

Antecedentes básicos para la silvicultura del tipo forestal siempreverde

Silvics of the evergreen forest type

C.D.O.: 568

CLAUDIO DONOSO ZEGERS

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia, Chile.

SUMMARY

Because of economic and accessibility reasons the evergreen forest type (siempreverde) has been barely studied. Many studies related to species or stands or subtypes of the forest type have been performed during the last years; these studies have produced numerous reports and also some theses and journal papers. From those works the data that constitute this paper has been synthesized as the foundation for the silvics of the largest forest type of Chile, with 4.8 millions estimated hectares. The evergreen forest type occurs over a broad latitudinal and altitudinal range, which goes together with an important variation of the environmental condition, including climate, topography and substrate. This great variation necessarily implies a similar floristic diversity, taking into account only forest trees, there are more than 21 forest species, which are mixed in various ways according to the environmental variation along their broad distribution. This characterization indicates that the evergreen forest type is a system of very different forest communities, and that any prescription related to its silviculture or management must refer to specific stands or conditions. Regeneration and forest dynamics studies, together with specific autoecologic studies, reflected a broad shade tolerance spectrum for the different species. Depending on the shade tolerances and regenerative strategies defined for the different species, the first and intermediate successional stages will take specific courses, according to the type of exploitation or natural alteration produced. Stand structure of the steady-state communities is characteristically uneven aged, and dominated by shade tolerant species in terms of density and frequency, and by shade intolerant emergent species in terms of basal area and tree height. Floristic composition of climax forests will vary as a function of environmental variation. In addition, the species present different cycles or periodicity of the annual seed production, which are very regular for some species, or irregular for others, at least for a collection period of 7 years. Seed size, weights and morphology are very variable, depending on the dissemination agent which is also related to shade tolerance and regenerative strategies of the species. Finally, germination capacity of the species vary from very low to very high percentages of germination, and most of the species require different cold and wet stratification for breaking off dormancy. This last characteristic is commonly related to the regenerative strategy of the species.

RESUMEN

El tipo forestal siempreverde ha sido escasamente estudiado desde el punto de vista ecológico y silvicultural, debido a razones económicas y de accesibilidad. En los últimos años se han llevado a cabo diversos proyectos relacionados con las especies o con rodales o subtipos del tipo forestal, los cuales han dado origen a numerosos informes de convenio, así como a algunas tesis y publicaciones. De estos trabajos se han obtenido los antecedentes que constituyen esta publicación y que significan el primer paso hacia la silvicultura básica del tipo forestal, el más extenso de Chile, con 4,8 millones de hectáreas estimadas. El tipo forestal se desarrolla en un amplio rango latitudinal y altitudinal, que va unido a una consistente variación en las condiciones medioambientales tanto de clima, como de topografía y de sustrato. Esta enorme variación se traduce necesariamente en una gran diversidad representada, sólo en cuanto a árboles, por más de 21 especies que se mezclan en distintas combinaciones y proporciones en función de la variación medioambiental a lo largo de su amplísima distribución. Estas características indican que el tipo forestal siempreverde es un conjunto de comunidades forestales muy diversas y que al darse recomendaciones o prescripciones en relación con él, ellas deben ser referidas a rodales o condiciones específicas. Los estudios de regeneración y de dinámica de bosques, así como estudios autoecológicos específicos reflejan un rango de tolerancia a la sombra muy amplio para las diferentes especies. En función de esas tolerancias y de las distintas estrategias regenerativas encontradas para las especies, las etapas

iniciales e intermedias de la sucesión vegetal tomarán cursos diferentes que dependerán del tipo de intervención o de alteración natural que ocurra. La estructura de las comunidades en equilibrio se caracterizan por la multietaneidad y la dominancia en términos de densidad y frecuencia de especies tolerantes, y en términos de área basal y altura de árboles intolerantes emergentes. La composición de esos bosques climax variará en función de la variación ambiental. Las especies forestales del tipo presentan períodos de diseminación de las semillas diferentes para cada una de ellas. Además, la producción tiene ciclos o períodos fijos en algunas especies y muy irregulares en otras, lo que hace que para algunas el fenómeno se pueda predecir y para otras no por el momento, cuando se llevan 7 años de registro. Las semillas producidas son de variados tamaños, pesos y formas en función del agente diseminador, y ello está generalmente relacionado con la tolerancia y las estrategias regenerativas de las especies. Finalmente, las capacidades germinativas de las especies varían desde muy bajas a muy altas y la mayor parte requiere distintos períodos de frío o de estratificación húmeda para romper la latencia, característica generalmente ligada a la estrategia regenerativa de la especie.

INTRODUCCION

El tipo forestal siempreverde fue denominado de esa manera en la nueva tipología forestal, que tiene carácter legal en Chile a través del Reglamento 279 del D.L. 701, como uno de los 12 tipos forestales que constituyen la vegetación forestal de Chile (Donoso, 1981a).

Como su nombre lo indica, se caracteriza por la condición de poseer sólo especies perennifolias, que en números variados crecen mezcladas. Este tipo forestal fue estructurado sobre la base de los tipos forestales valdiviano y chilote (Yudelevich *et al.*, 1967) que se encuentran separados en la tipología de 1967 en forma un tanto arbitraria. Por su complejidad se ha dividido en 5 subtipos, que eventuales estudios futuros podrían reducir o aumentar en número. Estos subtipos son a) Ñadi, b) Olivillo costero, c) Siempreverde con intolerantes emergentes, d) Siempreverde de tolerantes, e) Renovales de canelo (Donoso, 1981a).

La mayor riqueza maderera relativa, así como la falta de accesibilidad y el exceso de complejidad de este tipo forestal, determinaron una baja tasa de utilización y, por ello mismo, muy poca investigación. Los pocos conocimientos que se tienen de él se deben a estudios recientes, parte de los cuales se entregan en este trabajo.

METODOLOGIA

Los antecedentes que se entregan en este trabajo y que corresponden a los elementos básicos de la silvicultura para el tipo forestal (silvicultura básica o ecología forestal) se desprenden de variados resultados parciales logrados a través del desarrollo de diversos proyectos, así como de antecedentes bibliográficos obtenidos de publicaciones, tesis de grado e informes de convenios en que se presentan los resultados parciales señalados.

Los proyectos propios en que se basa gran parte de este trabajo y los informes a que ellos han dado lugar son los que se indican:

— Proyecto germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para especies de los tipos forestales de la X Región:

- Informes de Convenios N° 67 de 1983, N° 71 de 1984, N° 87 y N° 90 de 1985, N° 102 de 1986, N° 134 de 1987 y N° 149 de 1988.

— Proyecto regeneración de bosques de la Cordillera de la Costa X Región:

- Informes de Convenios No 51-11 de 1982, N° 63 de 1983, N° 72 de 1984, N° 86 de 1985, N° 103 de 1986.

— Proyecto regeneración natural del tipo forestal siempreverde en el bosque nativo:

- Informes de Convenios N° 51 - I de 1982, N° 55 de 1983, No 70 de 1984, No 89 de 1985, No 104 de 1986.

— Proyecto ecología y silvicultura de los bosques nativos de la X Región.

— Informes de Convenios N° 135 de 1987 y N° 148 de 1988.

Como se desprende de lo anteriormente señalado, la metodología para la ejecución de este trabajo corresponde más bien a una revisión bibliográfica de diversos informes y publicaciones, lo que hace imposible referirse detalladamente a técnicas o metodologías empleadas, puesto que éstas son muchas y muy diferentes según los propósitos perseguidos.

En el presente trabajo los antecedentes que competen a la ecología de las especies y del tipo forestal siempreverde a que ellas pertenecen se ordenan de tal modo que sirvan como la base necesaria, hasta el nivel de conocimiento que se tiene, para iniciar intervenciones silviculturales técnicamente correctas y en concordancia con la variabilidad del tipo forestal.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

ECOLOGIA DEL TIPO FORESTAL

Distribución geográfica y variación medioambiental. El tipo forestal siempreverde se extiende desde

los 40° 30' hasta los 47° sur, y por debajo de los 1.000 m de altitud en la Cordillera de los Andes, desde los 38°30' hasta los 47° S aproximadamente en la Cordillera de la Costa, y en áreas de mal drenaje del llano central al sur de los 40° de latitud (Donoso, 1981a) (Fig. 1). Una estimación de la superficie ocupada por este tipo forestal entrega la cifra de 4.349.388 hectáreas (Infor, Corfo 1984, Sierra *et al.*, 1980), que incluye bosques comerciales y de protección.

Esta amplia distribución del tipo forestal indica que necesariamente deberá presentar una gran variación de condiciones medioambientales (Fig. 1). La Figura 1 muestra a través de una serie de diagramas ombrotérmicos la importante variación de la

precipitación anual, desde 1.300 mm en los sectores costeros de la latitud 38° a 39°S hasta rangos de 3.000 o más de 4.000 mm en las áreas meridionales. Se observa también una marcada disminución estival de la precipitación en las áreas más septentrionales. Las temperaturas son moderadas con escasa oscilación a lo largo del año, la que se hace más intensa hacia el norte.

