

ARTICULOS

Requerimientos de sitio para la lenga, *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser

Site requirements of lenga, *Nothofagus pumilio*

C.D.O.: 181.1 181.31 181.32

JUAN E. SCHLATTER

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

SUMMARY

The natural geographical range for lenga, or *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, extends in South America from 36°50' to 56° south latitude. North of 43° S, lenga occurs discontinuously and always at treeline, while to the south, lenga is more continuous. Among other factors that determine the geographical range of lenga, water availability is the most important overall factor, although temperature is the most important factor determining its altitudinal range. The climatic influence of precipitation and evaporation, together with the soil's waterholding capacity, are fundamental to ensure the supply of water that lenga needs. However, lenga does not grow in poorly-drained soils and its growth is limited by low fertility.

The most propitious area for lenga is in the neighborhood of Coyhaique, Chile, where climate and soils are the most favorable. Precise determination of site requirements for lenga will only be achieved by compiling sufficient data on physiographical position and soil characteristics for each stand in future studies and inventories.

RESUMEN

La lenga (*Nothofagus pumilio*) (Poepp. et Endl.) Krasser, se extiende geográficamente entre los 36°50'-56° S. Al norte de los 43° S su presencia es discontinua e inmediata al límite arbóreo; al sur en cambio observa una mayor continuidad geográfica. Entre los factores de sitio que definen su extensión está la temperatura, de mayor importancia en su distribución altitudinal; pero aún más decisivo es el balance hídrico del sitio. El clima, a través de las precipitaciones y la evapotranspiración, y el suelo a través de su capacidad de agua aprovechable son fundamentales para asegurar el abastecimiento de agua que la especie necesita. Sin embargo, la especie no se desarrolla en suelos de mal drenaje y presenta pobre desarrollo en suelos de baja fertilidad.

La región en que lenga logra su mejor desarrollo es en los alrededores de Coyhaique, donde clima y suelo le son favorables. La precisión de los requerimientos de sitio de lenga, sin embargo, sólo se logrará si se recopilan suficientes datos sobre posición fisiográfica y suelo de cada rodal en los estudios e inventarios futuros.

INTRODUCCION

La especie *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser es un árbol que geográficamente se extiende entre los 36°50'-56° S (Donoso, 1981). En la mitad norte, hasta aproximadamente los 43° S, su distribución es generalmente discontinua y ocupa sitios inmediatos al límite arbóreo superior. Desde los 43° S lenga presenta una mayor continuidad geográfica, bajando a ocupar elevaciones interme-

dias. La información accesible sobre la especie describe, en general, su distribución y complementariamente algunos de los trabajos consideran al suelo. Sólo escasos estudios relacionan suelos locales con la presencia y desarrollo de la especie (Landrum y Nimios, 1975; Peralta y Oyanedel, 1981; Droppelmann, 1983; Sandoval *et al.*, 1990; Lanciotti, 1993). Ninguno de ellos sin embargo analiza los requerimientos de la especie en cuanto al sitio.

El presente trabajo tiene como objeto analizar la información publicada sobre lenga y determinar los requerimientos de sitio de esta especie considerando toda su extensión geográfica.

MATERIAL Y METODO

El presente análisis de los requerimientos de sitio de la lenga se basa casi exclusivamente en la información bibliográfica existente. También en las observaciones personales del autor, que sin embargo no cubren toda la gama de variaciones que presenta la lenga en su distribución geográfica.

La información bibliográfica no es completa, por lo cual el presente trabajo sólo será una primera aproximación al tema.

El análisis de datos se ordena de acuerdo a la metodología propuesta por Laatsch (1966), donde se consideran los factores de sitio en la siguiente secuencia:

- macroclima
- clima local
- suelos - características y propiedades físicas
 - características y propiedades químico-nutritivas

El macroclima queda definido fundamentalmente por la distribución geográfica de la especie, el clima local, la elevación y la exposición. La variación local o precisión del sitio queda definida por el suelo.

