

DEGRADACION DEL BOSQUE NORDPATAGONICO EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO PALENA, CHILE MERIDIONAL. (43°S)*

Víctor Quintanilla Pérez

Departamento Ingeniería Geográfica, Universidad de Santiago de Chile,
vquintan@lauca.usach.cl, Proyecto FONDECYT N° 1020024

Resumen: Analizamos en una cuenca andina patagónica de Chile meridional la intensa degradación de los ecosistemas forestales constatada en la cuenca superior del río Palena. Extensivos incendios producidos en la montaña andina entre los años 1930 a 1965 iniciaron la alteración y retroceso del bosque nativo con predominio de *Nothofagus*. La erosión y la activa dinámica geomorfológica de la cordillera (derrumbes, deslizamientos, rodados), ha contribuido también de modo importante en la pérdida de los árboles. La quema del bosque con el objeto de obtener espacios para praderas junto con la extracción de leña, constituyen el factor antrópico constante en el desarrollo de este proceso. Actualmente se observa, sólo en algunos sectores, una lenta y dificultosa regeneración de especies leñosas, la que va acompañada por la intrusión de arbustos exóticos.

Palabras clave: fuegos, leña, variables geomorfológicas, cuenca de Palena, *Nothofagus*.

Abstract: We analyzed in a Chilean Andean southern basin, the intensive degradation of the forest ecosystems in the upper basin of the Palena river. Extensive fire forest produced during 1930 to 1955 in the Andean mountain, generated the impact of the native forest wich is predominantly *Nothofagus*. The erosion and the intense geomorphic dynamic of the mountain (landslide, landslipping) have also contributed to the destruction of the trees. The controlled fire forest in order to obtain room for prairies along with the wood log extraction, are the constant anthropogenic factor in the development of this process. In the days it is recognized, in just few places, a slow and difficult regeneration of wood species, wich is accompany with exotic bushes.

Keywords: burnt, firewood, geomorphological features, Palena Basin, *Nothofagus*.

* Recibido: 11-10-04. Aceptado: 17-07-05.

1. Introducción

Entre los 42° y 55° sur se extiende aproximadamente en el sistema cordillerano andino de Chile austral, conocido como Andes patagónicos, un sector montañoso caracterizado por la acción intensa de glaciares y los procesos volcánicos. En esta zona se localiza una franja de territorio denominada Chiloé continental (42° a 44° sur) cuyo sector oriental se conecta con los paisajes semiplanos patagónicos. Resalta un relieve muy accidentado con macizos volcánicos activos y cordones montañosos disectados por profundos valles glaciares. La mayoría de los cursos de agua drenan de este a oeste transportando gran caudal y recibiendo un constante aporte de agua de los macizos englacados cuyas mayores altitudes, se localizan en el sector occidental del territorio, en la costa de fiordos. Hacia el este en cambio la disminución de la altura es progresiva hasta declinar en dirección a las grandes llanuras de la patagonia argentina. (Figura 1).

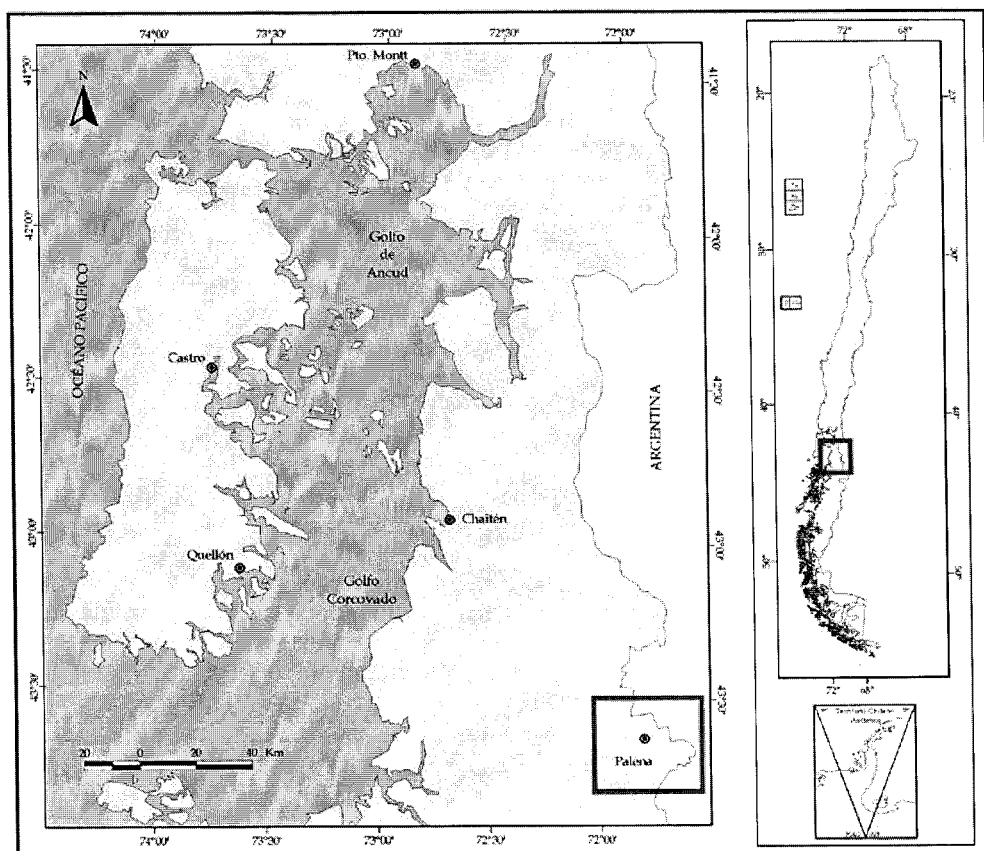


Figura 1. Localización de la cuenca del río Palena.

Tanto la acción glaciaria como la volcánica han marcado profundamente el rasgo y estructura de la orografía de esta área, mostrando, como testigos actuales, numerosos volcanes activos, los cuales pertenecen al denominado frente volcánico cuaternario de la región de la Zona Volcánica Sur de los Andes. Presentan éstos un desarrollo geológico y geoquímico complejo con abundantes materiales de basaltos y andesitas basálticas. (Killian R. *et al.*, 1989).

El clima se define como húmedo frío con temperaturas máximas de verano de alrededor los 16°C y mínimas de 1° a 2°C, en tanto que la pluviosidad anual alcanza regularmente los 2.000 mm. La vegetación, predominantemente boscosa, se encuentra hoy día muy intervenida y destacan agrupaciones de *Nothofagus* caducos, como *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*, y una conífera muy resistente al frío con buen enraizamiento en suelos rocosos, como es el caso de *Austrocedrus chilensis*. (Quintanilla, 1983).

