

Condiciones ambientales que enfrenta la regeneración del bosque nativo norpatagónico, en ecosistemas intervenidos de Chile meridional (43°30' - 44°00's)

Víctor Quintanilla Pérez

Departamento de Ingeniería Geográfica, Universidad de Santiago de Chile

Departamento de Geografía, Universidad de Chile

vquintan@usach.cl

Mauricio Morales Constanzo

Escuela de Geografía, Universidad de Chile

RESUMEN

Analizamos en una cuenca andino-patagónica de Chile meridional, la intensa degradación de los ecosistemas forestales constatada en la cuenca superior del río Palena (43° 30' - 44° 00' S). Extensivos incendios producidos en la montaña andina, entre los años 1930 a 1955 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 claves: fuegos - leña - variables geomorfológicas - Alto Palena - *Nothofagus* - regeneración

Ecological conditions of the nordpatagonic native forest in an Andean basin of southern Chile (43°30' - 44°00'S)

ABSTRACT

We analyzed in a Chilean Andean southern basin, the intensive degradation of the forest ecosystems in the upper basin of the Palena river (43° 30' - 44° 00' S).. 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: fires - firewood - geomorphological features - Alto Palena - *Nothofagus* - regeneration

INTRODUCCIÓN

Entre los 42° y 55° sur aproximadamente del sistema cordillerano andino de Chile austral, conocida como la región andino-patagónica (DIMITRI, 1972), se extiende una zona montañosa caracterizada principalmente por la acción intensa de glaciales y procesos volcánicos. En este sector se localiza una franja de territorio denominada Chiloé continental (42° a 44° sur), que corresponde a la provincia de Palena, cuya área oriental se conecta con los paisajes semiplanos patagónicos.

A partir de las primeras décadas del siglo XX, se inician en los sectores patagónicos de las hoyas hidrográficas de los ríos Futaleufú y Palena, procesos intensivos de destrucción del bosque nativo, a través de extensos e intensivos incendios que iniciaron los primeros colonos. Estos siniestros se fueron repitiendo de manera más o menos continua hasta los inicios de la década de 1950. Su objetivo fue abrir espacios para la instalación de viviendas, y el posterior desarrollo de las actividades productivas de los colonos (ganadería-agricultura). El impacto ambiental in-

mediato que trajo esta técnica, ha sido la destrucción de miles de hectáreas de bosque nativo y la posterior alteración de gran parte de los suelos.

Desde entonces, las agrupaciones vegetales han tenido una dinámica muy irregular, con transformaciones importantes tanto en la estructura como su fisionomía. Nuestro interés ha sido analizar la interrelación de los factores antropogénicos y biofísicos, que demuestran la degradación actual del bosque nativo en un sector de la cuenca superior del río Palena (Fig. 1).

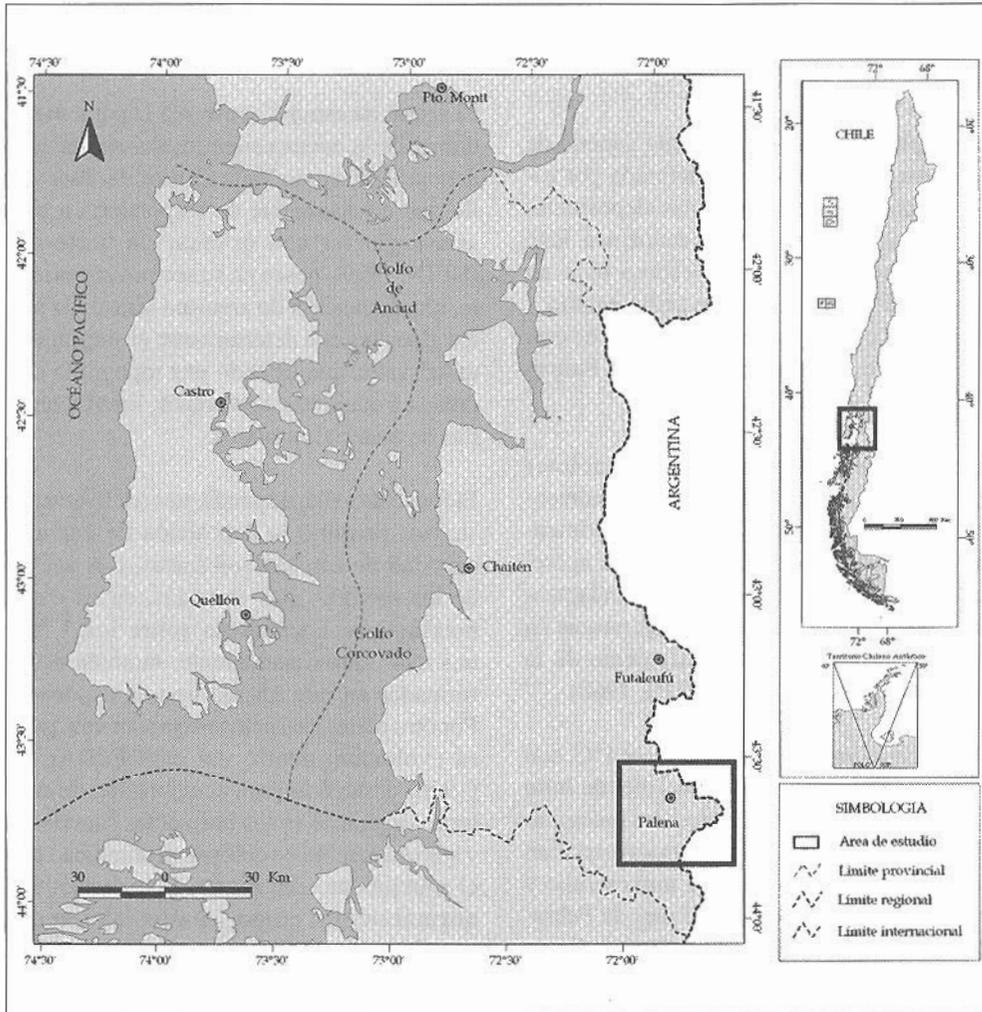


Fig. 1. Localización de la cuenca superior del río Palena
 Fig. 1. Location of the Palena river upper basin

Esta cuenca superior -denominada localmente como Alto Palena-, posee un paisaje típicamente andino, con una fisiográfica modelada casi completamente por la glaciación. Se observan importantes formaciones rocosas, con farellones profundamente labrados por los hielos, con materiales inestables expuestos constantemente a derrumbes y deslizamientos, que arrasan con cubiertas importantes de vegetación. Existen profundos valles en artesa rellenos en su mayoría por valles glaciales, que constituyen un paisaje de montículos mezclado con formaciones locales fluviales y de detritus, formando abanicos en pendientes escarpadas (PERALTA, 1976; HEIN, 1979). En los valles de los ríos suelen encontrarse depósitos morrénicos y depósitos glaciofluviales y fluviales en terrazas (HEIN, 1979).

En lo que respecta a la geología general de esta área, se encuentra estructurada por rocas metamórficas estratificadas, depositadas durante las eras mesozoica y cenozoica. Esta cuenca andino-patagónica estuvo bajo un dominio de carácter marino sedimentario y volcánico, existiendo un predominio de éste último en el sector norte de Alto Palena (THIELE et al., 1978).