La figura 2 muestra una secuencia de perfiles transversales que permite observar la variación en la distribución geográfica del tipo forestal siempreverde, y los distintos tipos forestales con los cuales se pone en contacto y forma comunidades ecotonaes. Ellos son los tipos forestales coigüe-raulí-tepa, alerce, ciprés de Las Guaitecas, lenga y, pro-

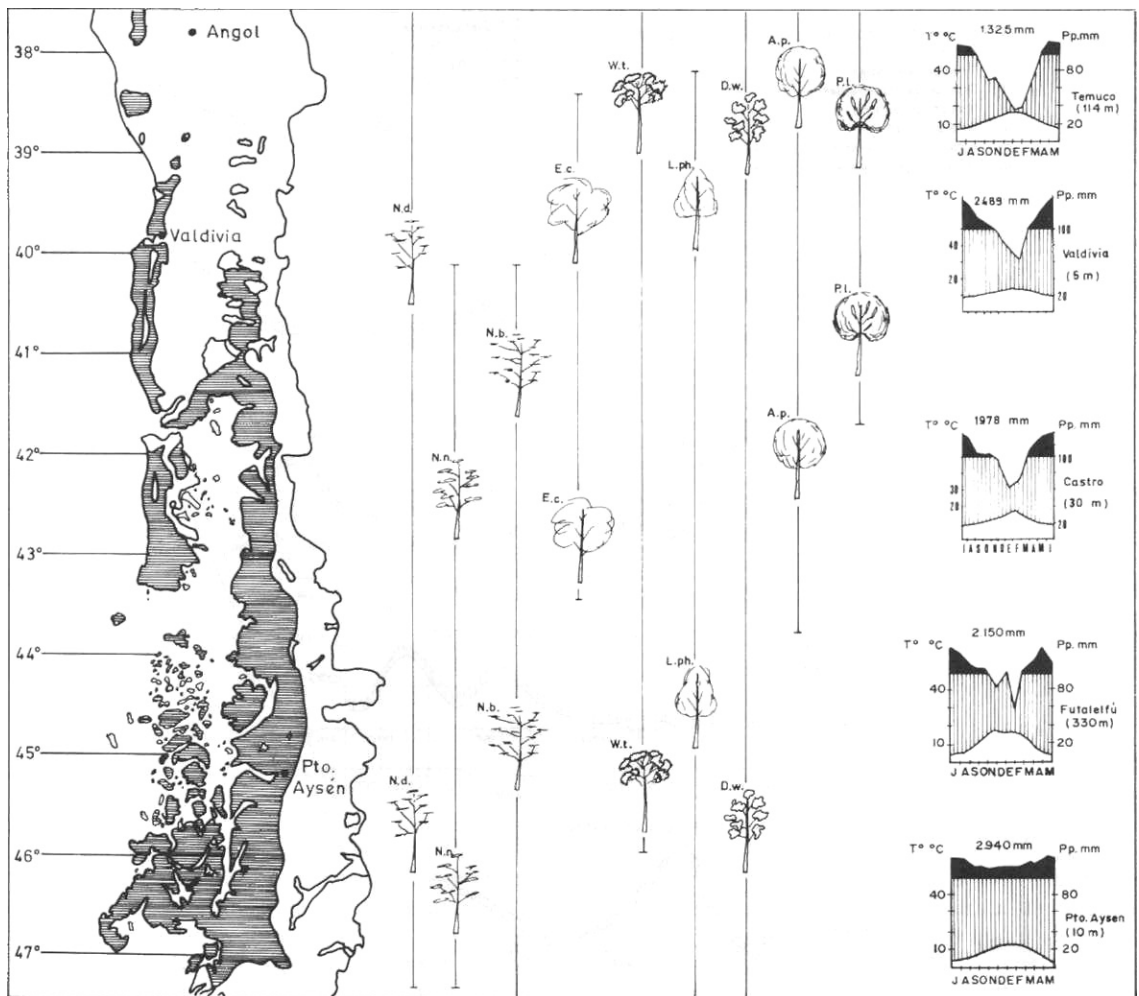


Fig. 1. Distribución geográfica del tipo forestal siempreverde, rango latitudinal de las principales especies forestales componentes y variación climática a través de diagramas ombrotérmicos (N.d. = *Nothofagus dombeyi*, n.n. = *N. nitida*, N.b. *betuloides*, E.c. = *Eucryphia cordifolia*, W.t. = *Weimmannia trichosperma*, L.ph. *Laurelia philippiana*, D.w. = *Drimys winteri*, A.p. = *Aextoxicon punctatum* y P.l. = *Persea lingue*).

Geographic distribution of the evergreen forest type, latitudinal range of the main forest trees and climatic variation shown through climatic diagrams.

bablemente, ciprés de la Cordillera en el extremo sur de la distribución de este último (Donoso, 1981a).

La secuencia de perfiles permite también apreciar la variación en sustratos y material formador de los suelos a lo largo y ancho de la distribución del tipo forestal. Como se aprecia en la figura 2 la topografía es montañosa, modelada en gran medida por tectonismo, volcanismo y glaciación.

Variación de la composición florística a lo largo de gradientes medioambientales. La enorme variación medioambiental señalada deriva necesariamente en una gran diversidad florística, representada a

lo menos por 21 especies forestales (Fig. 3) que crecen mezcladas en forma muy diversa en función de distintos gradientes medioambientales. A ellas se pueden agregar algunas especies que a veces alcanzan tamaños arbóreos de poca envergadura, como son *Lomatia ferrugina*, *Myrceugenia planipes*, *Pseudopanax laetevirens*, e incluso *Rhaphitamus spinosus*, además de un riquísimo dosel arbustivo, uno herbáceo más pobre y muchas trepadoras y epífitas (Donoso 1981a; Veblen *et al.*, 1981; Donoso *et al.*, 1982; Veblen y Schlegel, 1982; ICESA, 1983; Veblen *et al.*, 1983; Peñaloza *et al.*, 1982; Martínez, 1985; Araya, 1982; Donoso *et al.*, 1985; Veblen, 1985; Armesto y Figueroa, 1987).

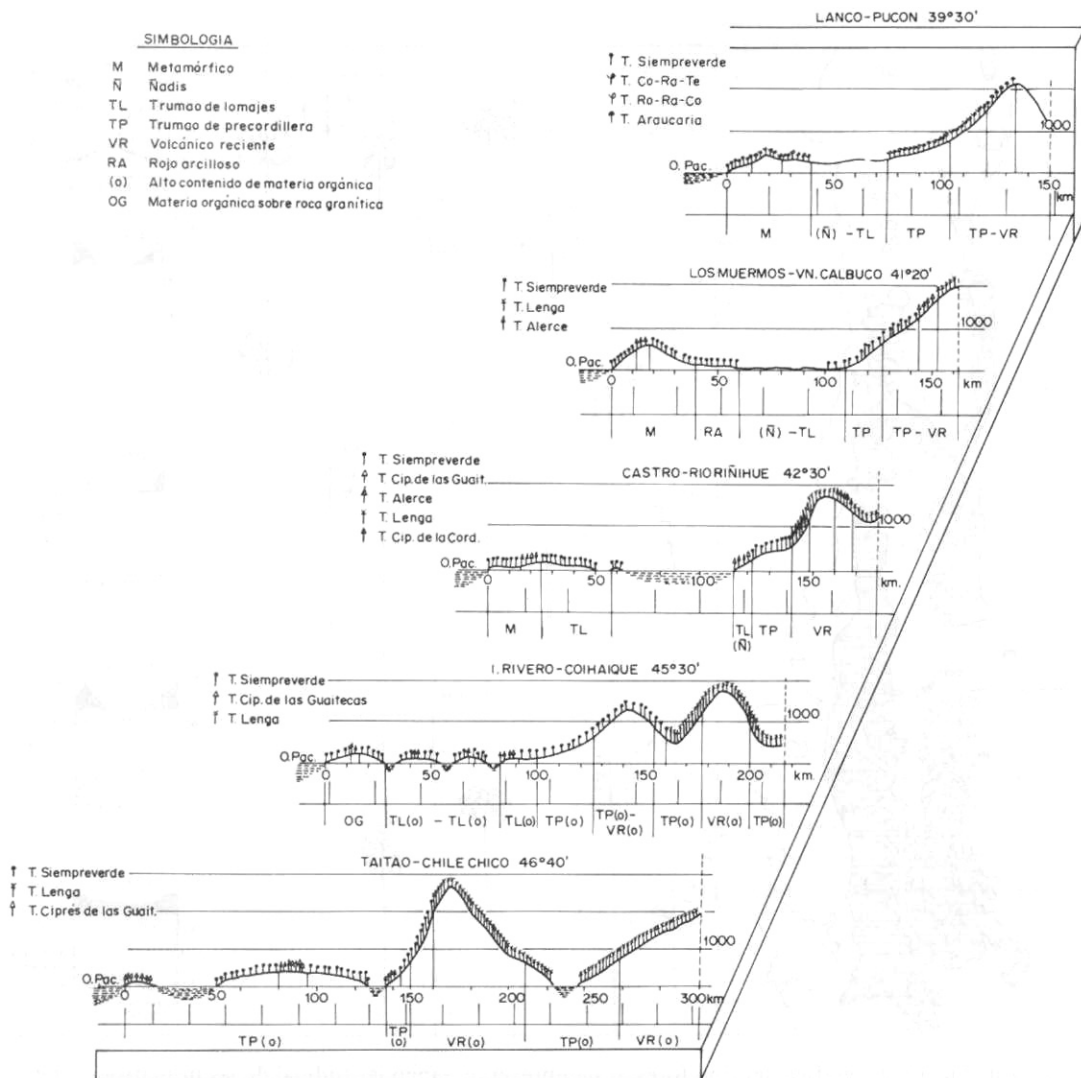


Fig. 2. Secuencia de perfiles transversales que muestra la distribución latitudinal, longitudinal y altitudinal del tipo forestal siempreverde y la variación de sustratos y material formador sobre los que se desarrolla.

Sequence of longitudinal profiles of Chile showing latitudinal, longitudinal and altitudinal distribution of the evergreen forest type and variation of substrates and parent material over which the forest type develops.

