

Diciembre 2013



Compendio de funciones alométricas para la estimación de la biomasa de especies forestales presentes en Chile:

Elemento clave para el desarrollo de la Estrategia
Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC)

Fabián Milla Araneda
Patricio Emanuelli Avilés
Angelo Sartori Ruilova
Jaime Emanuelli Avilés



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile





Autores:

Fabián Milla Araneda
Patricio Emanuelli Avilés
Angelo Sartori Ruilova
Jaime Emanuelli Avilés

Compendio de funciones alométricas para la estimación de la biomasa de especies forestales presentes en Chile:

Elemento clave para el desarrollo de la Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC)

© 2013 Corporación Nacional Forestal 2013
Inscripción N° 236.510

Santiago de Chile

El presente libro no puede ser reproducido, transmitido o almacenado, ni en todo ni en parte, sea por procesos mecánicos, ópticos, químicos, electrónicos, electroópticos o por fotocopia, sin permiso de los autores.

ISBN N° 978-956-7669-40-0

Primera Edición:
2000 ejemplares, diciembre de 2013

Impresión:
Empresa Editora Zig Zag S.A.
Los Conquistadores 1700, piso 10
Santiago de Chile

Editor:
Corporación Nacional Forestal

Diseño y diagramación:
Maritza Toledo Vargas

Fotografía:
Amparo Collipal Baez
Alexis Villa Suazo
Campo Digital
Jaime Emanuelli
Fabián Milla Araneda
Jéssica Avilés Bravo
Pablo Novoa Barra

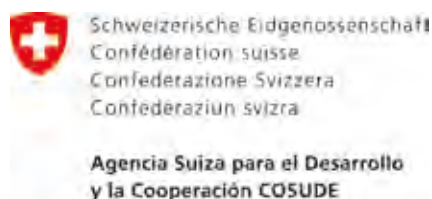
Impreso en Chile / Printed in Chile

Compendio de funciones alométricas para la estimación de la biomasa de especies forestales presentes en Chile:

**Elemento clave para el desarrollo de la Estrategia
Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC)**

Autores:

Fabián Milla Araneda
Patricio Emanuelli Avilés
Angelo Sartori Ruilova
Jaime Emanuelli Avilés



Indice

Prólogo	7
Agradecimientos	9
 Capítulo 1	
Introducción	10
 Capítulo 2	
Aspectos generales del libro	16
 Capítulo 3	
Funciones de biomasa de especies forestales nativas	30
Especies:	
<i>Cassia coquimbensis</i> ALCAPARRA	31
<i>Araucaria araucana</i> ARAUCARIA	33
<i>Gevuina avellana</i> AVELLANO	42
<i>Peumus boldus</i> BOLDO	45
<i>Drimys winteri</i> CANELO	72
<i>Cordia decandra</i> CARBONILLO	78
<i>Austrocedrus chilensis</i> CIPRES DE LA CORDILLERA	81
<i>Nothofagus dombeyi</i> COIGUE COMUN	85
<i>Nothofagus nitida</i> COIGUE DE CHILOE	91
<i>Colliguaya odorifera</i> COLLIGUAY	99
<i>Acacia caven</i> ESPINO	101
<i>Nothofagus glauca</i> HUALO	123
<i>Nothofagus pumilio</i> LENGUA	129
<i>Lithraea caustica</i> LITRE	155
<i>Amomyrtus luma</i> LUMA	159
<i>Saxegothea conspicua</i> MAÑIO HEMBRA	161
<i>Podocarpus nubigena</i> MAÑIO MACHO	164
<i>Flourensia thurifera</i> MARAVILLA	170
<i>Quillaja saponaria</i> QUILLAY	173
<i>Nothofagus alpina</i> RAULI	202
<i>Nothofagus obliqua</i> ROBLE	245
<i>Nothofagus macrocarpa</i> ROBLE DE SANTIAGO	254
<i>Nothofagus alessandrii</i> RUIL	259
<i>Laureliopsis philippiana</i> TEPA	268
<i>Weinmannia trichosperma</i> TINEO	273
<i>Eucryphia cordifolia</i> ULMO	276

Capítulo 4

Funciones de biomasa por tipo forestal	282
Tipo Forestal Roble - Raulí - Coigue	283
Tipo Forestal Siempreverde	286

Capítulo 5

Funciones de biomasa de árboles urbanos de especies forestales nativas	304
Especies:	
<i>Maytenus boaria</i> MAITEN	305
<i>Quillaja saponaria</i> QUILLAY	311

Capítulo 6

Funciones de biomasa de especies forestales exóticas	318
Especies:	
<i>Eucalyptus globulus</i> EUCALIPTO GLOBULOS	319
<i>Eucalyptus nitens</i> EUCALIPTO NITENS	333
<i>Pseudotsuga menziesii</i> PINO OREGON	398
<i>Pinus ponderosa</i> PINO PONDEROSA	401
<i>Pinus radiata</i> PINO INSIGNE	403

Capítulo 7

Funciones de biomasa de árboles urbanos de especies forestales exóticas	436
Especies:	
<i>Ailanthus altissima</i> AILANTO	437
<i>Acer negundo</i> ARCE	444
<i>Acacia melanoxylon, dealbata</i> AROMO	451
<i>Prunus ceracifera</i> CIRUELO	458
<i>Robinia pseudoacacia</i> FALSO ACACIO	465
<i>Liquidambar styraciflua</i> LIQUIDAMBAR	471
<i>Schinus molle</i> PIMIENTO	478
<i>Platanus orientalis</i> PLATANO ORIENTAL	485

