

Capítulo 4

Necesidades, opciones y futuro del manejo multietáneo en el centro-sur de Chile

Needs, options and future for uneven-age management in the Central-South Chile

PABLO J. DONOSO

RESUMEN

El manejo multietáneo genera un creciente interés en el mundo debido a que se ve como una mejor alternativa que el manejo coetáneo en aspectos como estética, resiliencia al cambio climático y manejo de vida silvestre. En Chile prácticamente no se aplica manejo multietáneo debido a que las cortas parciales establecidas en la ley (D.S. 259), conocidas como cortas selectivas, no regulan la estructura residual de estos bosques y sólo controlan el porcentaje de extracción de área basal, sin importar el área basal original. La situación empeora considerando que estas cortas legales pueden aplicarse cada 5 años, con lo cual un bosque multietáneo en sólo 10 años (3 cortas a los años 0, 5 y 10) puede ver completamente modificada su estructura y composición. En el presente trabajo se presentan diversas razones que justifican la aplicación de manejo multietáneo en Chile, y se proponen aproximaciones y recomendaciones de aplicación de manejo multietáneo a través de cortas de selección en los principales tipos forestales del centro-sur de Chile. Adicionalmente se presentan alternativas de conversión de bosques coetáneos a bosques multietáneos a través de raleos de restauración que buscan generar atributos de bosques adultos en bosques secundarios en proceso de transformación. Finalmente se proponen algunas recomendaciones para considerar en nuevos reglamentos o normas para el manejo multietáneo en bosques adultos del centro-sur de Chile.

Palabras clave: Bosques mixtos, raleos ecológicos, bosques siempreverdes.

SUMMARY

Uneven-aged management is gaining interest in the World since it is seen as a better alternative than even-aged management in issues such as aesthetics, resiliency to climate change and wildlife management. In Chile there is almost no uneven-aged management since the partial cuttings established by law (D.S. 259), known as selective cuttings, do not regulate the residual structure of these forests and only control the percentage of basal area harvested disregarding the original basal area of the stand. The situation worsens considering that these cuts can be applied every 5 years, resulting that in only 10 years (3 cuts at year 0, 5 and 10) the structure and composition of the stand can be totally modified. In this work several reasons that justify the application of uneven-aged management in Chile are given, as well as recommendations on how to apply uneven-aged management through selection cuttings in the main forest types of south-central Chile. In addition I present alternatives to convert even-aged forest stands into uneven-aged stands through restorative or ecological thinnings that are aimed to create attributes of old-growth forests in secondary forests under the process of conversion. Finally some recommendations for new regulations for uneven-aged management in south-central Chile are given.

Key words: Mixed forests, ecological thinnings, evergreen forests.

4.1 Relevancia global y local del manejo multietáneo de bosques

La subdivisión manejo multietáneo de la división silvicultura de la IUFRO (*International Union of Forest Research Organizations*) señala “un renovado interés en la silvicultura multietánea está ocurriendo alrededor del mundo en la medida que crecientemente se ve como una alternativa viable a sistemas coetáneos en cuanto a preocupaciones sobre estética, resiliencia al cambio climático, manejo de vida silvestre o mantención de una cubierta continua”. Stout (1998) señala que las dos razones fundamentales que hacen atractiva a la silvicultura multietánea son que corresponde a una buena alternativa ante las reacciones públicas negativas hacia muchos métodos silviculturales coetáneos, y que proveen los beneficios propios de bosques con estructuras complejas como vida silvestre, recreación y diversidad. Sin embargo, además de los beneficios ecológicos y paisajísticos de la silvicultura multietánea, ésta también puede ser ventajosa con respecto a la silvicultura coetánea en términos económicos. Esto se debe a que en este tipo de silvicultura se trabaja con especies de crecimiento más lento a través de ciclos de corta (y no rotaciones) que permiten que cada 10-15 años (en promedio) se cosechen árboles maduros de dimensiones medianas a grandes y de alto valor. Sin embargo, a pesar de la

existencia de algunas evidencias acerca de las ventajas económicas de la silvicultura multietánea en algunos casos, la generación de mayor información acerca de cómo generar bosques multietáneos altamente productivos sigue siendo una limitación para que haya una mayor adopción de este sistema por parte de los usuarios de bosques (Emmingham 1998, O'Hara 1998). En todo caso, hay un cambio en las preferencias de la sociedad con respecto al uso de los bosques y ese cambio es tendiente a preferir bosques de cubierta continua (Schutz *et al.* 2011).

Diversos nombres han recibido las aproximaciones silviculturales o de manejo forestal que tienden a mantener estructuras multietáneas en los rodales forestales. Estos nombres incluyen “forestería de cobertura continua”, “silvicultura ecológica”, “forestería cercana lo natural”, “pro-silva”, y sin duda uno de los más conocidos “silvicultura de selección” o “Plenterwald” (O'Hara 1998 y referencias allí citadas). El objetivo de este capítulo en todo caso no es entrar a describir las especificidades de estas aproximaciones, sino que referirse específicamente a la silvicultura de selección y sus potenciales aplicaciones en Chile.

4.2 Bases conceptuales de la silvicultura multietánea

La silvicultura multietánea fundamentalmente consta de las cortas de selección, sean estas de árbol individual o en grupos (Smith *et al.* 1997, Nyland 2002). En las cortas de selección de árbol individual en general las especies favorecidas son aquellas tolerantes a la sombra y en menor medida las semitolerantes a la sombra, mientras que en las de selección en grupos también se ven parcialmente favorecidas las especies semitolerantes. En ambos casos, sin embargo, el crecimiento de las especies bajo una corta de selección puede aumentar entre un 50 % (árboles grandes) y un 150 % (árboles pequeños) en relación al crecimiento de estas especies en un bosque sin manejo (Nyland 2002). Para que ello ocurra, sin embargo, se debe aplicar el sistema de selección, o cortas de selección, incluyendo intervenciones en toda o gran parte de la distribución diamétrica del bosque, es decir efectuando la corta de cosecha y regeneración (el método silvicultural) y, al mismo tiempo, cortas de mejoramiento/raleo en las clases diamétricas inmaduras, es decir aquellas bajo el diámetro establecido de corta. Si sólo se aplica el método de selección (corta de cosecha y regeneración), es decir se cosechan los árboles maduros (definidos como tales a través de criterios biológicos o financieros), sobre un determinado diámetro, la competencia entre las clases inmaduras no es mayormente modificada y, en consecuencia, no se puede regular el crecimiento del bosque para recuperar un volumen similar al final de cada ciclo de corta, que es lo que le da la sustentabilidad al sistema de selección.

En algunas regiones del mundo las cortas de selección constituyen el sistema silvicultural más usado para el manejo de bosques nativos (por ejemplo en gran parte

de Europa y partes de Canadá y Estados Unidos). Estas cortas buscan mantener la condición de multietaneidad de los bosques. En la correcta y exitosa aplicación de las cortas de selección hay tres variables que tienen que ser controladas si se desea que éstas no sólo sean cortas parciales sino que además permitan darle un rendimiento sostenido al bosque a través de ciclos de corta en períodos regulares. Estas variables corresponden a la determinación de un máximo diámetro residual (método de selección, se cortan los árboles sobre ese diámetro), de un área basal a dejar después de la corta (área basal residual), y de una estructura diamétrica deseada luego de la corta. Una correcta combinación de estas tres variables puede conducir a que un bosque tenga permanentemente similares tasas de crecimiento durante un ciclo de corta (generalmente de una duración entre 10 y 20 años).

El diámetro máximo residual al aplicar cortas de selección debe determinarse por criterios biológicos o financieros. Desde un punto de vista fisiológico, en bosques multiestratificados y multietáneos los árboles que en general alcanzan los mayores crecimientos en diámetro son los de tamaño intermedio, aquellos que han alcanzado el dosel principal y son aún jóvenes y vigorosos (Goff y West 1974). De acuerdo a una aproximación financiera una forma de estimar el diámetro máximo residual es cuando la tasa de crecimiento porcentual en volumen del árbol individual es igual a la tasa de interés alternativa (Nyland 2002). Por ejemplo, este diámetro en bosques de especies latifoliadas del Noreste de los Estados Unidos de América es de 50-55 cm (Nyland 2002), en bosques en que naturalmente los árboles alcanzan cerca de 100 cm. En bosques del centro-sur de Chile los máximos crecimientos en diámetro ocurren cuando los árboles (al menos en tepa y mañío hembra) tienen entre 40 y 60 cm (un poco más en área basal) (Donoso 2005, Donoso *et al.* 2009). En función de estos crecimientos y del valor de maderas de grandes dimensiones en el mercado, es razonable el planteamiento de Donoso (2002) en cuanto a seleccionar un diámetro máximo residual entre 70 y 90 cm en estos bosques donde los árboles más grandes logran alcanzar cerca de 200 cm en diámetro.

El área basal a dejar después de una corta de selección, o área basal residual, determinará en gran medida qué especies tendrán mayor probabilidad de éxito de regenerar y crecer en el bosque futuro. A menor área basal por hectárea mayores son las posibilidades para la regeneración de especies de tolerancia media (Crow y Metzger 1997, Nyland 2002), así como mayores las tasas de crecimiento en diámetro de los árboles (Donoso 2002, Donoso 2005, Durán *et al.* 2005). Tomando esto en consideración, debería ser posible tener éxito en la regeneración y crecimiento de especies de tolerancia media en bosques del centro-sur (e.g. *Eucryphia cordifolia*, *Nothofagus nitida*, *Nothofagus alpina*, *Saxegothaea conspicua*, *Persea lingue*, *Laurelia sempervirens* y *Drimys winteri*) sometidos a cortas de selección. Los bosques del centro-sur de Chile, entre los 38 y los 43 °S, en su estado maduro y sin intervención humana tienen en promedio entre 60 y 100 m² ha⁻¹ (Donoso *et al.*

1986, Donoso 2002, Donoso *et al.* 2009); en esas condiciones están en un estado de equilibrio dinámico (Steady State – Bormann y Likens 1979) donde las tasas de mortalidad y crecimiento son similares, por lo que el crecimiento neto en biomasa aérea o volumen es cercano a cero. A través de la silvicultura, con la cual se busca generar rodales forestales productivos en madera y fibra, es necesario reducir el área basal de los bosques maduros sin intervención. Los niveles de reducción, generalmente expresados en el área basal residual, serán gravitantes en las tasas futuras de crecimiento y en la composición de especies.