2. Área de estudio

El sector de estudio pertenece a la parte meridional de la cuenca superior del río Palena (43°30' - 43° 45' S) insertada en un valle glaciario flanqueado por macizos andinos cuyas cotas máximas fluctúan entre los 2.006 y 1.515 m.s.n.m., los cuales se integran en las cordilleras patagónicas de la zona austral del continente sudamericano. El relieve es de fisiografía muy accidentada distribuida en cordones montañosos disectados por profundos valles y su paisaje se clasifica "como juvenil en el ciclo de erosión".

Desde el punto de vista geomorfológico toda la cuenca de este río se encuentra en las cordilleras meridionales del Pacífico compuesta por ríos y fiordos de control tectónico (Borgel, 1982). Las cadenas patagónicas llegan hasta el océano Pacífico presentándose como una faja de irregular extensión a lo ancho del territorio chileno, de acuerdo a la mayor o menor prolongación que alcanzan los fiordos en su avance desde el océano hacia el este.

En lo que respecta a la geología general del área, está estructurada por rocas metamórficas estratificadas depositadas durante las eras mesozoica y cenozoica. El sector norte de la cuenca estuvo bajo dominio de carácter marino sedimentario y volcánico particularmente en el Valle California, sector sur de la cuenca del Palena (Thiele *et al.*, 1978). En los valles de los ríos suelen encontrarse depósitos morrénicos y depósitos glaciofluviales y fluviales en terrazas.

El sector de estudio, como se observa en la Figura 2, corresponde a un valle encajonado drenado por unos afluentes del río Palena (arroyos López y Mallines), cuyos cursos se desplazan de sur a norte para unirse al río principal, junto a otros cursos de

agua, en la frontera internacional entre Chile y Argentina. Este valle localmente es conocido como Valle California con una extensión de 11 km, encontrándose más encajonado en su sector norte. En general está marginado por cordones montañosos de orientación norte sur, de cuyas laderas escurren numerosos y pequeños cursos de agua.

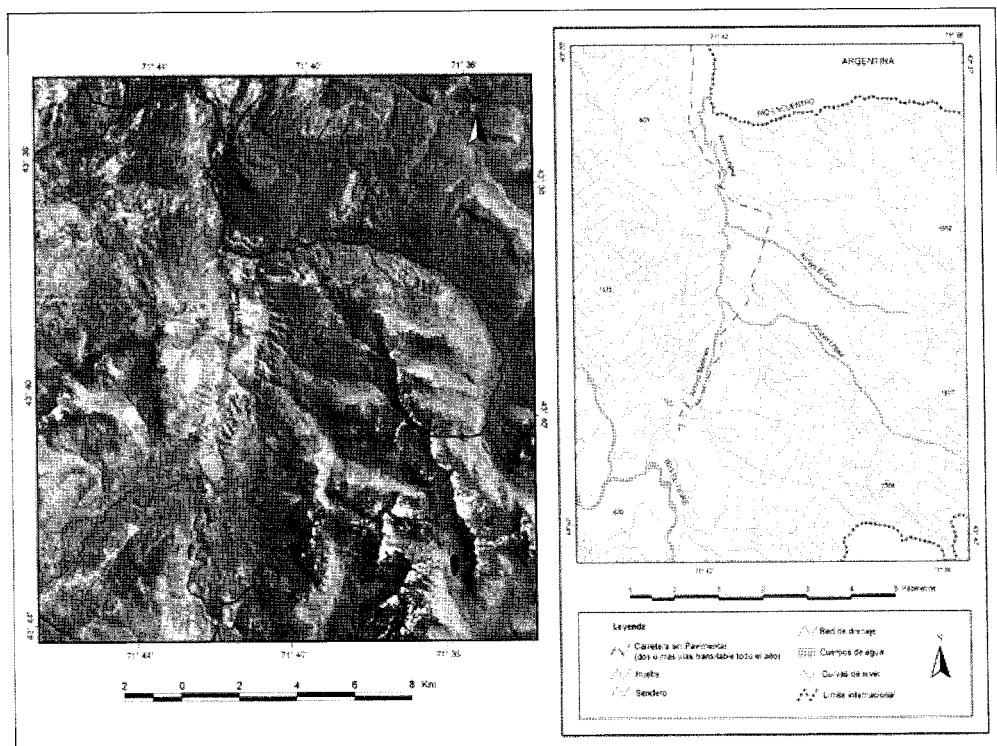


Figura 2. Área de estudio.

Las altitudes de la cordillera aquí no alcanzan a los 2.000 m.s.n.m.. Encontramos en el Cerro Colorado la cota más alta (1.627 m.s.n.m.) hacia el este, en tanto que el cerro Díaz con 1.515 m.s.n.m. corresponde a la mayor altitud en los cordones al oeste del Valle California. Las pendientes de estas montañas son abruptas con valores superiores a 25° y las cimas, desnudas de vegetación, denotan una gran fragmentación activa en bloques particularmente por los fenómenos de intemperización del material y que está cubierto de nieve gran parte del año.

Referente al clima del área, lo caracterizamos a partir de la información de una estación meteorológica localizada a 5 km del valle, denominada Alto Palena, a 281 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 8,8°C, con extremas de -4°C en el mes de Julio y de

30,6°C en Enero. Las precipitaciones alcanzan los 2.049,6 mm anuales con máximo de 409 mm en Julio y un mínimo de 26.7 mm en el mes de Noviembre. El número de días con nieve en el fondo del valle es muy bajo, entre 4 y 6 días al año, en tanto que las cimas de las montañas tienen nieve permanente entre los meses de Abril y Octubre.

La cubierta vegetal de la cuenca superior del río Palena está representada por bosques predominantes en especies de *Nothofagus* (*Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*) con un sotobosque poco denso y acompañado por una cantidad escasa de arbustos particularmente en los pisos superiores de las montañas (Quintanilla, 1995). En las partes más húmedas se les asocia con escasa presencia *Nothofagus betuloides* (Mirbel) Oersted, árbol siempre verde conocido como coigüe de Magallanes o haya del sur. *Nothofagus pumilio* Krasser es un roble caduco conocido en el sur de Chile como "lenga" y tiende a constituir bosques puros en las quebradas. Este árbol usualmente forma el límite altitudinal del bosque y domina el ecotono entre los bosques y la vegetación subandina (Veblen *et al.*, 1996).

Su distribución latitudinal en el sur de Chile y sudeste de Argentina es desde los 36° S a los 56° S. (Donoso, 1995; Quintanilla, 2003), y su rango de desplazamiento altitudinal se extiende desde el nivel del mar hasta los 2.000 m.s.n.m. pero disminuyendo su distribución en altitud hacia el sur.

De este modo en nuestra área de estudio se desplaza poco más arriba de los 900 m.s.n.m. Esta amplia distribución latitudinal de *N. pumilio* indica el gran rango de tolerancia de la especie; se encuentra sometida a dos gradientes de variación climática: el latitudinal y el altitudinal.