El clima de esta región es de carácter trasandino, en el que se destaca principalmente la disminución progresiva que experimenta la pluviosidad hacia el este, donde aparecen condiciones de aridez, debido fundamentalmente al aumento de las temperaturas en épocas estivales, y por consiguiente de la evapotranspiración (DI CASTRI, 1968).

La temperatura media anual es de 9,1°C, con extremas promedio de 3°C en el mes de Julio y de 20,6°C en Enero. En tanto, las precipitaciones alcanzan los 1.622,3 mm anuales, con un máximo promedio de 231 mm en Julio y un mínimo de 69,2 mm en el mes de Febrero. 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.

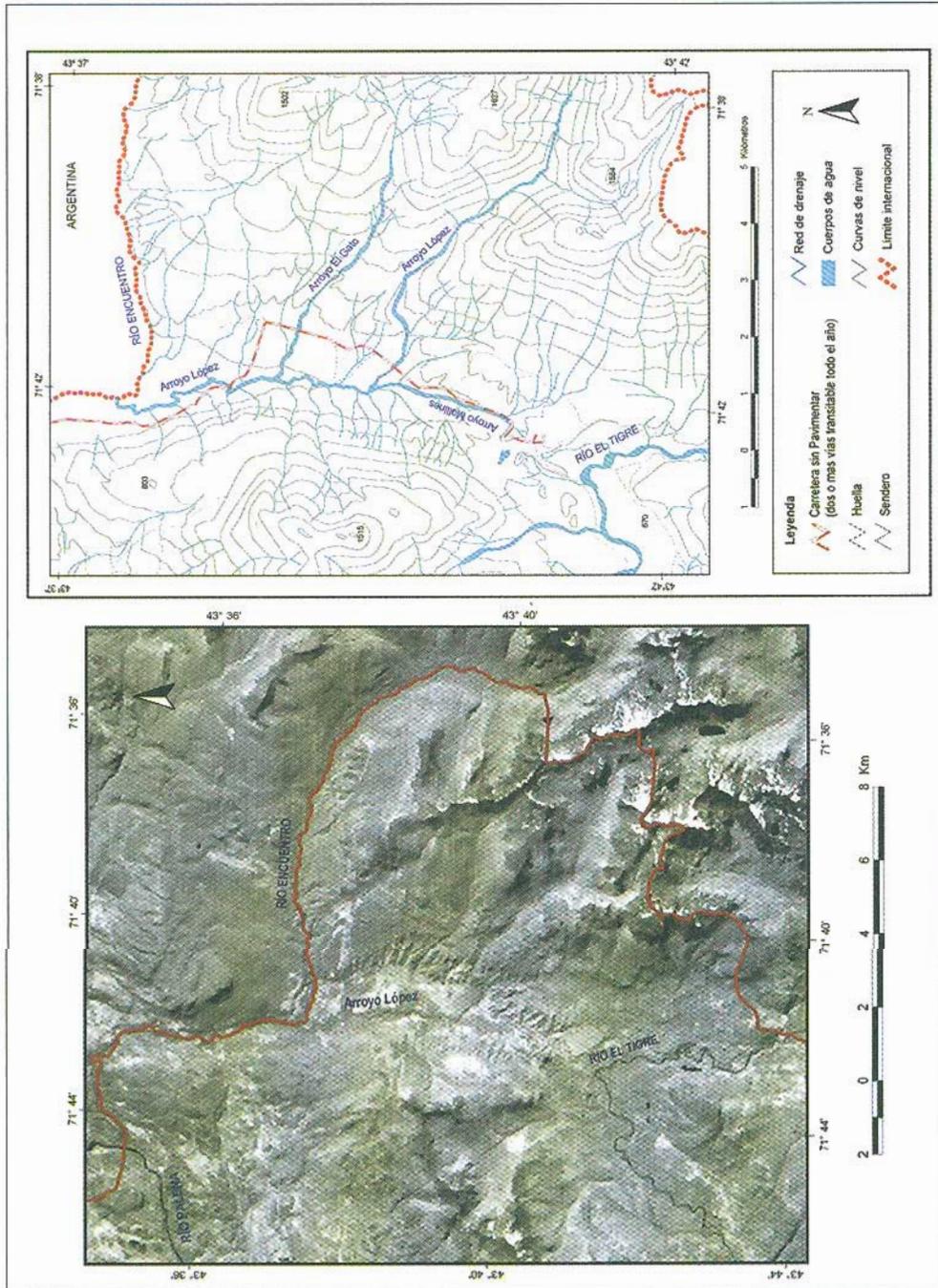
La vegetación de la cuenca superior del río Palena, es predominantemente boscosa, la cual se encuentra hoy día muy intervenida, destacando agrupaciones de *Nothofagus caducos* como: *Nothofagus pumilio* (Poepf et Endl) Krasser y *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst, y una conífera muy resistente al frío con buen enraizamiento en suelos rocosos, como es el caso de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizz, (QUINTANILLA, 1983). Estos árboles, en un contexto regional, se localizan también en laderas montañosas de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes en territorio argentino.

MATERIALES Y METODOS

El sector de estudio conforma la parte meridional de la cuenca superior del río Palena, denominado como Valle California. Este valle que estrictamente correspondería a una artesa glaciar con orientación norte-sur (HEIN, 1979), posee en su sector sur y oriente, una formación de arenisca arrastrada por los glaciales 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 los sectores más elevados, cuyas cotas máximas se encuentran sobre los 1.500 m.s.n.m. aproximadamente, también están formados en este mismo tipo de depósitos. Por otra parte, los suelos presentan una escasa evolución, dentro del cual PERALTA (1976) 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, los cuales aportan una gran cantidad de sedimentos a los sectores bajos. El paisaje natu-

Fig. 2. Área de estudio, sector Valle California.
Fig. 2. Study area, Valle California sector.



ral de estos valles andinos-patagónicos, están clasificados como juvenil dentro del ciclo de erosión (BORGEL, 1982).

Como se observa en la Fig. 2, el Valle California, lugar que posee una extensión aproximada de 11 km, está drenado por distintos afluentes (arroyos López, Mallines y El Gato), los cuales se desplazan de sur a norte hasta descargar sus aguas al río Encuentro, en la frontera internacional entre Chile y Argentina, el que posteriormente desemboca en el curso principal de esta gran cuenca hidrográfica, el río Palena.

La metodología para estudiar la degradación de los ecosistemas de esta subcuenca nordpatagónica se basó, primeramente, en la recolección y análisis de las fuentes documentales y cartográficas existentes sobre el área. Lamentablemente éstas son escasas y tampoco corresponden a una data muy reciente. Igual sucedió por ejemplo con la recolección 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 (Vuelo USAF, 1974-1975), a escalas aproximadas de 1:55.000, suministradas por el Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM).

El trabajo de campo fue imprescindible para reconocer los tipos vegetales presentes, su hábitat y tomar nota del estado y características de su degradación, y el comportamiento de la recuperación de los mismos. Esto fue acompañado con la colecta de plantas y aplicación de muestreos fitosociológicos adaptados de la metodología de BRAUN-BLANQUET (1979). Los muestreos se efectuaron en parcelas de 35 m² cada una, en 10 sectores de condiciones ecológicas relativamente homogéneas. Este método lo sintetizamos censando sólo árboles, arbustos y her-

báceas, no discriminamos, por ahora, las fanerógamas que presentaban renuevos. A partir de las parcelas de muestreo se levantaron siete perfiles fitogeográficos en diversa ubicación, considerando además laderas de diferente exposición en el área.

