

Producción de semillas y hojarasca de las especies del tipo forestal alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile

Seed and litter production of *Fitzroya cupressoides* forests in the Coastal Range of Valdivia, Chile

CLAUDIO DONOSO

Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia-Chile

RESUMEN

Se presenta la información de producción de semillas y hojarasca durante siete años de un bosque del tipo forestal alerce de la Cordillera de la Costa de Valdivia. La recolección se efectuó mensualmente en cuatro parcelas de media hectárea cada una, mediante 24 cajones de 0,1 m² de superficie receptora, distribuida regularmente al azar en cada parcela. Los resultados se refieren a las especies *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida* y *Drimys winteri*.

Se verifica que *F. cupressoides* inicia la diseminación plena de semillas en abril y que el máximo de caída se produce en junio o mayo. La viabilidad de las semillas es muy baja, lo que se relaciona con años de baja producción. La diseminación de las semillas de *N. nitida* se inicia en marzo y la caída máxima ocurre entre marzo y mayo; la viabilidad de las semillas es baja y también se correlaciona positivamente con el monto de producción. *D. winteri* inicia la diseminación en diciembre y el máximo se alcanza en febrero; la viabilidad es alta, pero el embrión es inmaduro al dispersarse la semilla. La producción anual promedio de hojarasca de este bosque es de 3,27 t/há, valor bajo comparado con otros bosques de Chile y bosques tropicales, pero similar al de los bosques templado-fríos del hemisferio norte. La variación anual de la producción de semillas no muestra una tendencia en *F. cupressoides* y *D. winteri*; en cambio, *N. nitida* muestra una clara periodicidad, caracterizada por un ritmo de un año de baja, seguido por uno de alta producción.

Palabras claves: Producción de semillas, hojarasca, periodicidad, viabilidad de semillas, diseminación.

ABSTRACT

Data on seed and litter production during 7 years in forests dominated by *Fitzroya cupressoides* on the Coastal Range of South Central Chile are analyzed. Data were collected monthly from twenty-four 0.1 m² boxes regularly placed on each of four plots of half an hectare each. Results are presented for *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida* and *Drimys winteri*. *Fitzroya cupressoides* initiates seed dissemination in April, with a peak in June or May. The viability of seeds is very low, and related to low seed production.

Dissemination of *Nothofagus nitida* seeds begins in March, with a peak between March and May. Seed viability is low and positively correlated with seed crop size. *Drimys winteri* initiates seed dissemination in December, with a peak in February; seed viability is high, but the embryo is usually immature at the time of dispersal. The average annual litter production of the forest is 3.27 t/ha. This value is low if compared with other forests in southern Chile or in the tropics, but similar to the cold-temperate forests of the northern hemisphere. Annual variation of seed production does not show any trend for *F. cupressoides* and *D. winteri*; *N. nitida*, on the other hand, shows a clear periodicity, characterized by a rhythm of one year of low production followed by a year of high production.

Key words: Seed crop, litterfall, periodicity, seed viability, seed dissemination.

INTRODUCCION

El manejo silvicultural de un área necesita contar con información sobre semillas que van a sembrarse, a diseminarse o a recolectarse para iniciar el proceso de regeneración natural o artificial. Siguiendo a Baker (1950), esta recuperación de la vegetación depende

de una cadena de procesos: 1) abastecimiento adecuado de semillas, 2) diseminación homogénea sobre el área, 3) conservación de la mayor parte de las semillas viables, en buenas condiciones de sanidad, antes de la germinación, 4) germinación rápida y abundante, 5) establecimiento de las plantas provenientes de la germinación, y 6) sobrevivencia

de las plantas jóvenes hasta que se inicie la competencia.

En 1983 se dio inicio a un proyecto de investigación, que se mantendrá en ejecución por tiempo indefinido, con el propósito de obtener información sobre la cadena de procesos señalada por Baker (1950) para las especies de los bosques templados y templado-fríos del sur de Chile. Parte de esta información ha sido presentada en una serie de informes técnicos que están siendo revisados para ser publicados.

La producción de frutos y semillas en los árboles es una serie compleja de eventos que comienza con la iniciación de la flor en los primordios florales y termina con la germinación de la semilla (Krugman *et al.* 1974). Los cuatro primeros eslabones de la cadena de procesos señalada coinciden con la serie de eventos propios de la producción de semillas.

La enorme variación existente entre diferentes especies de árboles en cuanto a los procesos de producción de semillas impide realizar afirmaciones generales o establecer modelos de producción (Krugman *et al.* 1974, Daniel *et al.* 1982). Tanto en coníferas como en latifoliadas deciduas y siempreverdes hay una variación en la edad de iniciación de flores que fluctúa entre los 3 y los 90 años (Fowels 1965). El momento en que se inicia la formación de los primordios florales y el período del año en que las semillas maduran y empiezan a ser dispersadas varía también consistentemente, porque dependen de factores genéticos propios de la especie, así como de los factores del medio ambiente (Kozlowski 1971, Krugman *et al.* 1974). La periodicidad de producción de semillas presenta también gran variación, desde especies que tienen una pequeña fluctuación interanual hasta otras que poseen intervalos de hasta 10 o más años entre dos buenas producciones (U.S.D.A. Forest Service 1974, Daniel *et al.* 1984).

Antecedentes referidos a estos procesos en especies y bosques de Chile son muy escasos en la literatura y se relacionan con bosques dominados por *Aextoxicon punctatum* (Riveros y Alberdi 1978, Murúa y González 1985), o por especies del género *Nothofagus* (Burschel *et al.* 1976, Puente 1980, Becker 1981, Mascareño 1987).

El objetivo de este trabajo es presentar información detallada mes a mes sobre la producción y viabilidad de semillas de las especies en bosques dominados por *Fitzroya cupressoides* en la Cordillera de la Costa de Valdivia. El sistema experimental para la recolección de las semillas permitió también evaluar la caída de hojarasca de las especies del bosque durante el mismo período. Este es el primer estudio en Chile que presenta información sobre la reproducción de especies arbóreas en un mismo sitio por un período de siete años.

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

El área de estudio se ubica en bosques del subtipo alerce mixto (Donoso *et al.* 1990), a una altitud de 750 m en el lugar conocido como El Olvido de Colún, en la Cordillera de la Costa de Valdivia o Cordillera Pelada (40°10'S, 73°41'O).

La topografía se caracteriza por pendientes suaves y onduladas y el material original está formado por rocas metamórficas del Paleozoico y Precámbrico (Ruiz *et al.* 1965), del tipo micaesquistos, sobre los cuales se han desarrollado suelos con profundidades promedio de menos de 40 cm. El clima general es del tipo templado-cálido de costa occidental (Fuenzalida 1950), que se caracteriza por altas precipitaciones y temperaturas moderadas con un corto y variable período seco en el verano. El área occidental de la cordillera, donde se encuentra el área de estudio, es especialmente húmeda, habiéndose registrado precipitaciones de 5.400 mm anuales (Gutiérrez 1984).