Por otra parte, en las laderas de mayores pendientes la lenga se mezcla con "el ñirre", *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst., árbol caduco que constituye el límite altitudinal de la vegetación arbórea quien en nuestra área de estudio, se localiza entre los 1.100 y 1.500 m.s.n.m. presentándose aquí como un árbol pequeño o arbusto achaparrado, en respuesta a las severas condiciones climáticas del ambiente altoandino. Junto a la lenga, esta falsa haya o ñirre posee una amplia distribución latitudinal en los Andes sudamericanos desde aproximadamente los 37° sur. (Quintanilla, 1989).

Otro *Nothofagus* existente en el área, aunque con menor representatividad, es *Nothofagus betuloides*, árbol siempre verde conocido como "coigüe de Magallanes" o "guindo", el cual tiene una distribución restringida casi exclusivamente a los Andes patagónicos y desde alrededor los 45° sur. En la cuenca de Alto Palena crece con baja presencia en las mayores altitudes y hasta los límites arbóreos del *timberline*, tendiendo a achaparrarse en los sectores de contacto con el hielo.

Aparece también en el área *Nothofagus dombeyi* (Mirbel) Oersted o "coigüe común", pero con pocos individuos maduros; a diferencia de otros habitats, aquí no adquiere gran altura. En los sectores con exceso de humedad y muy bajas temperaturas, es reemplazado por *N. betuloides*.

Resulta importante destacar igualmente la presencia de la única conífera que vive con estos bosques latifoliados. Se trata de *Austrocedrus chilensis* (D.Don) Pic. Ser.et Bizz ("labuán" o ciprés de la cordillera). No forma agrupaciones numerosas, habiando sobre todo laderas de exposición norte y creciendo en suelos pobres y erosionados, asociados generalmente a lavas volcánicas de erupciones más o menos recientes. Precisamente esta especie encuentra aquí, en la cuenca del Palena, su área de distribución más meridional en Sudamérica y la aridez ambiental de este sector de influencia patagónica, le impide alcanzar gran tamaño. Además la hemos encontrado entre los 400 y 600 m.s.n.m. Un rasgo notable de la plasticidad de esta conífera es que se distribuye en un drástico gradiente de precipitaciones en sentido Oeste-Este, desde casi los 3.000 mm de media anual en la vertiente Pacífica de Chile, hasta casi los 300 mm en la estepa patagónica argentina en menos de 150 km de distancia. Este fenómeno es producido por el efecto de "biombo" que genera la cordillera de los Andes, determinando que los vientos húmedos provenientes del océano Pacífico, descarguen gran parte de su humedad al traspasar esta barrera orográfica. (Donoso *et al.*, 2004). Por otra parte este árbol suele ocupar en distribución dispersa, sectores en los grandes valles que han sido habilitados para ganadería. En cambio actualmente es más escasa otra conífera, *Podocarpus nubigena* Lindl ("mañío de hojas punzantes"), la cual antes se observaba en terrenos de menor altitud.

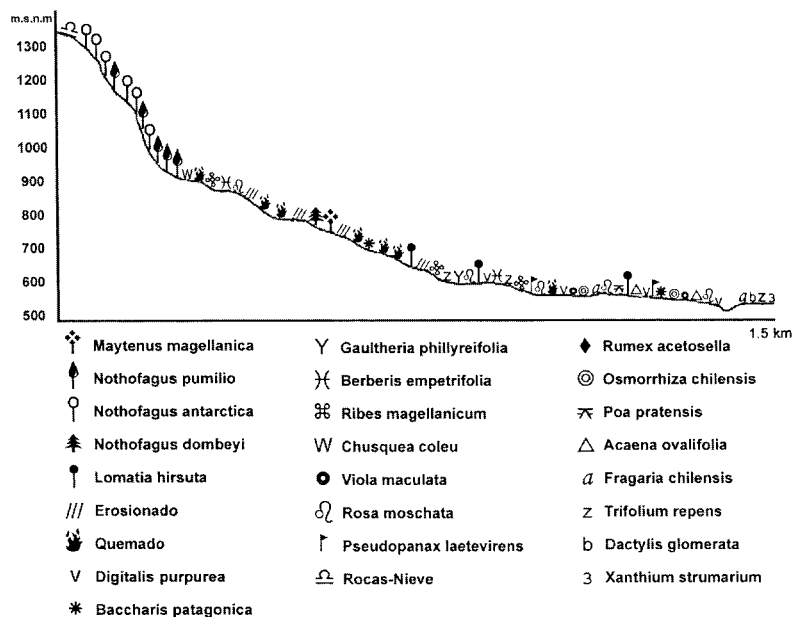


Figura 3. Perfil fitogeográfico, sector sur Valle California (43° 40'S).

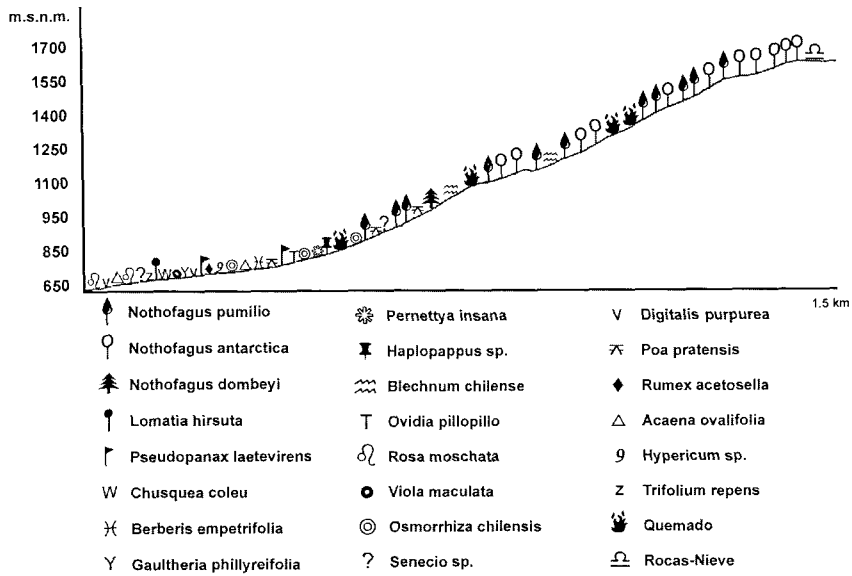


Figura 4. Perfil fitogeográfico en vertiente oriental Valle California (43°41'S).



Figura 5. Perfil fitogeográfico, sector norte Valle California (43°38'S).

El sotobosque de estas formaciones arbóreas no es muy abundante en especies. Destacan principalmente: *Embothrium coccineum*, *Chusquea coleu*, *Lomatia hirsuta*, *Aristotelia chilensis*, *Maytenus distichata*, *Tepualia stipularis* y escasos *Drimys winteri* var. *andina*. También ya se han adaptado varios arbustos exóticos. En lugares planos y pantanosos, destaca una comunidad pratense con presencia de *Juncus procera* y *Lotus corniculatus*. (Gajardo, 1994). (Figuras 3, 4 y 5).