La estructura deseada a dejar luego de que el bosque es sometido a la corta, o estructura residual, es la tercera variable que deber ser controlada en la aplicación de las cortas de selección o del sistema de selección. Esta estructura se refiere a la estructura de diámetros o frecuencia de individuos por clase diamétrica. La forma ideal de determinar qué estructuras son sustentables en los bosques (es decir generan rentabilidad financiera en el largo plazo en base a la mantención de la productividad del sitio debido a prácticas ecológicas correctas) es a través de experiencias, es decir de evaluación de ensayos de terreno en el largo plazo. Ejemplos de esto son las estructuras usadas en la actualidad en el noreste de Estados Unidos (la llamada estructura de Arbogast –Nyland 2002) y en partes de Europa a través del sistema de Plenterwald (Siebert 1999). Alternativamente, una aproximación inicial para determinar estructuras adecuadas para la aplicación de cortas de selección es observando **en bosques multietáneos de distinta estructura y densidad** cuáles son aquellos en que ocurre una mejor regeneración y crecimiento (Donoso 2002).

4.3 Escenario actual de no-manejo de bosques multietáneos y aumento de bosques degregados

La mayoría de los bosques nativos multietáneos son mal manejados a través de cortas ilegales y legales (Lara *et al.* 2003). Cuando es legal, a través de planes de manejo, las intervenciones en bosques adultos generalmente son hechas con las llamadas cortas “selectivas” o de entresaca establecidas en el DS 259 del DL N°701. En el caso del tipo forestal Siempreverde (Donoso 1981, Donoso 1993) también los bosques adultos pueden ser intervenidos a través de las Normas de Manejo, las cuales sólo incluyen métodos coetáneos y por lo tanto son conducentes a bosques coetáneos, siendo estas principalmente las de protección regular o de tala rasa/protección en fajas. En el caso de las cortas selectivas éstas autorizan a extraer hasta un 35 % del área basal por hectárea en **ciclos de corta que pueden ser de sólo cinco años**. Ninguna de estas opciones permite mantener una estructura multietánea balanceada y sostener la productividad del sistema en el tiempo, como se verá a continuación.

Las cortas para bosques coetáneos obviamente terminan con la estructura multietánea de éstos. Las cortas selectivas tampoco son sostenibles ya que con

ciclos de cortas de 5 años al cabo de tres entradas (años 0, 5 y 10), y **sin regular el área basal mínima para autorizar una corta**, el bosque puede ser completamente convertido desde su estructura multietánea hacia un bosque con una estructura destruida y productividad perdida. Por ejemplo, si un bosque que originalmente tiene 90 m²/ha en área basal es sometido a tres cortas selectivas con ciclos de corta de 5 años entre ellas, extrayendo cada vez el 35 % del área basal, y suponiendo que en éste se mantiene un crecimiento anual medio en área basal de 1 m²/ha/año, tendrá tan solo 30 m²/ha después de la tercera corta o 35 m²/ha justo antes de una cuarta corta. Como la ley no especifica qué tipo de árboles se deben extraer, en general los propietarios extraen los mejores individuos de las especies más valiosas, lo cual en términos de clases diamétricas ocurre entre los 40 y 80 cm principalmente. Es decir, con este esquema en el corto o mediano plazo se pierde la productividad del bosque debido a la pérdida de área **basal/volumen**, la estructura del bosque se transforma **desde una de tipo J inversa** hacia una con un vacío en varias clases diamétricas, y la composición se modifica (se empobrece) debido a la extracción focalizada en las especies más valiosas (Donoso *et al.* 1999). Aunque la intención inicial de estas cortas selectivas era seguramente promover el manejo multietáneo de bosques con tales características, con el tiempo lo que han demostrado es lo que por definición es una corta selectiva, es decir una corta que remueve sólo ciertas especies y árboles grandes de alto valor, ignorando los requerimientos para la regeneración, producción y rendimiento sostenido (Nyland 2002). Este tipo de cortas en Chile se conocen como Floreos. Como consecuencia los bosques pierden su estructura, su productividad y la diversidad de especies nativas, así como muchos bienes y servicios que alguna vez proveyeron (Lamb y Gilmour 2003).

Cuando los bosques del centro-sur de Chile son sometidos a cortas selectivas, especies heliófitas del género *Chusquea* (Bambuceae) que en general tienen baja presencia y cobertura cuando hay un dosel boscoso denso o cerrado (Donoso y Nyland 2005), aumentan aceleradamente su crecimiento y cobertura y son importantes inhibidoras para el establecimiento y crecimiento de las especies arbóreas (González *et al.* 2002, Donoso y Nyland 2005; figuras 1 y 2). Los efectos de estas cortas selectivas en la distribución diamétrica de los bosques intervenidos **se pueden** observar en las propuestas presentadas por algunos consultores forestales y aprobadas por CONAF debido a que cumplen con el requisito de extracción de no más de 35 % del área basal. En un taller en que se evaluaron 20 planes de manejo aprobados se observó (luego de discutir en qué consisten las cortas de selección) que no había ningún criterio que permitiera vislumbrar una intención para regenerar los rodales de cada plan de manejo y generar un rendimiento sostenido en ellos. Estos casos se ilustran en dos ejemplos de bosques con una estructura tipo J inversa y áreas basales medias a altas que reflejan una leve o nula intervención previa (figura 3). En la figura izquierda no se observa un criterio de extracción por clase diamétrica (es errática la

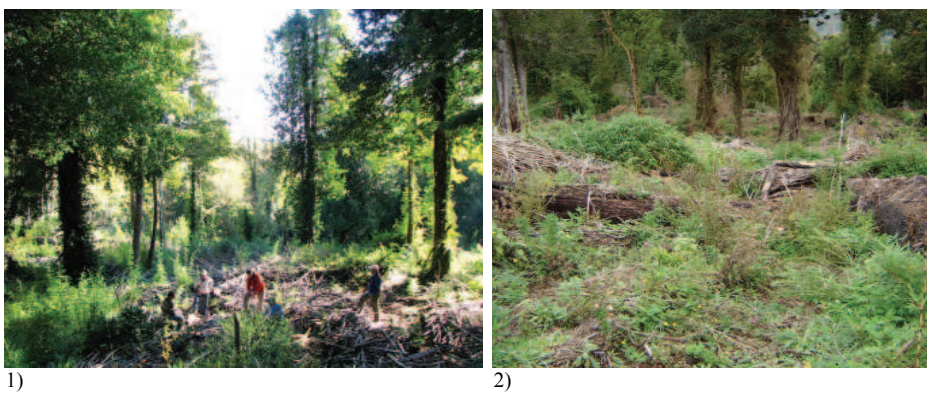


Figura 1: Bosque del tipo forestal coihue-rauli-tepa en la cordillera de Los Andes de Valdivia (40 °S) en que se extrajo casi la totalidad del coihue y el rauli unos 40 años antes de la toma de esta foto (Foto: Daniel Soto). **Figura 2:** Bosque del tipo forestal siempreverde de altitudes medias que fue severamente intervenido y en que quedaron en el suelo algunos árboles que se decidió no cosecharlos seguramente por la mala calidad relativa que tenían (Rodrigo Mujica). En ambos casos quedaron en pie especies de menor valor comercial al momento de la corta, un dosel muy abierto y en el sotobosque varias especies arbustivas dominadas por especies del género *Chusquea*.

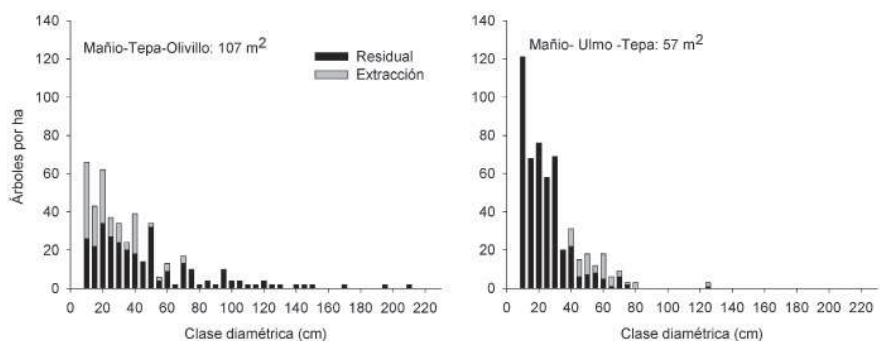


Figura 3. Ejemplos de cortas selectivas en bosque siempreverdes en el centro-sur de Chile. En el gráfico de la izquierda la corta es errática entre clases diamétrica y no se interviene sobre los 80 cm; en el gráfico de la derecha sólo se interviene sobre 43 cm, también en forma errática, y no se interviene entre las clases inmaduras (Datos entregados por CONAF región de los Ríos en el marco del Curso-Taller Ecología y Silvicultura de los Bosques nativos dictado por Pablo Donoso H. y Mauro González C. el año 2009 en la Universidad Austral de Chile en Valdivia).

extracción según clase diamétrica y la estructura tipo J inversa (aunque irregular) es fuertemente afectada debido a la extracción focalizada en los diámetros inferiores a 75 cm y la nula extracción en los diámetros mayores. En la figura derecha hay una aparente definición del diámetro máximo residual (43 cm, un tanto bajo), pero no se intervienen las clases menores, es decir se aplica aparentemente el método de selección pero no el sistema de selección que implica la intervención de clases diamétricas inmaduras. Es posible en ambos casos que los efectos de sucesivas cortas con estos criterios lleven a que cada rodal pierda la estructura original y la productividad potencial que se puede lograr a través de la silvicultura de selección.