La vegetación arbórea está constituida por las especies que se indican en la Tabla 1.

El sotobosque está constituido por las siguientes especies arbustivas en orden de importancia, según cantidad de plantas por hectárea y frecuencia: *Myrceugenia planipes*, *Desfontainia spinosa*, *Crinodendron hookerianum*, *Gaultheria phillyreifolia*, *Pseudopanax laetevirens*, *Pernettya furiens*, *Chusquea nigricans*, *Myrceugenia chrysocarpa* y *Berberis* sp. Entre las plantas herbáceas, enreda-

TABLA 1

METODO

Tabla de rodal del bosque de *Fitzroya cupressoides* (Alerce) del área de ensayo
F. cupressoides forest stand table of the study area

Especie	Nº árboles por há	Area basal por há (m²)	Volumen bruto por há (m³)
<i>Fitzroya cupressoides</i>	592	38,6	222,4
<i>Nothofagus nitida</i>	152	20,0	126,8
<i>Weinmannia trichosperma</i>	264	10,7	54,2
<i>Drimys winteri</i>	123	6,4	32,8
<i>Saxegothea conspicua</i>	313	4,0	12,1
<i>Podocarpus nubigena</i>	58	0,8	2,0
Otras*	55	0,6	1,8
Total	1.557	81,2	452,2

* *Amomyrtus luma*, *Lomatia ferruginea*, *Laurelia philippiana*, *Luma apiculata*, *Embothrium coccineum*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *Aextoxico punctatum*, *Eucryphia cordifolia*, *Pilgerodendron uviferum*, *Gevuina avellana*, *Caldcluvia paniculata*.

deras y epífitas abundan *Mitraria coccinea*, *Asteranthera ovata*, *Capsidium valdivianum*, *Luzuriaga* spp., *Greigia landbekii*, *Phylesia magellanica*, *Griselinia racemosa*, *Uncinia* sp., y muchos helechos y musgos.

El bosque es denso y muy homogéneo, como se aprecia a través del plano de distribución horizontal de una de las parcelas estudiadas (Fig. 1).

El estudio se efectuó en cuatro parcelas de 40 x 125 m (0,5 há). En cada parcela se distribuyeron al azar 24 cajones recolectores numerados, de 0,40 x 0,25 m y 0,20 m de alto (Fig. 1). La superficie receptora de hojarasca y semillas corresponde entonces a 0,1 m² por cajón. El fondo de los cajones lleva una malla plástica fina, con agujeros de aproximadamente 1 mm² para recibir el material. Cada cajón posee 4 patas para evitar que el fondo quede en contacto con el piso. De acuerdo con Newbold (1967) se necesitan no menos de 20 recolectores ubicados en cada área de muestreo para reducir el error estándar. De acuerdo con ello, y considerando la homogeneidad del bosque (Fig. 1), el número de recolectores se puede considerar adecuado.

La recolección del material de los cajones se efectúa todos los meses entre el primer y tercer día de cada mes. El material fue secado en un recinto cerrado calefaccionado y se trasladó mes a mes al laboratorio. En éste se separó la hojarasca de las semillas, identificando estas últimas por especie y contándolas. Posteriormente se secaron la hojarasca y las semillas en un horno a 105°C durante 24 horas para pesarlas.

Durante los dos últimos períodos anuales se aplicó una prueba de corte a todas las se-

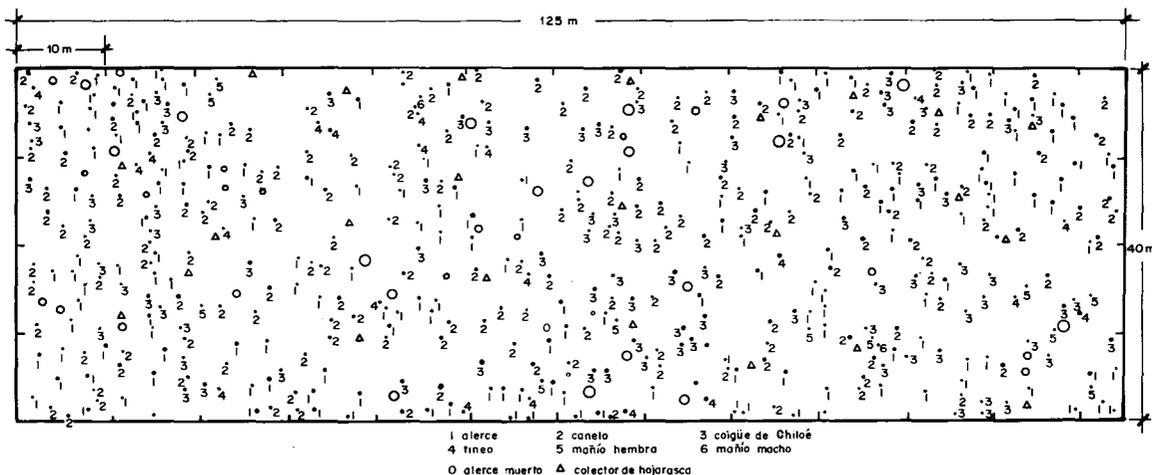


Fig. 1: Plano de distribución horizontal de los árboles de una parcela de 0,5 há en un bosque de alerce costero, indicando la ubicación de los cajones recolectores de hojarasca (triángulos).

Map of horizontal distribution of stems within a 0.5 ha plot in a Alerce forest of the Coastal Range, position of the litter and seed collectors (triangles).

millas para estimar la viabilidad (Hartmann y Kester 1975).

Las especies analizadas en cuanto a producción de semilla fueron: *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida*, *Drimys winteri* y *Saxegothaea conspicua*. No se pudo obtener información sobre *Weinmannia trichosperma* debido a que la semilla es muy pequeña, con 8 millones de semillas por kilo (Donoso y Cabello 1978), de tal modo que no fue posible captarla mediante las mallas de los cajones recolectores.

Podocarpus nubigena y *Pilgerodendron uviferum* son especies constituyentes de estos bosques, pero normalmente no adquieren un desarrollo importante (Tabla 1), razón por la cual probablemente producen escasas semillas. *Eucryphia cordifolia*, *Laurelia philippiana* y *Aextoxicon punctatum* no pertenecen propiamente al tipo forestal, y si están presentes su condición es marginal (Tabla 1) (Donoso et al. 1990).

nitida y *D. winteri* en todos los períodos de recolección. Estas tres especies, junto a *W. trichosperma*, son las más importantes del tipo forestal, tanto en cuanto a producción de semillas como a sus valores dasométricos (Tabla 1). La observación de las Tablas permite apreciar la gran valoración intra e interanual de la producción por hectárea de todas las especies; sin embargo, el proceso de caída de las semillas tiene una tendencia estacional que se repite año a año para cada especie (Fig. 2).