Capítulo 8

Funciones de biomasa para agrupación de árboles urbanos	492
Especies Urbanas Agrupadas	493

Capítulo 9

Funciones de biomasa con necesidad de análisis posteriores	500
---	------------

Funciones de biomasa de especies forestales nativas	501
Especies:	
<i>Araucaria araucana</i> ARAUCARIA	502
<i>Peumus boldus</i> BOLDO	503
<i>Drimys winteri</i> CANELO	504
<i>Cordia decandra</i> CARBONILLO	507
<i>Austrocedrus chilensis</i> CIPRES DE LA CORDILLERA	508
<i>Amomyrtus luma</i> LUMA	509
<i>Saxegothea conspicua</i> MAÑIO HEMBRA	510
<i>Podocarpus nubigena</i> MAÑIO MACHO	513
<i>Quillaja saponaria</i> QUILLAY	514
<i>Nothofagus alpina</i> RAULI	516
<i>Nothofagus obliqua</i> ROBLE	517
<i>Eucryphia cordifolia</i> ULMO	518
Funciones de biomasa de árboles urbanos de especies forestales nativas	519
Especie:	
<i>Maytenus boaria</i> MAITEN	520
Funciones de biomasa de especies forestales exóticas	521
Especies:	
<i>Acacia saligna</i> ACACIA DE HOJA AZUL	522
<i>Eucalyptus globulus</i> EUCALIPTO GLOBULOS	525
<i>Pseudotsuga menziesii</i> PINO OREGON	526
<i>Pinus ponderosa</i> PINO PONDEROSA	534
<i>Pinus radiata</i> PINO INSIGNE	543
Funciones de biomasa de árboles urbanos de especies forestales exóticas	545
Especies:	
<i>Robinia pseudoacacia</i> FALSO ACACIO	546
Referencias bibliográficas	547

Prólogo

Los bosques nativos de Chile se caracterizan por poseer un fuerte endemismo, y en cierta medida, una ecología compleja de determinar y monitorear bajo parámetros confiables desde el punto de vista científico. A esto se adicionan otras complicaciones operativas para contar con un mayor conocimiento técnico de estas formaciones, como por ejemplo la difícil accesibilidad dada por la escarpada geografía del país, principalmente en las zonas cordilleranas y áreas insulares.

Pese a lo anterior, en Chile, dada su vocación forestal de larga data, se han desarrollado sustanciales esfuerzos científicos para cubrir las cada vez más demandantes necesidades de información cuantitativa que permita efectuar un seguimiento confiable de la situación de los bosques aportando a la toma de decisiones desde una perspectiva amplia, que abarca desde el manejo apropiado y sustentable de este recurso, así como también para esbozar lineamientos normativos y de fomento adecuados y respaldados legalmente.

Si bien los esfuerzos en levantamiento de información de calidad en cuanto a parámetros de dinámica de bosques nativos de Chile ha sido sustancial, es por todos sabido que las necesidades son crecientes tanto de lo requerido a nivel nacional, como en los reportes forestales que compromete Chile a la comunidad internacional, a lo que se suma que no siempre la valiosa información que se ha generado tras años de investigación esté completamente analizada, sistematizada y dispuesta públicamente.

Quizás en menor medida, pero de igual forma atingente, ocurre una situación homóloga con las especies forestales exóticas presentes en el país, así como también los denominados árboles urbanos, donde se evidencian enormes esfuerzos de levantamiento de información de calidad pero no siempre se cuenta con los antecedentes de forma expedita por parte de quienes desean consultarla.

El presente libro conjuga los invaluable aportes a nivel país que diversos investigadores, académicos y estudiantes asociados a temas forestales en Chile han generado en décadas de trabajo, particularmente en la disponibilidad de funciones de biomasa y alométricas, adicionándose, como valor agregado, el análisis y sistematización en un único documento de información que sin duda posiciona a Chile tanto en la calidad con la que puede reportar gran parte de las variables que determinan la condición de sus bosques y arbolado urbano, así como también en la experiencia práctica que se posee en aspectos metodológicos para generar estas funciones.

Igualmente, el trabajo realizado en este documento, junto con disponer las funciones con las que se cuenta en Chile, establece lineamientos claros de los vacíos que tanto los organismos estatales competentes en la materia, como universidades y centros de investigación nacional deben ir sorteando a futuro para precisar las cifras con las que se toman una serie de decisiones técnicas y políticas en cuanto a la utilización de estos ecosistemas.

Las principales funciones y motivaciones que ha tenido la Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de Agricultura de apoyar un trabajo de este tipo, van referidas al rol normativo y de fomento que le compete a esta institución, lo que

Prólogo

sin duda siempre debe basarse en sólidos conocimientos técnicos de los bosques. Más concretamente en la función, otorgada por la Ley N°20.283 del año 2008 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, de mantener un catastro forestal permanente, donde está implícito el concepto de mejora continua en cuanto a la frecuencia de sus remediciones o actualizaciones, y a la calidad con la que se reportan tanto variables cualitativa como cuantitativas, jugando un papel fundamental el aporte que funciones de biomasa y alométricas específicas del país aportan en cuanto al nivel de confiabilidad de los resultados.