También una etapa metodológica de entrevistas 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, en parte debido a un proceso de migración.

Teniendo conocimiento que la población del área de estudio -determinada de acuerdo al censo de población y vivienda en base de datos redatam (Instituto Nacional de Estadísticas, 2002)- obtiene actualmente 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 las transformaciones del paisaje en el transcurso de esos años. Se les consultó particularmente las ocurrencias de incendios en los montes, indicando su extensión y duración aproximada (algunos duraron semanas), y las especies utilizadas para leña y madera. De igual forma queríamos conocer el consumo diario y mensual de leña por las familias, tanto para cocción de alimentos como para calefacción, además de las áreas de extracción de leña y su comercialización.

RESULTADOS

La cubierta vegetal en el Valle California, al igual que para toda la cuenca superior del río Palena (Alto Palena), está representada principalmente por los bosques caducos de *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*, los cuales poseen un sotobosque poco denso, acompañado por una cantidad escasa de arbustos, particularmente en los pisos superiores de las montañas (QUINTANILLA, 1995). *Nothofagus pumilio*, que es conocido en el

sur de Chile y Argentina como lenga, tiende a constituir bosques puros en los sectores más elevados de esta cuenca, conformando el límite altitudinal de los bosques, dominando el ecotono entre los bosques y la vegetación subandina (VEBLEN et al., 1996a).

Su distribución latitudinal en el sur de Chile y sudeste de Argentina es desde los 36° S a los 56° S. (DONOSO, 1993; 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 esta especie se desarrolla predominantemente desde los 900 m.s.n.m. Esta amplia distribución latitudinal de *N. pumilio* indica el gran rango de tolerancia que posee, estando sometida a dos gradientes de variación climática: latitudinal y altitudinal.

Por otra parte, en las laderas de mayor pendiente, la lenga se mezcla con *Nothofagus antarctica* (ñirre), árbol caduco que también constituye el límite altitudinal de la vegetación arbórea, localizándose entre los 1.100 y 1.500 m.s.n.m., con una fisionomía achaparrada, 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).

Otras de las especies arbóreas del género *Nothofagus* existentes en el Valle California, como en toda la cuenca superior del río Palena, corresponden a *Nothofagus dombeyi* (Mirbel) Oersted o coihue común, representado por bosques en fase principalmente de renuevos; y *Nothofagus betuloides* (Mirbel) Oersted, conocido como coihue de Magallanes o haya del sur, quien posee una distribución restringida casi exclusivamente a los Andes patagónicos y desde alrededor de los 45° sur. Los bosques de estas especies siempreverdes, que están situados en el valle preferentemente en los sectores de altitudes

medias, bajo los bosques de lenga, se caracterizan por ser una formación vegetal heterogénea, presentando transiciones tanto hacia comunidades más higrófitas, situadas al poniente del área de estudio, y hacia comunidades mesófitas, representadas en casi la totalidad de los sectores que constituyen Alto Palena (GAJARDO, 1976).

Resulta importante destacar igualmente la presencia de la única conífera que vive con estos bosques latifoliados. Se trata del ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*), que no forma agrupaciones numerosas, habitando sobre todo laderas de exposición norte, creciendo además en suelos pobres y erosionados, asociados generalmente a lavas volcánicas de erupciones relativamente recientes. La aridez ambiental de este sector -de influencia patagónica-, le impide alcanzar gran tamaño.

Esta especie arbórea presente en la cuenca superior del río Palena, posee cierta relevancia desde el punto de vista geobotánico, debido a que precisamente en esta cuenca encuentra su área de distribución más austral en Sudamérica. Esta conífera la hemos encontrado en el área de estudio entre los 400 y 600 m.s.n.m., la cual presenta un rasgo notable de la plasticidad al distribuirse 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 cerca de los 300 mm en la estepa patagónica argentina en menos de 150 km desde Alto Palena. Este fenómeno es producido por el efecto de bombo 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 colonizar en distribución dispersa, sectores en los valles que han sido habilitados para ganadería.

El sotobosque de estas formaciones arbóreas, no es muy abundante en especies, destacando principalmente: *Embothrium coccineum* J.R. et G. Forster; *Chusquea coleu* Desv;

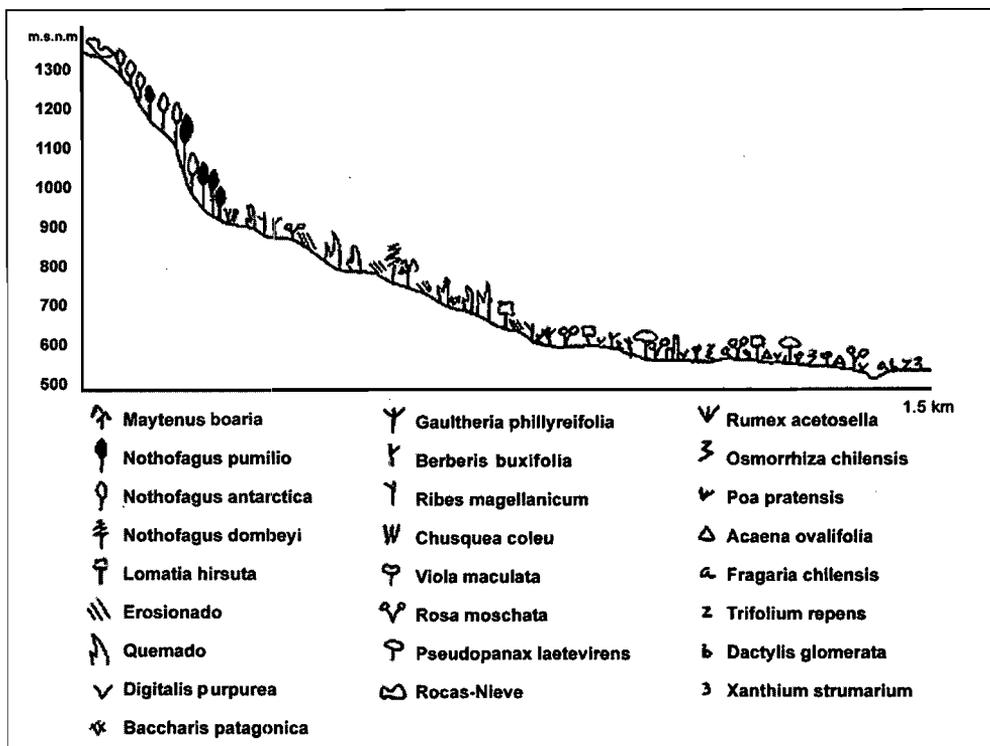


Fig. 3. Perfil fitogeográfico, sector sur de Valle California (43° 40'S)

Fig. 3. Phytogeographical profile in the southern area of Valle California (43° 40'S)