3. El método de trabajo

La metodología para estudiar la degradación de los ecosistemas de esta pequeña cuenca nordpatagónica se basó, primeramente, en la recolección y análisis de las fuentes documental y cartográfica existentes sobre el área. Lamentablemente estas son escasas y tampoco corresponden a una fecha muy reciente. Igual sucedió por ejemplo con la recolecta de información meteorológica de la estación Alto Palena, que registró datos sólo por 24 años y los suspendió en 1999.

El uso de sensores remotos fue un aporte fundamental para estudiar el área tanto en su dimensión espacial como temporal. Así utilizamos dos imágenes Landsat TM de Enero 1987 y de Febrero de 2003. También dispusimos de fotografías aéreas verticales pancromáticas, a escalas aproximadas 1: 55.000, suministradas por el Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM) y que fueron tomadas en marzo de 1975.

El trabajo de campo fue imprescindible para reconocer los tipos vegetales presentes, su habitat y tomar nota del estado y características de su degradación y el comportamiento de la recuperación de la misma. Esto fue acompañado con la colecta de plantas y aplicación de muestreos fitosociológicos adaptados de la metodología de Braun-Blanquet (1979). A partir de las parcelas de muestreo se levantaron siete perfiles fitogeográficos en diversa ubicación y laderas de diferente exposición en el área.

Los muestreos se llevaron a cabo en áreas que fueron muy afectadas por el fuego hace unos 20 años y que en la actualidad van desarrollando una lenta regeneración de fagáceas (*Nothofagus dombeyi*, *N. pumilio* y *N. antarctica*). Se hicieron en estas áreas 10 censos, con una superficie de muestreo de 20m². (Tabla 1).

Atendiendo la importancia que posee el desarrollo de la cubierta arbustiva y herbácea para iniciar la recuperación de los suelos forestales, consideramos importante censar el número de arbustos y hierbas presentes en el sotobosque. A fines del invierno del 2004 (agosto) realizamos 20 censos de una superficie de 20m² cada uno en dos tipos de ambiente: unos en bosque de *Nothofagus* poco alterado y otros en bosque con importantes testimonios aún de fuego o tala. (Tabla 2).

También una etapa de entrevista y encuestas a la población, nos aportó información valiosa sobre la dinámica del paisaje. Lamentablemente éstas no pudieron ser muy sistemáticas, debido a la escasa población que habita hoy esta área, a su vez que una parte importante de ella reside sólo hace menos de 15 años.

Teniendo conocimiento que la población de Palena hasta hoy día obtiene del bosque una gran variedad de recursos, encuestamos 74 viviendas de un total de 255 existentes en el pueblo y alrededores. Se visitó fundamentalmente familias que llevan al menos 30 años residiendo en el lugar, para obtener una visión temporal respecto a qué tanto había cambiado el paisaje en el transcurso de esos años. Se les consultó particularmente respecto a las especies que cortan para leña y madera, por la ocurrencia de incendios en los montes, su extensión y duración aproximada (algunos duraron semanas). También requeríamos conocer el consumo diario y mensual de leña por las familias tanto para cocción de alimentos como de calefacción; las áreas de extracción de leña y su comercialización.

Tabla 1. Composición florística de 10 estaciones de muestreo (20 m²) en bosque quemado con presencia de tres *Nothofagus*.

Especies	Estrato	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Arbóreo	7	6	13	8	15	21	7	11	14	12
<i>Nothofagus pumilio</i>	Arbóreo	-	-	3	-	5	3	3	-	4	2
<i>Nothofagus antarctica</i>	Arbóreo	1	-	-	-	4	5	9	-	6	-
<i>Berberis darwinii</i>	Arbustivo	-	7	5	7	8	6	-	-	7	4
<i>Lomatia hirsuta</i>	Arbustivo	2	-	3	6	3	4	2	3	6	5
<i>Chilotrachium diffusum</i>	Arbustivo	-	6	2	1	4	5	3	-	2	4
<i>Fuchsia magellanica</i>	Arbustivo	11	4	5	2	3	6	7	5	6	3
<i>Escallonia rosea</i>	Arbustivo	-	3	2	-	4	-	5	4	7	-
<i>Escallonia virgata</i>	Arbustivo	4	6	-	2	5	-	2	1	2	2
<i>Maytenus boaria</i>	Arbustivo	-	2	1	3	5	2	6	3	2	6
<i>Pernettya poppegi</i>	Arbustivo	9	6	4	4	4	-	11	6	12	11
<i>Chusquea coleu</i>	Arbustivo	1	3	3	2	4	3	-	-	3	4
<i>Ribes magellanicum</i>	Arbustivo	-	2	-	-	6	5	3	2	4	-
<i>Gaultheria phillyreifolia</i>	Arbustivo	6	3	7	4	12	4	5	5	9	4
<i>Baccharis racemosa</i>	Arbustivo	1	2	-	5	2	-	3	4	-	-
<i>Acaena ovalifolia</i>	Herbáceo	13	7	15	12	10	9	14	11	12	10
<i>Holcus lanatus</i>	Herbáceo	21	6	18	15	17	16	20	23	9	13
<i>Viola maculata</i>	Herbáceo	10	-	13	6	17	16	2	9	4	15
<i>Poa pratensis</i>	Herbáceo	14	6	-	3	9	11	20	17	28	7
<i>Rumex acetosella</i>	Herbáceo	15	12	9	10	14	12	13	8	6	11
<i>Bromus secalinum</i>	Herbáceo	9	15	8	13	14	11	8	15	21	9
<i>Trifolium repens</i>	Herbáceo	11	14	9	16	13	12	9	18	15	11
<i>Agrostis leptotrichia</i>	Herbáceo	17	9	15	21	30	26	19	13	17	16
<i>Fragaria chiloensis</i>	Herbáceo	30	26	7	11	11	8	15	6	7	6
<i>Cerastium arvense</i>	Herbáceo	21	12	15	6	8	17	4	3	9	14
<i>Geranium patagonicum</i>	Herbáceo	6	4	-	3	7	11	8	3	6	5
<i>Digitalis purpurea</i>	Herbáceo	3	10	16	2	6	19	5	14	4	8
<i>Osmorhiza chilensis</i>	Herbáceo	6	8	9	11	13	16	4	17	8	21
<i>Plantago lanceolata</i>	Herbáceo	7	15	21	21	17	7	23	9	12	15
<i>Dactylis glomerata</i>	Herbáceo	4	-	7	5	6	9	11	8	3	4
<i>Lathyrus magellanicum</i>	Herbáceo	3	6	9	11	4	11	7	3	5	2
<i>Calceolaria tenella</i>	Herbáceo	7	11	6	13	8	11	16	10	7	9
<i>Blechnum gayanum</i>	Herbáceo	4	7	5	-	9	10	-	8	13	7
<i>Prunella vulgaris</i>	Herbáceo	-	-	-	7	4	9	11	4	5	-

Tabla 2. Presencia de especies arbustivas y herbáceas en dos tipos de ambiente del bosque de *Nothofagus* en Palena.