En este marco, la CONAF en el año 1997 oficializó los primeros resultados del Catastro Vegetacional de Chile donde se determinan las superficies del país en cada uno de sus usos del suelo, permitiendo, posterior a sus actualizaciones, identificar cambios de uso del suelo, constituyendo las cifras nacionales que ha reportado el país desde su origen.

Con la finalidad de complementar las cifras que provee el Catastro Vegetacional, desde el año 2012 CONAF, a través de su Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de la Gerencia Forestal, implementa el Sistema de Monitoreo de Dendro-Energía y Carbono Forestal, el que se basa en la instalación de parcelas de muestreo permanentes con medición de variables dasométricas claves para el correcto uso de las funciones que se analizan y sistematizan en el presente libro.

Lo anterior, además de ser fundamental para el seguimiento de la superficie boscosa de Chile, permite determinar niveles de crecimiento fustal, altura, regeneración, entre otros, que dará pie para responder en categorías de mayor nivel de confianza requerimientos internacionales. Destacan entre estos, el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), escenarios de línea base de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) proyectadas, y el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de flujos de carbono forestal, que se constituyen como obligaciones del país ante la comunidad internacional asociados a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y otros organismos globales a los que se ha adherido Chile a nivel estatal, lo que se coordina en la Unidad de Cambio Climático de la Gerencia Forestal de CONAF, en alianza con diversos organismos públicos y privados a nivel nacional e internacional.

Finalmente, cabe consignar que, además de los propósitos hasta aquí planteados, el presente documento se constituye como un incentivo para que a futuro se continúe por la senda del conocimiento forestal de los bosques templados, esclerófilos y formaciones xerofíticas de Chile, con la finalidad última de propiciar su manejo sostenible, aumentar la cubierta vegetal del país y valorizar cada vez más los múltiples bienes y servicios con que nos proveen tanto a nivel local, regional, nacional y global.

Eduardo Vial Ruiz-Tagle

Director Ejecutivo

CONAF

Agradecimientos

Los autores del presente libro agradecen sinceramente el apoyo brindado por la Dirección Ejecutiva y la Gerencia Forestal de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de Agricultura, ya que desde que surgió la idea original, hoy plasmada en una publicación de carácter público, avalaron la necesidad de que el país cuente con sistematizaciones de este tipo como aporte sustancial al quehacer transversal de la Corporación.

Igualmente, extienden su agradecimiento a la Cooperación Internacional de Suiza en el marco de la primera Medida Nacional Apropiada de Mitigación (NAMA) Forestal del Mundo, que ha permitido financiar la impresión del presente libro, dando una connotación y relevancia de carácter global a la presente obra.

Especial mención quieren manifestar los autores a los profesionales del Programa Bosques PROCARBONO de la Universidad Austral de Chile, particularmente a Jorge Gayoso y Erico Kutchartt, y a la empresa CampoDigital a cargo de Javier Guerra.

Se reconoce la invaluable contribución de los diversos autores de las funciones analizadas y sistematizadas que con sus publicaciones contribuyen al conocimiento de los bosques y especies arbóreas presentes en Chile, siendo el insumo esencial que motivó la elaboración del presente compendio.

Finalmente, se agradece a todos los profesionales que se desempeñan en la Unidad de Cambio Climático de la Gerencia Forestal de CONAF, y a todos los profesionales que de forma anónima y desinteresada colaboraron en aspectos técnicos y logísticos que finalmente se concretan en la publicación del presente libro.



Capítulo 1

Introducción



Diferentes intereses científicos, académicos, industriales, energéticos y ambientales hacen que en los últimos años el estudio de la biomasa forestal adquiera una creciente atención. En las áreas con amplios recursos forestales se está considerando el aprovechamiento de la biomasa arbórea como fuente de energía y materia prima para la industria de la transformación de la madera, lo que ha motivado el desarrollo de diferentes ecuaciones de estimación de la biomasa (Waring y Running, 1998; Cunia, 1988).

Por otro lado, dada la contribución de las áreas boscosas al ciclo global del carbono, surge la necesidad de determinar la reserva

de este elemento en los sistemas forestales. La estimación del carbono que se encuentra secuestrado en los bosques es una parte esencial para la implementación de políticas de manejo, planes de mejora o proyectos para el control de las emisiones de CO₂ en el ambiente y para la determinación de los montos de carbono, y otros elementos químicos que existen en el bosque, donde la estimación de la biomasa resulta como un factor esencial para su cuantificación (Schlegel, 2001).

Así, la estimación de la biomasa de especies leñosas resulta indispensable para conocer la productividad primaria neta (Návar-Cháidez

y González-Elizondo, 2009), la circulación y la magnitud de los reservorios de nutrientes (Abrams *et al.*, 1990; Ordóñez y Masera, 2001; Zabek y Prescott, 2006), la caracterización de la estructura de la vegetación de bosques nativos y plantaciones (Cuevas *et al.*, 1991; Ketterings *et al.*, 2001), la estimación de la carga de combustible forestal para modelos de prevención de fuego (Melo *et al.*, 2006), la comparación de características fundamentales entre especies (Felker *et al.*, 1982; Paton *et al.*, 2002; Segura y Kanninen 2005) y entre ecosistemas forestales similares (Gaillard de Benítez *et al.*, 2002).

