiciones de aridez, siendo en el subsuelo mayor la humedad ([Carrasco y Millán 1990](#)).

Método de muestreo. Considerando la experiencia de trabajos realizados anteriormente ([Moya 1995](#), [Nova 1996](#)) se realizó un muestreo sistemático, determinándose seis líneas de muestreo, la primera aleatoriamente y las siguientes paralelas a ésta, equidistantes 77 m una de otra; en cada línea se establecieron cinco unidades muestrales a una distancia de 97 m entre ellas. Cada unidad, de forma circular y con un radio de 20 m, fue determinada por el área de influencia de la longitud del brazo mecánico de la cosechadora (8 m) y la altura promedio de los árboles a voltear (12 m), lo que define el daño por el volteo.

Medición de variables. En cada unidad muestral se midió el diámetro altura pecho (Dap), altura total y clase de copa ([Smith 1986](#)) de todos los árboles; en aquellos que presentaban heridas, se registró su origen, dimensión, intensidad y ubicación.

El origen de las heridas se clasificó, en partes iguales, por volteo o por madereo. La dimensión

de la herida, por su superficie, midiéndose el largo y el ancho de ésta. La intensidad de la herida fue determinada para la base y el fuste y la copa, siendo clasificada en: rasgado de corteza sin exposición de cambium (ID1), rasgado de corteza con exposición de cambium (ID2) y rasgado de corteza con desprendimiento de madera (ID3). Para la copa en: remoción de ramas en su parte extrema (DC1) y remoción de ramas en la parte fustal (DC2). Para la ubicación de las heridas, el árbol se dividió imaginariamente en tres secciones: base-herida ubicada entre 0 y 30 cm desde el nivel del suelo (B), fuste-herida ubicada entre los 30 cm y primera rama verde (F) y copa-remoción de ramas a partir de la primera rama verde (C). Además se registraron los daños presentes en dos o más secciones simultáneamente en el árbol, definiéndose: base-fuste (BF), fuste-copa (FC) y base-fuste-copa (BFC). Finalmente la ubicación del daño en la copa fue categorizada en tres partes: tercio inferior, medio y superior.

El análisis estadístico consistió en determinar el tamaño de la muestra, considerando un error máximo admisible del 5%, de acuerdo al método de muestreo sistemático ([Cancino 1995](#)). Se aplicó el Test de Bartlett, con el objeto de comprobar el supuesto de homogeneidad de varianzas; en caso de no cumplimiento de éste se realizaron comparaciones de medias con la Prueba t- Student ([Ostle 1968](#)).

RESULTADOS Y DISCUSION

La densidad promedio obtenida fue de 24 *árboles * ha⁻¹*, de los cuales 69 dominantes (28%), 163 codominantes (66%) y sólo 15 intermedios (6%), reflejando la condición de manejo del rodal. De este total, presentaron algún tipo de daño 30 *árboles * ha⁻¹* (12,3%) ([cuadro 1](#)).

CUADRO 1

Tipo de daño en el árbol por clase de copa.
Types of damage to the trees by crown classes.

Tipo de daño	Dominante	Codominante (árboles * ha ⁻¹)	Intermedio	Total
Base	0	1	0	
Fuste	3	5	0	1
Copa	5	10	0	8
Base/Fuste	1	2	0	15
Fuste/Copa	0	1	1	3
Base/Fuste	0	1	0	2
Copa	60	143	14	1
Sin daño				217
Total	69	163	15	247

El porcentaje de árboles dañado (12,3%) está dentro de los niveles encontrados por otros autores, como [Torá \(1979\)](#) y [Suwala \(1995\)](#), quienes en faenas de raleo con sistemas mecanizados harvester-forwarder obtuvieron valores de 12,6% y 10%, respectivamente, lo que indicaría una paridad tecnológica y de especialización en el desarrollo de las intervenciones silvícolas.

La prueba de Bartlett indicó la existencia de heterogeneidad de varianzas en la incidencia del daño entre clases de copa y también entre los tipos de daño; a su vez, la prueba t-Student entregó diferencias significativas sólo para los árboles intermedios, explicado por su escaso

número ($15 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$) con respecto a los dominantes y codominantes.

Los árboles presentan una distribución diamétrica de tipo normal ([figura 1](#)), concentrándose el daño en aquellos más representados ([cuadro 1](#)), de lo que se deduce que el daño ocasionado por el sistema mecanizado para raleo cosechador- autocargador-transportador no tiene relación con el diámetro, resultado que concuerda con otros estudios ([McNeel y Ballard, 1992](#), [Nova 1996](#)).