Especies	N° de censos en que se registró la especie	
	Bosque de <i>N. pumilio</i> y <i>N. antarctica</i> poco alterado	Bosque de <i>N. pumilio</i> y <i>N. antarctica</i> incendiado o talado
Arbustos		
<i>Beberis darwinii</i>	7	10
<i>Chiliodendron diffusum</i>	3	5
<i>Fuchsia magellanica</i>	8	6
<i>Escallonia rosea</i>	4	3
<i>Escallonia virgata</i>	4	6
<i>Maytenus boaria</i>	5	3
<i>Pernettya poppegi</i>	10	9
<i>Chusquea coleu</i>	5	7
<i>Ribes magellanicum</i>	3	5
<i>Rosa moschata</i>	-	8
<i>Gaultheria phillyreifolia</i>	8	10
<i>Baccharis racemosa</i>	2	-
<i>Lomatia hirsuta</i>	2	7
Hierbas		
<i>Acaena ovalifolia</i>	6	7
<i>Holcus lanatus</i>	7	10
<i>Viola maculata</i>	3	4
<i>Poa pratensis</i>	6	8
<i>Bromus secalinum</i>	6	8
<i>Rumex acetosella</i>	6	7
<i>Trifolium repens</i>	5	5
<i>Agrostis leptotrichia</i>	7	9
<i>Fragaria chiloensis</i>	6	8
<i>Cerastium arvense</i>	5	6
<i>Geranium patagonicum</i>	2	6
<i>Osmorhiza chilensis</i>	3	5
<i>Plantago lanceolata</i>	8	10
<i>Dactylis glomerata</i>	7	7
<i>Lathyrus magellanicum</i>	5	4
<i>Calceolaria tenella</i>	5	6
<i>Blechnum gayanum</i>	4	3
<i>Digitalis purpurea</i>	2	9
<i>Prunella vulgaris</i>	3	4

4. Resultados

El sector denominado Alto Palena posee un paisaje típicamente andino, con una fisiografía modelada casi completamente por la glaciación. Se observan importantes formaciones rocosas, con farallones profundamente laborados por los hielos, con materiales altamente inestables sujetos constantemente a derrumbes y deslizamientos que arrasan con manchas importantes de vegetación, profundos valles en artesa relle-

nos en su mayoría por valles glaciares, conformando un paisaje de montículos mezclado con formaciones locales fluviales y de detritus de falda que en las pendientes escarpadas forman abanicos (Peralta, 1976).

El Valle California tiene una longitud aproximada de 11 km, y pertenece a la sub-cuenca hidrográfica de los ríos Arroyo López y río El Tigre, los cuales están localizados en la cuenca superior del curso principal denominado río Palena -sector conocido localmente como Alto Palena-. Es un valle tipo artesa y en su sector sur y oriente se sitúa una formación de arenisca arrastrada por los glaciares que determinaron el surgimiento del valle, adquiriendo una topografía ondulada a quebrada, con arenas, limos y arcillas de materiales mixtos. El fondo de valle de pendientes relativamente suaves, permitió la deposición de una alta cantidad de cenizas volcánicas. Los suelos de la parte alta de las montañas, cuyas cotas máximas están aproximadamente sobre los 1.500 m.s.n.m., también están formados en este mismo tipo de depósitos inclusive en las cornisas rocosas. Por otra parte los suelos presentan una escasa evolución. Es así que Peralta (op. cit) destacó la gran acumulación de materias orgánicas en los horizontes superiores y sólo un cambio de color en profundidad por el movimiento del hierro manifestándose normalmente como suelos altamente estratificados y en algunos sectores con horizontes enterrados, productos de derrumbes y deslizamientos muy comunes en el área y los cuales aportan una gran cantidad de sedimentos a los sectores bajos.

La cubierta forestal en consecuencia, no posee un gran arraigamiento dadas las características de la orografía accidentada y del sustrato rocoso.

El paisaje vegetal de Alto Palena y del Valle California se caracterizan hoy día particularmente por las extensas áreas de bosque destruido tanto en valles como en laderas bajas, y a su vez por una pobre regeneración desde el punto de vista de la biodiversidad. Esta destrucción se inició hace alrededor de 70 años con grandes fuegos provocados por los primeros colonos, principalmente para disponer de praderas para ganado. (Figuras 6, 7 y 8).

Sólo los remanentes boscosos que encontramos hoy, permiten visualizar el tipo y distribución que tuvo antes la cubierta vegetal. Sin embargo debemos consignar que casi todo el bosque que se observa todavía, corresponde a agrupaciones forestales de renuevo y sólo algunas de ellas, en ciertos lugares han logrado regenerarse después del fuego.

El perfil fisionómico que obtenemos de los bosques de *Nothofagus* de Palena corresponde en su gran mayoría a árboles jóvenes situados en laderas de moderada pendiente. (Figuras 9 y 10).

Comparando los diferentes tipos de perfiles, deducimos que ahora el sotobosque está mucho más abierto y denota también una importante presencia de especies exó-



Figura 6. Cuenca superior del río Palena, vertiente occidental. La montaña arrasada por los fuegos hace retroceder al bosque el cual incluso ha desaparecido en las partes altas.



Figura 7. Laderas y valle cuya cubierta forestal se ha deteriorado intensamente. En el fondo del valle algunos bosquetes de regeneración.

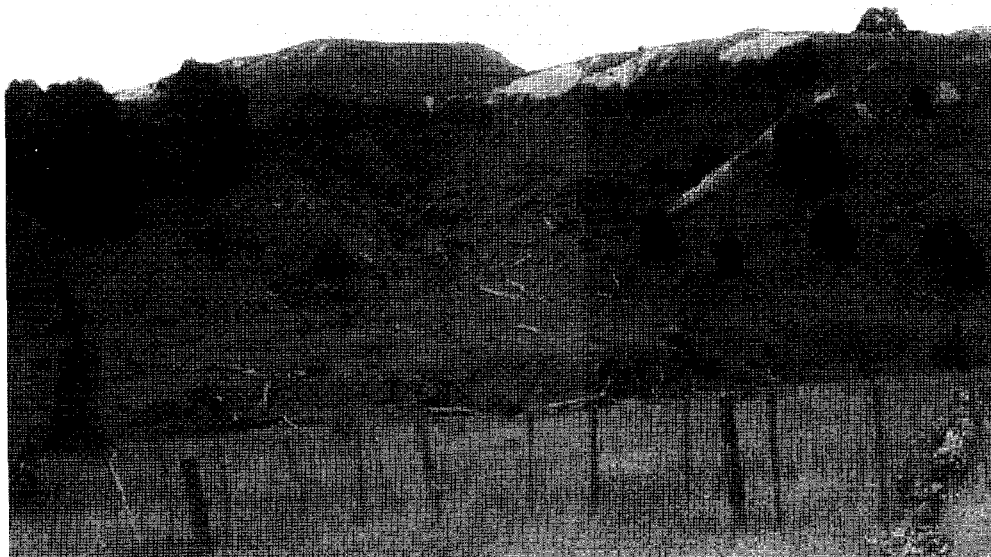


Figura 8. Los consecutivos incendios del bosque nativo han provocado también impactos en el suelo desencadenando procesos erosivos.