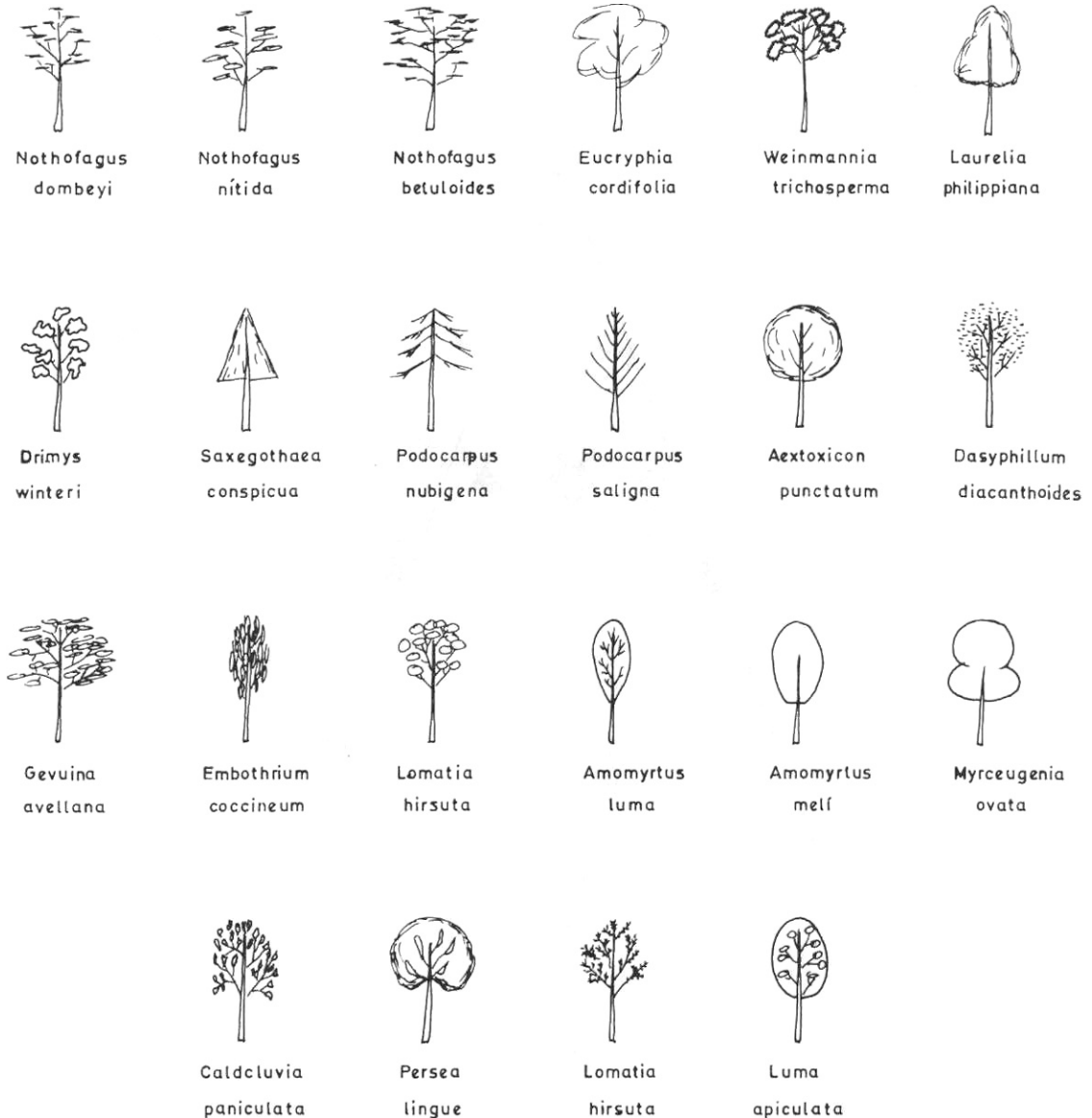


Fig. 3. Composición de especies del tipo forestal siempreverde.

Species composition of the evergreen forest type.

En la figura 1 se puede observar la distribución de las principales especies arbóreas del tipo forestal en el sentido latitudinal, la cual representa, en cierta medida, el rango de tolerancia de las especies en relación con los factores precipitación total, así como humedad disponible en invierno y verano, y temperatura, representados en los diagramas ombrotérmicos en la misma figura.

La complejidad en la distribución de las especies del tipo forestal no se dan, sin embargo, sólo en el sentido latitudinal, sino también en el altitudinal y longitudinal. En ellos se producen gradientes medioambientales en diferentes factores, como

montos de precipitación, tipos de precipitación, temperatura, viento, profundidad de suelo, material de origen, drenaje, etc. A lo largo de esos gradientes se distribuyen las especies según sus requerimientos y rangos de tolerancia particular, lo que determina distintas mezclas y gran complejidad. Las figuras 4 y 5 muestran aproximadamente la variación en la distribución altitudinal de las distintas especies a lo largo de un gradiente en las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa de Valdivia (Fig. 4) (Veblen *et al.*, 1981; Tupper, 1983) y de la Cordillera de los Andes de Llanquihue (Fig. 5) (Araya, 1982).

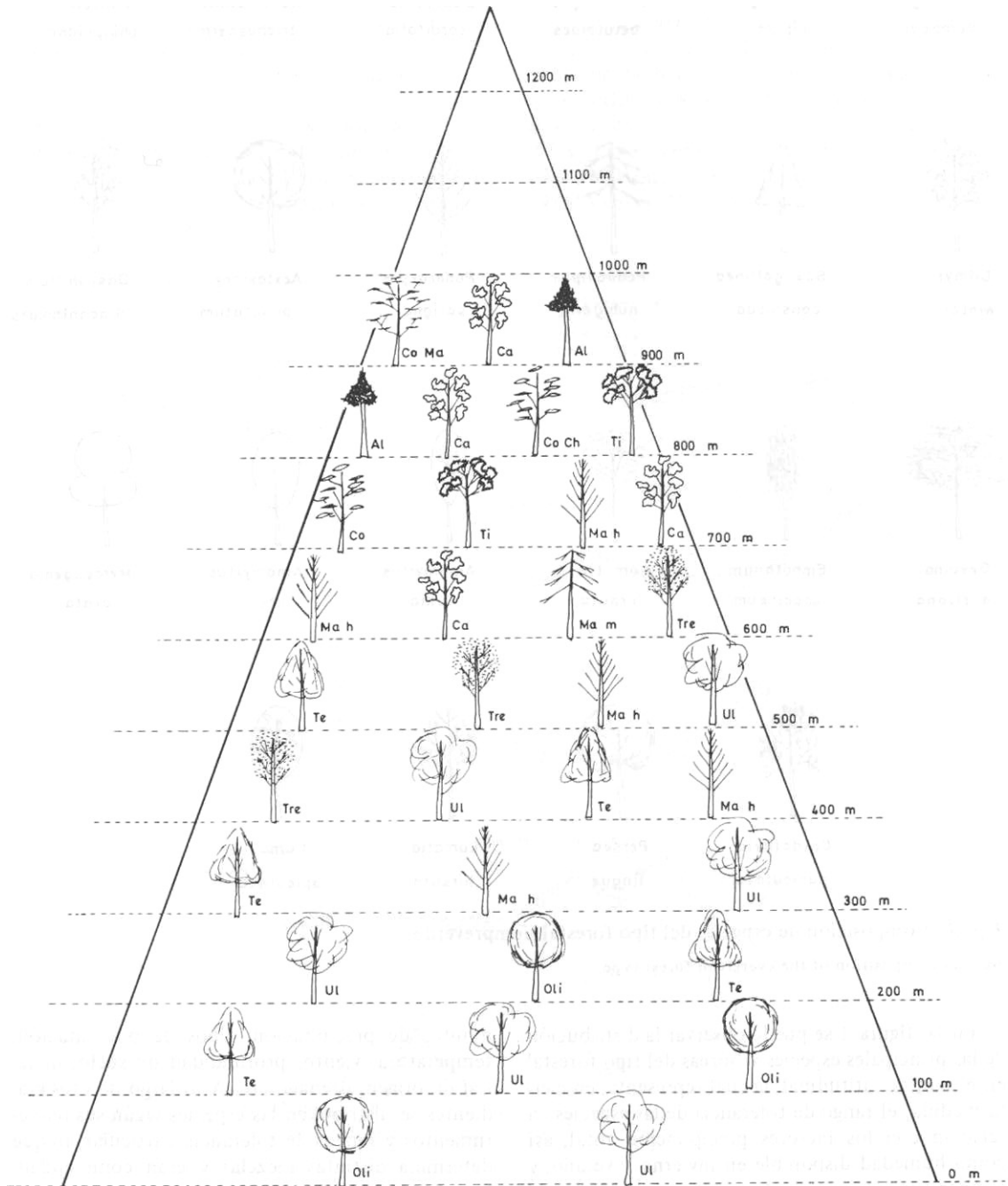


Fig. 4. Distribución altitudinal de especies del tipo forestal siempreverde de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa de Valdivia.

Altitudinal distribution of the evergreen forest type species along the west slope of the coastal Mountains of Valdivia.