En resumen, en la actualidad los bosques adultos multietáneos se están degradando a través de cortas ilegales y, lo más lamentable, también mediante cortas legales. Esta situación debe ser revertida con urgencia. Esta es la razón fundamental que recomienda la adopción del manejo multietáneo. Otras siete razones lo justifican, y este es el tema de la siguiente sección.

4.4 Siete razones por que promover el manejo multietáneo en bosques nativos

Es común escuchar en Chile la pregunta de para qué manejar bosques nativos adultos en circunstancias de que es mejor obtener maderas de plantaciones o de bosques nativos coetáneos, es decir bosques secundarios jóvenes (llamados renovales en Chile), y que no hay que intervenir los bosques adultos para fines de producción maderera ya que estos sólo deben entregar servicios ecosistémicos como agua, captura de carbono, belleza escénica, biodiversidad, etc. En el mundo efectivamente hay una creciente oferta de madera que proviene de plantaciones, y esta se plantea como una opción para reducir la presión sobre bosques primarios que decrecen a tasas alarmantes (Kirilenko y Sedjo 2007, Paquette y Messier 2010). La preocupación por la reducción de bosques primarios obedece a que éstos pueden proveer muchos servicios ecosistémicos que las plantaciones o bosques secundarios proveen en menor magnitud. Si bien esta preocupación tiene plena justificación, la silvicultura multietánea permite mantener la provisión de estos servicios ecosistémicos además de proveer bienes únicos (Nyland 2002) y en consecuencia es una alternativa viable debido a su potencial impacto sobre comunidades humanas. Las siguientes son algunas razones que justifican el manejo multietáneo de bosques en general y en Chile en particular:

*1) Es prácticamente la única alternativa para poder seguir produciendo madera de **especies de sucesión tardía** de alto valor maderero, las cuales tienen pocas posibilidades de ser producidas en el marco del manejo de bosques coetáneos como con plantaciones o bosques secundarios.* Esta situación incluye especialmente a

especies como las Podocarpaceas o mañíos (*Podocarpus nubigena*, *Saxegothaea conspicua* y *Podocarpus salignus*), lingue (*Persea lingue*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*). También puede incluirse en esta categoría a algunas especies semitolerantes como laurel (*Laurelia sempervirens*), canelo (*Drimys winteri*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), y tal vez a algunos *Nothofagus* como raulí (*N. alpina*), y coihue de Chiloé (*N. nitida*), las cuales también tienen buenas (o muy buenas en algunos casos) posibilidades de desarrollo en bosques coetáneos o bietáneos, ya sea en bosques secundarios o plantaciones (Wienstroer *et al.* 2003 y Donoso *et al.* 2011 en relación a raulí, Uteau y Donoso 2009 en relación a ulmo y laurel).

2) *Hay miles de propietarios privados de bosques adultos multietáneos cuya opción es cosechar sus bosques y no dejarlos intactos o usarlos para otros fines (ecoturismo, productos forestales no madereros, etc.).* Estos propietarios requieren propuestas de manejo multietáneo para sus bosques que les permitan hacer un uso sustentable de éstos. De hecho el manejo multietáneo, con ciclos de corta de 10 a 15 como se podría esperar para los bosques de la zona centro-sur, es la única opción para estos propietarios de obtener ingresos en períodos cortos de tiempo además de las plantaciones de especies de muy rápido crecimiento, especialmente las de *Eucalyptus* sp.

3) *Una alta proporción de lo que hoy son bosques secundarios jóvenes seguirán la sucesión forestal y se convertirán en bosques multietáneos.* Estos bosques secundarios están ubicados en general en zonas de muy buen acceso y en consecuencia tienen o tendrán un gran potencial económico en relación a la generación de productos madereros. Los bosques secundarios en la actualidad tienen entre 60 y 80 años ya que son producto de los grandes incendios principalmente de la primera mitad del Siglo XX (Otero 2006). Estos bosques, que en el centro-sur de Chile están dominados principalmente por especies del género *Nothofagus* (*N. dombeyi*, *N. obliqua*, *N. alpina*, y *N. glauca*) y canelo (aunque también hay bosques secundarios dominados por otras especies como ulmo y notro (*Embothrium coccineum*)), están en una etapa de transición entre las de exclusión fustal y de reinicio de la regeneración (sensu Oliver y Larson 1996) que implica que en ellos se están estableciendo especies tolerantes en el sotobosque (Donoso *et al.* 1993, Donoso *et al.* 1999b, Lusk y Ortega 2003, Soto y Donoso 2006). Algunos bosques secundarios incluso se iniciaron con una composición mixta de especies de distinta tolerancia debido al tipo de disturbio que los originó. En estos bosques las especies se han estratificado en el perfil vertical, por ejemplo con las especies de *Nothofagus* ocupando el dosel superior y aproximadamente el 80 % del área basal total, y las tolerantes y semitolerantes a la sombra ocupando los doseles intermedio e inferior con el resto del área basal total (Donoso *et al.* 1993, Lusk y Ortega 2003).

4) *Hay altas posibilidades de rehabilitar o restaurar (sensu Lamb y Gilmour 2003) miles (o tal vez millones) de hectáreas de bosques degradados en el centro-sur de Chile que aún mantienen parte de la estructura y composición de los bosques adultos cosechados originalmente.* El proceso de rehabilitación debería conducir a la creación de bosques multietáneos. Por tratarse de bosques en zonas accesibles también (por eso fueron degradados), una proporción importante de estos bosques serían sometidos a manejo multietáneo.

5) *La sociedad en general prefiere bosques de cubierta continua y con atributos de bosques adultos como los que se generan con el manejo multietáneo de bosques.* Esta preferencia de la sociedad está fuertemente determinada por el efecto visual y emocional que producen estos bosques multietáneos (Kimmins 2003), así como por el rechazo que producen algunos métodos coetáneos de cosecha y regeneración, especialmente la tala rasa en grandes extensiones (Bliss 2000, Muñoz-Pedrerros y Larraín 2002). Es decir, el manejo multietáneo genera una mucho mayor aceptación social, lo cual es fundamental para que una actividad productiva con recursos naturales, como la forestal, sea considerada sustentable (Bliss 2000).

6) *Los bosques adultos, y los bosques con manejo multietáneo, pueden proveer los servicios que son propios de bosques mixtos y multiestratificados, incluyendo recreación, vida silvestre y diversidad (Leak 1985, Nyland 2002).* En contraste con los bosques secundarios que son generalmente bastante puros en composición y tienen una pobre estratificación vertical y diversidad estructural, los bosques adultos tienen estos atributos que les permiten tener funciones y generar servicios únicos.

7) *La silvicultura multietánea puede ser tan rentable o más rentable financieramente que la silvicultura coetánea en muchos casos.* A través de la silvicultura multietánea se maximiza la producción volumétrica de madera aserrable o debobinable que es más escasa cuando se trabaja con métodos coetáneos, y ello, junto a la cosecha de este volumen en ciclos de corta en promedio de 10 a 20 años (lo que permite que el efecto de la tasa de interés sea menor que en rotaciones más largas asociadas a métodos coetáneos), permite que la rentabilidad de los sistemas multietáneos sea en ocasiones similar o superior a la de bosques coetáneos (Nahuelhual *et al.* 2007)

Estos siete argumentos proveen suficientes razones para entender la necesidad de promover el manejo multietáneo en Chile, con la finalidad de implementarlo actualmente en algunos bosques que son multietáneos o en el futuro en bosques que se transformarán, natural o artificialmente, en bosques multietáneos.

4.5 Opciones de manejo multietáneo en bosques adultos y parcialmente degradados

Bosques Siempreverdes. El tipo forestal siempreverde (TFS) es el de mayor superficie entre los 12 tipos forestales de Chile, con 4,15 de las 13,4 millones de hectáreas de bosques nativos en Chile (1,4 en áreas protegidas del Estado) (CONAF *et al.* 1999). El TFS es el más complejo en Chile, lo que se explica no sólo por su gran extensión y variedad de sitios en que crece, sino que también porque ocupa una importante superficie del país donde ocurre una transición de especies adaptadas a zonas mediterráneas y otras adaptadas a zonas más templadas y frías (Donoso 1981, Donoso 1993). La presencia de unas 21 especies arbóreas y varias decenas de otras especies vasculares (Donoso 1989, Donoso 1993, Aravena *et al.* 2002; Donoso y Nyland 2005) especialmente en bosques adultos multietáneos, y el hecho de que la mayoría de las especies arbóreas son de valor comercial (Donoso 1989, Díaz-Vaz *et al.* 2002), son factores que hacen que la silvicultura asociada a estos bosques sea más desafiante que aquella asociada a otros bosques de composición y estructura más simple en Chile.

La enorme variación latitudinal y altitudinal en que se encuentra el tipo forestal siempreverde (Donoso 1989, Donoso 1993) indica que se trata de un conjunto de comunidades forestales muy diversas y que al darse recomendaciones o prescripciones, ellas deben ser referidas a rodales o condiciones relativamente específicas. Las diferencias asociadas con variaciones latitudinales y longitudinales (*Andes vs. Costa*) son fundamentales, ya que a ellas van asociadas importantes diferencias de sitio (Donoso 1989, Donoso *et al.* 1999). En segundo lugar es necesario identificar los bosques adultos más comunes en cada macrorregión donde crecen los bosques siempreverdes en la zona centro-sur de Chile, particularmente en cuanto a su rango de variación en ocupación de sitio, expresado por ejemplo en área basal. Considerando estas variaciones se debe usar una aproximación metodológica que permita evaluar al menos un par de alternativas de cortas de selección en cada bosque representativo de cada macrorregión.