La biomasa forestal es definida como la cantidad de materia seca que existe en un árbol, componente del árbol o bosque por encima y por debajo del suelo, normalmente cuantificada en toneladas por hectáreas de peso seco o verde (Gayoso *et al.*, 2002). Es frecuente separarla por componentes ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca, madera muerta y materia orgánica del suelo (Silva-Arredondo y Návar-Cháidez, 2009a). La contribución porcentual de los diferentes componentes (fuste, ramas, hojas y raíces) en la biomasa total de un árbol varía considerablemente dependiendo de la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural. En general, el componente de un árbol que tiene mayor incidencia en la biomasa total es el fuste, aportando entre 55 – 70%. Las ramas, hojas y corteza representan individualmente, sólo pequeños porcentajes del total (10-37%, 3%, 5-16% respectivamente) (Parra, 2001).

Los estudios de biomasa son esenciales para obtener un aproximado de la cantidad de carbono almacenado, ya que la relación de la biomasa seca total con el carbono es de aproximadamente 2:1 (Arreaga, 2002). Además, Risio *et al.* (2013) señala que la estimación de la cantidad de carbono almacenado en un bosque a partir de datos de inventarios forestales requiere modelos precisos y lo suficientemente simples como para permitir a los gestores y a otras partes

interesadas (estados, comunidad científica, entre otros) obtener información comparable y fiable entre diferentes áreas.

La información sobre la cantidad de biomasa arbórea también constituye una valiosa herramienta para la gestión silvícola, por su relación con la propagación de plagas, incendios y conservación de suelos (Merino *et al.*, 2003).

Existen dos tipos de métodos para la estimación de la biomasa: los métodos directos destructivos e indirectos no destructivos (Risio, 2012). Los directos consisten en un análisis destructivo para la estimación del peso verde y el peso seco de cada uno de los componentes de cada árbol seleccionado (Cruz, 2007). Los segundos se basan en la utilización de modelos que permiten estimar el peso del árbol o de sus diferentes fracciones a partir de variables relacionadas y de medición más habitual en árboles individuales, cómo lo es el volumen. Sin embargo, para poder desarrollar los métodos indirectos es necesario contar con datos obtenidos de métodos directos (Jiménez, 2010).

En el caso del método indirecto, se puede estimar la biomasa a través del volumen del fuste utilizando la densidad básica para determinar el peso seco total del árbol o del rodal (Silva-Arredondo y Návar-Cháidez, 2009b; Schlegel, 2001). De acuerdo a Garcidueñas (1987) y Cruz (2007) una de las primeras formas de estimar indirectamente el peso seco total de los fustes de árboles es multiplicando su volumen por la densidad básica de la madera y por constantes del contenido de humedad.

La desventaja principal en las estimaciones a partir de funciones de volumen de fustes, radica en que generalmente esta información sólo existe para un número limitado de especies (Gayoso *et al.*, 2002) y, además, la mayoría de las ecuaciones para determinar volumen sólo utilizan el diámetro normal y la altura total del árbol, por lo que no

incluyen otros componentes como raíces, hojas y ramas (Domínguez-Cabrera *et al.*, 2009).

En cuanto a la densidad básica de la madera, esta se relaciona directamente con las propiedades físicas (rigidez y resistencia, hinchamiento y contracción), acústicas y térmicas de la madera (Muñoz *et al.*, 2010) y es indicadora de la calidad y el rendimiento de la misma y sus derivados (Arango *et al.*, 2001). Sin embargo, es afectada por la cantidad de madera temprana y tardía, el espesor de las paredes de las fibras, el tamaño y tipo de las células y su proporción relativa, espesor de las fibras y la composición química de la madera (Monteoliva *et al.*, 2002; Espina, 2006). Además, puede variar ampliamente dentro de un árbol, aumentando desde la médula hacia el exterior, o axialmente desde la base del tronco hacia el ápice (Monteoliva *et al.*, 2002; Gutiérrez-Vásquez *et al.*, 2012). De la misma forma, el patrón de variación de la densidad tiene relación también con la edad, dado que durante los primeros años el árbol produce madera con anillos de crecimiento anchos, donde hay una mayor proporción de madera temprana de baja densidad (Pereyra y Gelid, 2002).

Para determinar el peso seco total o biomasa total del árbol con información proveniente de inventarios forestales es posible la utilización de los factores de expansión de la biomasa (FEB) (Schlegel, 2001; Domínguez-Cabrera *et al.*, 2009; Silva-Arredondo y Návar-Cháidez, 2009b). El FEB es la razón entre el total de biomasa (en base seca) por encima del suelo de los árboles y el total de biomasa (en base seca) de los fustes (Arreaga, 2002). Los factores de expansión de biomasa difieren en función de muchas variables como las especies que componen el bosque, la edad, la estructura del rodal y la estación, y son aplicables factores diferentes a las existencias, el crecimiento y la extracción (Silva-Arredondo y Návar-Cháidez *et al.*, 2009a).