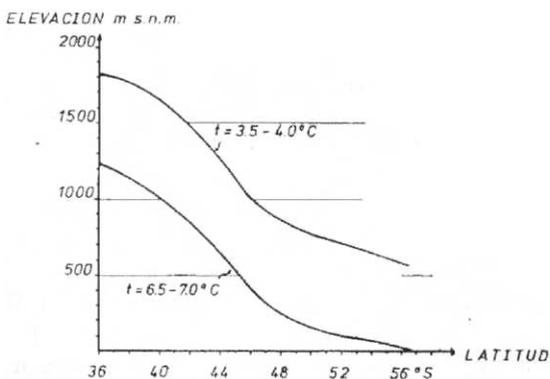


Figura 1. Rango altitudinal de lenga en su distribución latitudinal.

Altitudinal range of lenga along its latitudinal distribution in Chile.

RESULTADOS Y DISCUSION

Macrolima. La distribución geográfica de la lenga es descrita por Donoso (1981). Posteriormente otros autores entregan nuevos antecedentes que permiten precisar mejor los límites altitudinales. Estos son representados en la figura 1, donde se observa el rango altitudinal en toda su distribución latitudinal, bajo dos series de temperatura.

La referencia más segura está dada por el nivel altitudinal más bajo, determinado por una temperatura media anual entre 6.5-7.0°C. Sobre ese nivel, considerando los datos de algunos estudios en transectos vegetacionales (Landrum y Nimios, 1975; Sandoval *et al.*, 1990), el límite estaría definido por una temperatura media anual de 3.5-4.0°C. Esta última se estimó en base al límite altitudinal efectivo de lenga y el cambio de 0.5°C por cada 100 m de elevación.

La cantidad de precipitación anual no es un valor preciso de referencia para caracterizar los sitios para lenga, especialmente si se considera toda su distribución geográfica. Una mejor referencia es el balance hídrico del sitio. La falta de estaciones meteorológicas para la región, sin embargo, limita considerablemente su uso. A pesar de ello, pueden lograrse estimaciones de las condiciones críticas para la especie en base a las isoyetas, las escasas mediciones locales de precipitación y especialmente su distribución mensual, como también la capacidad de retención de agua y de drenaje del suelo.

Según Huber (1975), en el límite norte de la distribución de lenga (VIII Región) existe una evapotranspiración potencial de 900 a 1.000 mm y real de 600 a 700 mm en el año. En la zona intermedia de su distribución ambos valores son de alrededor de 600 y 500 mm, respectivamente, y en la zona austral de 450 y 350 mm aproximadamente. Es decir, las exigencias son claramente menores a medida que aumenta la latitud.

En consideración a lo mencionado, la ausencia de lenga al norte de los 36°50' S (Nevados de Chillán) tiene su explicación principalmente en el balance hídrico. El grado de aridez causado por la longitud del período estival seco, el que se pronuncia en Chile desde los 39° S y en Argentina desde los 41° S hacia el norte, limita la expansión de lenga, agravado por suelos con menor retención de agua. Entre esas latitudes se ha localizado el llamado límite de aridez de Schmithuesen (1960).

De acuerdo a lo anterior, el factor limitante para lenga, hacia el norte y el este, es fundamentalmen-

te el régimen hídrico del sitio. En Argentina la caída pluviométrica se reduce rápidamente hacia la estepa.

En dirección de la Depresión Intermedia en Chile la lenga tiene limitaciones para expandirse posiblemente debido a la competencia de otras especies vegetales, arbóreas y arbustivas, que impiden su regeneración (Landrum y Nimios, 1975). Los sitios más favorables en temperatura, suelo y régimen hídrico son ocupados por otras especies impidiendo su avance. Es decir, la especie no manifiesta estrictamente su potencial fisiológico en su actual distribución altitudinal, sino que ésta debería representar su respuesta ecológica.

Hacia el sur la especie se extiende hasta la costa sur del canal Beagle y su falta de expansión no es un factor fisiológico, sino que geográfico. El término de la expansión continental y las condiciones extremas de viento la limitan. Aun así es muy posible que el límite sur, por temperatura, estuviera cercano al que se observa hoy.

Clima local. Los datos para precisar el efecto del clima son muy escasos, de tal manera que este tema no puede ser desarrollado adecuadamente. Aun así los pocos datos existentes pueden orientar, en cierto grado, la variabilidad correspondiente. En su extensión norte, la lenga se desarrolla mejor en exposiciones sur, donde también alcanza mayores elevaciones (Schmithuesen, 1960).