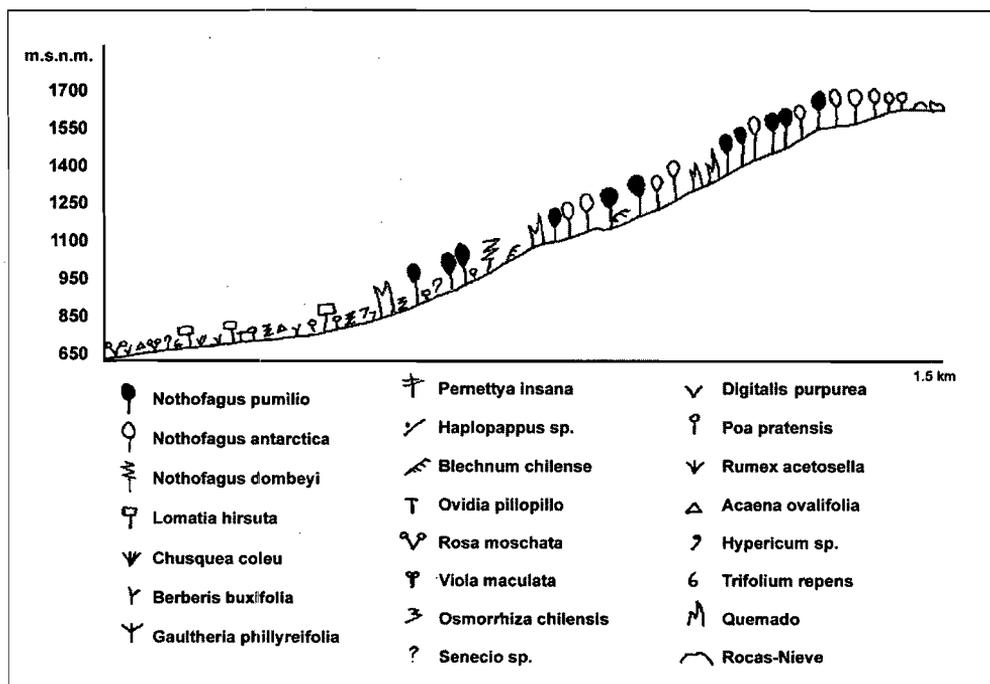


Fig. 4. Perfil fitogeográfico en vertiente oriental de Valle California (43°41'S)

Fig. 4. Phytogeographical profile in the eastern side of Valle California (43°41'S)

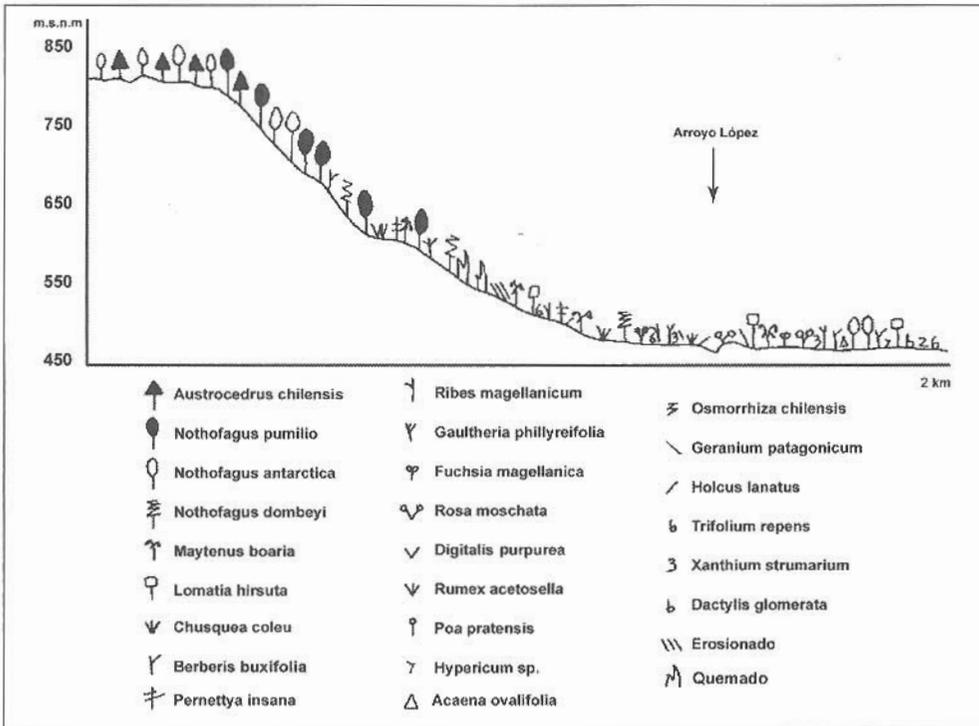


Fig. 5. Perfil fitogeográfico, sector norte de Valle California (43°38'S)

Fig. 5. Phytogeographical profile in northern area of Valle California (43°38'S)



Fig. 6. Cuenca superior del río Palena, vertiente oriental. La montaña arrasada por fuegos reiterados hizo retroceder al bosque, hasta el sector del timberline en algunos macizos.



Fig. 7. Laderas y valle cuya cubierta forestal se ha deteriorado intensamente. En el fondo del valle algunos bosquetes de regeneración. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 7. Mountain side and valley where forest cover has been greatly devastated. At the end of the valley it is possible to see some regeneration.



Fig. 8. Los consecutivos incendios del bosque nativo para la habilitación de terrenos han provocado también impactos en el suelo, desencadenando procesos erosivos que se van extendiendo poco a poco. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 8. The consecutive native forest fires to clear up land for agricultural purposes have been produced great impact on the land, generating erosive processes in gradual advance.

Lomatia hirsuta (Lam.) Diels. ex Macbr; *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz y *Maytenus boaria* (Mol.). También ya se han adaptado varios arbustos exóticos. En lugares planos y pantanosos, destaca una comunidad pratense con presencia de *Juncus procerus* y *Lotus corniculatus* (GAJARDO, 1994). (Figs. 3, 4 y 5)

Es importante mencionar, de acuerdo a las observaciones de campo, que la cuenca superior del río Palena, donde está inserto el Valle California, indica el límite altitudinal de especies arbóreas como *Podocarpus nubigena* Lindl (mañío de hojas punzantes) y *Luma apiculata* (D.C.) Burret (arrayán), las cuales se distribuyen desde Alto Palena poniente hasta los bosques costeros de Chiloé continental y la Isla Grande de Chiloé.

Con respecto a la degradación de estas formaciones boscosas que constituyen el paisaje vegetal del Valle California, en la actualidad se caracterizan 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 (Figs. 6, 7 y 8). 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 hás, el 50% fue destruida entre los años 1926 y 1960 (VEBLEN et al., 1996b).