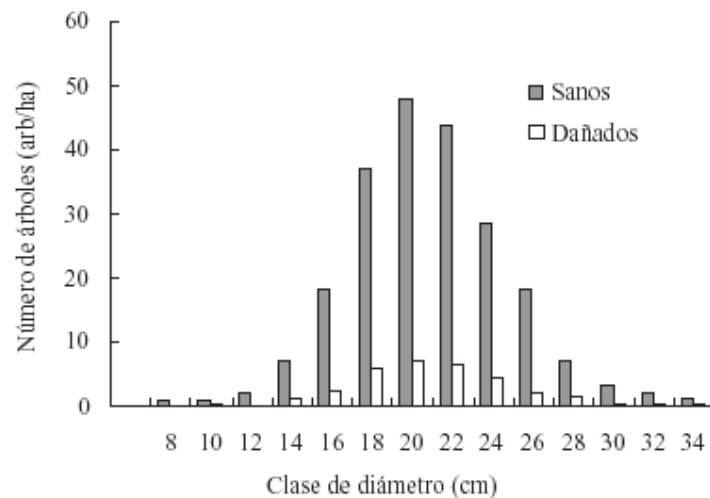


Figura 1: Distribución diamétrica de los árboles.
Diameter distribution of the trees.

La clase de copa más afectada fue la codominante con $20 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$ (8,1%). Si bien este resultado difiere de estudios realizados por [Meadows \(1993\)](#), el que señala que los operadores de máquinas son más cuidadosos cuando trabajan alrededor de árboles más grandes, la mayor concentración de árboles codominantes (producto de los raleos aplicados) explica los resultados obtenidos.

El tipo de daño más recurrente se presenta en la copa y en el fuste con $15 \text{ (6,1\%)} * \text{ha}^{-1}$ y $8 \text{ (3,2\%)} * \text{ha}^{-1}$, respectivamente ([cuadro 1](#)). El daño en la copa, producto del desenganche o quiebre de las ramas en la etapa de volteo, afectó a $9 \text{ árboles} * \text{ha}^{-1}$, daño concentrado en la parte apical de la rama (DC1) y en la sección inferior de la copa (DC2) ([figura 2](#)).

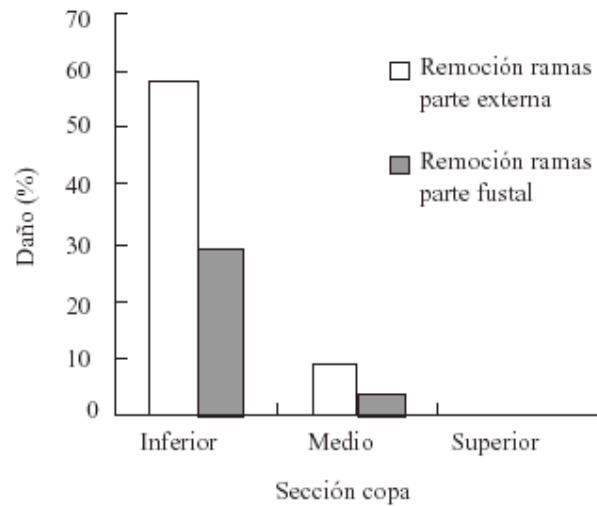


Figura 2: Ubicación del daño en la copa según intensidad.

Damage location in the crown, according to intensity.

La intensidad del daño fue mayoritariamente rasgado de corteza sin exposición de cambium (ID1), abarcando un área promedio de aproximadamente 350 cm². La relación existente entre intensidad y área promedio de daño para base y fuste se presenta en la [figura 3](#).

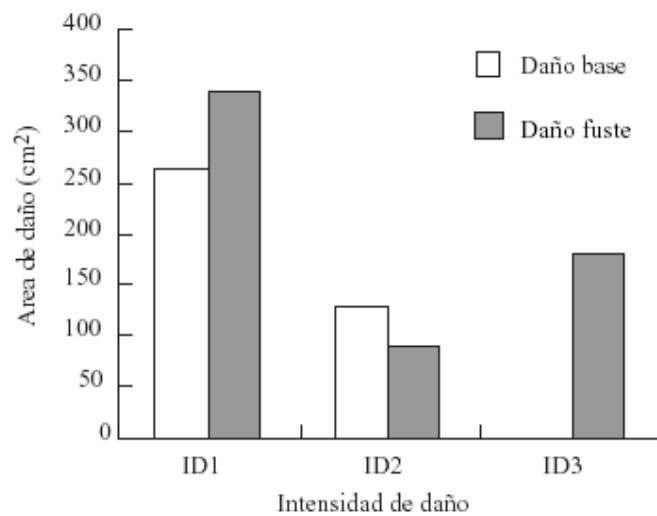


Figura 3: Tamaño de las heridas en base y fuste según intensidad.

Size of injury at the bases and in the stems of trees, according to intensity.

La ubicación de las heridas a lo largo del árbol se concentra mayoritariamente (90,9%) entre

la base de éste y los 150 centímetros de altura, correspondiendo principalmente a las intensidades de daño ID1 e ID2 (figura 4). Ello producto de las maniobras realizadas en un espacio reducido por la cosechadora durante el volteo y procesamiento del árbol y posterior madereo.