La tendencia de *F. cupressoides* es iniciar la diseminación de semillas en marzo. La maduración y diseminación a nivel de rodal se produce plenamente en abril (Fig. 2), particularmente en los períodos 83-84 y 84-85 (Tabla 2). El máximo de caída de semillas ocurre en mayo o en junio. La diseminación sigue siendo importante en julio, pero disminuye ostensiblemente en los meses siguientes. La máxima caída de semillas parece corresponder a los meses de más alta precipitación, especialmente en los períodos anuales de más alta producción (Fig. 3 y Tabla 2). Al parecer, este patrón estacional se relacionaría con el arrastre por la lluvia de las semillas vanas que quedan en los conos, y no con el momento de maduración de las semillas. Este supuesto se desprende del hecho de que en

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción mensual de semillas y viabilidad

Las Tablas 2, 3 y 4 presentan la producción mensual de semillas de *F. cupressoides*, *N.*

TABLA 2
Variación de la producción mensual de semillas de *F. cupressoides*
en la Cordillera de la Costa de Valdivia
Monthly seed production of *F. cupressoides* in the Coastal Range of Valdivia

Mes	Semillas por hectárea							Promedios mensuales (± D.E.)
	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	
Marzo	s.i.	4.175	44.972	4.150	5.208	18.747	0	10.098 ± 17.186
Abril	0	125.000	317.700	4.167	3.124	2.083	0	64.582 ± 120.688
Mayo	0	128.125	377.700	39.584	4.166	4.167	8.469	80.316 ± 138.800
Junio	0	317.700	238.200	53.125	3.124	4.167	8.737	89.293 ± 132.152
Julio	0	256.625	200.300	28.125	0	1.041	6.771	71.695 ± 112.201
Agosto	0	36.450	41.835	8.333	2.083	1.041	6.770	13.787 ± 17.648
Septiembre	0	79.150	89.415	11.450	0	1.041	4.166	26.460 ± 39.808
Octubre	0	27.100	21.247	11.458	1.041	2.083	5.492	9.774 ± 10.677
Noviembre	0	89.228	70.228	7.292	0	0	2.223	24.188 ± 38.553
Diciembre	0	27.075	45.825	10.400	1.041	0	5.696	12.862 ± 17.400
Enero	0	8.325	88.725	0	0	0	0	13.864 ± 33.156
Febrero	0	2.082	5.200	2.083	0	1.041	5.208	2.231 ± 2.202
Total	0	1.110.382	1.541.217	180.167	19.787	18.747	53.532	417.690 ± 635.493

s.i.: Sin información.

TABLA 3

Variación de la producción mensual de semillas de *N. nitida* en la Cordillera de la Costa de Valdivia
 Monthly seed production of *N. nitida* in the Coastal Range of Valdivia

Mes	Semillas por hectárea							Promedios mensuales (± D.E.)
	Período							
	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	
Febrero	s.i.	6.250	31.250	43.750	7.290	37.500	40.625	27.778 ± 16.792
Marzo	s.i.	403.125	59.375	217.700	7.290	537.450	92.300	219.540 ± 210.555
Abril	20.833	861.475	139.260	558.334	38.541	317.708	11.738	323.689 ± 371.254
Mayo	25.000	216.675	34.790	845.834	32.291	426.042	73.926	236.365 ± 305.821
Junio	0	425.000	44.237	162.500	31.250	212.500	138.176	144.809 ± 145.732
Julio	3.125	466.650	48.363	60.416	12.500	230.208	117.135	134.057 ± 165.748
Agosto	0	84.375	11.505	27.083	13.541	123.958	63.073	46.219 ± 45.750
Septiembre	0	76.050	10.370	123.958	2.083	103.125	91.666	58.279 ± 52.607
Octubre	1.050	46.875	2.772	159.375	6.250	29.166	42.794	41.183 ± 55.460
Noviembre	0	211.275	12.493	66.458	3.125	11.458	21.294	46.586 ± 75.952
Diciembre	0	76.025	9.400	87.500	5.208	13.542	11.090	28.966 ± 36.480
Enero	0	29.125	49.975	38.525	0	22.917	14.441	22.140 ± 18.852
Total incompleto		2.091.900	453.790	2.391.433	159.369	2.065.574	718.218	1.313.380 ± 275.596

s.i.: Sin información.

TABLA 4

Variación de la producción mensual de semillas de *D. winteri* en la Cordillera de la Costa de Valdivia

Monthly seed production of *D. winteri* in the Coastal Range of Valdivia

Mes	Semillas por hectárea							Promedios mensuales (± D.E.)
	Período							
	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	
Diciembre	s.i.	23.950	4.175	1.050	33.332	60.416	1.042	20.661 ± 23.635
Enero	s.i.	1.095.625	1.050	111.475	101.025	152.083	0	243.543 ± 421.543
Febrero	s.i.	2.123.000	0	256.225	134.370	236.457	1.042	458.516 ± 822.840
Marzo	5.221	417.700	1.042	5.225	37.498	83.333	0	78.574 ± 152.368
Abril	61.458	160.425	825	6.250	8.332	30.208	0	38.214 ± 58.185
Mayo	52.100	43.750	225	6.250	3.124	17.708	1.042	17.743 ± 21.558
Junio	20.850	47.925	0	2.084	5.208	10.417	0	12.355 ± 17.335
Julio	3.125	43.725	0	0	14.583	8.333	0	9.967 ± 15.856
Agosto	0	7.300	0	0	5.208	4.167	0	2.382 ± 3.111
Septiembre	0	5.225	0	0	0	3.124	0	1.193 ± 2.125
Octubre	2.075	4.175	225	0	1.041	0	0	1.074 ± 1.571
Noviembre	4.175	11.100	825	3.125	2.083	1.042	0	3.193 ± 3.767
Total incompleto		3.982.900	8.367	391.684	345.804	697.288	3.126	904.862 ± 1.530.388

s.i.: Sin información.

un ensayo realizado en vivero con semillas procedentes de distintos árboles del área de estudio, se encontró que la más alta viabilidad correspondía a semillas recolectadas desde árboles en marzo o en abril (Tabla 5).