ticas y algunos arbustos introducidos como *Rosa moschata* (*R. rubiginosa*). La pobreza en lianas y enredaderas también es notoria y sólo líquenes se encuentran en el dosel de *Nothofagus antarctica*.

Con respecto a los árboles presenta también este mismo *Nothofagus* una mayor regeneración, en tanto que *Pseudopanax laetevirens* hasta ahora casi no desarrolla renuevos. *Nothofagus dombeyi* se ha ido recuperando casi regularmente, pero los habitantes lo talan mucho para distintos usos, incluso cuando éste es muy pequeño. Una bambúsea que crece bien en suelos quemados es *Chusquea coleu*, la cual preferentemente está en la periferia de las agrupaciones. Una síntesis de los inventarios y de la presencia de especies arbóreas y arbustivas en ellos, se observa en las tablas citadas anteriormente.

Actualmente el árbol que predomina en el Valle California es "el ñirre", pero formando bosques puros únicamente a partir de la media montaña pues a menor altitud ha sido reemplazada por praderas. A su vez sobre los 800 m.s.n.m. es más común encontrarlo con renuevos de *N. pumilio*, incluso en laderas de fuertes pendientes. En cambio otro roble, *Nothofagus dombeyi* se encuentra sólo de forma discontinuada y a veces únicamente en lugares muy húmedos. (Figura 11).

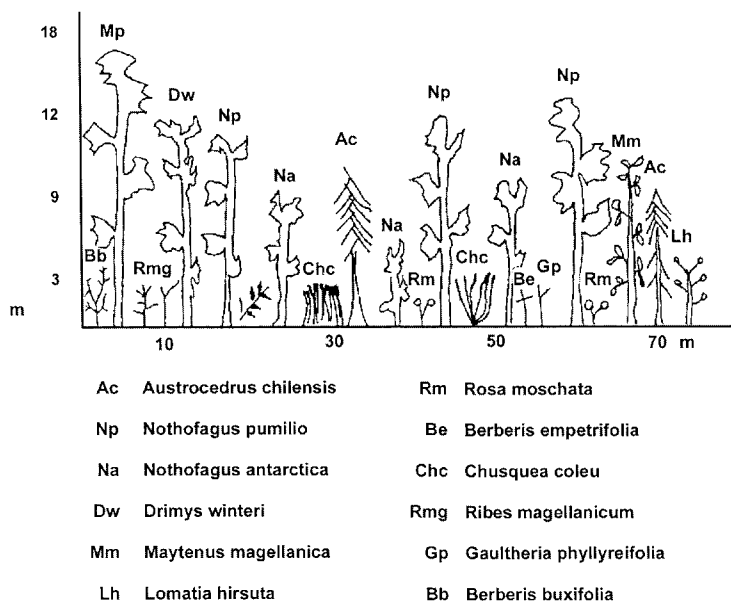


Figura 9. Perfil fisionómico del bosque de *Nothofagus* en vertiente de solana, Valle California.

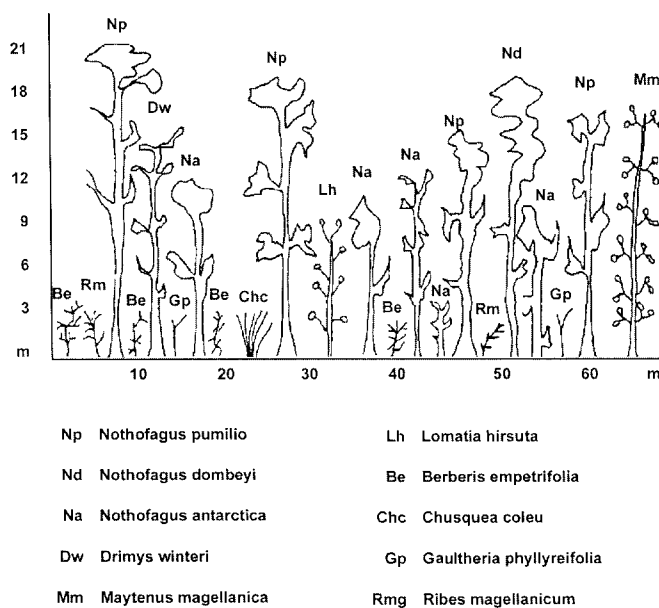


Figura 10. Perfil fisionómico del bosque de *Nothofagus* en vertiente de umbría, Valle California.



Figura 11. Bosque puro de *Nothofagus antarctica* y *Nothofagus pumilio*. El bosque del primer plano y de la media ladera, corresponde sólo a bosque nativo de renuevo.

Llama la atención la rápida expansión que experimenta acá un árbol nativo de talla arbustiva, el nogal silvestre o radal *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels. ex Macbr, que encabeza la regeneración arbórea entrando como pionero en sectores degradados en desmedro de los *Nothofagus*, creciendo en variadas condiciones de suelo y humedad, sobre todo en borde de caminos.

Las extensas quemadas de los bosques que caracterizaron la colonización de esta región a principios del siglo XX, se iniciaron desde territorio argentino por donde llegaron los primeros colonos en busca de madera y campos para ganado. La colonización comenzó alrededor de 1920 y vastas superficies de *Nothofagus* fueron incendiadas para transformarlas en tierras de pastoreo a través de fuegos muy extensos y que con frecuencia duraban días. Por ejemplo, de la superficie de bosque original de la Región de Aisén -a la cual administrativamente pertenecía el área de Alto Palena hasta 1983- estimada en 5 millones de has, el 50% fue destruída entre los años 1926 y 1960. (Veblen *et al.*, 1996).

Actualmente resulta impactante contemplar extensas laderas de estos contrafuertes andinos con los bosques quemados, hasta próximos a las cimas rocosas y con sus faldas cubiertas por troncos calcinados. La recuperación arbórea en estos sectores es prácticamente insignificante observándose la expansión de arbustos del género

Berberis y de un arbusto europeo introducido, *Rosa moschata*, en los lugares más secos, como las especies más invasoras en estos terrenos.