Los bosques siempreverdes de la cordillera de la Costa de Valdivia (40 °S) están dominados por tepa y ulmo, aunque a altitudes menores a 500 m s.n.m. olivillo es también una especie importante, incluyendo aquellos de la provincia de Osorno (41 °S). Sobre los 500 m s.n.m. en esta región, mañío hembra es también una especie de mayor importancia (Donoso 2002, Donoso y Nyland 2005). Coihue común puede estar presente, pero es escaso hacia la ladera *occidental* de la cordillera de la Costa entre los 40 y 42 °S donde hay aún muchos bosques sin intervención antrópica y no existen perturbaciones de gran escala (Donoso 1989). En la ladera oriental en cambio es posible encontrar bosques con coihue común ocupando posiciones emergentes (Llanacura en figura 4 y cuadro 1). Hacia el sur se observa una disminución de

coihue común que es reemplazado por coihue de Chiloé, especie que al igual que canelo aumenta fundamentalmente en forma asociada a condiciones de suelos de mal drenaje (Donoso *et al.* 2007, Gutiérrez *et al.* 2009). Esto es lo que ocurre en Quillaípe en la provincia de Llanquihue y en Yaldad en la provincia de Chiloé (figura 4 y cuadro 1). Otra especie que aumenta su presencia hacia el sur es tineo, una especie de muy lento crecimiento (Donoso *et al.* 2006) que probablemente aumenta sus habilidades competitivas en regiones donde disminuyen otras especies requirentes de mejores sitios (Innes 1992). En todos los bosques siempreverdes evaluados para la región centro-sur de Chile tepa es frecuentemente la especie con mayor valor de importancia (suma de la densidad relativa y el área basal relativa), con valores sobre 30 % excepto en los rodales de más al sur, en Quillaípe y Yaldad, donde sus valores de importancia son de 21 %.

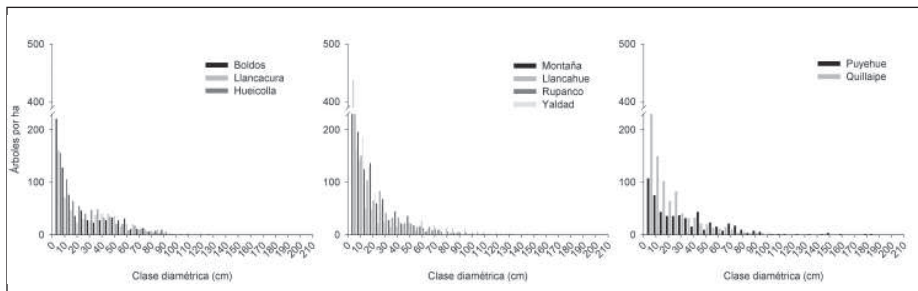


Figura 4. Distribuciones diamétricas de bosques adultos del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de la Costa (izquierda), de la Depresión Intermedia (centro) y de la Cordillera de Los Andes (derecha) entre los 39 y 43°S.

Aparte de las características en composición, los bosques siempreverdes del centro sur de Chile se caracterizan por tener grandes áreas basales y distribuciones diamétricas del tipo J inversa o S rotada, las cuales en general son características en bosques adultos en regiones templadas (Tyrrel y Crow 1994, Leak 2001, Westphal *et al.* 2006). De los rodales evaluados y representados en la figura 4 y cuadro 1, los dos que tuvieron mayor área basal fueron los de Llancahue (106 m²/ha) y Puyehue (111 m²/ha), los únicos con árboles emergentes de coihue común con diámetros entre 180 y 210 cm. Los rodales con menor área basal fueron los de más al sur, en Quillaípe (75 m²/ha) y Yaldad (55 m²/ha). Los rodales de la Depresión Intermedia entre los 40 y 41 °S, sin coihues emergentes pero con abundante ulmo (especie que a veces se comporta como emergente pero que siempre está en el dosel superior con grandes árboles), tuvieron también grandes áreas basales (98 m²/ha tanto en Llancahue como en Rupanco).

Cuadro 1. Diámetro Medio Cuadrático (DMC; cm) y Valor de Importancia (VI; %) para las especies principales en bosques Siempreverdes entre los 39 y 43 ° Lat S de Chile y según ubicación geográfica, latitud (grados S) y altitud (m).

Especie	Cordillera de la Costa						Depresión Intermedia								Cordillera de Los Andes			
	Boldos		Llancacura		Hueicolla		Montaña		Llancahue		Rupanco		Yaldad		Puyehue		Quillaipe	
	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt	Lat	Alt
	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI	DMC	VI
Podocarpaceae	33	12									10	1	50	6			40	16
D. diacantoides			30	8	51	10			19	2					66	11		
D. winteri	10	2			41	2			27	3			28	25			26	30
G. avellana	15	7			10	2	18	3			21	1			27	2		
E. cordifolia	61	10	64	12	76	13	81	6	74	34	62	17			86	9	16	0,3
N. dombeyi			152	15											156	16		
N.nitida													56	9			70	17
W. trichosperma	69	29	62	9	107	6			84	5			63	6	70	2	73	4
Mirtaceae	8	3	10	10	28	22			8	10	10	11	20	24,8	21	12	13	11
A. punctatum	22	9			48	8	46	33	34	7	25	11			48	12		
L. philippiana	32	25	38	44	39	29	23	50	27	38	39	49	35	21,1	47	33	32	21
C. paniculata											31	1	19	4	31	3		
P. lingue							32	2										
L. sempervirens							93	3			53	5						

La necesidad de desarrollar la silvicultura multietánea en los bosques siempreverdes obedece a que junto a las siete razones para el manejo multietáneo dadas más arriba, hay una superficie superior a un millón de hectáreas de bosques siempreverdes adultos en el centro-sur de Chile que no están en áreas silvestres protegidas (CONAF *et al.* 1999), es decir, están en manos de propietarios que muy probablemente quieren obtener ganancias a partir de la cosecha de estos bosques. Si estos bosques fuesen bien manejados, el desarrollo socioeconómico a partir de esta superficie podría ser significativo.

En Chile no hay experiencias reportadas de silvicultura multietánea en bosques siempreverdes. En los más importantes ensayos silviculturales en bosques siempreverdes en Chile, ubicados en la Cordillera de Los Andes de la provincia de Llanquihue y la Cordillera de la Costa de la provincia de Valdivia, se ensayaron principalmente cortas conducentes a bosques coetáneos. En estos ensayos inicialmente se hicieron algunas cortas similares a la aplicación del método de selección (corta de árboles individuales sobre un diámetro límite), pero éstas no fueron monitoreadas posteriormente (comunicación personal Claudio Donoso). Las publicaciones relacionadas con estos ensayos en ambas cordilleras sólo reportan resultados relacionados con las cortas para bosques coetáneos que fueron efectuadas en estos ensayos (Donoso 1989, Donoso *et al.* 1999). Las normas de manejo para el tipo forestal siempreverde también están basadas en los resultados obtenidos de estos ensayos.

Si bien no hay ensayos o experiencias reportadas en silvicultura multietánea en bosques siempreverdes, Donoso (2002) generó algunas bases ecológicas y propuestas para la aplicación de cortas de selección en bosques siempreverdes de la Cordillera de la Costa entre los 39 y 41 °S. Entre las propuestas generadas se establecen relaciones entre crecimiento y regeneración con variables como área basal y estructura del bosque, y se evalúa cómo ocurren estas relaciones en sitios de mayor o menor calidad relativa (Donoso 2002, Donoso 2005, Donoso y Nyland 2005).

En cuanto a la regeneración, las especies arbóreas principales evaluadas corresponden a *A. punctatum* (en altitudes < 500 m), *L. philippiana* y *E. cordifolia* (aunque para esta última especie su regeneración no se establece definitivamente si no hay suficiente luz), todas especies que alcanzan el dosel principal del bosque, y varias especies de la familia de las Mirtaceae entre las especies arbóreas de tamaño menor. La abundante regeneración promedio evaluada para olivillo y tepa, además se ve afectada por la estructura vertical del bosque. Donoso y Nyland (2005) y Donoso (2005) reportan que para estas especies la densidad de plántulas de regeneración (5-200 cm de altura) fue mayor en rodales con un dosel intermedio más abierto o rodales con un buen balance de cobertura de copas entre los distintos doseles (estructuras más reguladas o balanceadas como las que se desea obtener con silvicultura de selección), es decir en condiciones que facilitan un buen ingreso de luz para la

regeneración de estas especies **tolerantes**. Por otra parte, la regeneración de especies arbóreas del tipo forestal siempreverde en general se ve negativamente afectada por la competencia en el sotobosque, particularmente por *Chusquea* sp. y el helecho *Lophosoria quadripinnata* (valores **de r^2** entre 0,6 y 0,8; Donoso y Nyland 2005).

En cuanto a crecimiento en diámetro, en bosques multietáneos y multiestratificados el crecimiento de *L. philippiana* y *S. conspicua*, especies comunes en estos bosques, alcanzan su máximo en árboles de 30-60 cm (Donoso 2002; **Donoso et al. 2009**), es decir aquellos árboles relativamente jóvenes aún que ya han salido de una condición de sotobosque suprimida y están alcanzando o han alcanzado el dosel principal. Donoso (2005) también determinó que el crecimiento de *L. philippiana* es mayor con menores niveles de área basal por hectárea (comparando un rango de 40 a 130 **m² ha⁻¹**) y también en parcelas con un buen balance de cobertura de copas entre los distintos doseles. De acuerdo a estos resultados y a este criterio, especies tolerantes o semitolerantes como *L. philippiana* y *S. conspicua* se deberían hacer crecer hasta un máximo de unos 70-80 cm (el mayor crecimiento en área basal es con un diámetro un poco mayor). Alternativamente habría que evaluar financieramente cuál es el diámetro para considerar un individuo maduro que debería ser cortado al final de un ciclo de corta de un sistema de selección. En todo caso, estos valores están **cerca** del rango de diámetros de 50 a 60 cm que compran empresas nacionales dedicadas al debolinado de maderas nativas (Siebert 1999).