El método directo consiste en cortar el árbol y

pesar la biomasa, determinando luego su peso seco (Schlegel, 2001). Mediante este método se obtiene información de cada componente del árbol generándose funciones alométricas, las cuales se relacionan con algunas variables de estado del árbol como diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro a la altura de tocón (DAT) y altura total (HT) (Gayoso *et al.*, 2002). Asimismo, pueden considerarse no sólo variables morfológicas, sino también fisiológicas o bioquímicas (López, 1995). El diámetro del fuste a la altura del pecho (1,3 m) es la variable alométrica independiente más adecuada por su fácil medición y alta correlación con la biomasa (Chambouleyron y Brown, 1992; Ter-Mikaelian y Korzukhin, 1997; Specht y West 2003; Fonseca *et al.*, 2009), si bien sólo resulta conveniente para individuos con fuste alto. Otras combinaciones tales como el producto del diámetro a la altura de pecho y la altura (Brañas *et al.*, 2000; Husch, 2001; Merino *et al.*, 2003) o simplemente el diámetro a la base, resultan apropiadas para individuos jóvenes o de tamaño pequeño (Loguercio y Defossé, 2001; Pérez-Cordero y Kanninen, 2002). También el número de ramas y su diámetro basal pueden ser variables explicatorias a emplear, particularmente para rebrotes o bifurcaciones (Prado y Aguirre, 1987), como es el caso de los bosques del tipo forestal esclerófilo en lo referido a Chile.

Las ecuaciones de biomasa son consideradas el método más exacto (IPCC, 2006; Jalkanen *et al.*, 2005; Zianis *et al.*, 2005) y son específicas para cada parte del árbol y especie (Schlegel, 2001; Risio, 2012). La ventaja de esta técnica es que las prácticas destructivas se realizan una sola vez y a partir de las ecuaciones generadas se puede estimar la variable independiente basándose en datos de inventarios forestales (Arreaga, 2002). Sin embargo, presentan las desventajas de ser específicas para un mínimo grupo de individuos o especies y se trata de un método complejo, costoso y que daña el ambiente al utilizar un muestreo destructivo cortando el árbol para su medición (Schlegel, 2001; Risio, 2012).

Por lo general, los modelos son generados sobre la base de una especie en particular; sin embargo, es frecuente observar que las especies de una misma formación vegetal presentan similitudes en su morfología y en la asignación de biomasa aérea, esto permitiría generar un único modelo predictivo para estimar la biomasa de un conjunto de especies a partir de variables alométricas comunes (Acosta-Mireles *et al.*, 2002). Iglesias y Barchuk (2010) proveen funciones simples para predecir la biomasa aérea de seis especies leguminosas caducifolias de los bosques del Chaco Árido, y evidencian que a partir de las similitudes entre las especies, es factible utilizar un mismo modelo para un grupo con características comunes y así simplificar la estimación de biomasa leñosa aérea de distintas especies, dentro de un rango de tamaños similar al explorado.

Según Husch (2001), para preparar funciones del peso de los árboles se utilizan los mismos modelos que para la construcción de las tablas de volumen y señala que la mejor función para la biomasa total de un árbol está dada por $Y = b_0 + b_1 D^2 H$. Muchos estudios sobre modelos predictivos de estimación de biomasa por especie indican la superioridad de la función potencial (Verwijst, 1991; Ketterings *et al.*, 2001; Acosta-Mireles *et al.*, 2002; Sampaio y Silva, 2005). Gayoso (2013a) presenta el ajuste de diferentes modelos para describir relaciones estadísticamente significativas entre la biomasa aérea de *Araucaria araucana* y una o dos variables independientes (DAP y altura total), probando 24 modelos sobre la base de modelos lineales simples, lineales polinómicos, transformaciones Box Cox de un factor y no lineales para dos factores. Los mejores resultados para la estimación de la biomasa aérea total de esta especie corresponden al modelo multiplicativo de la forma $Y = a \cdot X^b$, no lineal de la forma $Y = e^{(a+b \cdot X_1 + c \cdot X_2)}$ y transformación Box Cox ($Y = a + b \cdot X$, con Box Cox ($Y = (1 + (Y^c - 1)) / (c \cdot d^f)$).

De acuerdo con Williams (1982) y Monroy y Návar (2004) la aditividad de las ecuaciones de biomasa, es decir, que la suma de las estimaciones del peso de los componentes sea igual a la estimación del peso total, es un aspecto que debe ser considerado en la elaboración de las funciones. Esto no se logra cuando se realizan las estimaciones con modelos distintos para cada uno de los componentes, tendiendo para árboles pequeños, a que la suma del peso de los componentes sea inferior al obtenido por la estimación del peso total, ocurriendo lo inverso para árboles de mayor tamaño (Prado y Aguirre, 1987).

En la práctica, las ecuaciones alométricas de biomasa se han empleado para estimar la biomasa total o de los componentes de un árbol (Garcidueñas, 1987; Rojo-Martínez *et al.*, 2005; Monroy y Návar, 2004; Díaz *et al.*, 2007; Juárez, 2008 y Avendaño *et al.*, 2009), el carbono presente en diferentes tipos de vegetación (Acosta *et al.*, 2002) y la distribución de la biomasa en los árboles (Landsberg y Grower, 1997). Además, constituyen una herramienta importante para construir modelos mecanicistas de crecimiento forestal (Acosta-Mireles *et al.*, 2002) que han resultado útiles para predecir la captura de carbono por los árboles.

Por estas razones, en todo el mundo se han realizado varios estudios para determinar los parámetros de ecuaciones alométricas que ayuden a calcular la biomasa aérea contenida en especies forestales (Gaillard de Benítez *et al.*, 2002).