En la región de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch la lenga se presenta preferentemente en sitios más húmedos y la araucaria en los más secos (Gajardo, 1980, cit. por Morales, 1983).

En el área de Antillanca (40°46' S), Droppelmann (1983) determinó que lenga puede desarrollarse y crecer mejor en sitios con suelos de buen drenaje, pero que pueden retener además suficiente humedad. En condiciones de marginalidad hídrica la especie toma forma enana (krummholz), o desaparece (cuadro 1). Por otra parte, la baja cohesión de las escorias volcánicas del sector da origen a suelos inestables que, junto con la presión de la nieve, impiden una expansión de la especie hacia mayor elevación y causan su crecimiento deformado y bajo. Algo similar fue observado por Sandoval *et al.* (1990) en el límite arbóreo del sector del Lago Palena (cerca de los 44° S). Estos autores concuerdan con Hueck (1978), quien para establecer esta hipótesis asocia el crecimiento tipo krummholz de la lenga con condiciones extremas de nieve y suelo.

Desde los 39° S en Chile y los 41° S en Argen-

tina, hacia el sur, el factor macroclimático más limitante, según Schmithuesen (1960), es la temperatura. Por ese motivo el límite altitudinal de la vegetación presenta mayor elevación en laderas más asoleadas y cálidas que las laderas sur. Esto, sin embargo, sólo es válido si no existe un régimen hídrico restrictivo, como tampoco vientos fuertes y frecuentes, como es el caso en su extensión Este.

Los escasos datos disponibles para climas locales ratifican lo ya observado para el macroclima. En sentido horizontal y vertical ascendente (elevación), la lenga depende del balance hídrico para su desarrollo. Es decir, la pedregosidad del suelo es una limitante seria. Además, en el sentido altitudinal, pendientes muy pronunciadas significan una alta presión de la nieve, lo que también es limitante para su crecimiento, junto a las temperaturas extremas y el viento. Este último factor es decisivo en algunos sitios, por su efecto desecante y mecánico, dependiendo de la exposición, constituyendo una limitante seria para el crecimiento de la especie en altura (Kalela, 1941, cit. por Uriarte y Grosse, 1991).

Suelos. Los suelos tienen un rol fundamental en el balance hídrico para la vegetación. Como sustratos son mejores si son más profundos, pero a su vez si retienen más agua disponible para las plantas (Schlatter, Grez y Gerding, 1981). Esto es especialmente importante en los sitios más secos. En el hecho, en la zona de araucaria, la lenga coloniza muchos suelos que esa especie ha acondicionado, acumulando materia orgánica, lo que mejora la oferta de humedad y permite la expansión y desarrollo de la lenga (Colmet-Daage, 1991; Gajardo, 1980, cit. por Morales, 1983).

Por otra parte, en Argentina, la lenga se extiende hacia el este llegando hasta la zona húmeda de transición (Colmet-Daage, 1991), con al menos 1.000 mm de precipitación anual. En esta zona los suelos derivados de cenizas volcánicas se han desarrollado en andisoles. Estos se caracterizan entre otros por su contenido de alofán/imogolita en su fracción arcilla. Los minerales de arcilla amorfos como los alofanos presentan una mejor retención de agua que las arcillas cristalizadas y favorecen a las especies de *Nothofagus* sp. más exigentes en agua. En cambio, suelos molisólicos en sitios más secos presentan menor retención, dando paso al ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst.) o ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic-Ser et Bizz.) (Colmet-Daage, 1991). Los

cambios de exposición en laderas y la posición fisiográfica en el paisaje son de alta importancia en sitios de marginalidad hídrica, porque asociados a ellos varían las características de desarrollo del suelo y con ellos se condiciona la presencia de ciertas especies vegetales.

Más hacia el sur u oeste, donde el balance hídrico del sitio no es crítico, son otros los factores limitantes del suelo para la lenga. La excepción son las altas elevaciones, donde los suelos delgados, inestables y pedregosos (litosólicos) son de baja retención de agua. Un caso de este tipo es descrito por Sandoval *et al.* (1990), para la zona de Palena. Aún más precisas son las observaciones efectuadas por Droppelmann (1983) en Antillanca. El cuadro 1 muestra la relación existente entre características del suelo y presencia y desarrollo de la lenga.