Los resultados de regeneración y crecimiento muestran que efectivamente estructuras balanceadas, es decir aquellas donde la cobertura de copas entre árboles de los doseles inferiores, intermedios y superiores es similar, permiten una regeneración más abundante y un mejor crecimiento de las especies. Donoso (2005) desarrolló un índice de copas (Crown Index) que cuando alcanza valores entre 1 y 2 representa estas estructuras diamétricas balanceadas, y en esas condiciones la distribución diamétrica en general tuvo factores q (la razón entre el número de árboles entre una clase diamétrica y la siguiente) entre 1,26 y 1,35. Estos factores q pueden servir como una primera referencia para regular la estructura de bosques manejados con cortas de selección. Para bosques Siempreverdes de más al sur, en las provincias de Llanquihue (42 °S) y Chiloé (43°S) también se han determinado factores q similares (datos no publicados P. Donoso). Sin embargo, la evaluación de diversas alternativas de estructuras diamétricas implementadas en terreno (a las que se les puede calcular sus factores q al inicio y al final) debe dar las mejores señales con respecto a la mejor estructura para un crecimiento sostenido del bosque a través de cortas de selección.

En base a sus resultados de crecimiento y regeneración, además de las estructuras de bosques observadas, Donoso (2002) propone combinaciones distintas de diámetro mínimo a cortar, área basal residual y estructura residual en bosques siempreverdes de la Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia, según se trate de sitios de mayor o menor calidad. En un rodal representativo de

un buen sitio en la Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia, considerado como tal por tener suelos más profundos, e individuos de *L. philippiana* del dosel de mayor altura para un mismo diámetro clave de 50 cm (una aproximación para evaluar calidad de sitio) (Alexander y Edminster 1977, Lorimer y Frelich 1998, Donoso 2002,), se propone trabajar con áreas basales de 33 m²/ha como residual y 47 m²/ha como final, lo que considerando una tasa de crecimiento anual de 1,4 m²/ha en área basal significa un ciclo de corta de 10 años. Donoso (2002) sugiere además incrementar la proporción relativa de árboles inmaduros con respecto a árboles de grandes dimensiones, lo cual se logra en relación al bosque no intervenido a través de la definición del diámetro de corta de árboles maduros que se establece en ese caso en 90 cm. La estructura propuesta tiene un factor q entre 1,2 y 1,4 y un índice de copas entre 1,4 y 1,5. Estos niveles de área basal residual y final tienen como objetivo general obtener buenas tasas de crecimiento del bosque, y en particular buscan favorecer el desarrollo de ulmo, una de las especies más valiosas y de mayor crecimiento en estos bosques.

Un ensayo en base a estas pautas ha sido recientemente establecido en las cercanías de la ciudad de Valdivia (figura 5). En este ensayo sin embargo el área basal residual es cercana a 50 m²/ha, es decir superior a lo programado, y ello obedece a que transformar un bosque multietáneo sin manejo previo en un bosque de selección es difícil hacerlo al cabo de una sola corta y, en consecuencia, es más razonable que el área basal residual escogida (entre 35 y 40 m²/ha) es más viable conseguirla en dos cortas. En la primera corta se debe reducir significativamente el área basal concentrada en individuos de diámetros superiores al diámetro de corta establecido



Figura 5. Corta de selección implementada en un rodal del tipo forestal siempreverde en la Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia (40 °S) que ilustra la diversidad de tamaño de árboles residuales, y los espacios generados para regeneración (claros) una vez ejecutada la corta.

(por ejemplo 80 cm), y ello implica que en la primera corta es posible que sea leve la intervención entre las clases inmaduras (<80 cm). Sólo en la segunda corta será posible buscar en forma más ajustada acercarse a la estructura deseada, dejando algunos árboles de mayores dimensiones al diámetro de corta con la finalidad de que cumplan funciones ecológicas especiales. En la figura 6 se muestra la distribución diamétrica de un bosque multietáneo sin intervención, sometido a una primera corta (de transformación) y una segunda corta de selección con la cual se logra la estructura deseada 10 años más tarde de la primera corta. En ambos casos se usa un factor q de 1,3 hasta el diámetro máximo residual de 80 cm. Siendo el objetivo final trabajar con un área basal residual de 40 m²/ha, en la primera corta se reduce el área basal original de 85 m²/ha a 60 ya que se dejan en pie un tercio de todos los árboles mayores al diámetro de corta (desde 80 a 160 cm de DAP). En esta corta no se cortan los árboles de tamaño mediano (25 a 50 cm) debido a que en este rango de clases hay déficit con respecto al número deseado de árboles. En la segunda corta sí se logra el área basal residual de 40 m²/ha dejando tres árboles sobre el diámetro de corta, y en esta corta se logra cosechar árboles de todas las clases diamétricas, ya que las clases deficitarias originales ya presentan exceso en número de árboles con respecto a lo deseado. La proyección de número de árboles por clase diamétrica en los 10 años entre la primera y la segunda corta se hizo en base a la metodología de proyección de tablas de rodal descrita en Avery y Burkhart (1994). Estas proyecciones reflejan que luego de 10 años puede lograrse una estructura balanceada y, si se mantiene un buen crecimiento en todas las clases diamétricas (lo cual hay que monitorear a través de varios ciclos de corta), también una estructura sustentable.

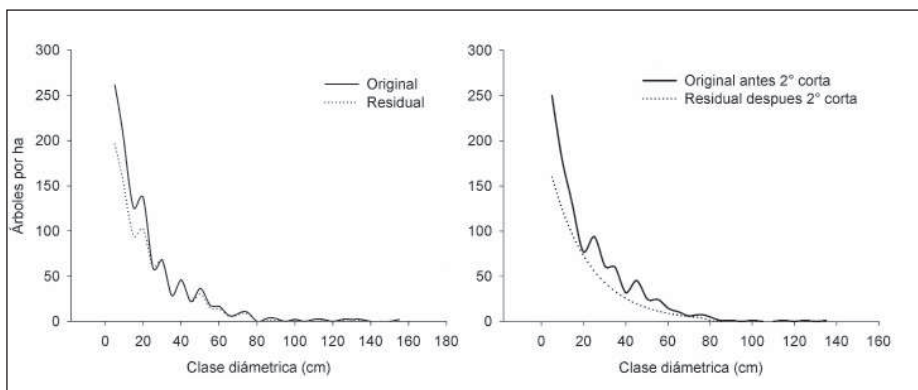


Figura 6. Distribuciones diamétricas antes y después de la primera corta (arriba) y segunda corta (abajo) en un bosque multietáneo con un área basal original de 85 m²/ha (ver texto para mayor explicación).

Bosques del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa. Estos bosques cubren principalmente la Cordillera de Los Andes entre los 37 y 41 °S (donde termina la distribución natural de raulí). Dos son las principales diferencias entre los bosques adultos de este tipo forestal con aquellos del tipo forestal siempreverde: la presencia de raulí, una de las especies más valiosas de los bosques chilenos, y en general una diversidad menor de especies arbóreas. La principal similitud son los muy altos valores de área basal (y seguramente volumen también), cercanos a 100 m²/ha, y la distribución del tipo J inversa o S rotada (figura 4). Un excelente resumen de las características de estos bosques es el publicado por Donoso *et al.* (1986) para un gradiente de altitudes en las provincia de Malleco, Cautín y Valdivia (cuadro 2), así como por Otero y Monfil (1999) en cuanto a su historia y dinámica.

En el cuadro 2 se puede observar que hacia el norte los bosques son más diversos que hacia el sur, e incluyen muchas especies (lingue, avellano, olivillo, avellanillo) que en la provincia de Valdivia sólo se presentan en altitudes bajas en los subtipos remanentes originales o renovales del tipo forestal roble-raulí-coihue. Hacia el sur, por el contrario, aparecen especies que están ausentes en el norte, especialmente *E. cordifolia* en el estrato dominante y *S. conspicua* en el estrato codominante (cuadro 2 y cuadro 3).

En este tipo forestal están permitidos los métodos silviculturales de árbol semillero, protección y cortas selectivas. Las principales propuestas silviculturales para este tipo forestal son señaladas por Otero y Monfil (1999), quienes proponen cortas selectivas con enriquecimiento, protección en fajas y protección regular. Las cortas selectivas con enriquecimiento propuestas consisten en la extracción de 40 % de los árboles, anillamiento de los árboles sin valor comercial (no se especifica si dentro del 40 % señalado) y enriquecimiento con plantas de *Nothofagus* (entre 700 y 1.200 por hectárea) en sectores sin regeneración. Como se puede ver este esquema no conduce a un bosque multietáneo. La silvicultura multietánea en realidad no se ha aplicado en estos bosques, y en caso de aplicarse, lo más probable es que coihue no sea posible regenerarlo en bosques multietáneos manejados debido a su carácter de intolerante a la sombra. Sin embargo, raulí es una especie semitolerante que debería poderse desarrollar en bosques multietáneos manejados. Evidencias que sugieren que esta alternativa es posible incluyen el buen desarrollo de raulí plantado bajo dosel (Grosse 1988, Donoso *et al.* 2013), así como la ocurrencia de regeneración natural en bosques adultos de este tipo y su mejor crecimiento con niveles inferiores de cobertura del dosel. Es clave para un potencial éxito en términos económicos y por ende de aceptación social que raulí pueda ser incluido en esquemas de manejo multietáneo en estos bosques, ello debido a su valor y a que son pocas las otras especies de valor en estos bosques (*L. philippiana* en primer lugar, *S. conspicua* y *D. diacanthoides* hacia el sur, y *A. punctatum* hacia el norte).