Consistentemente con la baja producción observada en los períodos 86-87, 87-88, la

viabilidad de las semillas de *F. cupressoides* estimada a través de la prueba de corte fue de 0% en todos los meses del primer período, e insignificante en el segundo período. En el período 88-89, en que la producción de semillas aumentó en relación con los períodos anteriores (Tabla 2), la viabilidad alcanzó al

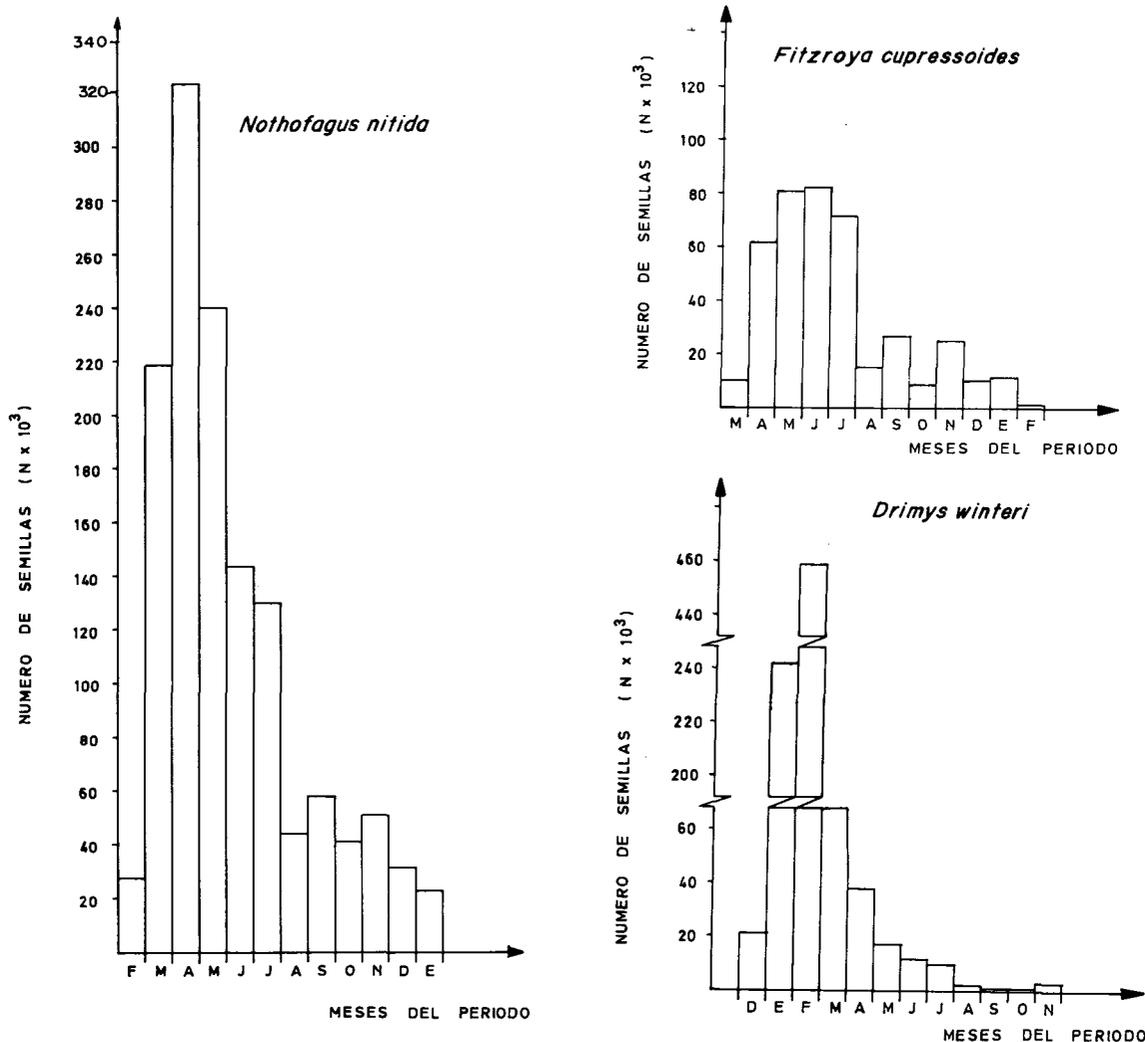


Fig. 2: Producción mensual promedio de semillas de *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida* y *Drimys winteri* obtenida de siete años de recolección en la Cordillera de la Costa de Valdivia. El orden de los meses indica la secuencia natural de caída de semillas desde su inicio hasta su declinación máxima.

Monthly average seed production for *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida* and *Drimys winteri* obtained from seven years of records in the Coastal Range of Valdivia. Months are arranged from the initiation to the end of seed fall period.

12,5% en mayo, lo que es consistente con la experiencia general que indica que a mayor producción mejor es la calidad de las semillas (Baker 1950, Daniel *et al.* 1982). La maduración y la viabilidad de las semillas estimadas según la prueba de corte son, sin embargo, muy variables a nivel individual, como se puede apreciar a través de una muestra de una recolección efectuada desde varios árboles del área de estudio en 1990 (Tabla 5). Es indudable que se requiere mayor información sobre la viabilidad de las se-

millas de alerce en un buen año de producción, similar a aquellos ocurridos en 1984 y 1985.

El patrón general de caída de semillas a lo largo de los meses del año para *N. nitida* se inicia con unas pocas semillas en febrero, pero la maduración y diseminación se inician en forma clara y con intensidad en marzo (Fig. 2). La máxima caída se produce entre marzo y mayo si se considera el promedio y los valores de los años de buena producción (Tabla 3). También se observa una importan-

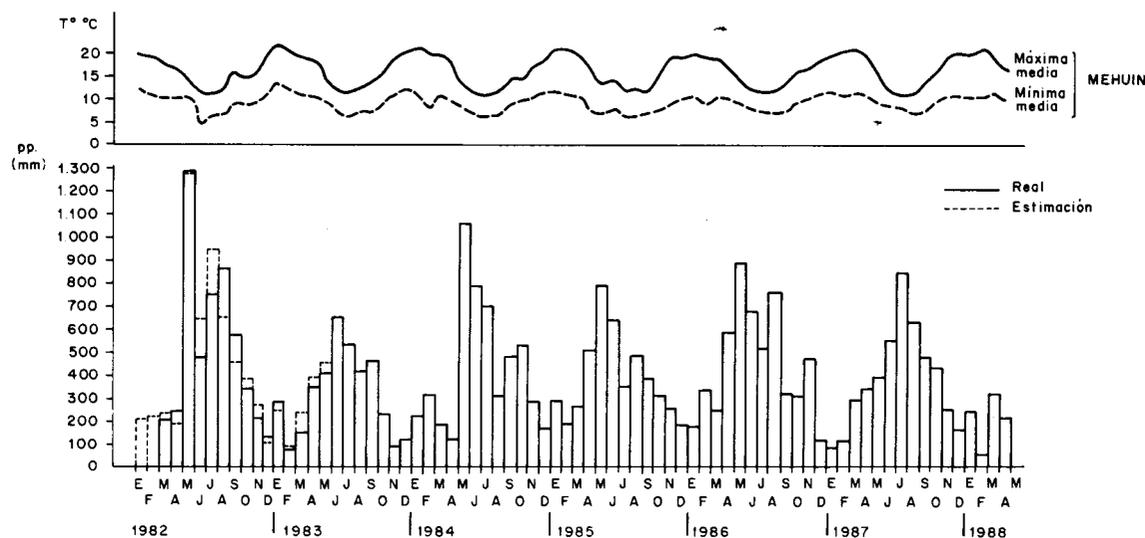


Fig. 3: Promedio mensual de la temperatura y precipitación durante el período de estudio en la Cordillera de la Costa de Valdivia. La precipitación está calculada sobre la base de un registro en un año (1982-1983) a 850 m de altitud y registros posteriores en la Estación Remehue, que mostraron la mejor correlación con el registro base del lugar.