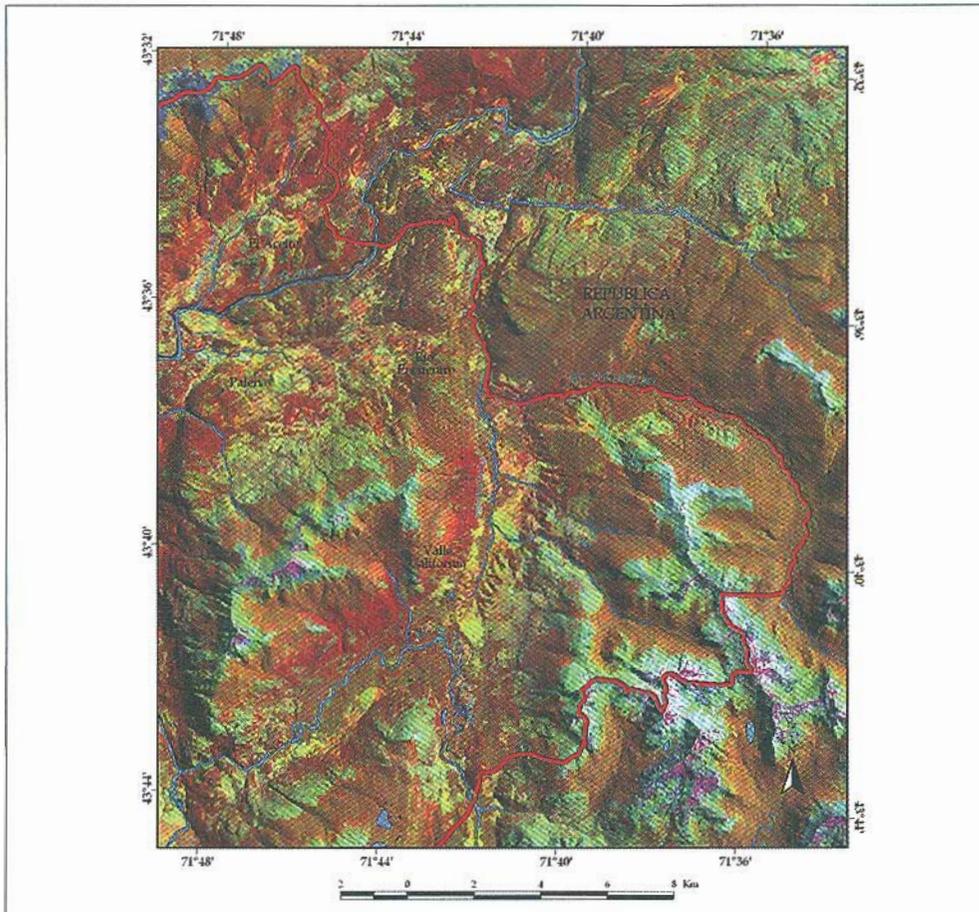


Fig. 9. Imagen Landsat TM de la cuenca superior del río Palena (02-03-2003)
Fig. 9. Landsat TM Image of the Palena river upper basin (02-03-2003)

Los vastos sectores quemados de casi medio siglo atrás, resaltan muy bien al analizar las imágenes TM Landsat, particularmente en los cordones montañosos de los valles California y El Tigre, en el cual entre el período observado (imágenes de 1987 y del 2003), no se detecta mayor recubrimiento vegetal; lo cual nos hace suponer que la regeneración es muy lenta y complicada, por el lavado que han tenido los suelos desnudos, además del avance de procesos erosivos. Por otra parte, en la imagen de verano del año 2003 se detecta una baja categoría de NDVI (Índice Normalizado Diferencial de la Vegetación) sobre las vertientes de aquellos sectores, lo que demuestra la pobre recuperación que ha experimentado el bosque, y que contrasta con un NDVI más alto en laderas de montes en dirección al curso medio del río Palena, donde los incendios habrían sido menos intensos que en Valle California (Fig. 9).

También en el campo corroboramos lo observado en las imágenes satelitales, en cuanto a que estos valles presentan algún grado de fragmentación en el paisaje, donde están diferenciadas áreas con bosque adulto (denso), de renuevos y espacios abiertos con distinto tipo de intervención, principalmente aquellos sectores afectados por los fuegos, que han determinado una cierta discontinuidad de la cobertura del bosque en el paisaje natural, constituyendo, en gran parte de esta cuenca andino-patagónica, un paisaje de mosaico territorial, como lo define FORMAN (1995).

Avanzando en fases particulares del área de estudio, el trabajo de campo nos permitió caracterizar el estado actual de la estructura y degradación de la vegetación, para lo cual los censos fueron muy importantes.

En la Tabla 1 podemos observar, de acuerdo a los muestreos realizados en el área de estudio, las distintas especies que componen el paisaje vegetal de Valle California, los cuales se llevaron a cabo precisamente en sectores que fueron muy afectados por el fuego hace unos 20-25 años. Se hicieron en estas áreas 10 censos, con una superficie de muestreo de 20m² cada uno.

Atendiendo la importancia que posee el desarrollo de la cubierta arbustiva y herbácea para iniciar la recuperación de los suelos forestales, de igual forma consideramos importante censar el número de arbustos y hierbas presentes en el sotobosque. 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).

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 Valle California corresponde en su gran mayoría a árboles jóvenes situados en laderas de moderada pendiente (Figs. 10 y 11). Comparando los diferentes tipos de perfiles, deducimos que actualmente el sotobosque está mucho más abierto y denota también una importante presencia de especies exóticas y algunos arbustos introducidos como *Rosa moschata* Herrm, L. (denominada *Rosa rubiginosa* en otras regiones). La pobreza en lianas y enredaderas también es notoria, y sólo líquenes del género *Protousnea* se encuentran en el dosel de *Nothofagus antarctica*, especie que no presenta por lo demás dificultades en su regeneración, a pesar de ser utilizada considerablemente en algunos sectores para leña.

Por otra parte, la utilización de los recursos forestales, principalmente de leña, ha sido otro de los factores de degradación de importancia en el sector de Valle California, entre los cuales se utilizaron para este tipo de combustible todos los robles sudamericanos presentes en este sector (*Nothofagus*) y muy pocos arbustos, dado su bajo grado de poder calórico. Las entrevistas orales y particularmente las encuestas, nos entregaron una visión ac-

Especie	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</i> sp.	Arbustivo	-	7	5	7	8	6	-	-	7	4
<i>Lomatia hirsuta</i>	Arbustivo	2	-	3	6	3	4	2	3	6	5
<i>Chilotrachelium 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 chilensis</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	15
<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	6	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 1. Composición florística de 10 estaciones de muestreo (20 m² cada una) en bosque quemado con presencia de tres *Nothofagus*

Table 1. Floristic composition of 10 sampling stations (20 m² each one) in burned forest with presence of three *Nothofagus*

tual, respecto a la dependencia que en Alto Palena se tiene de la vegetación leñosa. Así de las 74 encuestas aplicadas a antiguos residentes (alrededor de 30 años viviendo en el área), el 92 % de dichas familias declaró que consume leña, preferentemente de radial (joven o adulto) y luego del coihuecillo (renuevos de coihues). El resto de los hogares mezclan consumo de radial y de gas, este último fundamentalmente utilizado a comienzos del día. La mayoría obtiene la leña de quebradas cercanas o del interior de sus propios predios, donde poseen pequeños bosquetes de ár-

boles de renuevo, y pocos son quienes la compran a distribuidores locales pagando entre \$4.000 a \$7.000 por metro lineal.

En tanto, el uso maderero en Valle California, es mucho menos intenso y regular que aquel de tala para leña, a pesar que en este caso se busca utilizar a los árboles maduros. Al no existir en Alto Palena aserraderos, los habitantes satisfacen las necesidades de madera desde proveedores que la traen desde localidades al poniente de esta cuenca superior (particularmente del denominado sector El Malito).