Puede observarse que la lenga, a un nivel altitudinal bastante deprimido para la correspondiente latitud (40°46' S), sólo se presenta en suelos de escorias volcánicas que hayan acumulado suficiente material fino, para asegurar una adecuada retención de humedad. Por otra parte, los suelos deben ser de buen drenaje. En el lugar la caída pluviométrica anual supera los 4.500 mm, pero con más del 70% de esa cantidad entre abril y septiembre.

El drenaje del suelo es una propiedad de mucha importancia. La lenga no acepta un drenaje imperfecto del suelo y es desplazada en tales condiciones por otras especies como el coigüe de Magallanes *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. Es nece-

saria una profundidad mínima de 50 a 60 cm de suelo bien drenado para su adecuado desarrollo, y generalmente en este tipo de suelos más delgados y más húmedos se asocia con notro o ciruelillo (*Embothrium coccineum* J.R. et G. Forster) o coigüe de Magallanes (Sandoval *et al.*, 1990) o canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forster). En su extremo sur (Tierra del Fuego) se desarrolla en forma achaparrada en suelos de 22 cm de profundidad y con buen crecimiento en suelos de sólo 40 cm de profundidad, pero bien drenados (Lanciotti, 1993).

Según Peralta y Oyanedel (1981) y Coda (1983) entre los 52°-53° S, en el sector del Seno Skyring de Magallanes, la lenga se presenta en suelos suficientemente profundos, comparativamente más fértiles y bien drenados. Donde el suelo es muy delgado, el bosque disminuye su crecimiento. En cambio, donde el suelo presenta un horizonte espódico desarrollado o cuando aparece mal drenaje la lenga desaparece a favor del coigüe de Magallanes, ñirre o en casos extremos da paso a turberas. Algo semejante es descrito por Lanciotti (1993), para el sector de Tierra del Fuego.

La mayoría de los suelos ocupados por lenga son de composición granulométrica entre arena franca a franco arcillo arenosos; sin embargo, existen numerosos suelos en su rango distribucional con textura limosa a limo arcillosa. En Tierra del Fuego dominan suelos de este tipo, más delgados que en otras zonas, muy ácidos y de baja oferta nutritiva (Lanciotti, 1993).

En síntesis, la lenga crece bien en suelos de

CUADRO 1

Relación entre comunidades vegetales y características del suelo (0-10 cm) en el cerro Haique de Antillanca, Chile (según Droppelmann, 1983, modificado).
 Relation between plant communities and soil characteristics (0-10 cm), on Haique Hill, in Antillanca, Chile (adapted after Droppelmann, 1983).

Comunidad vegetal	Elevación m s n m	Arena %	Limo+ arcilla %	C%
Sin vegetación	1.490	97.3	3.6	—
Coirón, cojines aislados	1.480	94.6	5.3	0.1
Grupos de plantas	1.250	95.5	4.0	0.2
Arbustos enanos	1.095	92.6	7.4	1.7
Arbustos pequeños	1.080	90.7	9.3	4.0
Krummholz (lenga y otros)	1.070	82.2	17.6	5.0
Lenga (bosque)	1.055	77.6	22.4	10.2

moderada profundidad a muy profundos, pero es favorecida si la profundidad fisiológica es mayor. También la favorecen suelos de textura desde arena franca a limo franco, que presentan una alta retención de agua útil, pero que además tienen un buen drenaje y aireación. En esto último es tan exigente como el roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y el raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.).

Las características de suelo que limitan la especie son suelos muy delgados y/o de textura muy gruesa que no aseguran una buena reserva de humedad para las exigencias de consumo hídrico del sitio. Por otra parte, suelos mal estructurados de textura media a fina y/o de mal drenaje, externo y/o interno, son altamente restrictivos para la lenga.