Marklund (2013) presenta un análisis de los 21 países y territorios en Sudamérica y América Central que presentan oficialmente datos a la Evaluación Global de Recursos Forestales (FRA), e indica que en el reporte FRA 2010 16 países informan sobre stock de biomasa y carbono. Entre los informes no se encuentran datos de países como Ecuador, El Salvador, Paraguay y Venezuela, y la razón aducida es la falta de información. Además, sólo tres países (México, Guatemala y Honduras) han

aplicado ecuaciones de biomasa en los datos de sus Inventarios Nacionales Forestales, mientras que los países restantes aplica una combinación de factores de expansión de biomasa y densidad de la madera para realizar sus estimaciones.

En el caso de Chile, Drake *et al.* (2003) presentan una recopilación de 60 expresiones matemáticas para la estimación de biomasa, clasificadas en 22 grupos, según especie y región. El 80 % de la información corresponde a especies del género *Nothofagus*, siendo la de mayor participación raulí (*Nothofagus alpina*), con 28 funciones (46,7 %), seguido de lenga (*Nothofagus pumilio*) con 14 funciones (23,3 %), concentrando estas dos especies el 70 % de la información. En términos de dispersión geográfica, se incluye información desde la Región de Coquimbo a la de Magallanes y Antártica Chilena, incluyendo la Región Metropolitana, pero no aportándose información de las Regiones del Biobío y de los Lagos. El mayor volumen de información está dado para la Región de la Araucanía (43,75 %), seguida de la Región de Magallanes y Antártica Chilena (20,31 %) y de la Región del Maule (18,75 %).

Más recientemente, Corvalán y Hernández (2011 y 2012) presentan tablas de estimación de biomasa para *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* las que son obtenidas a partir de los antecedentes que presentan los simuladores de crecimiento en volumen existentes para estas especies y la aplicación de la densidad básica de las mismas.

En el caso de especies nativas, se han desarrollado recientemente funciones alométricas de biomasa por aérea total y componente, determinación de fracciones de carbono, densidad básica y factores de expansión para *Araucaria araucana* (Gayoso, 2013a), *Nothofagus obliqua* (Gayoso, 2013b) y *Nothofagus pumilio* (Gayoso, 2013c). Además, se está trabajando en la generación de funciones alométricas para las siguientes especies nativas del tipo forestal mediterráneo: *Quillaja saponaria*, *Acacia caven*, *Cryptocaria alba* y *Lithraea caustica*,

estimándose contar con los resultados a finales de enero del 2014.

La generación de funciones alométricas previamente referidas fueron encargadas por la Unidad de Cambio Climático de la Gerencia Forestal de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), las cuales aportarán a la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de los ecosistemas forestales de Chile conforme a los compromisos nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), constituyéndose además como elemento clave en el marco de las parcelas permanentes de muestreo que se están instalando en función del Sistema de Monitoreo de Dendroenergía y Carbono Forestal que coordina el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF, donde igualmente se ejecuta el Catastro Vegetacional, lo que es otro insumo clave para satisfacer las cada vez más exigentes demandas de información de calidad de parte de diversos interesados.

Los estudios anteriores y el desarrollo del presente libro, responden a la Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático (ENBCC) que ha formulado CONAF, a solicitud del Ministerio de Agricultura, iniciativa con la que busca hacer frente a las exigencias de información y cumplimiento de reducción de GEI que ha comprometido Chile ante la comunidad internacional, centrándose en específico en disponer de fuentes de ingresos optativas que sean complementarias a lo que ya existe en el país, como es la generación de bonos de carbono forestal factibles de transar en mercados afines. Lo anterior se operacionaliza a través de la Plataforma de Generación y Comercio de Bonos de Carbono del Sector Forestal de Chile (PBCCCh) de la ENBCC, contemplando el institucionalizar una serie de aspectos técnicos, entre los que está la determinación de niveles de referencia y contar con un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) acorde a los requerimientos globales en este ámbito.



Capítulo 2

Aspectos Generales del Libro



Este compendio de funciones de biomasa generadas por distintos autores viene a confirmar en una publicación especializada, la gran cantidad de estudios realizados con el fin de obtener modelos matemáticos que puedan estimar el peso de los distintos componentes arbóreos y de las masas boscosas a través de toda la geografía de Chile. Es así que para obtener las funciones objetivo se revisó una gran cantidad de bibliografía, de las cuales 50 publicaciones aportaron información que fue estandarizada, validada e incorporada al presente libro. Los antecedentes de mayor data son los presentados por Peters *et al.* (1985), específicamente para *Pinus radiata*, y los estudios más recientes los de Gayoso (2013a, 2013b, 2013c), para las especies nativas *Araucaria araucana*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus pumilio*.

Consideraciones metodológicas

El trabajo desarrollado consistió en un proceso de recopilación bibliográfica, con una labor complementaria de estandarización y validación de funciones, con el fin de compilar las ecuaciones matemáticas que permitieran cuantificar la biomasa de las principales especies forestales arbóreas presentes en Chile, obteniéndose estas ecuaciones de documentos de acceso público de distintos autores y de variados orígenes, tales como tesis de grado, informes técnicos, estudios, libros y revistas científicas.