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</i> sp	7	10
<i>Chiliotrichium 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

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

Table 2. Bush and herbal species in two types of environment in the *Nothofagus* forest in Palena

Otro rasgo evidente de la degradación, se percibe en el avance de la erosión en los suelos forestales, donde se presentan 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 piedemonts de detritus

bastante inclinados. En numerosos lugares encontramos valles colgantes, que se encuentran en fase erosiva, lo que determina a veces el surgimiento de cascadas.

La otra manifestación se refiere a la presencia de lagos situados en las partes altas de las montañas que, debido a 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 que arrastran consigo

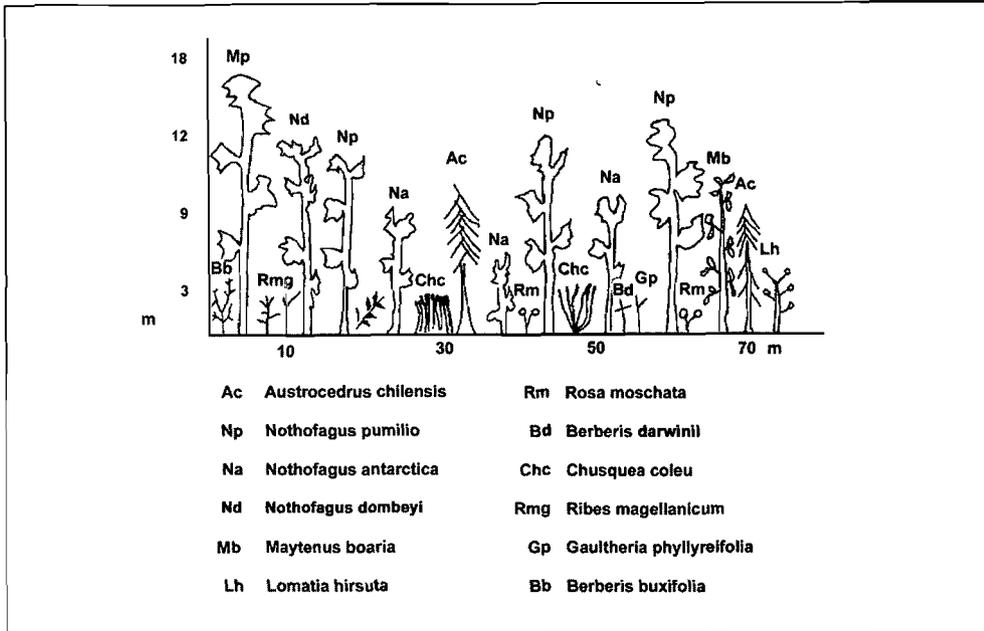


Fig. 10. Perfil fisionómico del bosque de Nothofagus en vertiente de solana, Valle California.

Fig. 10. Physionomic profile of Nothofagus forest on sunny side. Valle California.

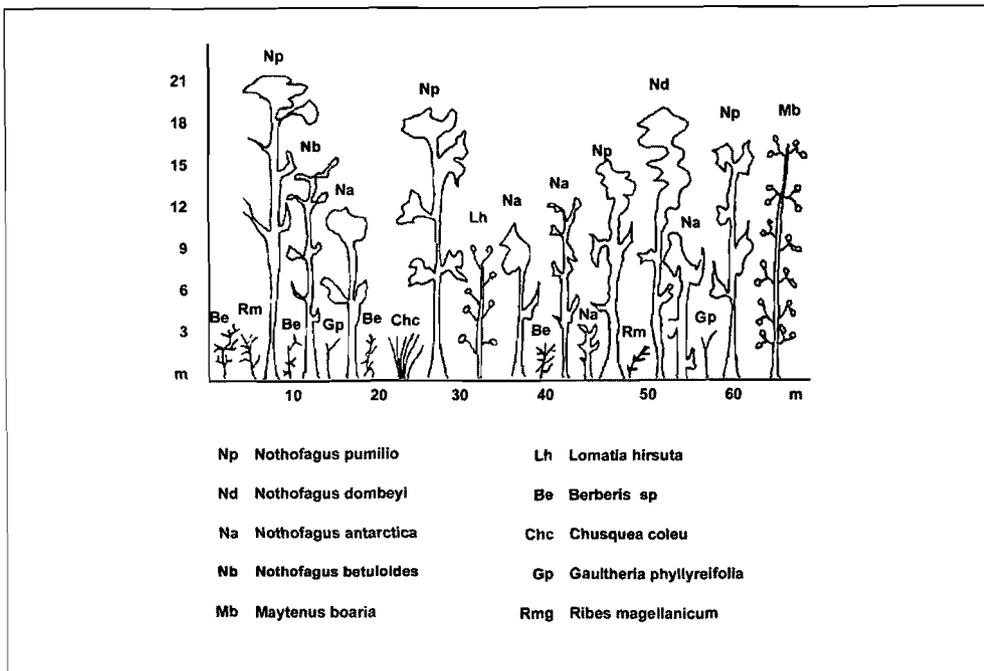


Fig. 11. Perfil fisionómico del bosque de Nothofagus en vertiente de umbría, Valle California

Fig. 11. Physionomic profile of Nothofagus forest in shadow side. Valle California.

masas de bosques. Todos los esteros y quebradas, y numerosos ríos, están en su fase erosiva, lo que implica la 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 farellones rocosos donde se acomoda el bosque, ya que son lugares en los cuales los mantos de cenizas volcánicas se han depositado (PERALTA, op. cit).

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 como parte de

las características geomorfológicas propias de la región. Sin embargo un mal uso del suelo, como está ocurriendo en la actualidad, va contribuyendo en acelerar estos fenómenos, los cuales cada vez adquieren un carácter más destructivo, debido al 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 forme un nuevo suelo forestal que genere condiciones para una nueva colonización rápida de plantas (Fig. 12).

El clima de esta región, como es de suponer, no sólo tiene incidencia sobre las condiciones ecológicas de las plantas, sino que igualmente en la génesis de los suelos y en la for-



Fig. 12. Derrumbes y deslizamientos en laderas de fuertes pendientes, arrastran consigo la cubierta vegetal que lleva poco arraigamiento al sustrato. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 12. Collapse and landslides in steep slope, removing the vegetation cover that is not well fixed in the ground.



Fig. 13. La erosión en suelos forestales de la cuenca del Palena, desmantela actualmente la cubierta de praderas de vegetación secundaria y dificulta también la regeneración de los *Nothofagus*. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 13. The erosion of forest soil in Alto Palena basin helps to remove secondary vegetation cover and makes difficult the regeneration of *Nothofagus*.