Cuadro 2. Área basal por hectárea según altitud y exposición en las Cordillera de Los Andes de las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia (Modificado de Donoso *et al.* 1986). Se destacan en negrillas las tres especies principales en área basal en cada situación, donde se aprecia que tepa pierde importancia hacia el norte.

Malleco				
Especie	Nor-oeste bajo	Nor-oeste alto	Sur-este bajo	Sur-este alto
Coihue	45	60	13	20
Raulí	29	27	41	26
Tepa	<1	3	12	7
Olivillo	25	13	17	4
Lingue	<1	0	0	0
Tineo	8	5	9	7
Trevo	<1	6	<1	4
Avellano	3	5	2	8
Avellanillo	<1	<1	1	1
Cautín				
Especie	Nor-oeste bajo	Nor-oeste alto	Sur-este bajo	Sur-este alto
Coihue	40	66	35	55
Raulí	28	28	20	18
Tepa	23	28	13	27
Olivillo	14	0	21	0
Tineo	12	<1	14	4
Trevo	<1	2	1	15
Ulmo	<1	0	13	0
Mañío Hembra	0	24	0	16
Valdivia				
Especie	Nor-oeste bajo	Nor-oeste alto	Sur-este bajo	Sur-este alto
Coihue	46	59	55	55
Raulí	42	61	33	46
Tepa	11	16	10	18
Olivillo	13	0	2	0
Tineo	8	0	10	0
Trevo	<1	6	2	8
Ulmo	<1	0	2	0
Mañío Hembra	0	9	3	10
Avellano	3	0	0	0

Cuadro 3. Alturas de distintas especies dominantes o codominantes en bosques de Coihue-Raulí-Tepa de la Cordillera de Los Andes del centro-sur de Chile (Donoso <i>et al.</i> 1986).				
Dosel	Especie	Malleco	Provincia Cautín	Valdivia*
Dominante o sobre el dosel principal	<i>N. dombeyi</i>	35-39	35-40	38-45
	<i>N. alpina</i>	32-35	31-35	32-38
	<i>W. trichosperma</i>	27-30	25-28	25-30
	<i>E. cordifolia</i>	-	-	22-25
Codominante o dosel principal	<i>L. philippiana</i>	20-23	20-25	20-25
	<i>A. punctatum</i>	16-19	19-22	15-20
	<i>D. diacanthoides</i>	14-16	16-20	15-25
	<i>S. conspicua</i>	-	17-21	15-22

*Actual región de Los Ríos

Para el éxito de la silvicultura multietánea en estos bosques es posiblemente necesario apuntar a áreas basales residuales luego de la corta del orden de 30-40 m²/ha, y áreas basales finales de 45-50 m²/ha para evitar que disminuya la luminosidad en los doseles intermedios e inferiores y de esa forma asegurar el desarrollo de raulí. Esta situación es similar a lo que se puede proponer para ulmo en bosques siempreverdes.

Bosques parcialmente degradados. Considerando que para los bosques de los tipos forestales siempreverde y coihue-raulí-tepa se ha planteado que debe buscarse trabajar con áreas basales que fluctúen entre 30 y 60 m²/ha, resulta que en bosques de área basal original de 80-100 m²/ha que han sido sometidos a una o a dos cortas selectivas o han sido floreados, y que en consecuencia han quedado con áreas basales entre el rango señalado más arriba, es posible, deseable y de hecho oportuno iniciar directamente en ellos la aplicación de cortas de selección. Considerando que estos bosques no han sido manejados correctamente, es posible que haya problemas de regeneración debido a una gran abundancia de *Chusquea* sp. o que haya habido una reducción importante de las especies de mayor valor comercial. De ser este el caso, para iniciar exitosamente cortas de selección en estos bosques es probable que se necesiten algunas medidas de apoyo como control de la densidad de *Chusquea* sp. y plantación complementaria de las especies de valor que han quedado mal representadas en el bosque degradado.

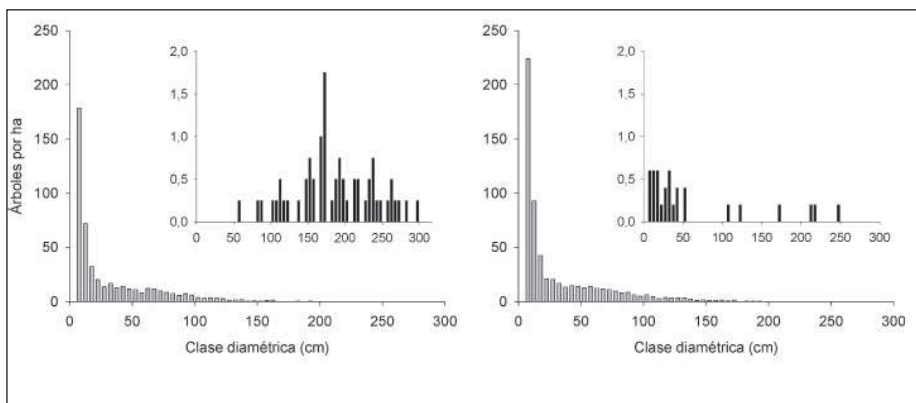


Figura 7. Distribución diamétrica de dos bosques adultos prístinos del tipo forestal coihue-raulí-tepa a los 800 m.s.n.m. en la Cordillera de Los Andes de Valdivia. Los gráficos corresponden a dos bosques con abundante presencia de tepa y mañío hembra como especies del dosel, pero uno (izquierda) tiene grandes coihues emergentes mientras que el otro (derecha) está fuertemente dominado por especies tolerantes. Cada gráfico principal corresponde a la distribución de especies tolerantes, y los insertos a la de especies más intolerantes a la sombra (Donoso et al. 2009).

4.6 Opciones y oportunidades de transformación de bosques secundarios en bosques multietáneos

En la zona centro-sur de Chile **es en los bosques** adultos donde se puede directamente aplicar silvicultura multietánea (pero los cuales en general se intervienen sin criterios silviculturales como se discutió más arriba). Estos bosques se localizan fundamentalmente en ambas cordilleras, pero en la Depresión Intermedia son muy pocos los relictos que quedan. En la Depresión Intermedia en consecuencia la gente o la sociedad no pueden disfrutar de los múltiples bienes y servicios que son posibles de obtener desde los bosques adultos. A pesar de esto, en la depresión intermedia existe la gran oportunidad de manejar los actuales bosques secundarios, principalmente de *N. obliqua* y *N. dombeyi* o de *D. winteri* (especialmente entre los 41 y 43 °S), de un modo de transformarlos hacia bosques adultos y, en el camino, generar crecientemente atributos de bosque adultos en bosques secundarios. Las principales intervenciones iniciales en estos bosques secundarios deben ser raleos pero, a diferencia de los raleos clásicos conducentes a incrementar la productividad maderera del bosque (raleos de copa, por espaciamiento u otros) (Donoso et al. 1999 b; Lara et al. 1999; Grosse et al. 1999; Navarro et al. 2010), estos raleos deben buscar generar un retorno financiero conveniente pero además procurar convertir la estructura coetánea de los bosques secundarios. Esta estructura coetánea se caracteriza por una pobre estructura vertical, la dominancia de pocas especies en general pioneras, la ausencia de sotobosque y

regeneración, y la falta de material leñoso muerto. Estas características se pueden modificar mediante los llamados raleos ecológicos o de restauración (Hunter 2001, Keyes 2005, Keeton 2006, Dwyer *et al.* 2010). Estos raleos tienen como objetivo principal incrementar el crecimiento de los árboles residuales (posterior a la corta), promover la regeneración de especies tolerantes o de sucesión tardía, aumentar la estructura vertical (Tappeiner *et al.* 1997, Acker *et al.* 1998, Bailey y Tappeiner 1998, Carey *et al.* 1999, Hunter 2001, Muir *et al.* 2002), el material leñoso muerto y, como consecuencia incrementar la diversidad del bosque (Hayes *et al.* 1997, Carey *et al.* 1999, Hunter 2001, Muir *et al.* 2002). Un par de aproximaciones para transformar bosques coetáneos en bosques multietáneos son entregadas por Nyland (2003), quien propone cinco cortas aproximadamente para lograr un bosque multietáneo. Estas propuestas en general plantean trabajar con densidades residuales inferiores a aquellas usadas en raleos ejecutados dentro de sistemas silviculturales coetáneos, pero no hacen mención a la creación de atributos de bosques adultos.

En la figura 8 se muestra la estructura diamétrica de un bosque secundario de *N. dombeyi* de alta densidad relativa (estimación propia en base a una relación tamaño-densidad no publicada para estos renovales) y un diámetro medio cuadrático de 23,2 cm, y la estructura residual luego de aplicar un raleo de copas dentro de un sistema coetáneo que busca lograr una rotación de un bosque de *N. dombeyi*, así como aquella luego de aplicar un raleo ecológico. En el raleo de copas se favorece el desarrollo de los mejores individuos de *N. dombeyi*, y para ello se reduce la densidad relativa a 65 % mediante la extracción de 1/3 de los árboles de esta especie entre los 20 y 70 cm y la cosecha de todos los árboles de diámetros mayores a 70 cm. En el raleo ecológico la densidad residual es reducida a 50 % y ello se logra eliminando la mitad de los individuos de coihue y dejando sólo cuatro individuos de coihue de grandes diámetros, además de eliminando todos los individuos de especies pioneras la corta vida, especialmente cerca de 200 árboles de radial y avellano menores a 30 cm de diámetro. La eliminación de árboles de *N. dombeyi* de grandes dimensiones puede tener tres destinos: madera para comercializar, material leñoso muerto en el suelo, o árboles perchas. La densidad relativa de 50 % tiene por objetivo fomentar la regeneración de una nueva cohorte. Es fundamental que este nuevo cohorte mantenga un buen desarrollo entre raleos y a futuro, de modo que el segundo raleo debe ocurrir antes de un cierre del dosel superior, probablemente cuando se alcance una densidad relativa de 65 %, y en éste la densidad residual también debe ser del orden de 50 % o levemente más baja (sensu Nyland 2002). Un tercer raleo debe controlar la densidad en los dos cohortes existentes y promover la generación de un tercer cohorte. De aquí en adelante se podrá comenzar a aproximar el propietario a hacer un manejo multietáneo de su rodal.