En cuanto a las exigencias nutritivas, la información existente es muy escasa para lograr conclusiones precisas. Los reconocimientos desarrollados por Lanciotti (1993) y Peralta y Oyanedel (1981) permiten deducir que lenga, además de los requerimientos físicos anteriormente señalados, se desarrolla en los sitios más fértiles de Tierra del Fuego y Magallanes. Sin embargo, estos suelos son de un bajo nivel de oferta nutritiva, comparados con suelos de cenizas volcánicas más septentrionales y generalmente podsólicos y muy ácidos. En los casos que la podsolización de los suelos en esa región se manifiesta con un horizonte álbico pronunciado, según Peralta y Oyanedel (1981) y Lanciotti (1993), la lenga desaparece y el sitio es ocupado por coigüe de Magallanes.

En las zonas más al norte, la lenga generalmente está asociada a suelos de origen volcánico, salvo en la Cordillera Pelada, Valdivia, y la Cordillera de Nahuelbuta, Concepción. Estos suelos volcánicos, por su posición geográfica, en general corresponden a suelos de material de origen reciente, derivado del volcanismo reciente. En ellos la oferta nutritiva es moderada a baja, por estar compuestos principalmente por materiales primarios, poco meteorizados y por la alta lixiviación causada por una alta pluviometría anual en los sitios.

Es decir, la lenga presenta probablemente una exigencia moderada en cuanto al abastecimiento de elementos nutritivos desde el suelo. Los datos cuantitativos de crecimiento entregados por los distintos estudios, sin embargo, demuestran claramente que una mejor oferta nutritiva del suelo favorece su crecimiento (Lanciotti, 1993).

Crecimiento de la lenga. El crecimiento de la lenga ha sido determinado por numerosos autores,

independientes entre sí y generalmente en forma de estudios locales. El cuadro 2 entrega una síntesis de la información más aplicable para el presente análisis. En éste se puede observar que la tendencia de la altura, la variable más determinada, es alcanzar valores superiores en la región de Coyhaique, y dentro de ésta en la subregión con más altas precipitaciones (Mañihuales, Alvarez y Grosse, 1978). Los crecimientos decaen significativamente en sitios con suelos más delgados y de drenaje imperfecto (Alfaro, 1982). Esto último también pudo ser determinado en Magallanes y Tierra del Fuego (Peralta y Oyanedel, 1981; Lanciotti, 1993). Las demás variables como diámetro y área basal en realidad no permiten precisar las tendencias observadas con la altura, pero tampoco la debilitan.

Lamentablemente, los estudios existentes fueron desarrollados, en general, con objetivos distintos y por lo tanto las conclusiones logradas son muy diferentes. Sería de gran utilidad si en el futuro en cada estudio se determinara una información mínima que permitiera alimentar un centro de datos para lograr conclusiones más precisas que las entregadas en el presente trabajo.

Aun así, considerando los datos existentes se pueden reafirmar las conclusiones anteriores de que la lenga crece mejor en sitios con buena oferta de agua, con suelos profundos y bien drenados. El crecimiento es mejor aún si la oferta nutritiva del suelo es más alta.

Desde los 43° S la lenga baja a niveles altitudinales que le permiten ocupar suelos de valle y piedmont. Esto indudablemente la beneficia con mejores suelos, donde logra, en consecuencia, desarrollar mejor su potencial. Es así como puede afirmarse que la zona entre los paralelos 44° y 46° S es el área en Chile que coincide con los mejores sitios para la especie.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones macroclimáticas características para lenga están dadas por la temperatura, definida en un rango dado por las siguientes medias anuales: 3.5°-7.0°C. Un factor fundamental es el balance hídrico del sitio, que debe asegurar el abastecimiento de agua de la especie durante el período vegetativo. La temperatura define fundamentalmente el rango altitudinal y el balance hídrico la extensión norte y este de la región que

CUADRO 2

Datos de crecimiento de lenga en diferentes sitios de Chile.
Growth dimensions of lenga on different sites in Chile.