Las ecuaciones de biomasa recopiladas corresponden a modelos matemáticos de análisis de regresión. Los modelos utilizados pasan por expresiones lineales simples directas, a expresiones lineales múltiples, que incluyen

transformaciones logarítmicas y polinomiales. Las variables explicatorias utilizadas con mayor frecuencia corresponden a las mediciones dendrométricas estándar, esto es DAP y altura total, con la inclusión en algunos casos de diámetros de ramas o rebrotes, y número de estos.

Se logró obtener 420 funciones alométricas de biomasa válidas, que determinan la biomasa en unidad de peso (kg – ton) tanto para especies arbóreas (árboles individuales) como para agrupaciones de ellos (bosques naturales o plantaciones forestales), es decir, es posible expandirlas a los ecosistemas vegetales o masas boscosas existentes en gran parte de la geografía de Chile.

El objetivo de la revisión bibliográfica fue obtener, verificar, validar y seleccionar toda función de biomasa existente, independiente de la especie o condición de ésta. En base a esto se recopilieron funciones para especies arbóreas, agrupándose y ordenándose según su condición y orden alfabético para la especie individual. La información obtenida se dispuso en el libro siguiendo la siguiente categorización:

1. Especies Nativas
2. Especies Exóticas
3. Especies Urbanas (nativas y exóticas)

Las estimaciones de biomasa analizadas corresponden a distintos componentes del árbol, incluyéndose en estos al fuste, las ramas y las hojas, e incluso se realizó una distinción en algunos casos cuando el componente correspondía a una u otra sección del árbol, como es el caso de la biomasa relativa a corteza y madera. Así, se ordena las funciones por componente, teóricamente desde aquellos componentes que poseen mayor peso de biomasa hasta los que pesan menos. Los componentes estandarizados y según su orden son los que se presentan a continuación:

1. Aéreo (biomasa total sobre el suelo).
2. Fuste
3. Copa viva
4. Ramas
5. Ramillas
6. Hojas
7. Corteza
8. Raíces
9. Semillas

De las referencias revisadas se extrajo toda la información relevante con tal de enmarcar el objetivo básico de la revisión, es decir, la obtención de funciones de biomasa en relación a su aplicabilidad en las distintas áreas geográficas, en base a sus rangos dasométricos y a la confiabilidad de su utilización en función de aspectos estadísticos (bondad de ajuste y predicción). En base a esto la información seleccionada y rescatada de los documentos es la siguiente:

Información geográfica:

Área (Cordillera de la Costa – Depresión intermedia – Precordillera andina)
Región / Provincia / Comuna
Localidad / Fundo / Predio
Información de clima y elevación:
Precipitación (mm)
Altitud (msnm)

Información de características de la especie:

Tipo forestal
Sub tipo forestal
Estado de desarrollo (adulto – latizal – fustal)
Estructura (monte bajo – monte alto – renoval – plantación)
Información de variables independientes promedios y/o rangos dasométricos:
Edad (años)
Densidad (número de árboles)
DAP (diámetro a 1,3 m de altura al nivel del pecho)
Área basal (m²)
Altura total (m)
Diámetro basal (cm)
Diámetro a la altura del cuello (cm)
Diámetro mayor de copa (m)
Diámetro menor de copa (m)
Largo de copa viva (m)
Diámetro de ramas (cm)
Diámetro de ramillas (cm)
Diámetro de raíces (cm)

Información de funciones:

Tipo de componente (aérea, fuste, copa, ramas, ramillas, hojas, raíces)
Detalles de componentes
Resultados en peso seco o verde
Unidad de variable dependiente (ton – kg – gr)
Información estadística de funciones:
Número de observaciones (n)
Coeficiente de determinación (R^2 – R^2_a)
Error estándar de la estimación (S_{xy})
Error cuadrático medio (ECM)

Información de bibliografía revisada:

Nombre del documento
Autor o autores
Año de la publicación
Tipo de documento (tesis, informe técnico, libro, revista científica, entre otros)
Entidades auspiciadoras de la publicación

Las características dasométricas que permiten la aplicación de las funciones en el cálculo del peso por componente están indicadas como promedios o rangos de validez, y a su vez para ciertas áreas geográficas. Su aplicabilidad en lugares geográficos distintos de los descritos y para rangos de variables fuera de rangos estudiados y establecidos por los distintos autores, queda bajo la responsabilidad de cada usuario, aunque con ciertos análisis, y si se encuentra características comunes para algunas funciones de algunas especies y localidades, eventualmente podrían ser usadas en otras de no existir funciones específicas desarrolladas para el lugar.

Para poder seleccionar los modelos alométricos que se incluirían en compendio, cada una de las funciones recopiladas fue calculada o probada en función de los rangos de validez de las variables independientes que usa cada ecuación y definidas por cada uno de los autores en base a sus respectivos estudios y análisis. Fueron extraídas del compendio y consideradas como “no válidas” todas aquellas funciones cuyos resultados o valores de pesos (kg) no fueran lógicos, considerándose para aquello las siguientes distinciones:

1. Valores negativos.
2. Pesos que disminuyen al aumentar tamaños de variables (DAP, HT, AB, etc.).
3. Pesos que se mantienen.
4. Pesos muy altos o bajos según componentes.
5. Falta de algún coeficiente.
6. Coeficientes con valores cero (0).