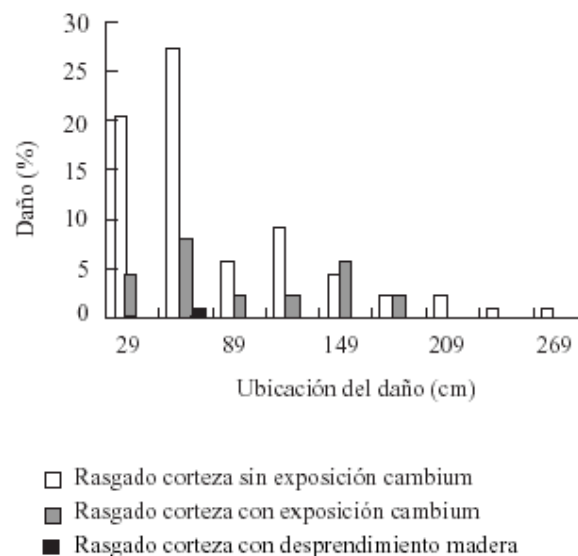


Figura 4: Distribución de la intensidad del daño a lo largo del fuste.
Distribution of damage intensity across the stem.

Las heridas a una altura mayor del árbol tuvieron una baja ocurrencia (correspondiendo su mayoría a intensidad de daño ID1), como resultado de la mejor visibilidad del operador, lo que le permite desarrollar las operaciones con mayor cuidado.

CONCLUSIONES

- Un 12,3% de los árboles presentaron algún tipo de daño producto de las faenas de volteo y de madereo, siendo los árboles codominantes los más afectados.
- El daño a la copa de los árboles residuales se presentó con mayor frecuencia en la sección inferior de éstos con remoción de ramas en su parte extrema.
- Las heridas de los árboles dañados se distribuyen homogéneamente entre la base y el fuste del árbol, siendo la intensidad más común rasgado de corteza sin exposición de cambium.
- No existe relación entre la incidencia del daño y la clase diamétrica de los árboles presentes en el rodal.

BIBLIOGRAFIA

AHO, P. E., FIDDLER, G. and SRAGO, M. 1983. Logging damage in thinned, young - growth true fir stands in California and recommendations for prevention. Research Paper, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station, USDA.

- CANCINO, J. 1995. Métodos de muestreo aplicados a inventarios forestales. Proyecto de Desarrollo a la Docencia. Dirección de Docencia. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- CARRASCO, P. y MILLAN, J. 1990. Proyecto de suelos forestales de la VIII Región. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Ciencias Forestales. Ministerio de Agricultura. FIA. Chillán, Chile.
- FALLOON, J. 1991. "Minister gives views on mechanized harvesting", N. Z. *Forestry* (8): 10 - 11.
- FROHM, S. 1994. "Safe and efficient thinnings", *Forestry Abstracts* 56 (7): 685.
- MCNEEL J. F. and BALLARD, T. M. 1992. "Analysis of site stand impacts from thinning with a harvester - forwarder system". *Journal of Forest Engineering* 4 (1): 23-29.
- MEADOWS, J. S. 1993. Logging damage to residual trees following partial cutting in a Green Ash - Sugarberry stand in the Mississippi Delta. pp. 248-260 . In: GILLESPIE, A. R.; PARKER, G. R.; POPE, P. and RINK, G. (eds.). *Proceedings of the 9th central hardwood forest conference*, 1993 March 8 - 10 ; est Lafayette, In. Gen. Tech. Rep. NC - 161. St. Paul, M: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- MOYA, C. 1996. Evaluación del impacto causado por harvester y forwarder sobre un suelo arenoso en raleo comercial de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de Título. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente, Concepción, Chile.
- NOVA, J. 1996. Daño a los árboles y compactación de suelo en raleo por volteo y sistema de extracción animal en rodal de *Eucalyptus regnans* F. Muell. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.
- OSTLE, B. 1968. *Estadística aplicada: Técnicas de la estadística moderna y dónde aplicarlas*. Editorial Limusa - Wiley, S.A., México.
- SMITH, D. 1986. *The practice of silviculture*. 8th Edition. Wiley and Sons, New York, USA.
- SUWALA, M. 1995. "Damage to above-ground parts of trees and soil surface changes at late thinnings in pine tree stands", *Forestry Abstracts* 57 (6): 619.
- TORA, G. D. 1979. "Wounds on trees from thinning operations in young Norway spruce". *Forestry Abstracts* 45(12): 820.
- WÄSTERLUND, Y. 1992. "Extent and causes of site damage due to forestry traffic", *Scand. J. For. Res.* 7: 135 -142.
- WHITE, D. A. and KILE, G. A. 1991. "Thinning damage and defect in regrowth Eucalyptus", pp 152 - 177. In: *The young Eucalypts Report - some management options for Australia's regrowth forest*. Kerruish, Rawlins, W.H. eds. CSIRO Publications: East Melbourne, Australia.