Cuando existen condiciones locales favorables, los *Nothofagus* logran recolonizar lentamente dichos sitios destacándose *N. pumilio* y *N. antarctica*.

Otro rasgo evidente de la degradación se percibe en el avance de la erosión en los suelos forestales y que presenta dos manifestaciones. La primera se deriva de la geomorfología de la región la cual según algunos autores (Peralta, 1976; Borgel, 1983) aún no ha alcanzado su perfil de equilibrio. Las pendientes son extremadamente fuertes y la intemperización física desprende grandes masas de bloques y materiales angulosos gruesos en las faldas de las pendientes, quedando piedemontes de detritus bastante inclinados. En numerosos lugares encontramos valles colgantes, que se encuentran en fase erosiva lo que determina la abundancia de cascadas. Los lagos situados en las partes altas de las montañas por la abundancia de nieves o lluvias en algunos años extremos, labran un nuevo nivel de base para las corrientes de agua generando numerosos derrumbes y deslizamientos y arrastrando consigo masas de bosques. (Figura 12). Todos los esteros y quebradas y numerosos ríos están en su fase erosiva, lo que implica presencia de una gran masa de sedimentos gruesos a lo largo de su cauce y la forma encajonada que tienen sus escurrimientos. Las pendientes se observan cortadas por formaciones de cornisas, fenómeno común incluso en los farallones rocosos donde se acomoda el bosque ya que son lugares en los cuales los mantos de cenizas volcánicas se han depositado.

Este tipo de características señalan condiciones de extraordinaria fragilidad en estos paisajes y por esto son comunes en ellos los desprendimientos, derrumbes, deslizamientos, arrastres diluviales de detritus y fuerte depositación en las áreas bajas. Estos procesos pueden ser considerados normales en relación a las características geomorfológicas de la región, pero un mal uso del suelo, como está ocurriendo, va contribuyendo a acelerar estos fenómenos los cuales cada vez adquieren un carácter más destructivo, por acrecentamiento de la actividad antrópica. Varios de estos derrumbes o deslizamientos se han producido en más de una ocasión en el mismo sector de una ladera, dificultando mucho la regeneración del bosque. Por consiguiente, la degradación se acentúa al no permitir tiempo suficiente para que se genere un nuevo suelo forestal y dar tiempo a una nueva colonización rápida de plantas.

Por otra parte el clima, como es de suponer, no sólo tiene incidencia aquí sobre las condiciones ecológicas de las plantas, sino igualmente en la génesis de los suelos y en la formación de paisajes geomorfológicos. Como consecuencia de las bajas temperaturas, los fenómenos químicos involucrados en la intemperización de las rocas se hacen más lentos, predominando la intemperización física de ellas. Esto posibilita la rotura de las rocas en sus áreas más débiles que son las que tienen mayor superficie expuesta a la intemperie, desprendiéndose los trozos que se depositan por gravedad



Figura 12. Derrumbes y deslizamientos en laderas de fuertes pendientes, arrastran consigo la cubierta forestal.

en las partes bajas. Además los materiales depositados y que sirven de base a la formación de los suelos, al no estar con las temperaturas adecuadas, no tienen una apropiada intemperización química y es por ello que predominan las texturas gruesas y los suelos presentan poca evolución. A su vez concordamos con las observaciones de Peralta (op. cit) en cuanto a que la gran abundancia de lluvias en suelos de texturas relativamente livianas, permite el lavado de los elementos fácilmente solubles, generando un intenso lavado de base de los suelos.

También hay que tomar en consideración que el clima determina la adaptabilidad de los cultivos, en las reducidas superficies de este tipo con que cuenta la región. Lo único entonces que sujeta a los materiales del suelo es la comunidad forestal, que con sus raíces y la gran abundancia de materia orgánica que se incorpora a los horizontes superiores, es capaz de sostener el suelo, además de la protección que ejerce con la cobertura de copas.

Sin embargo la eliminación del bosque en Alto Palena y Valle California del modo brutal en que se ha llevado a cabo, ha ido generando rápidos procesos erosivos, inclusive de erosión eólica en numerosos sectores tanto de laderas como en los valles. Esto se ha debido primero a la intensidad de los fuegos en el bosque y luego, por la transformación de los terrenos en tierras de praderas en donde el suelo quedó expuesto a fuertes procesos de lavado, con la consiguiente pérdida de nutrientes, y también a los efectos físico-mecánicos del pisoteo del ganado al moler rápidamente los agregados del suelo. (Figuras 13, 14 y 15).

Otro factor antrópico de alteración de estos ecosistemas forestales fue la explotación de madera y leña de ellos. Los *Nothofagus* se han utilizado en construcción y en muebles, e igualmente como combustible. También el "mañío" en gran parte se extinguió apetecido por la calidad, resistencia y liviandad de su madera. Actualmente sólo se localizan renuevos dispersos de esta conífera.

Para leña se utilizaron todos estos robles sudamericanos y muy pocos arbustos, dado su bajo grado de poder calórico. Incluso hoy día la escasa población residente en Alto Palena y Valle California (570 personas) según el censo nacional del año 2002 del INE, siguen utilizando los renuevos de estas mismas especies para calefacción y sus cocinas.



Figura 13. La erosión en suelos forestales de la cuenca de Palena, desmantela actualmente la cubierta de praderas de vegetación secundaria.

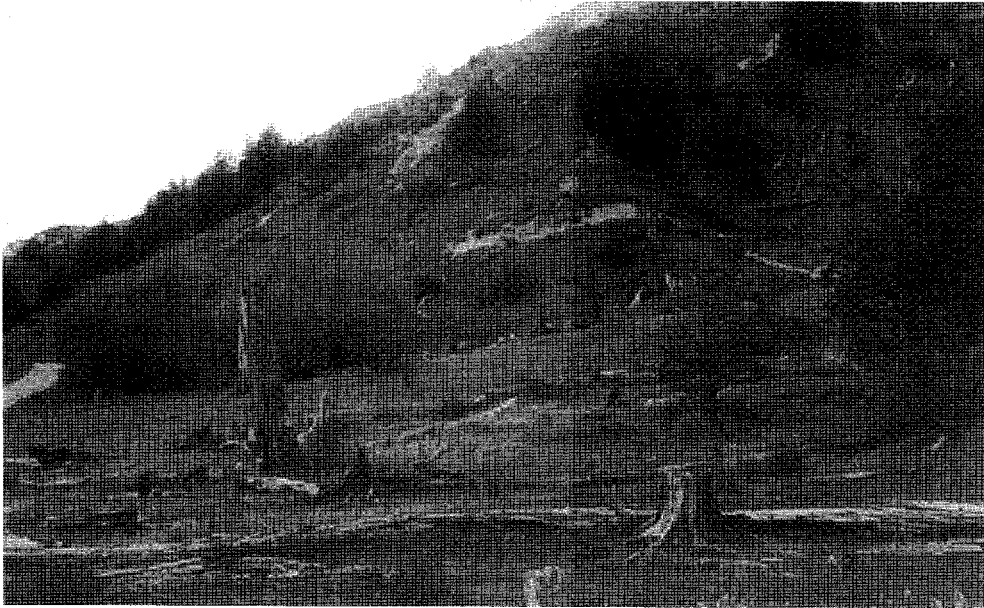


Figura 14. Visión gráfica de la degradación del bosque pluvial iniciada con los fuegos y culminando con procesos erosivos.