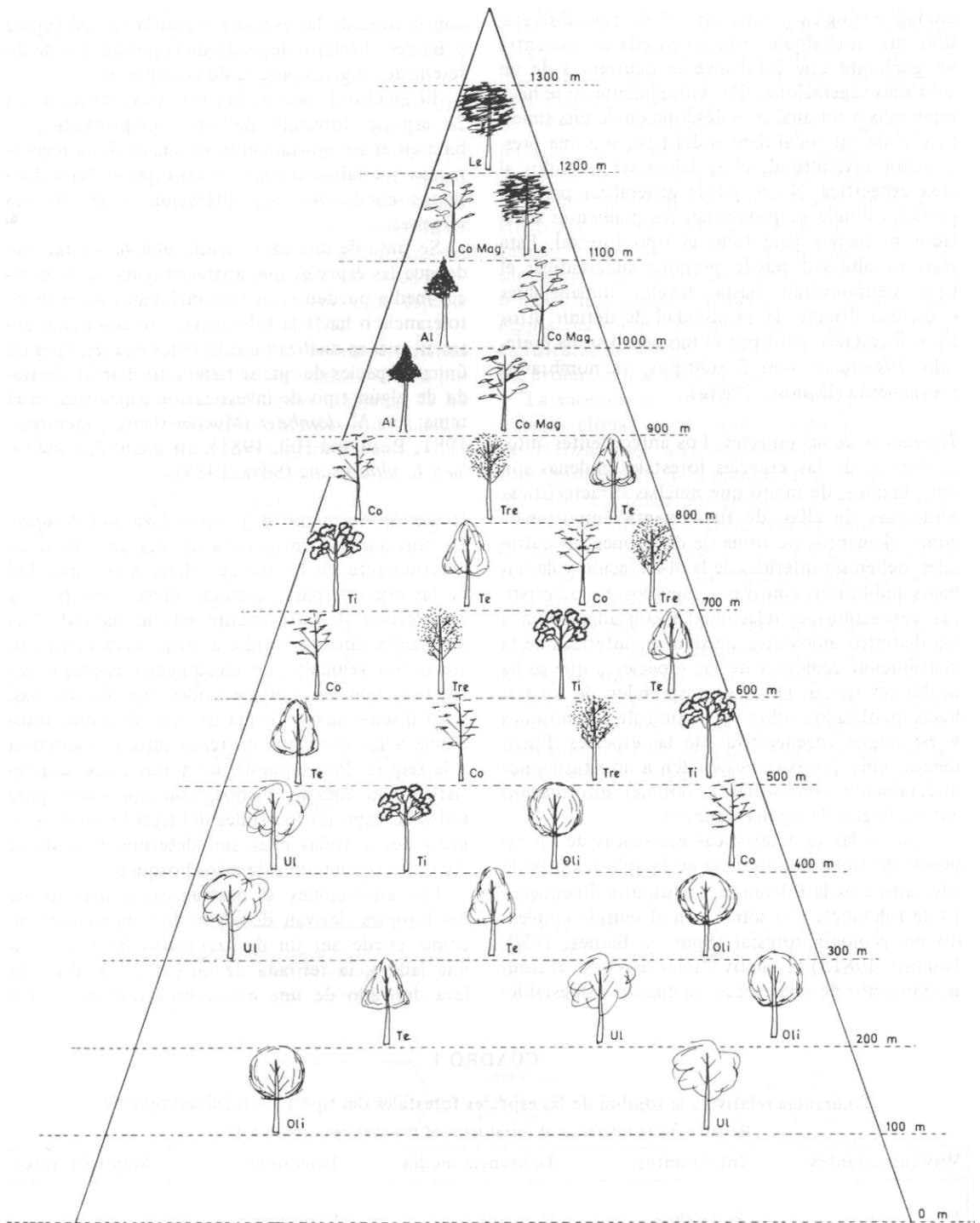


Fig. 5. Distribución altitudinal de especies del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de los Andes de Llanquihue.

Altitudinal distribution of the evergreen forest type species along the east slope of the Andean Mountains of Llanquihue.

Estos antecedentes señalan que no tiene sentido referirse al tipo forestal siempreverde como una unidad ecológica y silvicultural de tipo discreta, sino que en cualquier espacio en ella se encuentra un gradiente que promueve la ocurrencia de un continuo vegetacional. Por consiguiente, si se hace referencia a un análisis o descripción de una superficie o de un rodal dentro del tipo, o a una prescripción silvicultural, ellos deben ser referidos al área específica. No se puede generalizar para superficies donde se produzcan los gradientes señalados ni menos para todo el tipo forestal. Esta gran variabilidad puede permitir subclasificar el tipo siempreverde hasta niveles inmanejables o incluso discutir la posibilidad de definir otros tipos forestales, pero por el momento se ha preferido diferenciar sólo 5 subtipos, ya nombrados previamente (Donoso, 1981a).

Tolerancia de las especies. Los antecedentes autoecológicos de las especies forestales chilenas son muy escasos, de modo que muchas características ecológicas de ellas, de fundamental importancia como elementos de toma de decisiones silviculturales, deben ser inferidas de la observación y de trabajos publicados con otros objetivos. Características autoecológicas relacionadas con adaptación a los distintos ambientes pueden ser inferidas de la distribución ecológica de las especies a que se ha hecho referencia. Otras se desprenden de los trabajos publicados sobre estructura de los bosques y estrategias regenerativas de las especies. Finalmente, muy pocas corresponden a investigaciones directamente conducidas a obtener información autoecológica de algunas especies.

Una de las características ecológicas de las especies de suma importancia en la aplicación de la silvicultura es la tolerancia a la sombra. El concepto de tolerancia a la sombra en el sentido empleado en ecología forestal (Spurr y Barnes, 1980; Donoso, 1981b) es relativo, pues se refiere al comportamiento de una especie en cuanto a su estable-

cimiento y desarrollo frente a otras especies en un rodal determinado, y ese comportamiento varía con la edad de las especies y con la latitud (Spurr y Barnes, 1980) y depende de la posibilidad de diferenciación genecológica de las especies.

El cuadro 1 muestra la tolerancia relativa de las 22 especies forestales del tipo siempreverde y se basa en el comportamiento evaluado de la regeneración y establecimiento de las especies bajo diferentes condiciones de alteración y en rodales vírgenes.

Se trata de una calificación relativa, de tal modo que las especies que aparecen como de tolerancia media pueden estar más inclinadas hacia la intolerancia o hacia la tolerancia si se comparan entre sí, o si se analizan a diferentes edades. Para las únicas especies de que se tiene información derivada de algún tipo de investigación específica en el tema son *N. dombeyi* (Mueller-Using y Schlegel, 1981; Read and Hill, 1985), así como *E. cordifolia* y *L. philippiana* (Silva, 1985).

Dinámica regenerativa y estructura del bosque. La tolerancia a la sombra es una característica determinante en lo que se refiere a la capacidad de las especies para germinar, crecer, competir y establecerse definitivamente en un hábitat. Ella está generalmente ligada a otras características, como son velocidad de crecimiento, requerimientos nutricionales, tipo de raíces, tipo de semillas, y de diseminación, forma de reproducción, resistencia a los extremos de temperatura, resistencia a la sequía. Por supuesto no todas estas características, ni mucho menos, son conocidas para todas las especies forestales del tipo forestal siempreverde, y todas ellas son determinantes de la dinámica regenerativa de estos bosques.

Las alteraciones o destrucciones masivas de los bosques derivan de algún fenómeno natural, como puede ser un deslizamiento de tierras en una ladera, la retirada de un glaciar, el flujo de lava derivado de una erupción volcánica, o una

CUADRO 1

Tolerancia relativa a la sombra de las especies forestales del tipo forestal siempreverde.

Relative shade tolerance of forest trees of the evergreen forest type.

Muy intolerantes	Intolerantes	Tolerancia media	Tolerantes	Muy tolerantes
<i>E. coccineum</i>	<i>W. trichos-</i>	<i>N. nitida</i>	<i>L. philippiana</i>	<i>P. nubigena</i>
<i>L. hirsuta</i>	<i>perma</i>	<i>N. betuloides</i>	<i>S. conspicua</i>	<i>A. punctatum</i>
	<i>N. dombeyi</i>	<i>E. cordifolia</i>	<i>D. diacanthoides</i>	<i>A. luma</i>
		<i>D. winteri</i>	<i>L. apiculata</i>	<i>A. meli</i>
		<i>P. saligna</i>	<i>P. lingue</i>	<i>M. ovata</i>
		<i>G. avellana</i>		<i>L. ferruginea</i>
		<i>C. paniculata</i>		

tormenta de viento que produce quiebres y caídas de árboles con efectos multiplicadores en una gran área, o de causas antropogénicas, como son los incendios forestales generalmente, y los diferentes tipos de cortas de bosques para transformación o cambio de uso de explotación forestal. Cuando en algún tipo de bosque siempreverde se produce alguno de estos fenómenos se inicia, con mayor o menor rapidez, según el tipo e intensidad del fenómeno, un proceso sucesional que estará determinado por las características ecológicas de las especies en relación con las características del hábitat donde ocurre el fenómeno y con las posibilidades de acceso a él que tiene cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Dependiendo del conjunto de características interactuantes las etapas sucesionales iniciales podrían estar dominadas por alguna o algunas de las especies muy tolerantes, intolerantes o de tolerancia media. Frecuentemente son invasoras también especies herbáceas, pastos y heléchos o especies del género *Chusquea*. Si las invasoras iniciales son estas últimas el restablecimiento de las especies forestales se hace más lento y se ven favorecidas algunas especies de tolerancia media, tolerantes o muy tolerantes. Si el área es alterada al punto que se elimina la materia orgánica y queda expuesto el suelo mineral, se ven favorecidas las especies pioneras o colonizadoras que tienen bajos requerimientos nutricionales, resistencia a la sequía y a las temperaturas extremas y necesidad de mucha luz. Si la alteración no es tan drástica y en el área han quedado tocones y raíces vivas, se produce un fuerte rebrote de muchas especies, cualquiera sea su tole-

rancia relativa, y con posterioridad inician su germinación y establecimiento otras especies. En estos casos las etapas iniciales de la sucesión pueden seguir los cursos que se muestran en la Fig. 6, lo que dependerá de la latitud, altitud, exposición y características del sustrato.

Cuando las primeras etapas sucesionales son dominadas por *Drymis winteri*, *Nothofagus dombeyi*, *N. nitida* o *N. betuloides*, se constituyen bosques de segundo crecimiento o renovales, con características de coetaneidad y que permanecen largo tiempo en esa condición y, gradualmente, van desarrollando características ambientales que inhiben o impiden su propio establecimiento, dando paso a etapas más avanzadas de la sucesión vegetal. Las estructuras de bosques de este tipo reflejan la posible evolución que tendrán los rodales (Fig. 7 a y b).

La sucesión conducirá a estos bosques a comunidades climax o en equilibrio dinámico que se caracterizan por una distribución diamétrica de tipo multietáneo y dominancia en términos de número de árboles por hectárea de especies tolerantes o de equilibrio, como *A. punctatum*, *L. philippiana*, *S. conspicua*, *P. nubigena*, *P. lingue* y mirtáceas y por menores cantidades de individuos de gran tamaño, frecuentemente emergentes o dominantes y que dominan en términos de área basal y volumen, como *N. dombeyi*, *N. nitida*, *N. betuloides*, *W. trichosperma*, *E. cordifolia* (Fig. 8). La composición definitiva dependerá de la altitud, latitud, exposición y sustrato (Donoso, 1981a; Veblen *et al.*, 1981; Tupper, 1983; Donoso *et al.*, 1984, 1985; Veblen, 1985; Armesto y Figueroa, 1987).