Average temperature and precipitation during the period of study in the Coastal Range of Valdivia. Precipitation was estimated from one year records (1982-1983) at 850 m, and subsequently from a correlation with records from Remehue at lower altitude.

TABLA 5

Viabilidad (%) de semillas de *F. cupressoides* recolectadas desde los árboles en los meses en que los conos mostraban signos de madurez

Viability (%) of *F. cupressoides* seeds collected from different trees during months when cones showed signs of ripening

Nº del árbol	Viabilidad en % ± D.S.		
	Marzo	Abril	Mayo
3		8,3 ± 6,40	
8	24,8 ± 1,26	20,8 ± 6,40	
9		11,0 ± 1,41	20,0 ± 2,16
12		32,3 ± 5,74	
13	13,3 ± 7,60	24,5 ± 0,57	
27			3,0 ± 2,45
90	13,0 ± 2,45	18,0 ± 2,00	6,3 ± 3,77
131			19,3 ± 8,09
140	11,8 ± 1,26		
141	56,3 ± 4,03	38,4 ± 7,37	
150			36,8 ± 11,50
151	6,0 ± 0,82	19,5 ± 3,09	
153		6,0 ± 0,82	11,5 ± 0,57
158	35,3 ± 4,27		
166			6,3 ± 2,99
172			8,5 ± 4,65
175			4,5 ± 0,57
179	23,8 ± 5,31		
180			10,5 ± 173
s/n 1	4,5 ± 0,58	10,5 ± 3,42	
s/n 2	14,5 ± 3,70	5,3 ± 3,95	
s/n 3	11,8 ± 1,71		
s/n 4		9,0 ± 2,45	
s/n 6		8,8 ± 4,92	

te caída de semillas en junio y julio, la que declina en los meses siguientes hasta hacerse mínima en enero o febrero (Tabla 3, Fig. 2).

El mismo patrón en la caída de semillas se encuentra en las especies de *Nothofagus* de Nueva Zelandia (Wardle 1984) y en *N. cunninghamii* en Tasmania, Australia (Howard 1973), lo que sugiere que es una característica del género poco dependiente del medio ambiente, el que sólo puede determinar ciertas variaciones en los meses de máxima caída año a año (Tabla 3). Es muy probable que la producción total de semillas de *N. nitida* sea baja si se compara con valores para la misma especie en los bosques del tipo forestal siempreverde, a menor altitud. En los bosques de alerce las condiciones del hábitat a mayor altitud son menos favorables y, en consecuencia, el desarrollo de las copas de *N. nitida* es menor. Este fenómeno se comprobó en *N. cunninghamii* en Tasmania (Howard 1973) y en *N. menziessii* y *N. solandri* en Nueva Zelandia (Wardle 1984). Se ha observado también un efecto similar en otras especies del bosque siempreverde de las que se tienen antecedentes, como *Drimys winteri* y *Saxegothaea conspicua*.

En el período de baja producción de semillas (86-87) la viabilidad fue de 0% en casi

todos los meses, con excepción de abril, en que se encuentra un 2,7% de semillas viables, y que es el mes de más alta producción. Una relación positiva entre producción y viabilidad se ha documentado también en *Nothofagus neozelandeses* (Wardle 1984). En el período de alta producción (1987-88) la viabilidad varió entre 1,3% (abril) y 21,2% (septiembre). La variación de la viabilidad que se observó en el período 87-88 no es consistente con lo que ocurre con las especies de *Nothofagus* en Nueva Zelanda (Wardle 1984), en que las semillas que caen en los meses de máxima producción son, generalmente, de mejor calidad que las que caen en otros meses. La mayor viabilidad de las semillas caídas en septiembre y octubre no tiene explicación por ahora. Es necesario esperar los resultados de otros años de buena producción y tener información de otras áreas situadas a distintas altitudes y latitudes de la distribución de *Nothofagus nitida*.

Drimys winteri inicia la diseminación de sus semillas generalmente en diciembre (Tabla 4 y Figura 2). La caída de semillas es muy abundante en enero, pero lo normal es que alcance un máximo en febrero. Luego declina bruscamente en marzo y va disminuyendo gradualmente hasta que se hace mínima en los meses de primavera (Tabla 4 y Figura 2). Es muy probable que el pequeño aumento que se observa en noviembre corresponda a algunos frutos inmaduros de la estación siguiente.

En el caso de *D. winteri* los montos de producción no se relacionan con la viabilidad de las semillas, la que fluctúa normalmente entre 70 y 100%. Sin embargo, las semillas de *D. winteri* poseen al caer un embrión generalmente inmaduro, lo que significa que la semilla, aun cuando está llena, no está todavía capacitada para germinar (Botti y Cabello 1984). La maduración ocurre en el piso del bosque, fenómeno cuyas causas y demora no han sido determinadas.

Saxegothaea conspicua participa con un alto porcentaje del número de árboles en el área de estudio; sin embargo, su desarrollo es escaso, como se puede apreciar a través de su participación en el área basal y volumen que es muy baja (Tabla 1). Por esta razón la producción de semilla es también baja.

Producción de hojarasca

La producción de hojarasca, medida en términos de peso seco que incluye el de las semillas, muestra una variación mensual que fluctúa entre 0,08614 t/há en el mes de octubre, y 0,58623 t/há en el mes de marzo, como valores promedio de siete años (Fig. 4). Esta tendencia se mantiene todos los años, salvo excepciones, y dado el período de registro, la estimación de la producción debe considerarse suficientemente precisa. Newbold (1970) señala un período mínimo de tres años, y preferiblemente de cinco, para obtener una estimación adecuada del patrón estacional de la caída de hojarasca.