Lugar y autor	latitud	altura máx.(m)	diámetro medio-max. (cm)	área basal (m ²)
Lonquimay Schmidt <i>et al.</i> (1982) cit. por Morales (1983)	38°23'	17-30	55 160	-
Schmidt <i>et al.</i> (1977) cit. por Uriarte y Grosse (1991)	38°-38°30'	-	- 130	17-52
San Pablo de Tregua Valdivia, Núñez (1992)	39°35'	22-23	27/41 -	47-90
Palena Sandoval <i>et al.</i> (1990)	43°55'	18-25	- 100	43-58
Coyhaique Núñez y Peñaloza (1985) Alvarez y Grosse (1978) Alfaro (1982)	45°10'-45°55'	30 31.5 >30	45/60 120 50/60 - - 110	38-63 40-80 -
Magallanes-Skyring Schmidt (1991)	52°25'	17-21	- 110	-
Pesutic (1978) cit. por Uriarte y Grosse (1991)	52°25'	-	- 72	42-73
Magallanes-Río Turbio Lanciotti (1963)	51°30'	20-22	- 120	-
Lago Fagnano Mutarelli y Orfila (1969) cit. por Uriarte y Grosse (1991)	54-55°	-	- 11 - 98	-
Tierra del Fuego Lanciotti (1993)	54°15'-54°45'			
	sitios medios	20-23	- 60/70	-
	sitios excepcionales	25-26	- 100	-

ubre la especie. Hacia el extremo sur su extensión está limitada por una condición geográfica y hacia el oeste probablemente por competencia con otras especies (causa ecológica).

2. Las condiciones de clima local están definidas fundamentalmente por los mismos factores que destacan en el macroclima. Desde los 39° S hacia el norte en Chile, la lenga presenta una mayor elevación y desarrollo en laderas de exposición sur, atribuible al balance hídrico más favorable en ellas que al norte y oeste, generalmente más secas. Sin embargo en su extensión sur, desde la latitud indicada, la lenga paulatinamente se desarrolla mejor en laderas más asoleadas de exposición norte. En Argentina probablemente estas relaciones cambian a medida que el sitio presente un balance hídrico crecientemente más seco. El viento, suelos inestables, falta de suelo y presión de nieve en laderas de pendiente pronunciada pueden hacer cambiar esta tendencia.

3. El suelo óptimo para lenga le asegura una alta capacidad de agua aprovechable y a su vez tiene un buen drenaje. La lenga crece bien en suelos de moderada profundidad a muy profundos, estando esta exigencia relacionada al balance hídrico del sitio. Mientras más crítico sea éste, más profundo debe ser el suelo. Sin embargo, también la textura y estructura determinan la capacidad de agua aprovechable del suelo. En ese sentido son favorables suelos de arena franca a franco arcillosos, cuya estructura asegura además una buena aireación. Un alto nivel de materia orgánica aumenta la capacidad de agua de un suelo y mejora su fertilidad.

4. Las características de los suelos que limitan la especie son: suelos muy delgados y/o de textura gruesa que no aseguren una buena reserva de agua. Por otra parte, suelos mal estructurados, de textura media a fina y/o de mal drenaje externo y/o interno son altamente restrictivos para la lenga.

5. La lenga presenta una exigencia sólo moderada en cuanto al abastecimiento nutritivo. Sin embargo, su crecimiento es considerablemente mayor si este abastecimiento es mejor.

6. En Chile la región en que lenga logra un mejor desarrollo es en los alrededores de la ciudad de Coyhaique, entre los 44°-46°S, y dentro de ésta en la zona de mayor caída pluviométrica (> 1.000 mm)

7. Los estudios e inventarios futuros debieran incorporar ciertas mediciones estandarizadas, que permitan desarrollar con ellas y otras un centro de

datos, y entre otros objetivos precisar las conclusiones del presente trabajo. Esto es especialmente válido para las siguientes variables:

- ubicación geográfica del lugar;
- topografía, posición fisiográfica, ubicación en el relieve, elevación y exposición;
- suelo: profundidad arraigable, profundidad horizonte A, drenaje, textura (pedregosidad, estructura, material formador);
- rodal: edad, altura superior (densidad, área basal, especies).