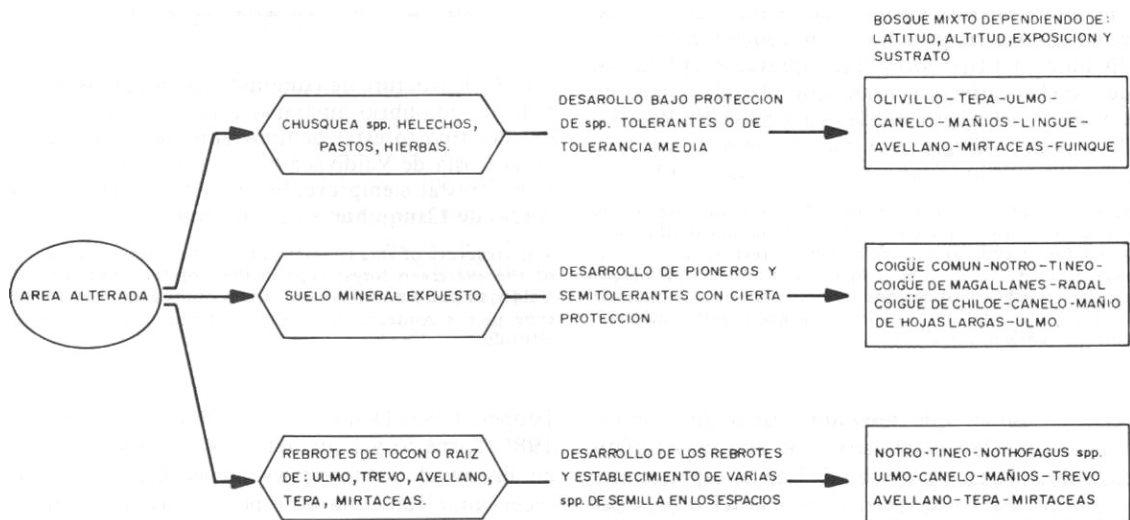


Fig. 6. Cursos alternativos que seguirá la sucesión forestal durante las etapas iniciales e intermedias según la causa de la alteración que da origen al proceso sucesional.

Alternative courses of the forest succession through the initial and intermediate stages, according the disturbance cause from which the succession process is originated.

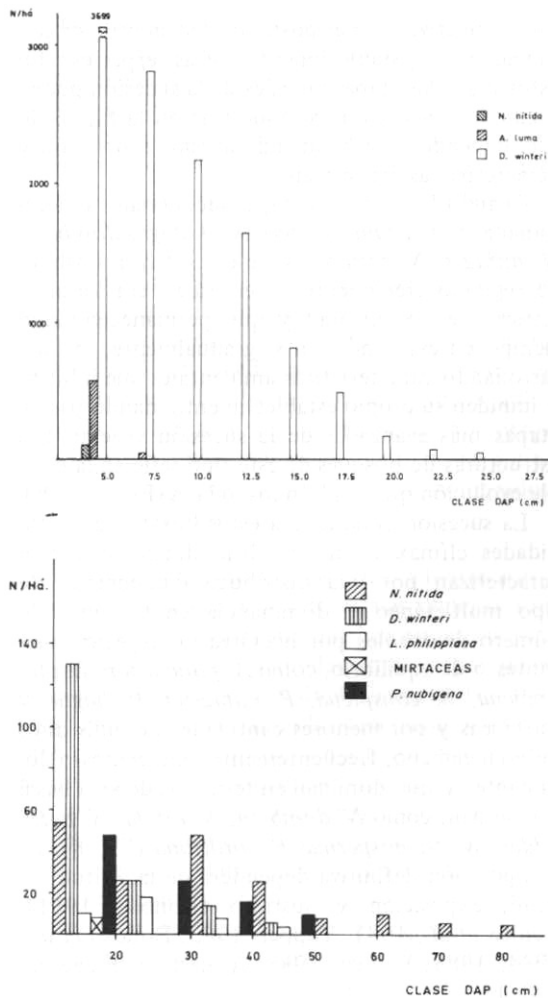


Fig. 7. Estructura de tamaños de renovales correspondientes a las primeras etapas sucesionales en la dinámica del tipo forestal siempreverde **a)** Renoval de canelo (*Drimys winteri*) con algo de coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) en Chiloé **b)** Renoval de coigüe de Chiloé (*N. nitida*), canelo (*D. winteri*) y mañío macho (*Podocarpus nubigena*) en Chiloé.

Size structure of second growth forest belonging to the initial succession and stages of the dynamics of the evergreen forest type **a)** Second growth forest of canelo (*Drimys winteri*) with some coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) in Chiloé **b)** Second growth forest of coigüe de Chiloé (*N. nitida*) and canelo (*D. winteri*) and mañío macho (*P. nubigena*) in Chiloé.

Los bosques que presentan estos tipos de estructura pueden mantenerse con esas características sobre la base de la habilidad de las especies más tolerantes para establecerse bajo dosel o bajo pequeños claros que se producen en el dosel, empleando una definida estrategia de ocupación de claros de mayor tamaño y troncos caídos que aprovechan agresivamente las especies más intolerantes o de tolerancia media (Veblen *et al.*, 1981;

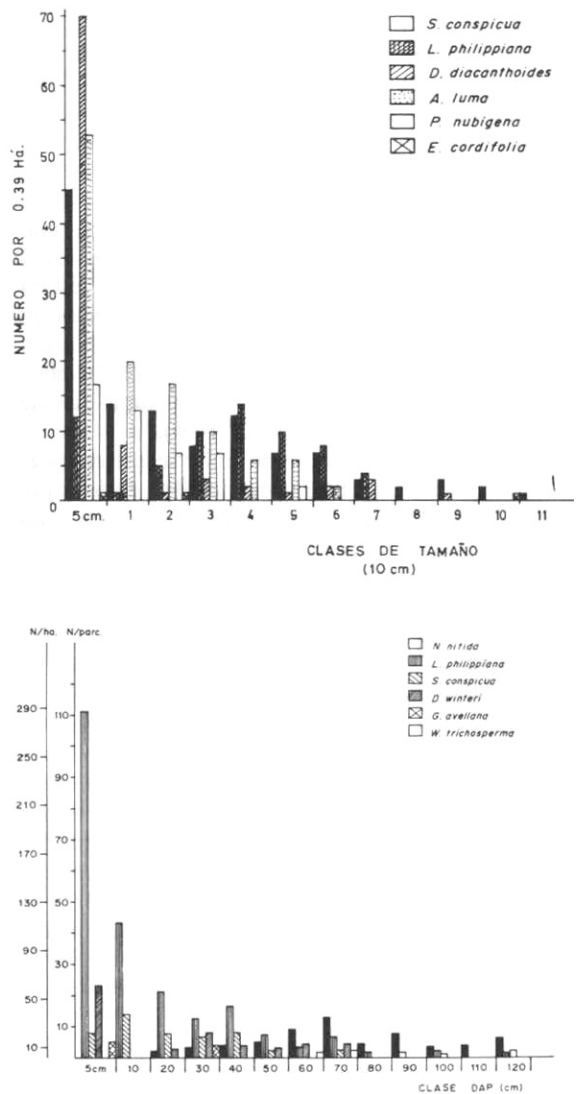


Fig. 8. Estructura de comunidades primarias en estado de equilibrio dinámico o próximo a él **a)** rodal del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de la Costa de Valdivia a 60° m.s.n.m. **b)** rodal del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de los Andes de Llanquihue a 200 m.s.n.m.

Size structure of steady state old growth forest in : **a)** stand of the evergreen forest type in the Coastal Mountains of Valdivia at 600 m altitude **b)** stand of the evergreen forest type in the Andean Mountains of Llanquihue at 200 m altitude.

Tupper, 1983; Donoso *et al.*, 1984, 1985; Veblen, 1985; Armesto y Figueroa, 1987). Eventualmente en algunos de estos rodales pueden llegar a desaparecer completamente las especies más intolerantes, desarrollándose un bosque climax típico de tolerantes, (Donoso, 1981a).

La gran diversidad florística, de características ecológicas de las especies y de tipos de hábitat significan necesariamente una enorme variación en las

condiciones de los rodales y en las respuestas que se pueden obtener al intervenirlos. Sin duda, las decisiones silviculturales deben ser difíciles de tomar en este tipo forestal, pero al mismo tiempo habrá mayor cantidad de opciones de decisión. Un responsable manejo forestal de estos bosques no debería concebir una sola opción de tratamiento silvicultural como, por ejemplo, tala rasa.

Ecología de la regeneración. Si se intenta la utilización del bosque es una condición *sine qua non* su repoblación mediante algún método. Cualquiera que éste sea, debe tenerse en cuenta el llamado triángulo de regeneración natural (Daniel *et al.*, 1982) (Fig. 9) que implica el conocimiento que debe tener el silvicultor de la fuente de semillas que se requieren, de la cama de semillas y del medio ambiente adecuado para obtener la germinación y el establecimiento de las semillas y la regeneración a que den origen.

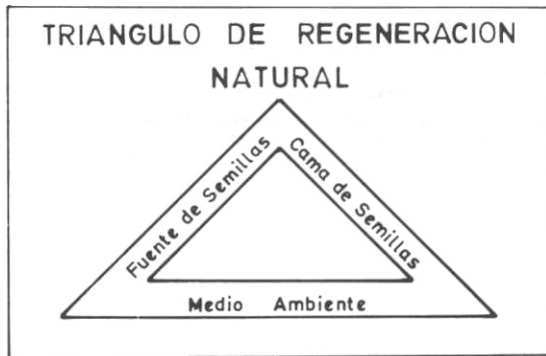


Fig. 9. Triángulo de regeneración natural que muestra los tres factores necesarios para que se establezca con éxito la regeneración en un bosque.

Natural regeneration triangle showing the three factors required for the establishment of forest regeneration.

Para manejar adecuadamente el problema de la regeneración implícito en este triángulo, deberán conocerse bien las características de cada una de las especies del tipo forestal, independientemente del hecho de que sean las que interesa mantener o regenerar, o sean las que interesa eliminar.

Fuente de semillas. El período en que se produce la maduración y caída o diseminación de las semillas se puede observar en la figura 10. Esta es una información de valor que permite, según sea el caso, decidir la época de intervención en los árboles a cortar o a dejar y la época o momento de intervención en la cama de semillas.