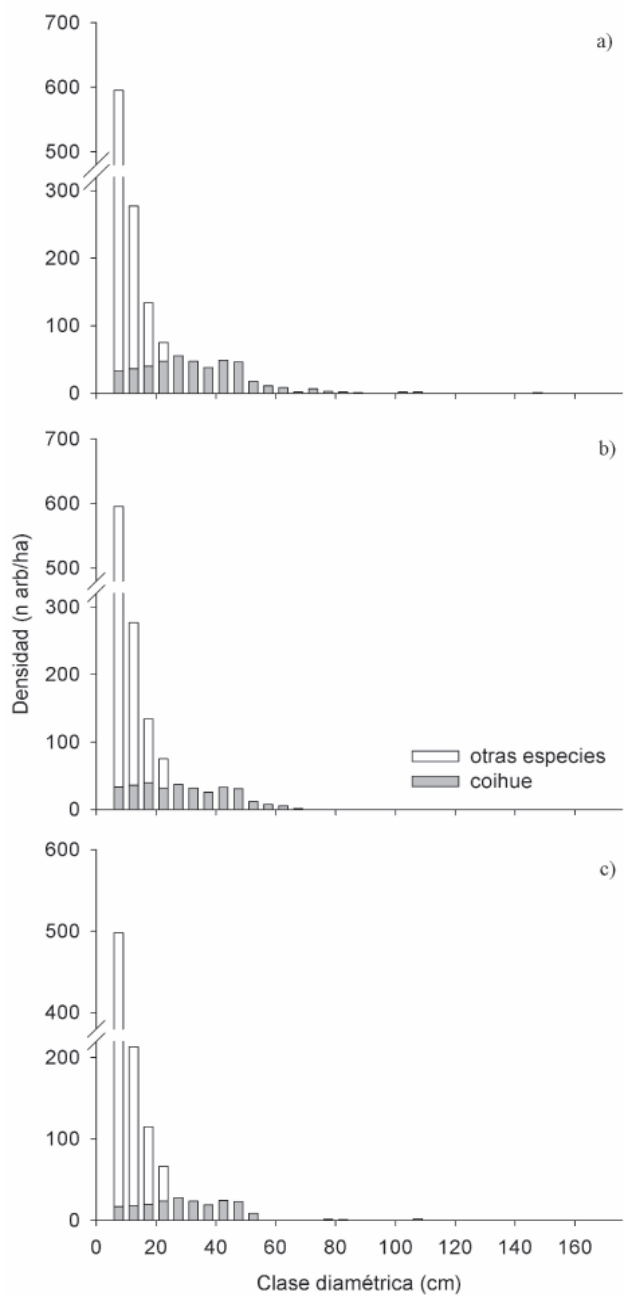


Figura 8. (A) Distribución diamétrica de un bosque secundario dominado por *N. dombeyi* con un dosel intermedio establecido de especies más tolerantes a la sombra en la depresión intermedia de la provincia de Valdivia (40° S), (B) del mismo bosque sometido a una raleo de copas clásico dentro de un sistema silvicultural coetáneo y (C) del mismo bosque sometido a un raleo ecológico.

4.7 Aproximaciones iniciales para una nueva legislación para el manejo multietáneo

Por lo señalado en este trabajo, es urgente eliminar la normativa relacionada con las cortas selectivas del DS 259. Esta normativa como se señalara no sólo es negativa por cuanto autoriza la extracción de 35 % del área basal de un bosque sin importar cuál es el área basal de ese bosque (puede ser un bosque subdenso), sino que porque además autoriza trabajar con ciclos de corta de sólo cinco años que no permiten recuperar el área basal que se supone debe extraerse al final de cada ciclo, y finalmente porque no provee pautas para conocer la estructura final del bosque con respecto a la estructura inicial y alguna estructura deseada.

Un cambio de la normativa para intervenir bosques multietáneos debe plantear ciclos de corta de al menos 10 años, debe exigir que la propuesta de corta mantenga una estructura diamétrica residual cercana a una forma tipo J inversa, y debe exigir que el área basal mínima a dejar no sea inferior a 30 m²/ha. Adicionalmente una nueva normativa debe evitar un objetivo clásico de quienes usan cortas selectivas que es cortar sólo los individuos de las especies más valiosas y los diámetros de mayor valor comercial, generalmente entre 40 y 80 cm (los llamados floreos). Estas propuestas que deberían exigirse en planes de manejo también podrían transferirse a Normas de Manejo para manejo multietáneo como aquellas que hay por ejemplo para renovales de *Nothofagus* o para bosques de lenga.

4.8 Conclusiones

Actualmente muchos bosques nativos adultos son intervenidos ilegalmente y los que son intervenidos legalmente a través de cortas de entresaca selectiva son gradualmente deteriorados en su estructura. Es urgente promover la aplicación de silvicultura multietánea en estos bosques, la cual debe controlar y mantener la estructura característica de este tipo de bosques (del tipo J inversa) mediante ciclos de corta adecuados, y rangos de área basal residual (después de la corta) y final (al final del ciclo de corta) que permitan un buen crecimiento volumétrico del bosque. Adicionalmente, muchos bosques secundarios, y en especial algunos de la depresión intermedia donde los bosques adultos están casi ausentes, podrían ser transformados desde su estructura coetánea a una estructura multietánea. Esta transformación puede iniciarse con raleos ecológicos que buscan acelerar la generación de atributos de bosques adultos en bosques secundarios.

En este trabajo se han dado varias razones acerca de por qué el manejo multietáneo de bosques se justifica en Chile. **La implementación de manejo multietáneos de bosques tendría importantes efectos socio-económicos y ambientales.**

Los bosques parcialmente degradados también constituyen una interesante opción para iniciar en ellos manejo multietáneo si no han sido sometidos a demasiados floreos. Finalmente en la actualidad los bosques secundarios o renovales tienen en promedio entre 60 y 80 años y en algunos de ellos se visualiza que los doseles dominantes están llegando a diámetros de cosecha, pero bajo estos doseles hay doseles intermedios de especies **serotinoso, tolerante o tolerantes a la sombra**. La duda surge entonces en estos casos en cuanto a manejar los bosques con sistemas silviculturales coetáneos o multietáneos, y por ende la transformación hacia bosques multietáneos lo más probable es que sea la opción de algunos propietarios. En definitiva, son muchos los escenarios que permiten visualizar la necesidad de promover el manejo multietáneo de bosques en Chile.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto FONDECYT N°1110744 “Silviculture to promote old-growth forest attributes: effects of ecological thinnings on second-growth forests in south-central Chile” y al proyecto del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF N°034/2011 “Desarrollo de sistemas sustentables de manejo multietáneo en bosques del Tipo Forestal Siempreverde en el centro-sur de Chile”.

REFERENCIAS

- Acker SA, TE Sabin, LM Ganio, WA McKee. 1998. Development of old-growth structure and timber volume growth trends in maturing Douglas-fir stands. *Forest Ecology and Management* 104 (1/3): 265-280.
- Alexander RR, CB Edminster. 1977. Regulation and control of cut under uneven-aged management. US For. Serv. Res. Pap. RM-182.
- Aravena JC, MC Carmona, CA Pérez, JJ Armesto. 2002. Changes in tree species richness, stand structure and soil properties in a successional chronosequence in northern Chiloé Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 339-360.
- Avery TE, HE Burhart. 1994. Forest Measurements. McaGraw-Hill, Inc., Fourth Edition, New York, USA.
- Bliss JC. 2000. Public perceptions of clearcutting. *J. of Forestry* 98(12): 4-9.
- Bormann FH, GE Likens. 1979. Patterns and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, NY. 252 p.
- Carey AB, J Kershner, B Biswell, L Dominguez de Toledo. 1999. Ecological scale and forest development: Squirrels, dietary fungi, and vascular plants in managed and unmanaged forests. Supplement to: *The Journal of Wildlife Management* 63(1): Wildlife Monographs, No 142, January 1999.
- CONAF, CONAMA, BIRF, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 1999. Catastro y Evaluación Recursos

- Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, Chile.
- Crow TR, FT Metzger. 1987. Regeneration under selection cutting. In: pp. 81-94.
- Díaz-Vaz JE, F Devliger, H Poblete, R Juacida. 2002. Maderas comerciales de Chile. Editorial Alborada, Valdivia, Chile, 91 p.
- Donoso C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD-FAO) (Publicación FAO Chile).
- Donoso C, Deus R, Cockbaine JC, Castillo H, 1986. Variaciones estructurales del tipo forestal Coihue Raulí Tapa. *Bosque* 7(1): 17-35.
- Donoso C. 1989. Antecedentes básicos para la silvicultura del tipo forestal siempreverde. *Bosque* 10(1): 37-53.
- Donoso C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Estructura, Variación y Dinámica. Ecología Forestal. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- Donoso C, PJ Donoso, ME González, V Sandoval. 1999a. Los Bosques Siempreverdes. In: Donoso C, A Lara (Eds.) Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile (Silviculture of Chilean Native Forests), p. 261-289. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- Donoso PJ. 2002. Structure and growth in coastal Evergreen forests as the bases for uneven-aged silviculture in Chile. Ph.D. Thesis, SUNY-ESF, New York, USA.
- Donoso PJ. 2005. Crown Index: a canopy balance indicator to assess growth and regeneration in uneven-aged forest stands of the Coastal Range of Chile. *Forestry* 78(4):337-351.
- Donoso PJ, CH Lusk. 2007. Differential effects of emergent *Nothofagus dombeyi* on growth and basal area of canopy species in an old-growth temperate rainforest. *Journal of Vegetation Science* 18: 675-684.
- Donoso PJ, RD Nyland. 2005. Seeding density according to structure, dominance and understory cover in old-growth forest stands of the evergreen forest type in the coastal range of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78(1):51-63.
- Donoso PJ, C Cabezas, A Lavanderos, C. Donoso. 1999b. Estudio comparativo de la estructura y crecimiento de renovales de Coihue (*Nothofagus dombeyi*) en la precordillera de la Costa y de los Andes de la provincia de Valdivia. *Bosque* 20 (2): 9-23.
- Donoso PJ, DP Soto, RA Bertín. 2007. Size–density relationships in *Drimys winteri* secondary forests of the Chiloe Island, Chile: Effects of physiography and species composition. *Forest Ecology and Management* 239:120-127.
- Donoso PJ, L Samberg, MP Hernández, B Schlegel. 2009. The old-growth forests in the Valdivian Andes: Composition, Structure and Growth. In p. 171-182, Verhoest N, P Boeckx, C Oyarzún, R Godoy (Eds.), Ecological Advances in Chilean Temperate Rainforests. Ed. Academia Press, Gent, Belgium.
- Donoso PJ, A. Muñoz, O Thiers, DP Soto, C Donoso. 2011. Effects of aspect and type of competition on the early performance of *Nothofagus dombeyi* and *N. alpina* in a mixed plantation. *Canadian Journal of Forest Research* 41: 1075–1081.