La Tabla 6 muestra la variación en términos porcentuales en las cantidades de semillas y en los pesos secos de hojarasca producidos en cada estación del año a lo largo de los 7 años de estudio. La producción de hojarasca es alta en otoño (marzo-mayo), período en que caen la masa de hojas senescentes y los restos de flores y frutos, además de la

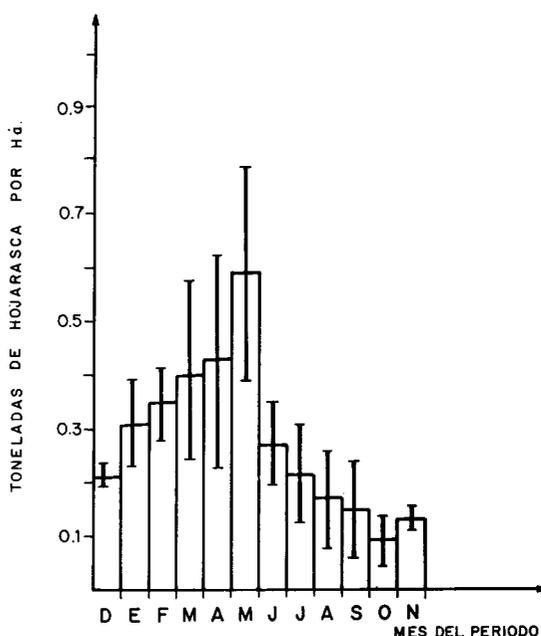


Fig. 4: Distribución mensual de la hojarasca caída en el tipo forestal alerce costero, de acuerdo al promedio de siete años de registros. Producción total anual: 3,27 t/há.

Monthly distribution of litterfall in the Alerce forest of the Coastal Range, based on seven years of records. Annual production: 3.27 t/ha.

Tabla 6

Valores porcentuales de producción de semillas y hojarasca por estación del año en siete períodos anuales consecutivos en el tipo forestal alerce de la Cordillera de la Costa

Seed and litter production (%) per season during 7 consecutive annual periods in Alerce forest of the Coastal Range

	PS%	PH%												
Otoño (Marzo-Mayo)	49,5	42,0	49,8	47,1	45,8	41,2	50,0	48,3	18,9	43,5	55,8	39,9	27,4	21,5
Invierno (Junio-Agosto)	0,6	20,6	35,3	19,6	22,6	20,3	11,7	12,8	15,4	16,1	26,8	25,7	22,5	29,6
Primavera (Septiembre- Noviembre)	0,1	12,9	11,5	8,0	7,3	10,9	13,2	11,9	4,6	11,4	6,9	9,6	11,7	19,6
Verano (Diciembre- Febrero)	78,8	25,5	3,8	25,3	24,8	27,9	25,2	26,9	60,0	29,0	10,5	25,1	38,4	29,7
Valor total absoluto (t/há/año)	4,18		3,89		2,65		2,80		2,93		3,22		3,27	

PS% : Porcentaje de producción de semillas.
PH% : Porcentaje de producción de hojarasca.

mayor parte de las semillas; la mínima caída corresponde a la iniciación de la primavera (septiembre-noviembre), momento en que ya se ha producido el máximo de caída de hojarasca y semillas derivadas del período anterior, estimulada por las lluvias y vientos otoñales e invernales. Además, en primavera se inician la foliación y floración, que no implican caída de material. Las estimaciones de invierno (junio-agosto) y verano (diciembre-marzo) presentan valores intermedios porque corresponden a períodos de transición (Figura 4 y Tabla 6).

La producción de hojarasca en cada estación, medida en términos porcentuales, varía poco entre los años evaluados (Tabla 6), con excepción del período 88-89 en que la producción de hojarasca se distribuyó en proporciones similares a lo largo de las cuatro estaciones. La producción de semillas varía estacionalmente más que la hojarasca durante los diferentes años (Tabla 6). Ello está determinado principalmente por los períodos de altas y bajas producciones de *Nothofagus nitida* y *Drimys winteri*. Generalmente, una alta producción de *N. nitida* concentra la caída de semillas en otoño y parte del invierno, como ocurrió en los períodos 83-84, 85-86 y 87-88 (Tablas 3 y 6), mientras que una alta producción de *D. winteri* concentra la caída en verano, como ocurrió en los períodos 82-83 y 86-

87 (Tablas 4 y 6). Sin embargo, en términos de peso seco, las semillas tienen muy escasa incidencia en la producción total de hojarasca (< 1%) y por esa razón las altas y bajas de *N. nitida* y *D. winteri* no afectan mayormente a la distribución porcentual de la producción total de hojarasca en las cuatro estaciones del año (Tabla 6).

La hojarasca o cantidad de materia seca producida por los bosques en el mundo disminuye en general desde los trópicos hacia los polos (Donoso 1981b), encontrándose cifras de 10 a 15 t/há/año en bosques tropicales (Laudelot & Meyer 1955, Nye 1961) y rangos de 4 a 8 t/há/año en bosques templados. Bray & Gorham (1964) estiman un promedio de 3,5 t/há/año para la zona templado-fría del hemisferio norte, mientras que en el hemisferio sur se tienen datos de 5,7 y 6,5 t/há/año para bosques de *Nothofagus* de Nueva Zelanda (Miller & Hurst 1975) y de Australia (Howard 1972), respectivamente. Para Chile se conocen valores de 5,4 y 5,7 t/há/año en bosques mixtos de *Nothofagus dombeyi*, *N. alpina*, *Laurelia philippiana*, *Saxegothaea conspicua* y *Dasyphyllum diacanthoides* (Burschel *et al.* 1976, Becker 1981), y de 5,9 y 7,3 t/há/año, respectivamente, para bosques mixtos secundarios, situados a menor altitud que los anteriores, de *N. obliqua*, *N. alpina* y *N. dombeyi*, y de *N. obliqua*, *Laurelia sem-*

pervirens, *Persea lingue* y *Aextoxicon punctatum* (Becker 1981). Los valores obtenidos para los bosques dominados por *Fitzroya cupressoides* de la Cordillera de la Costa en este trabajo presentan una fluctuación entre 2,65 y 4,18 t/há/año y un promedio de 3,27 t/há/año (Tabla 5), que es muy similar al promedio indicado por Bray & Gorham (1964) para los bosques templados fríos del hemisferio norte, pero menor a bosques chilenos a menor altitud. También se aproxima a los valores encontrados para el bosque mixto siempreverde que se encuentra inmediatamente por debajo del bosque de alerce, en las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa de Valdivia, que alcanza a 3,8 t/há/año (Donoso 1981b).

De acuerdo con estas cifras, que corresponden a estimaciones de siete años, estos bosques se ubican en el promedio en cuanto a productividad de hojarasca de los bosques templado-fríos del mundo, lo que es consistente con las condiciones medioambientales restrictivas de esta comunidad forestal (Donoso *et al.* 1990), que puede ser similar a las de aquellas de altas latitudes del hemisferio norte.