El período de producción de semillas es distinto para cada especie, como se aprecia en la Fig. 10. El se inicia durante un mes, luego alcanza un máxi-

mo, para en seguida declinar, de modo que el período de alta producción es generalmente de 2 a 3 meses. El mes de máxima producción varía en la mayor parte de las especies, de tal modo que un año se puede encontrar, por ejemplo en *L. philippiana* que la producción máxima es en mayo, como es lo habitual, y al año siguiente ocurre en abril.

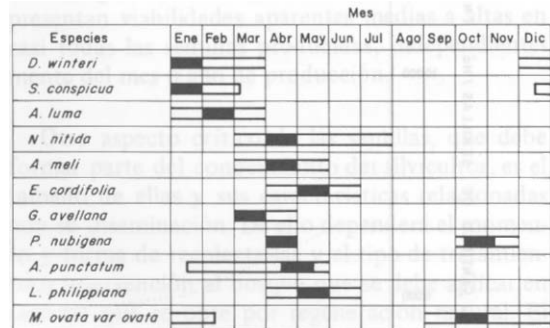


Fig. 10. Períodos de caída o diseminación de las semillas de especies del tipo forestal siempreverde (600 m.s.n.m. en la Cordillera de la Costa). El espacio lleno en el período indica el mes de máxima producción habitual para un promedio de 6 años de registro.

Dissemination periods of seeds of the evergreen forest type species (600 m altitude in the Coastal Mountains). Filled space in the period of seed dissemination indicates the peak month of production during 6 years.

La producción de semillas tiene ritmo distinto para cada especie. Algunas especies producen anualmente importantes cantidades de semillas, mientras que otras tienen años de alta producción alternados con años de baja o nula producción. Muchas presentan período regulares o irregulares de baja producción, seguidos por uno o dos años de alta producción. El conocimiento de la periodicidad en la producción de semillas es un dato importante para efectos de recolección de semillas y toma de decisiones silviculturales. Para las especies del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de la Costa de Valdivia se tiene información de un período de 6 a 7 años que para muchas especies aún no es suficiente, pero que por lo menos da una pauta a seguir (Fig. 11) (Donoso y Escobar, 1982, 1983; Donoso *et al.*, 1984, 1985; Donoso, 1986a; Donoso y Castillo, 1987; Donoso, 1988).

En la Figura 11 a) se observa la variación de la producción anual en especies que alcanzan altas producciones, y en la Figura 11 b), en especies que alcanzan bajas producciones. Se puede apreciar que especies como *L. philippiana* (tepa) producen todos los años elevadas cantidades de semillas que siempre superan los 4 millones, alcanzando un máximo en un período de 6 años de casi 16 millones de semillas por hectárea al año. Otras como

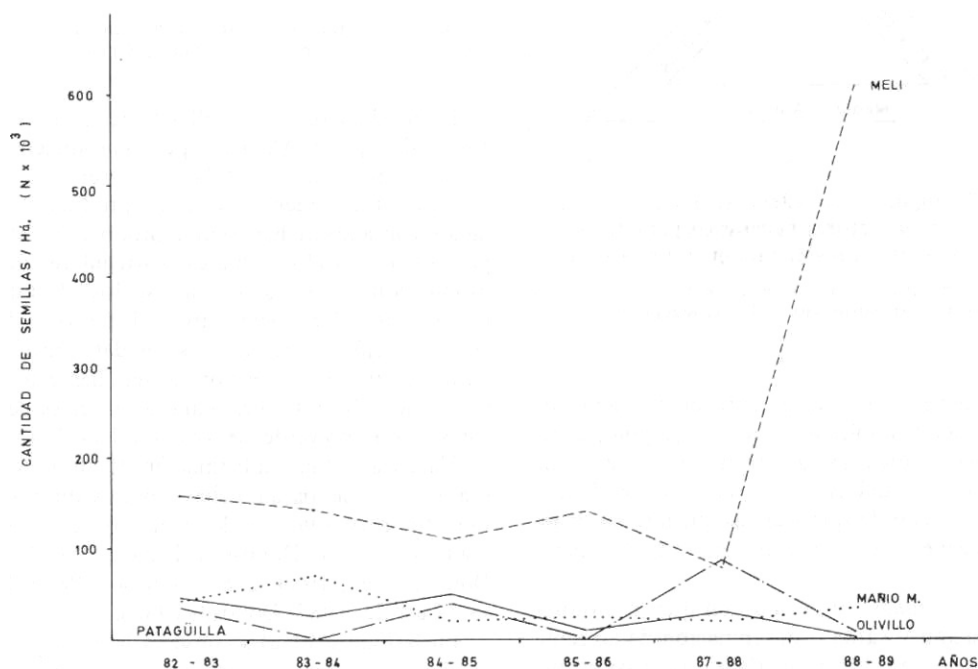
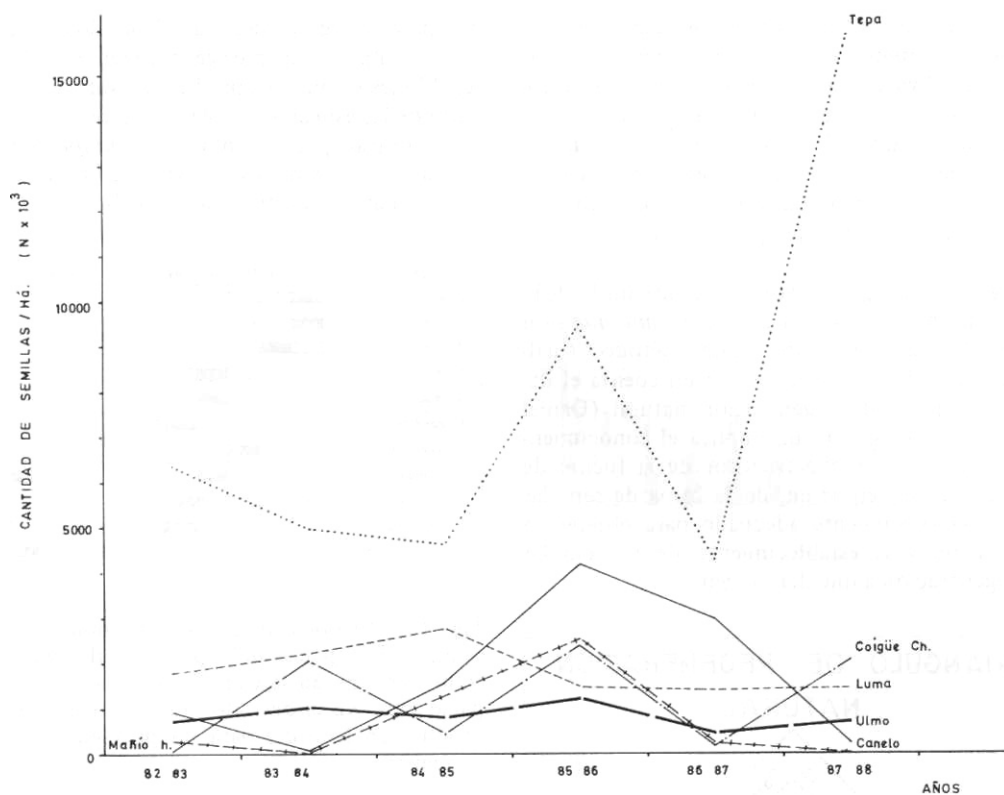


Fig. 11. Variación en la producción anual de semillas (periodicidad) para especies del tipo forestal siempreverde costero de Valdivia 600 m.s.n.m. a) especies de alta producción anual b) especies de baja producción anual en los rodales muestreados.

Periodicity of seed production for species of the evergreen forest type in the Coastal Mountains at 600 m altitude a) High annual production species b) Low annual production species.

A. meli (meli) tienen un ritmo similar pero con producciones mucho más bajas. Especies como *D. winteri* (canelo) y *S. conspicua* (mañío hembra) tienen frecuentemente altas y medianas producciones respectivamente, interrumpidas, hasta el momento sin evidencia de un ritmo claro, por años de muy alta producción relativa y otros de producción casi nula o muy baja; *E. cordifolia* así como *A. luma* poseen producciones medias a altas, con fluctuaciones menores, todos los años; del mismo tipo pero con baja producción es *P. nubigena*. Finalmente, un grupo de especies constituido por *N. nitida*, *A. punctatum* y *M. ovata* var. *ovata* poseen una alternancia de un año de buena producción relativa y otro de mala o nula producción.

Es muy importante tener en cuenta, además de los puntos señalados, la calidad de las semillas producidas en cuanto a su viabilidad o capacidad potencial de germinar y producir plantas. En dos años de toma de información sobre la base de prueba de corte de las semillas recolectadas queda en evidencia lo siguiente:

1. Los años de alta producción coinciden con más alta viabilidad de las semillas y los de baja producción poseen viabilidad muy baja.

2. Las semillas con mayor viabilidad son aquellas producidas en los meses de más alta producción.

3. Especies como las mirtáceas y *D. winteri* presentan viabilidades aparentes medias a altas en casi todas las semillas producidas, independientemente del mes o año de producción.

Otro aspecto crítico de las semillas, que debe formar parte del conocimiento del silvicultor, es el tamaño de ellas y sus características relacionadas con su diseminación. De ello dependerá el momento y forma de recolectarlas y el tipo de tratamiento o intervención al bosque que se debe aplicar en caso de que se opte por regeneración natural. El tipo de semillas y su agente diseminador se muestran en el cuadro 2. Información de detalle se puede obtener en Urrutia (1986).

CUADRO 2

Características de las semillas, agente diseminador y cantidad de semillas por kg de las especies del tipo forestal siempreverde.

Seed characteristics, dissemination means and amount of seeds per kg of the species of the evergreen forest type.