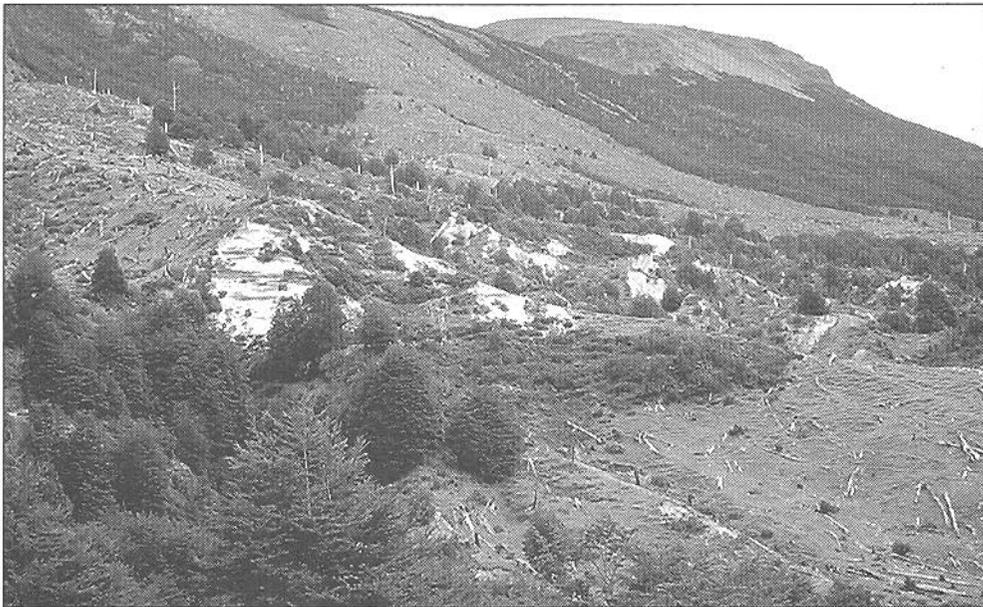


Fig. 14. Visión gráfica de la degradación del bosque pluvial iniciada con los fuegos, continuada por un pastoreo abierto, el cual en varios sectores ha contribuido a un paisaje con manchas de erosión. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 14. Graphical display of the pluvial forest degradation produced by the fires and reinforced by agriculture that in many sectors have contributed to a landscape of black spot of erosion.

mación de paisajes geomorfológicos. Como consecuencia de las bajas temperaturas, los fenómenos químicos involucrados en la meteorización de las rocas, se hacen más lentos, predominando la disgregación física de sus partículas en tamaños medianos. 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 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, presentando los suelos 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, lo cual pudimos observar a menudo en terreno.

También hay que tomar en consideración que las condiciones climáticas determinan la adaptabilidad de los cultivos, en las reducidas superficies de este tipo con que cuenta la región. Lo único entonces que proporciona cierta estabilidad 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 arbóreas.

Por otra parte, la eliminación del bosque en Alto Palena que se ha llevado a cabo de for-



Fig. 15. En varios sectores caracterizados por la dificultosa regeneración del bosque de *Nothofagus*, la erosión hídrica da paso también a la erosión eólica. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 15. In many sectors characterized by the difficulty of forest regeneration, water erosion reinforces wind erosion.

ma irracional, sin planificación alguna, también ha ido generando rápidos procesos erosivos, inclusive de erosión eólica en numerosos sectores, tanto en laderas como en los valles. Esto se ha debido primero a la intensidad con que actuaron los fuegos en el bosque, y luego, por la transformación de los terrenos en tierras de praderas, donde el suelo quedó expuesto a fuertes procesos de lavado, con la consiguiente pérdida de nutrientes, además de los efectos físico-mecánicos del pisoteo del ganado, al moler rápidamente los agregados del suelo (Figs. 13, 14 y 15).

DISCUSION

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, como consecuencia de la acción del fuego, procesos naturales post incendios (erosión) y del uso de manera constante de especies forestales como recurso dendroenergético, por cuanto los lugareños cortan preferentemente los árboles jóvenes. Esta situación ha generado también las condiciones ecológicas para que vayan creciendo en estos sectores (inclusive en los potreros de pastoreo temporal) plantas invasoras como la mosqueta (*Rosa moschata* Herrm) y el cardo (*Cirsium vulgare*), además de numerosas gramíneas y hierbas extranjeras. La competencia de estas plantas exóticas para encontrar condiciones favorables de vida, es una dificultad que deben enfrentar las especies nativas, particularmente en los terrenos más inclinados.,

La llegada a estos ecosistemas de la *Rosa moschata*, -principalmente en los sectores al norte de Alto Palena- se habría producido por un fenómeno de zoocoria, por cuanto el ganado que provenía del territorio argentino, en una época en que por lo demás estos territorios estaban en litigio internacional, con presencia importante de ciudadanos de Argenti-

na, las semillas habrían sido transportada por los vacunos y equinos.

Otra situación de introducción o propagación de vegetación post intervención antrópica, ocurre con el nogal silvestre o radial (*Lomatia hirsuta*), que llama la atención por la rápida expansión que experimenta, encabezando 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, principalmente en las localidades del norte de Alto Palena, al igual que la *Rosa moschata*.

Esta dinámica que presenta el radial (*Lomatia hirsuta*) en Valle California, como así también en toda la cuenca superior del río Palena (Alto Palena), dentro del cual esta especie se está dispersando rápidamente, e incluso penetrando en las praderas exóticas; permite su explotación para leña sin plan de manejo alguno, precisamente por la capacidad de regeneración que posee esta planta, siendo incluso considerada como una maleza entre los pobladores locales.

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

Actualmente el árbol que tiene cierto predominio en Valle California es el ñirre (*Nothofagus antarctica*), 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 (Fig. 16).

Con respecto a la situación de regeneración de *Nothofagus dombeyi* en Valle California, que se encuentra sólo de forma discontinuada y a veces únicamente en lugares muy húmedos, observamos que se ha ido recuperando casi regularmente, presentando algunos bosquetes en el área, pero los habitantes lo

talán mucho para distintos usos, incluso cuando éste es muy pequeño.

En cuanto a *Chusquea coleu* (caña o colihue), que es una bambúsea con buen desarrollo en suelos quemados, coloniza preferentemente la periferia de las agrupaciones arbóreas. No obstante existen importantes agrupaciones de caña que penetran en forma considerable el sotobosque, situación que permite el que sean utilizadas para el forraje de los animales. Se destacan además algunas agrupaciones arbustivas que han tenido buena proliferación en áreas degradadas o intervenidas (fuegos) del Valle California, como *Berberis buxifolia* (calafate) y *B. darwinii* (michay). Una síntesis de los inventarios y de la presencia de especies arbóreas y arbustivas en ellos, se observa en las tablas citadas anteriormente.

CONCLUSIONES

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

Los efectos de extensivos e intensos incendios de bosques a comienzos 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.