Variación interanual y periodicidad

Las especies de mayor participación en el total de semillas producidas año a año son *F. cupressoides*, *N. nitida* y *D. winteri*, que concentran entre el 95 y el 99,5% de la producción total.

N. nitida presenta un ritmo o ciclo de producción de semillas definido, caracterizado por la alternancia de un año de alta y uno de baja producción (Fig. 5). Tal ritmo parece ser de tipo ontogénico, donde no es posible apreciar una relación con las variaciones climáticas. En *F. cupressoides* y *D. winteri* no es posible apreciar en los años de registro alguna tendencia o periodicidad en la producción de semillas. La revisión de las variaciones climáticas (Fig. 3) no permite aún obtener una explicación de las variaciones en la producción de semillas para ninguna de las dos especies. Los resultados indican que por lo menos para *F. cupressoides* y *D. winteri* se requerirían más años de registro para establecer patrones de variación. Para lograr establecer una relación entre la producción de semillas y los patrones climáticos en *Pseudotsuga menziesii*, tanto en Estados Unidos como en Europa, se usaron registros de 48

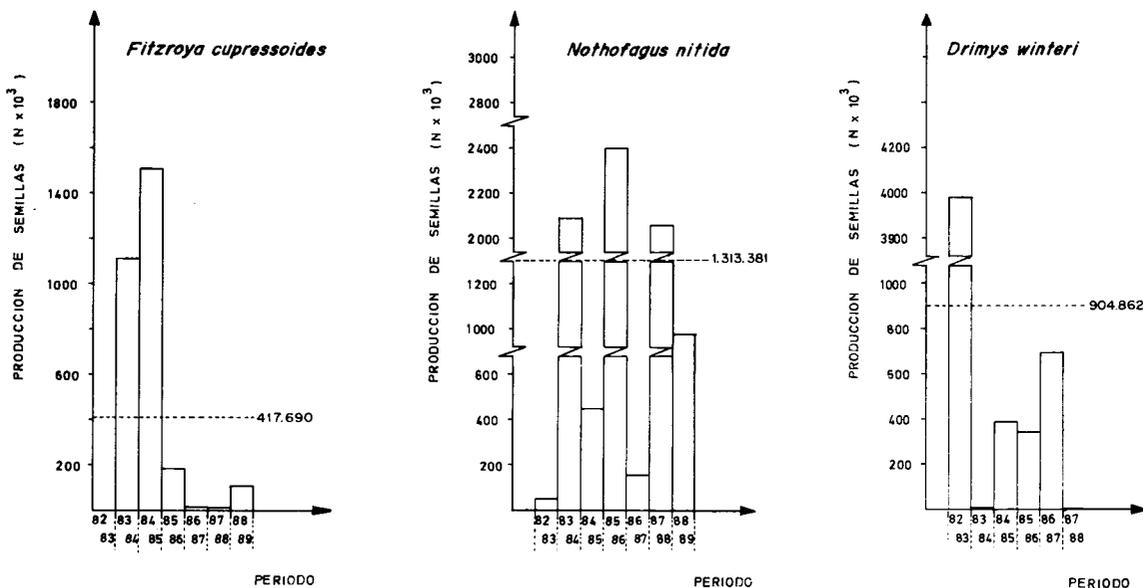


Fig. 5: Producción anual de semillas de tres especies del tipo forestal alerce costero, durante el período de siete años.

Annual seed production of three species of the Alerce forest of the Coastal Range, over a period of seven years.

años (Daniel *et al.* 1982), en tanto que para otras coníferas de California se recopiló la información durante 35 años. Además, la correlación entre alta producción de semillas y los factores del clima no se establece directamente con los valores de temperaturas y precipitación del mismo año, sino que con valores de un año y medio a dos años antes de la alta producción de semillas.

Durante el período marzo a mayo de 1988 se observó producción relativamente abundante de conos en árboles aislados de *F. cupressoides*, en contraste con los datos para años anteriores, en la Cordillera de la Costa de Valdivia. Estos árboles aislados estaban ubicados en rodales alterados muy abiertos. Muchos de ellos eran árboles muy pequeños, aparentemente de poca edad, a veces con gran cantidad de semillas. Con mucha probabilidad estos árboles han tenido su origen en raíces y estaban, por lo tanto, en condiciones fisiológicas de producir flores y frutos. En el mismo período en que se observó esta alta producción de conos de árboles aislados hubo una relativamente baja recolección en los cajones recolectores en el bosque (Tabla 2 y Fig. 5), lo que estaría señalando que la producción de árboles aislados obedece a patrones diferentes que la de árboles de bosque. Será necesario a futuro seguir la tendencia de la producción de conos en esos árboles aislados que ya fueron marcados. Por otra parte, se tienen antecedentes de que los árboles de jardín de 30 a 40 años de edad producen abundante fructificación con alta frecuencia; en estos casos sólo algunos individuos producen semillas viables. Estos antecedentes sugieren interrogantes que deberán responderse con estudios específicos.

La información obtenida a lo largo de siete años en cuanto a producción de semillas y hojarasca en bosque del tipo forestal alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la Cordillera de la Costa de Valdivia sugiere las siguientes conclusiones:

1. *Fitzroya cupressoides*, *Nothofagus nitida* y *Drimys winteri* concentran entre el 95 y el 99,5% de la producción total anual de semillas de estos bosques, sin considerar a *Weinmannia trichosperma*, cuyas semillas no se han podido recolectar por su pequeño tamaño.
2. Las tres especies mencionadas presentan un patrón característico de diseminación de semillas a lo largo del año. *F. cupressoides* la inicia en abril y presenta el máximo en mayo y junio. *N. nitida* inicia la caída en marzo y el máximo se concentra entre marzo y mayo, siguiendo patrones similares a los de *Nothofagus* de Nueva Zelanda y Australia. *D. winteri* comienza a diseminar sus semillas en diciembre y alcanza un máximo generalmente en febrero.
3. La viabilidad de las semillas evaluadas en dos años de producción para *F. cupressoides* fue baja y muy variable a nivel individual. Se requiere tener más información de años de alta producción, para llegar a conclusiones más precisas, no sólo con respecto a *F. cupressoides*, sino que también a *N. nitida*.
4. La producción de hojarasca en los bosques de alerce de la Cordillera de la Costa sigue un patrón estacional con un máximo en los meses de otoño, un mínimo en los de primavera, y valores intermedios en verano e invierno.
5. El valor promedio de producción de hojarasca de los bosques costeros de *F. cupressoides* es de 3,27 t/há/año, que es bajo respecto a bosques tropicales y otros bosques chilenos, y corresponde al promedio conocido para los bosques templado-fríos de altas latitudes del hemisferio norte.
6. De las especies evaluadas, sólo en *N. nitida* se aprecia un ritmo o ciclo de producción de semillas definido, que se caracteriza por la alternancia de un año de alta y uno de baja producción.
7. Para obtener conclusiones claras respecto de la periodicidad en la producción de semillas de *F. cupressoides* y *D. winteri* se requiere un período más prolongado de observaciones que el que se tiene hasta el momento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha podido realizarse ya durante 10 años gracias al aporte financiero y al interés demostrado por la Corporación Nacional Forestal X Región y por la Empresa Forestal Venecia, a través de convenios con la Universidad Austral de Chile. Además, en la eje-