Figura 15. En algunos sectores contrastados por dificultosa regeneración del bosque de *Nothofagus*, la erosión hídrica da paso también a la erosión eólica.

Sin embargo el "radal" (*Lomatia hirsuta*) que se está dispersando rápidamente e incluso penetrando en las praderas exóticas; es explotado muy escasamente como leña a causa que su crecimiento en la zona, alcanza sólo una talla arbustiva y no desarrolla ni tronco, ni ramas de envergadura.

5. Conclusiones

El bosque nativo de una cuenca nordpatagónica chilena con predominio de *Fagus* sudamericanos no sólo actualmente se encuentra en retroceso, sino que también en una acelerada fase de extinción; por cuanto su regeneración se presenta muy lenta y obstruida por procesos naturales y antrópicos.

Los efectos de intensos y extensivos incendios de bosques desde mediados del siglo pasado producidos fundamentalmente para obtener pastizales, condujeron en la mayoría de las áreas afectadas a una desaparición total del bosque nativo en los fondos de valle y en la media ladera de la montaña andina.

Como consecuencia de esto, debido a la escasa cantidad de materia orgánica que retiene el suelo, al valor de las pendientes, a la alta pluviosidad y al sobrepastoreo; los procesos erosivos hídricos y eólicos están muy activos tanto en laderas como en valles.

Otro agente natural que contribuye a impedir o dificultar la regeneración del bosque en la montaña, son los continuos procesos geomorfológicos que generan derrumbes, deslizamientos y aludes arrastrando consigo no sólo al suelo sino igualmente a la cubierta forestal.

No obstante la baja cantidad de población que hoy día habita en la cuenca, ella depende totalmente del recurso renovable para satisfacer sus necesidades de madera y particularmente de leña. Para tener combustible, es común que jóvenes renuevos sean talados por cuanto los árboles más voluminosos se encuentran escasos y bastante lejanos en las partes más altas del cordón andino.

La habilitación de espacios para praderas fue el incentivo fundamental para provocar incendios y llevar a la destrucción del bosque. Actualmente las praderas ocupan alrededor del 70% de la superficie de aptitud forestal de la cuenca, distribuyéndose en los valles y la media ladera de montañas en muchos lugares donde aún quedan árboles calcinados. Predominan en ellas un alto porcentaje de gramíneas y hierbas exóticas (*Dactylis glomerata*, *Digitalis purpurea*, *Rumex acetosella*, *Proa pratensis*, *Viola maculata*, *Acaena ovalifolia*, *Holcus lanatus*, *Senecio* sp., etc.) e incluso

arbustos introducidos que prosperan en ambientes semiáridos como *Rosa moschata* Herrm, *Ulex europaeus* L., *Cynara cardunculus* L.

El árbol que desarrolla una regeneración más o menos regular es *Nothofagus pumilio* pero cuya talla, en fase de renuevo en estos momentos, no sobrepasa los 6-8 metros, inclusive en los sectores de condiciones ecológicas más favorables. Por otra parte crece en pequeños bosquetes o semidisperso. Sólo en la parte austral y más alta del macizo andino pueden localizarse agrupaciones más densas y compuestas por árboles más longevos y altos. En cambio la regeneración de otras especies de *Nothofagus* es más lenta e incluso de la conífera austral *Podocarpus nubigena*, la cual prefería los terrenos pantanosos, los que en la actualidad se han reducido considerablemente. Por otra parte es notorio el rápido avance de colonización del radial, *Lomatia hirsuta*, un pequeño árbol nativo que decenios atrás tenía escasa presencia en la agrupación.

Bibliografía

- Borgel, R. (1982): *Geomorfología*. Vol. II. Colección Geografía de Chile. Santiago. Ediciones Instituto Geográfico Militar de Chile.
- Braun-Blanquet (1979): *Fitosociología*. Madrid. Blume.
- Donoso, C. (1993): *Bosques templado de Chile y Argentina* Editorial Universitaria.
- Donoso, C., Premoli, A., Gallo, L. y Ipinza, R. (2004): *Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria.
- Gajardo, R. (1994): *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Santiago. Editorial Universitaria.
- INE. (2004): Instituto Nacional de Estadísticas. *Informe Censo 2002*. Santiago.
- Killian, R. y López, L. (1989): Volcanismo cuaternario en los Andes patagónicos (41°S.-55°S). Aspectos geológicos, petrográficos y geoquímicos. En *Ambiente* 10, p. 92-106.
- Klohn, H. (1965): Marco geológico de Chiloé continental. En *Informe preliminar*, 6 pp. Santiago. Instituto de Investigaciones Geológicas.
- Peralta, M. (1976): Informe forestal región Alto Palena y Chaitén. Dpto. Silvicultura. Fac. Ciencias Forestales. Santiago. Universidad de Chile, 51 pp.
- Quintanilla, V. (1983): *Biogeografía*. Vol III. Colección Geografía de Chile. Santiago. Eds. Instituto Geográfico Militar.
- Quintanilla, V. (1989): Fitogeografía y cartografía de Chile Austral. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas* 87, 30 pp. y carta a color. Eds. Universidad de Santiago de Chile.
- Quintanilla, V. (1995): Los bosques templados costeros de Chile, 60 pp. y carta a color. En

- Informe de Laboratoire de Ecologie Terrestre.* Universisté Paul Sabatier. Toulouse.
- Quintanilla, V. (2003): Los paisajes forestales de la Isla Grande de Chiloé. En *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 48, p. 25-34. Santiago.
- Thiele, R., Castillo, J., Hein, R., Romero, G. y Ulloa, M. (1978): Geología del sector fronterizo de Chiloé continental entre los 43°-43°45' lat. Sur, Chile. (Comunas de Futaleufú y Palena). Actas VII Congreso Geológico argentino. Neuquen, p. 578-591.
- Veblen, T., Donoso, C., Kitzberger, T. y Rebertus, J. (1996): Ecology of southern Chilean and Argentinean Nothofagus forest. En T. Veblen *et al.* (eds.): *Ecology and Biogeography of Nothofagus*, p. 32-46.
- Veblen, T., Kitzberger, T., Burns, B. y Rebertus, A. (1996): Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. En Armesto J., Arroyo K., Villagran C. *Ecología de los bosques nativos de Chile*, p. 169-197. Ediciones Universitarias.