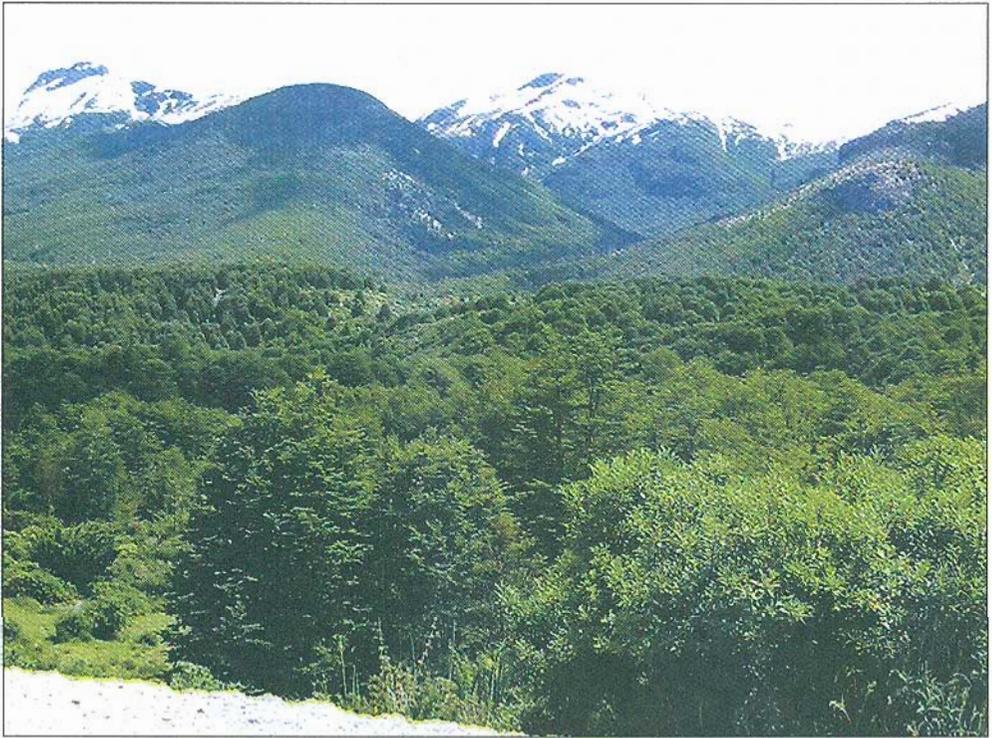


Fig. 16. Bosque puro de *Nothofagus antarctica* y *Nothofagus pumilio* en los altos macizos. El bosque del primer plano y de la media ladera corresponde a bosque nativo de renuevo. (Fotografía: M. Morales)

Fig. 16. Pure forest of *Nothofagus antarctica* and *Nothofagus pumilio* in high mountains. The forest in the valley and the middle slope correspond to native second forest.

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 son muy activos, tanto en laderas como en valles.

Otro agente natural que contribuye a impedir o dificultar la regeneración del bosque en la cordillera, son los continuos procesos geomorfológicos de montaña que generan derrumbes, deslizamientos y aludes, arrasando 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 los sectores más elevados del cordón andino.

La habilitación de espacios para praderas fue el incentivo fundamental para provocar incendios y llevar a la destrucción del bosque. Actualmente praderas naturales en la práctica no existen, sino pastizales que 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*, *Poa pratensis*, *Viola maculata*, *Acaena ovalifolia*, *Holcus lanatus*, *Senecio* sp., etc.) e incluso arbustos introducidos que prosperan en ambientes semiáridos como *Rosa moschata* y *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. Esta estructura y fisonomía de las agrupaciones actuales, es propia de comunidades antropogénicas, y por consecuencia son calificadas como pastizales.

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 de altura,

inclusive en los sectores de condiciones ecológicas más favorables, creciendo en pequeños bosquetes o semidisperso. Sólo en los sectores más elevados del macizo andino pueden localizarse agrupaciones más densas y compuestas por árboles más longevos y altos, que es donde precisamente se refugiaron de la acción del fuego. En cambio la regeneración de otras especies de *Nothofagus* es más lenta y dificultosa, precisamente por estar más expuesto al acceso antrópico, es decir en los sectores bajos de la cuenca y en la media ladera. 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 forestal nativa de Alto Palena.

Las áreas con pendientes superiores al 15% de suelos móviles o poco compactos, expuestos sobre todo en verano a erosión eólica, a un pastoreo disperso aun con carga actual relativamente baja, y la búsqueda de leña; son las principales condiciones actuales que no favorecen una regular recuperación de la cubierta vegetal nativa. De acuerdo a una clasificación de grados de alteración por influencia humana que han propuesto CADIÑANOS & MEAZA (1998), para la región de Alto Palena señalaríamos que existe una Vegetación-Seminatural, por cuanto su estructura inicial ha sido modificada y donde se observa aun una composición florística mayoritariamente autóctona.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se llevo a cabo dentro del marco del Proyecto FONDECYT N° 1020024

REFERENCIAS

- BORGEL R., 1982. Geomorfología. Vol. II Colección Geografía de Chile. Santiago. Eds. Instituto Geográfico Militar de Chile.
- BRAUN-BLANQUET, 1979. Fitosociología. Madrid. Blume.
- CADIÑANOS, J. A. & G. MEAZA, 1998. Bases para una Biogeografía aplicada: Cri-

- terios y sistemas de valoración de la vegetación. Geoforma Ediciones. Logroño.
- DI CASTRI, F., 1968. Esquisse Ecologique du Chili. En *Biol. de l' Amerique Australe*. Delamere Debouteville Cl. et. E. Rapaport. Eds.
- DIMITRI, M. J., 1972. La región de los bosques Andino-Patagónicos. Sinopsis General. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, Argentina. 381 pp.
- DONOSO C., 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria.
- DONOSO C., A. PREMOLI, L. GALLO & R. IPINZA, 2004. Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria.
- FORMAN, R., 1995. Land mosaic. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press. Cambridge.
- GAJARDO, R., 1976. Informe forestal de la región de Alto Palena y Chaitén, Vegetación. Depto. de Silvicultura, Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Chile. pp. 25-34.
- GAJARDO, R., 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago. Editorial Universitaria. 165 pp.
- HEIN, R., 1979. Geología del Valle California y de las áreas mineralizadas de la región de Alto Palena, Chiloé Continental. Memoria para optar al título de geólogo. Departamento de Geología, Universidad de Chile. 185 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE), 2002. Censo Nacional de Población y Vivienda. Documentos y Base de Datos Redatam, Comuna de Palena.
- PERALTA, M., 1976. Informe forestal de la región de Alto Palena y Chaitén, Suelos. Depto. de Silvicultura, Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Chile. pp. 1-24.
- QUINTANILLA, V., 1983. Biogeografía. Vol III. Colección Geografía de Chile. Santiago. Eds. Instituto Geográfico Militar. 230 pp.
- QUINTANILLA, V., 1989. Fitogeografía y cartografía de Chile Austral. Contribuciones Científicas y Tecnológicas 87, Eds. Universidad de Santiago de Chile. 30 pp. y carta a color.
- QUINTANILLA, V., 1995. Los bosques templados costeros de Chile. En Informe de Laboratoire de Ecologie Terrestre. Université Paul Sabatier. Toulouse. 60 pp y carta a color.
- QUINTANILLA, V., 2003. Los paisajes forestales de la Isla Grande de Chiloé. En Revista Geográfica de Chile Terra Australis N° 48, Santiago. pp. 25-34.
- THIELE, R., J. C. CASTILLO, R. HEIN, G. ROMERO & M. ULLOA, 1978. Geología del sector fronterizo de Chiloé Continental entre los 43°00'-43°45' latitud sur, Chile, columnas de Futaleufú y Palena. VII Congreso Geológico Argentino, Neuquen. pp. 577-591.
- VEBLEN T., C. DONOSO, T. KITZBERGER & J. REBERTUS, 1996a. Ecology of southern Chilean and Argentinean Nothofagus forest. En: T. Veblen et al (eds): Ecology and Biogeography of Nothofagus. pp. 32-46.
- VEBLEN T., KITZBERGER T., BURNS B. Y REBERTUS A. 1996b. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. En Armesto J., Arroyo K., Villagrán C. Ecología de los bosques nativos de Chile, Ediciones Universitarias. pp. 169-197.