- Donoso PJ, DP Soto, RE Coopman, S Rodríguez-Bertos. 2013. Early performance of planted *Nothofagus dombeyi* and *Nothofagus alpina* in response to light availability and gap size in a high-graded forest in the south-central Andes of Chile. *Bosque* 34(1): 23-31.
- Durán M, PJ Donoso, M Quintero. 2005. Efectos de cortas de selección en el crecimiento de brinzales de especies tolerantes latifoliadas: análisis estadístico usando modelos lineales mixtos. *Bosque* 26(2): 7-15.
- Dwyer JM, R Fensham YM Buckley. 2010. Restoration thinning accelerates structural development and carbon sequestration in an endangered Australian ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 47: 681–691.
- Emmingham B. 1998. Uneven-aged management in the Pacific Northwest. *J. Forestry* 96(7): 37-39.
- Goff FG, D West. 1975. Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *Forest Science* 21: 98-108.
- González ME, TT Veblen, C Donoso, L Valeria. 2002. Tree regeneration responses in lowland *Nothofagus*-dominated forest after bamboo dieback in South Central Chile. *Plant Ecology* 161: 59–73.
- Grosse H. 1988. Crecimiento de plantaciones con raulí – roble bajo dosel en dependencia del grado de luminosidad y fertilización. *Ciencia e Investigación Forestal* 2: 13–30.
- Grosse H, I Quiroz. 1999. Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coihue en la región centro-sur de Chile. In C. Donoso y A. Lara eds. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Págs.: 69-90.
- Gutiérrez AG, JJ Armesto, JC Aravena, M Carmona, NV Carrasco, DA Christie, MP Peña, C Pérez, A Huth. 2009. Structural and environmental characterization of old-growth temperate rainforests of northern Chiloé Island, Chile: Regional and global relevance. *Forest Ecology and Management* 258: 376–388.
- Helms JA. 1998. The dictionary of forestry. The Society of American Foresters, Maryland.
- Hunter MG. 2001. Communiqué No. 3: Management in young forests. Cascade Center for Ecosystem Management: Corvallis, OR. <http://www.fsl.orst.edu/ccem/pdf/Comque3.pdf>
- Innes JL. 1992. Structure of evergreen temperate rain-forest on the Taitao peninsula, Southern Chile. *Journal of Biogeography* 19: 555-562.
- IUFRO Division of Silviculture. <http://www.iufro.org/science/divisions/division-1/10000/10500/>.
- Kirilenko AP, AR Sedjo. 2007. Climate change impacts on forestry. PNAS 104: 19697-19702.
- Keeton WS. 2006. Managing for late successional/old-growth characteristics in northern hardwood-conifer forests. *Forest Ecology and Management* 235:129-142.
- Keyes,CR. 2005. Ecological basis for old-growth redwood forest restoration: 25 year assessment of redwood ecosystem response to restorative thinning: A report to Save-the-Redwoods League. Humboldt State University. Arcata, CA, USA.

- Kimmins JP. 2003. Old-growth forests: An ancient and stable sylvan equilibrium, or a relative transitory ecosystem condition that offers people a visual and emotional feast? Answer-it depends. *The Forestry Chronicle* 79(3): 429-440.
- Lamb D, D Gilmour. 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, Cambridge
- Lara A, C Donoso, PJ Donoso, P Núñez, A Cavieres. 1999. Las normas de manejo para los renovales de Roble, Raulí y Coigüe de la región Centro Sur de Chile. In C. Donoso y A. Lara eds. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Págs.: 129-144.
- Lara A, D Soto, J Armesto, P Donoso, C Wernli, L Nahuelhual, F Squeo. 2003. Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos. Universidad Austral de Chile e Iniciativa Científica Milenio. Valdivia, 127 p.
- Leak WB. 1985. New approaches to uneven-age management in New England. *Northern Journal of Applied Forestry* 2: 28-31.
- Leak WB. 2001. Origin of sigmoid diameter distributions. USDA Forest Service Research Paper NE-718.
- Lorimer CG, LE Frelich. 1998. A structural alternative to chronosequence analysis for uneven-aged Northern hardwood forests. *Journal Sustainable Forestry* 6(3/4): 347-366.
- Lusk C, A Ortega. 2003. Vertical structure and basal area development in second-growth *Nothofagus* stands in Chile. *Journal of Applied Ecology* 40: 639-645.
- Muir PS, RL Mattingly, JC Tappeiner II, JD Bailey, WE Elliott, JC Hagar, JC Miller, EB Peterson, EE Starkey. 2002. Managing for biodiversity in young Douglas-fir forests of western Oregon. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Biological Science Report USGS/BRD/BSR-2002-0006. 76 pp.
- Muñoz-Pedrerros A, A Larraín. 2002. Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 673-689.
- Nahuelhual L, PJ Donoso, A Lara, D Núñez, C Oyarzún, E. Neira. 2007. Valuing ecosystem services of Chilean temperate rainforests. *Environment, Development and Sustainability* 9: 481-499.
- Navarro C, MA, Herrera F Drake, PJ Donoso 2010. Evaluación de la rentabilidad de ensayos de raleo en renovales de canelo (*Drimys winteri*) en la Cordillera de la Costa Valdivia, Chile. *Bosque* 31(3): 209-218.
- Nyland R.D. (Ed.), *Managing Northern Hardwoods*. SUNY Coll. Environ. Sci. and For., Fac. For. Mis. Pub. No 13 (ESF 87-002). SAF Pub. No 87-03.
- Nyland RD. 2002. *Silviculture. Concepts and Applications*. Waveland Press, Inc., Illinois, USA, 682 p.
- Nyland RD. 2003. Even- to uneven-aged: the challenges of conversion. *Forest Ecology and Management* 172: 291-300.
- Nyland RD. 2006. Rehabilitating cutover stands: Some ideas to ponder. In: Kenefic LS and

- Nyland RD (eds) Diameter-Limit Cutting in Northeastern Forests. USDA Northeastern Research Station. General Technical Report NE-342, PA, USA, pp 47-51.
- O'Hara KL. 1998. Silviculture for Structural Diversity: A new look at multiaged systems. *J. Forestry* 96(7): 4-10.
- Oliver CD, BC Larson. 1996. Forest Stand Dynamics. Update edition. John Wiley and Sons, Inc, New Cork, USA.
- Otero L. 2006. La Huella del Fuego. Editorial pehuén, Santiago, Chile.
- Paquette A, C Messier. 2010. The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and Environment* 8(1): 27-34.
- Parada T, C Jara, CH Lusk. 2003. Distribución de alturas máximas de especies en rodales antiguos de selva Valdiviana, Parque Nacional Puyehue. *Bosque* 24(2): 63-67.
- Siebert H. 1999. La Silvicultura Alternativa: un concepto silvícola para el Bosque Nativo Chileno. In C. Donoso, A. Lara (eds.) Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. pp. 381-407. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Schütz, JP, T Pukkala, PJ Donoso, Kv Gadow. 2011. Historical Emergence and Current Application of CCF. In: pg. 1-28T. Pukkala and K. von Gadow (eds.), Continuous Cover Forestry. Book Series Managing Forest Ecosystems Vol 24, DOI: 10.1007/978-94-007-2202-6_1, Ed. Springer Science Business Media B.V.
- Smith DM, BC Larson, MJ Kely, PMS Ashton. 1997. The Practice of Silviculture. Applied Forest Ecology. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Soto DP, PJ Donoso. 2006. Patrones de regeneración en renovales de *Drimys winteri* en el centro-norte de la Isla de Chiloé: cambios de acuerdo al tamaño y la densidad relativa. *Bosque* 27(3): 241-249.
- Stout S. 1998. Multiaged silviculture: Solutions for Today's challenges. *J Forestry* 96(7): 4.
- Tyrrel LE, Crow TR. 1994. Structural characteristics of old-growth hemlock-hardwood forests in relation to age. *Ecology* 75(2): 370-386.
- Uteau D. PJ Donoso. 2009. Early individual growth of *Eucryphia cordifolia* and *Laurelia sempervirens* planted under different competition conditions in south-central Chile. *Cien. Inv. Agraria* 36(1): 85-96.
- Westphal C, Tremer N, von Oheimb G, Hansen J, von Gadow K, Hardtle W. 2006. Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *Forest Ecology and Management* 223: 75-83.
- Wienstroer M, Siebert H, Müller-Using B. 2003. Competencia entre tres especies de *Nothofagus* y *Pseudotsuga menziesii* en plantaciones mixtas jóvenes, establecidas en la precordillera andina de Valdivia. *Bosque* 24:17-30.