cución del trabajo ha sido importante la participación de un conjunto de colaboradores ingenieros forestales, auxiliares de laboratorio y trabajadores de campo, sin cuyo constante accionar y probada responsabilidad este documento no sería posible. En especial debo dejar constancia del importante apoyo en el procesamiento de la información y elaboración de figuras, brindado por el ingeniero forestal Conrado González F. y los egresados de Ciencias Forestales Celso Navarro y Marcelo Hernández. Del mismo modo, de la responsabilidad y abnegación en el trabajo de terreno demostradas por don Anselmo Ojeda y en laboratorio por los hermanos Muñoz Ruminot.

LITERATURA CITADA

- BAKER F (1950) Principles of silviculture. New York, McGraw Hill Co., Inc.
- BECKER J (1981) Estudio de producción de litter en bosques de latifoliadas del Sur de Chile. Tesis Ing. Forestal, Universidad Austral de Chile.
- BOTTI C & A CABELLO (1984) Estudio anatómico y de germinación de Canelo (*Drimys winteri*). In: V Reunión Nacional de Botánica, Soc. de Biología de Chile, La Serena 24-30 septiembre.
- BRAY JR & E GORHAM (1964) Litter production in forests of the world. In: JB Cragg (ed) Advances in Ecological Research. Vol 2. Academic Press, New York.
- BURSCHEL P, C GALLEGOS, O MARTINEZ & W MOLL (1976) Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe. Bosque 1: 55-74.
- CABELLO A (1990) Enraizamiento de estacas de Alerce (*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston) y Mañío Macho (*Podocarpus nubigena* Lindl.). Ciencias Forestales 6(2): 135-139.
- CORTES M (1990) Estructura y dinámica de los bosques de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) en la Cordillera de la Costa de Valdivia. tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- DANIEL PW, UE HELMS & FS BAKER (1982) Principios de Silvicultura. McGraw Hill, México.
- DONOSO C (1981a) Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38, FO: DP/CHI/76/003.
- DONOSO C (1981b) Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria S.A.
- DONOSO C, M CORTES & L SOTO (1981) Antecedentes sobre semillas y germinación de Alerce, Ciprés de las Guaitecas, Ciprés de la Cordillera y Tineo. Bosque 3(2): 46-100.
- DONOSO C, V SANDOVAL & R GREZ (en prensa) Dynamics of *Fitzroya cupressoides* forests. Journal of Vegetation Science.
- DONOSO C, V SANDOVAL & R GREZ (1990) Caracterización del tipo forestal Alerce. Bosque 11(1): 21-34.
- EIS S (1973) Cone production of Douglas-fir and grand-fir and its climatic requirements. Canadian Journal of Forest Research.
- FOWELLS HA (1965) Silvics of forest trees of the United States. Agriculture Handbook N° 271, U.S.D.A. Forest Service.
- FUENZALIDA PH (1950 a) Clima. In: Geografía económica de Chile. Tomo I. Corporación de Fomento de la Producción. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- GUTIERREZ R (1984) Estudio comparativo de la redistribución de las precipitaciones entre rodales de los tipos forestales Siempreverde y Alerce. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, U.A.Ch.
- HARTMAN HT & DE KESTER (1975) Plant propagation. Principles and practices. Third Edition. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- HOWARD TM (1972) Studies in the ecology of *Nothofagus cunninghamii* Oerst. II Phenology. Australian Journal of Botany 21: 79-92.
- KOZLOWSKI TT (1971) Growth and development of trees, Vol II, Cambial growth, root growth, and reproductive growth. Academic Press, New York.
- KRUGMAN SL, WI STEIN & DM SCHMIDT (1974) Seed biology. In: CS Schopmeyer (ed), Seeds of woody plants in the United States, U.S.D.A. Handbook 450: 5-40.
- LOWRY WP (1966) Apparent meteorological requirements for abundant cone crop in Douglas-fir. Forest Science Vol 12, Number 2: 185-193.
- LAUDELOUT H & J MEYER (1985) Les cycles d'elements minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. 5et. Congress Soil Science-Leopoldville 2: 267-272.
- MASCAREÑO AS (1987) Evaluación de ensayos de semillación y regeneración de *Nothofagus pumilio* bajo diferentes tratamientos a la cama de semillas en Coyhaique, XI Región. Tesis Facultad Ciencias Forestales Universidad Austral de Chile.
- MILLER RB & FB HURST (1957) The quantity and nutrient content of hard beech litter. For. Res. Notes. New Zealand Forest Service N° 8.
- MURUA R & A GONZALEZ (1985) Producción de semillas de especies arbóreas en la pluviselva valdiviana. Bosque 6: 15-23.
- NEWBOLD PJ (1967) Methods for estimating the primary production of forest. IBP Handbook N° 2 Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- NYE PH (1961) Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. Plant and Soil 13(4): 333-346.
- ORDÓÑEZ A (1986) Germinación de las tres especies de *Nothofagus* siempreverdes, y variabilidad en la germinación de procedencias de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Tesis de Grado de Ing. Forestal, Universidad Austral de Chile.
- PUENTE M (1980) Estimación del mantillo acumulado en el suelo de un bosque de Hualo (*Nothofagus glauca*). Boletín Técnico N° 5. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
- RIVEROS M & M ALBERDI (1978) Acumulación de hojarasca en un bosque de Olivillo (*Aextoxicon punctatum*, R. et Pav.) del Fundo San Martín (Valdivia-Chile). Bosque 2: 72-82.
- RODRIGUEZ J (1989) Estrategias regenerativas de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) en el sector Contao, Cordillera de los Andes, Palena. Tesis Facultad Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- RUIZ C (1965) Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas. Editorial Universitaria, Santiago-Chile.
- U.S.D.A. FOREST SERVICE (1974) Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook N° 450.
- VEBLEN TT & D ASHTON (1982) The regeneration status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. Biological Conservation 23: 141-161.
- WARDLE J (1984) The New Zealand Beeches-Ecology, utilization and management. New Zealand Forest Service.