Especie	Características de la semilla	Agente diseminador	Rango de Nº de semillas
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Liviana, con alas pequeñas	Viento	230.000-800.000
<i>N. nitida</i>	Muy liviana, con alas pequeñas	Viento	1.000.000-1.300.000
<i>N. betuloides</i>	Liviana, con alas pequeñas	Viento	440.000
<i>Eucryphia cordifolia</i>	Semilla alada pequeña		500.000-900.000
<i>Weinmannia trichosperma</i>	Casi microscópica con vellosidad	Viento	7.800.000-9.200.000
<i>Laurelia philippiana</i>	Con vellosidad tipo vilano, pero que cae en grupos de semillas	Viento	500.000-630.000
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Semilla con vilano o papo	Viento	Sin información
<i>Embothrium coccineum</i>	Semilla alada grande	Viento	70.000-90.000
<i>Lomatia hirsuta</i>	Semilla alada mediana	Viento	140.000-240.000
<i>Lomatia ferruginea</i>	Semilla alada mediana	Viento	170.000
<i>Drimys winteri</i>	Mediana y densa, cae con el fruto	Gravedad	220.000-320.000
<i>Saxegothaea conspicua</i>	Pequeña y densa	Gravedad	110.000
<i>Podocarpus nubigena</i>	Grande sobre arilo carnoso color rojo	Gravedad y aves	3.700
<i>Podocarpus saligna</i>	Grande sobre arilo carnoso color rojo	Gravedad y aves	18.000-22.000
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Drupa carnosa grande	Gravedad aves, roedores	1.800-4.000
<i>Gevuina avellana</i>	Muy grande, redonda	Gravedad y roedores	240-600
<i>Amomyrtus luma</i>	Semillas que caen con el fruto (baya)	aves	29.000
<i>Amomyrtus meli</i>	Semillas que caen con el fruto (baya)	Gravedad y aves	25.000
<i>Myrceugenia ovata</i> var. <i>ovata</i>	Semillas que caen con el fruto (baya)	Gravedad y aves	Sin información
<i>Luma apiculata</i>	Semillas que caen con el fruto (baya)	Gravedad y aves	54.000
<i>Persea lingue</i>	Drupa grande carnosa	Gravedad	700-1.400

Cama de semillas. Para lograr el establecimiento de la regeneración se necesita, además de contar con el abastecimiento de semillas suficiente y oportuno, una cama de semillas adecuada para la germinación.

En general las semillas pequeñas, livianas, dispersadas por el viento requieren de un suelo mineral con suficiente humedad con el cual deben quedar en contacto. Dependiendo de su tolerancia y del clima, ellas necesitarán ese suelo a campo abierto o con diferentes grados de sombra o protección para lograr sobrevivir y establecerse (cuadro 2).

Las semillas pesadas que son dispersadas generalmente por gravedad pertenecen normalmente al grupo de tolerantes o semitolerantes y se adecúan para germinar en suelos orgánicos con hojarasca y bajo distintos grados de sombra, donde cuentan con suficiente abastecimiento de humedad permanente (cuadro 2) (Donoso *et al.*, 1982, 1983, 1984, 1989; Donoso, 1986b; Donoso y Donoso, 1987; Donoso y González, 1988; Ingenieros Consultores S.A., 1983).

Medio ambiente para la germinación y establecimiento. Es indudable que una vez obtenida la cantidad suficiente de semilla y la cama o sustrato adecuado, se requiere también un conjunto de factores del medio ambiente que, además de permitir la germinación, hagan posible que las plantas germinadas crezcan sanas y vigorosas y, finalmente, se establezcan.

Prácticamente todas las especies forestales del tipo siempreverde tienen su momento de madura-

ción y diseminación de las semillas entre enero y junio, de tal modo que tienen la posibilidad de germinar durante el otoño o fines de verano, o bien al inicio de la primavera, que parece ser lo corriente. No se han efectuado estudios específicos, pero la observación indica que parece no producirse germinación otoñal, lo cual puede atribuirse a adaptación de las especies, puesto que las posibilidades de sobrevivencia de las pequeñas plantas durante el invierno son escasas.

Las capacidades germinativas de las semillas que caen es diferente para cada especie. En laboratorio se puede obtener la capacidad germinativa potencial de una especie, es decir, una expresión de la viabilidad de sus semillas. El cuadro 3 muestra los resultados obtenidos para gran parte de las especies del tipo forestal siempreverde en condiciones de vivero, que son más similares a las que las especies encuentran en el terreno, donde pueden incluso ser más bajas (Donoso y Novoa, 1983; Donoso *et al.*, 1984, 1985, 1986; Donoso y Cortés, 1987, 1988).

Gran parte de las semillas de este tipo forestal tienen latencia de distintos tipos que, generalmente, impide que germinen al caer en el otoño. La mayor parte necesita de un período frío, que se satisface durante el invierno, y de estratificación húmeda que es proporcionada por la hojarasca y, en algunos casos, por la nieve (*Nothofagus spp.*, *E. cordifolia*, *W. trichosperma*, *L. philippiana*). Otras especies necesitan un tiempo durante el cual los microorganismos descomponen el fruto o mesocarpo que rodea a la semilla y después

CUADRO 3

Capacidad germinativa en vivero para especies del tipo forestal siempreverde.
Germination capacity for species of the evergreen forest type at nursery.

Especies	Capacidad germinativa en vivero (%)
<i>E. coccineum</i>	70% sin pretratamiento
<i>L. dentata</i>	7% sin pretratamiento
<i>E. cordifolia</i>	25% sin pretratamiento
<i>P. nubigena</i>	3% sin pretratamiento
<i>L. philippiana</i>	4 a 5% siembra en otoño
<i>D. winteri</i>	12 a 23% siembra en otoño (en 1 a 2 años)
<i>G. avellana</i>	60 a 90% siembra en otoño
<i>A. punctatum</i>	68 a 78% siembra en otoño sin pulpa
<i>P. lingue</i>	48 a 66% siembra en otoño sin pulpa
<i>N. dombeyi</i>	hasta 39% estratificación fría 90 días
<i>N. nitida</i>	4% estratificación fría 120 días
<i>N. betuloides</i>	17% estratificación fría 90 días
<i>W. trichosperma</i>	Difícil germinación en vivero, alta en laboratorio (77% sin pretratamiento)
<i>P. nubigena</i>	No se ha obtenido germinación
<i>S. conspicua</i>	No se ha obtenido germinación.

quedan en condiciones de germinar, una vez que la humedad, temperatura y oxígeno son adecuados (*P. lingue*, *A. punctatum*). Otras especies cubren ese requerimiento mediante el paso de la semilla por el tracto digestivo de aves o mamíferos.

Algunas especies se reproducen, además, mediante brotes de raíz, que en ocasiones pasa a ser el medio más importante, particularmente cuando la temperatura de la raíz aumenta por exposición del suelo a la luz solar. El caso más típico de este tipo es el de *E. cordifolia* (Donoso *et al.*, 1984 y 1985).

Finalmente, una vez satisfechos todos estos requerimientos, las semillas viables que posee la especie pueden germinar y se inicia el desarrollo de las plántulas, cuya sobrevivencia depende de otros factores del medio ambiente que son, principalmente, luz, humedad, temperatura y competencia de otras o de la misma especie.

La mayor parte de las especies de este tipo forestal requieren cierto grado de sombra para sobrevivir y crecer adecuadamente. Todas las que aparecen como tolerantes o muy tolerantes en el cuadro 1 no pueden sobrevivir con más del 50% de luz directa del sol. Muchas de las de tolerancia media requieren niveles de sombra próximos al 50% para crecer en buenas condiciones, como *E. cordifolia*, o poco menos como *G. avellana*. Incluso especies como *W. trichospora* y *N. nitida* se desarrollan mejor en sus primeros años con una sombra tenue. Puede decirse que sólo *E. coccineum* y *L. hirsuta* son especies aptas para crecer a plena luz del sol; en un grado menor *N. dombeyi* (Muller-Using y Schlegel, 1981; Silva, 1985; Read and Hill, 1985).

Al factor luz o sombra se agrega la sequedad, que está muy relacionada con la exposición a la luz solar o la sombra. Incluso especies intolerantes como *L. hirsuta*, *E. coccineum* y *N. dombeyi* pueden morir por efectos de sequedad del medio ambiente. La exposición será un factor muy importante a considerar en relación con la sequedad como factor de sobrevivencia de las plantas.

Las plantas jóvenes pueden ser afectadas también por muy bajas o muy altas temperaturas, que se hacen extremas en condiciones de campo abierto; la sombra y protección brindada por alguna cobertura impiden estas condiciones extremas y favorecen a la mayoría de las especies. Otro tipo de daño que puede producirse por las bajas temperaturas a campo abierto, especialmente en suelos volcánicos y arcillosos, es el descalce (Donoso, 1981b).

Finalmente, superados por las pequeñas plantas los embates de los factores físicos del medio ambiente deben ser capaces de sobrevivir a la competencia por la luz y, principalmente por la humedad, que la presentan en particular los pastos y a veces otras malezas, lo que ocurre cuando el área queda

expuesta a mucha luminosidad y el crecimiento inicial de las plantas es inferior al de las malezas.

Otro agente de pérdidas importantes de plantas jóvenes y regeneración en general pueden ser los animales. Animales silvestres como liebres, e incluso pudúes, pueden cortar plantas jóvenes a veces en gran número. Ello se observa principalmente en plantaciones. Los animales más dañinos para la regeneración son aquellos correspondientes al ganado doméstico, vacunos, equinos, ovinos y caprinos, que pisotean y ramonean las plantas hasta el punto de que la existencia del bosque es incompatible con su presencia.

AGRADECIMIENTOS

La mayor parte de los antecedentes entregados en este trabajo están enmarcados dentro de los Convenios de la Universidad Austral con la Corporación Nacional Forestal titulados "Ecología y silvicultura de los tipos forestales de la X Región"; "Semillas, técnicas de viveros y plantaciones para especies forestales de la X Región", y del Convenio de la Universidad con Forestal Venecia (aporte Alerce 5%) que ha apoyado significativamente a esos proyectos. La obtención de estos antecedentes y otros por publicar se ha logrado a través de varios años con el esfuerzo conjunto de una gran cantidad de colaboradores, cuyos nombres aparecen en los diferentes informes de Convenio que se entregan en la literatura citada. A ellos va dirigido mi reconocimiento, puesto que sin su aporte estos trabajos no habrían podido realizarse.

BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, L. 1982. *Estudio de la variación local de la vegetación boscosa natural en el área de Cayutué (P. N. Vicente Pérez Rosales)*. Tesis Fac. de Ciencias Agrarias-Veterinarias y Forestales, Univ. de Chile, 142 pp.
- ARMESTO, J.J. y J. FIGUEROA. 1987. "Stand structure and dynamics in the temperate rain forest of Chiloé Archipiélago, Chile", *Journal of Biogeography* 14: 367-376.
- DANIEL, P.W.; U.E. HELMS.; F.S. BAKER. 1982. *Principios de silvicultura*. McGraw-Hill, México, 492 pp.
- DONOSO, C. 1981a). *Tipos forestales de los bosques nativos de Chile*. Documento de trabajo N° 38, Investigación y Desarrollo Forestal CONAF-FAO, 70 pp.
- . 1981b). *Ecología forestal. El bosque y su medioambiente*. Editorial Universitaria, Stgo., Chile, 370 pp.
- . 1986a). *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa X Región. VI Parte. Cuarto período de evaluación*. Informe de Convenio N° 103, Proyecto CONAF/UACH, 263 pp.
- . 1986b). *Regeneración natural del tipo forestal siempreverde. Segunda evaluación de la regeneración*. Informe de Convenio N° 104, Proyecto CONAF/UACH.

- _____. 1988. *Ecología y silvicultura de los bosques nativos de la X Región. Vol. I. Semillación en el tipo forestal siempreverde costero de Valdivia; Vol. III Semillación en el tipo forestal siempreverde de la Cordillera de los Andes.* Informe de Convenio N° 148 CONAF/UACH, 22 pp.
- DONOSO, C; B. CASTILLO. 1987. *Ecología y silvicultura de los bosques nativos de la X Región. Vol. I. Semillación en el tipo forestal siempreverde costero de Valdivia; Vol. III. Semillación en el tipo forestal siempreverde de la Cordillera de los Andes.* Informe de Convenio N° 135, CONAF/UACH, 72 pp.
- DONOSO, C. y M. CORTES. 1987. *Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. III Parte. Resultados obtenidos durante el período 1986-1987.* Informe de Convenio N° 134, CONAF/UACH, 51 pp.
- DONOSO, C. y M. CORTES. 1988. *Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. IV Parte. Resultados obtenidos durante el período 1987-88.* Informe de Convenio N° 149, CONAF/UACH, 56 pp.
- DONOSO, C.; M. CORTES y B. ESCOBAR. 1985. *Semillas y técnicas de vivero y plantaciones para especies de los tipos forestales de la X Región.* Informe de Convenio (Avance) N° 87 y 129, CONAF/UACH, 21 y 15 pp.
- DONOSO, C., M. CORTES y B. ESCOBAR. 1986. *Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para especies de los tipos forestales de la X Región. Período 1985-1986.* Informe de Convenio N° 102, CONAF/UACH, 133 pp.
- DONOSO, C. y P. DONOSO. 1987. *Ecología y silvicultura de los bosques nativos de la X Región. Vol. IV. Tratamientos silviculturales en el tipo forestal siempreverde costero y andino.* Informe de Convenio N° 135, CONAF/UACH, 76 pp.
- DONOSO, C. y B. ESCOBAR. 1982. *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa X Región. II Parte. Evaluación de producción de semillas y hojarasca en parcelas testigo en los tipos forestales siempreverde y alerce durante el período marzo-septiembre de 1982.* Informe de Convenio N° 51, CONAF/UACH, 69 pp.
- DONOSO, C. y B. ESCOBAR. 1983. *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa. III Parte. Evaluación de la producción de semillas y hojarasca en parcelas testigo e intervenidas mediante tratamientos silviculturales en el tipo forestal siempreverde y en parcelas testigo del tipo forestal alerce durante 1 año.* Informe de Convenio N° 63, CONAF/UACH, 109 pp.
- DONOSO, C, B. ESCOBAR y M. CORTES. 1984. *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa X Región. IV Parte. Evaluación de producción de semillas y hojarasca en bosques no intervenidos de los tipos forestales siempreverde y alerce y en rodales intervenidos del tipo forestal siempreverde y evaluación de la regeneración en parcelas intervenidas de alerce.* Informe de Convenio N° 72, CONAF/UACH, 296 pp.
- DONOSO, C, B. ESCOBAR, M. CORTES y P. DONOSO. 1985. *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa. V. Parte. 1. Evaluación de 3 años de producción de semillas y hojarasca en bosques no intervenidos y de 2 años en rodales no intervenidos del tipo forestal siempreverde. 2. Evaluación de 3 años de producción de semillas y hojarasca en bosques no intervenidos del tipo forestal alerce.* Informe de Convenio N° 86, CONAF/UACH, 216 pp.
- DONOSO, C, B. ESCOBAR y J. URRUTIA. 1985. "Estructura y estrategias regenerativas de un bosque virgen de Ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cov.), Tapa (*Laurelia philippiana* Phil (Looser)) en Chiloé, Chile", *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 171-186.
- DONOSO, C. y C. GONZALEZ. 1988. *Ecología y silvicultura de los tipos forestales de la X Región. Vol. IV. Tratamientos silviculturales en el tipo forestal siempreverde costero y andino.* Informe de Convenio N° 148, CONAF/UACH, 41 pp.
- DONOSO, C, R. GREZ, B. ESCOBAR y P. REAL. 1984. "Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde de un sector de Chiloé insular", *Bosque* 5: 82-104.
- DONOSO, C, O. MARTINEZ, P. REAL y B. ESCOBAR. 1982. *Regeneración en bosques de la Cordillera de la Costa X Región. I. Parte: Instalación, inventarios y resultados preliminares.* Informe de Convenio N° 51, CONAF/UACH, 39 pp.
- DONOSO, C, R. MORALES y R. DEUS. 1983. *Estudio de regeneración natural del tipo forestal siempreverde en el bosque nativo. Etapa de instalación de ensayos.* Informe de Convenio N° 55, ODEPA/UACH.
- DONOSO, C. y R. NOVOA. 1983. *Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. I. Parte: Resultados obtenidos al 30.11.1983,* 11 pp.
- DONOSO, C., R. NOVOA, B. ESCOBAR y A.M. SABJA. 1984. *Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. II. Parte. Resultados obtenidos en un año.* Informe de Convenio N° 71, CONAF/UACH, 77 pp.
- DONOSO, C, P. NUÑEZ, P. REAL y V. SANDOVAL. 1989. *Evaluación y caracterización de la vegetación nativa en los predios de Cumleufu y Santa María de Punilahué.* Informe de Convenio N° 161, Forestal Tornagaleones/UACH, 116 pp.
- DONOSO, C., P. REAL, V. SANDOVAL y V. GERDING. 1984. *Estudio de regeneración natural del tipo forestal siempreverde en el bosque nativo. Informe Final.* Informe de Convenio N° 70 y N° 89, ODEPA/UACH.
- INGENIEROS CONSULTORES S.A. (ICSA). 1983. *Estudio de regeneración natural del tipo forestal siempreverde en el bosque nativo. Ensayo final de los Andes. Informe Final.* ODEPA/ICSA, 2 tomos.
- INFOR-CORFO. 1984. *Estadísticas Forestales.* 1984.
- MARTINEZ, O. 1985. "Aspectos de la flora y vegetación del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales", *Bosque* 6: 83-92.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley and Sons, N. York, 547 pp.
- MULLER-USING, B. y F. SCHLEGEL. 1981. "The development of seedling of Chilean *Nothofagus* species in a shaded area", *Plant Research and Development* 13: 152-184.
- PENALOZA, R., R. GREZ, C. DONOSO y L. CERDA. 1982. *Bases técnicas de los tratamientos silvícolas para la regeneración y utilización de los bosques de la zona costera de Aysén. I. Reconocimiento sector Isla Magdalena.* Informe de Convenio N° 47, SERPLAC/CONAF XI Región/UACH, 37 pp.
- READ, J. and R.S. HILL. 1985. "Photosynthetic responses to light of Australia and Chilean species of *Nothofagus* and their relevance to the rainforest dynamics", *New Phytologist* 101: 731-742.
- SIERRA, V., T. HOLMBERG., E. GANDARA, O. ALFARO y N. VERA. 1980. *Plan de Desarrollo Forestal*

- XI Región. Tomo I. Bosque Nativo. Tomo II. Terrenos deforestados. CONAF.
- SILVA, J. 1985. *Reproducción sexual y asexual de ulmo y desarrollo del ulmo (Eucryphia cordifolia Cav.) y tepa (Laurelia philippiana (Phil) Losser) bajo cuatro gradientes de sombreado artificial*. Tesis de Ingeniería Forestal, Facultad de Cs. Forestales, p. 119.
- SPURR, S.H. y B.V. BARNES. 1980. *Forest Ecology*. John Wiley and sons, New York.
- TUPPER, S.A. 1983. *Análisis estructural y dinámica regenerativa del tipo forestal siempreverde en la Cordillera de la Costa de la provincia de Valdivia*. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, UACH, 151 pp.
- URRUTIA, J. 1986. *Análisis bibliográfico y pictórico de semillas y sus procesos germinativos para 32 especies forestales nativas*. Tesis Fac. Ciencias Forestales, UACH, 150 pp.
- VEBLEN, T.T. 1985. "Forest development in treefall gaps in the temperate rain forest of Chile", *National Geographic Research* 1: 162-183.
- VEBLEN, T.T., C. DONOSO, F. SCHLEGEL y B. ESCOBAR, 1981. "Forest dynamic in south-central Chile", *Journal of Biogeography* 8: 211-247.
- VEBLEN, T.T. y F. SCHLEGEL. 1982. "Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile", *Bosque* 4: 73-115.
- VEBLEN, T.T., F. SCHLEGEL y J. OLTREMARI. 1983. "Temperate broad leaved evergreen forests of South America", en ORVINGTON, J. D. (edit.). *Temperate broad-leaved evergreen forest*. Elsevier, Amsterdam, pp. 5-31.
- YUDELEVICH, M., H. BROWN, H. ELGUETA, S. CALDERON. 1967. *Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile*. Informe técnico N° 27, Instituto Forestal Santiago, Chile.