BIBLIOGRAFIA

- ALFARO, O.G. 1982. *Estudio de crecimiento de lenga en las masas forestales más importantes de la XI Región, Aysén*. Tesis, Ing. Forestal, Univ. de Chile (255 pp.).
- ALVAREZ, S.G., H. GROSSE. 1978. *Antecedentes generales y análisis para el manejo de lenga en Alto Mañihuales, Aysén*. Tesis, Ing. Forestal Univ. de Chile (144 pp.).
- CODA, R.S. 1983. *Análisis de la producción neta de madera en bosques de lenga en Magallanes, XII Región*. Tesis. Ing. Forestal, Univ. de Chile (86 pp.).
- COLMET-DAAGE, F. 1991. Suelos con aluminio activo y arcillas intraespecíficas regulares e irregulares y suelos de la Precordillera y Cordillera de los Andes. Convenio INTA-ORSTOM, XIII Congreso Arg. de la Ciencia del Suelo: 247-251.
- DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Doc. de Trabajo N° 38 FAO FO:/CH/76/003, 70 pp.
- DROPPELMANN, F. 1983. *Influencia del sustrato en la distribución de comunidades vegetales altoandinas. Antillanca. Provincia de Osorno*. Tesis. Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile, 97 pp.
- HUBER, A. 1975. Beitrag zur Klimatologie und Klimaökologie von Chile. Diss. Ludwig-Maximilian Universität München (87 p+Kartenanhang).
- LAATSCH, W. 1966. "Beziehungen zwischen Standortsfaktoren, Ernährungszustand und der Wuchsleistung von Waldbeständen". En: *Proceed. 14th Congr. Int. Union For Res. Org.*. München, Pt. 11, Sect. 21: 22-35.
- LANCIOTTI, M. 1993. "Gimo-secuencia de suelos y vegetación en Tierra del Fuego". En: *Suelos Forestales, Boletín N° 10, Soc. Chil. Cienc. del Suelo, Valdivia*, 254-256 pp.
- LANDRUM, L., T.J. NIMLOS. 1975. Gradientes florales y morfología asociada del suelo en la Reserva Forestal de Malalcahuello, Chile. Bol. Téc. N° 35, Fac. Cienc. For., Univ. de Chile, Stgo.
- MORALES, J.L. 1983. *Estudio de crecimiento de lenga en un bosque virgen de araucaria en el sector de Lonquimay, IX Región*. Tesis, Ing. Forestal, Univ. de Chile (81 pp.).
- NÚÑEZ, P., R. PEÑALOZA. 1985. Evaluación y primeros resultados del ensayo de tratamientos silvícolas aplicados al bosque de lenga en Coyhaique, XI Región. Inf. de Convenio N° 94, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 193 pp.
- NÚÑEZ, P. 1992. Apuntes de la Práctica Integrada. I. Escuela de Ing. Forestal, Univ. Austral de Chile. Doc. de div. restring.
- PERALTA, M. y E.M. OYANEDEL. 1981. Los suelos del sector de Las Coles. Skyring, Magallanes. Bol. Téc. N° 63. Fac. Cienc. For., Univ. de Chile, 53 pp.
- SANDOVAL, V., P. DONOSO, C. LE QUESNE, P. REAL.

1989. Descripción de recursos y cartografía básica de la Reserva Nacional Palena. I. Inventario Forestal, Doc. div. restr., 32 pp.
- _____. 1990. II Parte Proyecto Lago Palena. Inf. Convenio N° 176 (57 pp.).
- SCHLATTER, J.E., R. GREZ, V. GERDING. 1981. Manual de reconocimiento de suelos. Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile (81 pp.).
- SCHLATTER, J.E. 1979. Reconocimiento de suelos en la zona trasandina alrededor de Coyhaique, XI Región. Inf. Convenio N° 9, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 63 pp.
- SCHMIDT, H. 1991. Transformaciones silvícolas y potencial productivo del bosque de lenga. Fac. Cienc. Agr. y For., Univ. de Chile-CONAF XII Región (57 pp.) doc. div. restr.
- SCHMITHÜSEN, J. 1960. Die "Nadelholzer in den Waldgesellschaften der südlichen Anden", *Vegetatio* 9:313-327.
- URIARTE, A., H. GROSSE. 1991. Los bosques de lenga. Una orientación para su uso y manejo. Informe Técnico N° 126, Inst. Forestal, Corp. de Fom. de la Producción, Concepción, Chile (92 pp.)