Parte de las funciones “no válidas” fueron analizadas especialmente con el fin de tratar de recuperarlas, siendo recalculadas realizando algunas modificaciones en la función. Estas modificaciones tuvieron relación principalmente con los signos de los coeficientes, corrección del coeficiente con adición o eliminación de un cero por ejemplo, exponentes. Entre otros ajustes, los signos o números fueron cambiados para alguno de los coeficientes en función de las variables utilizadas. Esto fue sustentado por posibles sesgos de transcripción de las funciones, logrando recuperar algunas de ellas después del análisis del resultado obtenido post corrección en comparación con los resultados de funciones correctas (valores lógicos).

Aquellas funciones para las que no fue posible la corrección se incorporan igualmente en el compendio bajo el capítulo “*Funciones con necesidad de análisis posteriores*”, en el entendido que se reconoce su existencia pero se requiere de mayores análisis para su aplicación y, particularmente, el aporte de quienes las desarrollaron para poder detectar cual es el problema matemático que induce a valores no lógicos en sus resultados.

Formato de presentación de las funciones

Para su presentación en este compendio las ecuaciones fueron estandarizadas en base a nomenclaturas de las variables dependientes e independientes y al diseño de presentación de las mismas. Como ejemplo se muestra una función de biomasa aérea para la especie Boldo (*Peumus boldus*):

$$\ln PSA = -0,0837 + 0,7657 \cdot \ln (DMAC \cdot DMEC \cdot HT) + 0,1638 \cdot \ln (HT^2 \cdot DMEC \cdot NR)$$

Donde:

PSA: Peso seco biomasa aérea (kg/árbol; Ton/árbol; Ton/ha)
 DMAC: Diámetro mayor de copa (m)
 DMEC: Diámetro menor de copa (m)
 HT: Altura total (m)
 NR: Número de ramas
 Ln: Logaritmo natural

La nomenclatura estandarizada utilizada para cada una de las variables que se detectaron en la recopilación es la indicada a continuación:

Abreviatura	Unidad de Medida	Nombre
AB	m ²	Área basal
C		Corrección de función (ECM/2)
DAP	cm	Diámetro a 1,3 m de altura
DB	cm	Diámetro basal a la altura del tocón
DBM	cm	Diámetro basal del retoño de mayor diámetro
DBm	cm	Diámetro basal del retoño de menor diámetro
DBR	cm	Diámetro basal del ramas
DBV	cm	Diámetro basal de vástago
DIC1	cm	Diámetro al inicio de copa con corteza
DIC2	cm	Diámetro al inicio de copa sin corteza
DINIC	cm	Diámetro al inicio de copa
DMAC	m	Diámetro mayor de copa
DMC	cm	Diámetro medio cuadrático
DMEC	m	Diámetro menor de copa
DMF	cm	Diámetro medio del fuste
DR	cm	Diámetro de la rama con corteza
EC	mm	Espesor de corteza
HCC	m	Altura de comienzo de copa
HF	m	Altura fustal
HMF	m	Altura máximo follaje (hasta el cual el arbusto presenta una copa densa)
HT	m	Altura total
ICV	m	Altura hasta el inicio de la copa viva
L	m	Largo de la rama
LC	m	Largo de copa

Capítulo 2 Aspectos Generales del Libro

Abreviatura	Unidad de Medida	Nombre
LCV	m	Largo de copa viva
NR	unidad	Número de retoños > 1 cm
NR	unidad	Número de ramas
NV	unidad	Número de vástagos
PSA	kg	Peso seco aéreo
PSC	kg	Peso seco corteza
PSCC	kg	Peso seco corteza comercial
PSCV	kg	Peso seco copa viva
PSF	kg	Peso seco fuste
PSF10	kg	Peso verde fuste hasta IU 10 cm
PSF4	kg	Peso verde fuste hasta IU 4 cm
PSH	kg	Peso seco hojas
PSR	kg	Peso seco ramas
PSRaíz	kg	Peso seco raíces
PSRG	kg	Peso seco ramas grandes
PSRM	kg	Peso seco ramas medianas
PSRm	kg	Peso seco ramillas
PSRP	kg	Peso seco ramas pequeñas
PSS	kg	Peso seco semillas
PVA	kg	Peso verde aéreo
PVAV	kg	Peso verde aéreo vivo
PVC	kg	Peso verde corteza
PVCC	kg	Peso verde corteza comercial
PVCV	kg	Peso verde copa viva
PVF	kg	Peso verde fuste
PVH	kg	Peso verde hojas
PVR	kg	Peso verde ramas
PVRm	kg	Peso verde ramillas
VC	m ³	Volumen corteza

Esta nomenclatura es clave para interpretar las funciones que se presentan en cada uno de los capítulos siguientes en forma de fichas por función, en donde cada una incorpora, en forma gráfica, los elementos relativos a la ubicación geográfica de la función, las características ambientales básicas del bosque, rodal y ecosistema en el cual se obtuvieron los datos para la construcción

de las funciones, así como los valores medios o rango de las variables explicatorias del modelo utilizada; adicionalmente se incorpora en esta ficha los elementos utilizados para la validación de cada función, en términos de una tabla de cálculo y una gráfica del comportamiento de ésta dentro del rango de la o las variables independientes establecidas.

Principales resultados de la recopilación

Las ecuaciones recopiladas en el compendio corresponden a un total de 41 especies. Estas especies fueron agrupadas por condición en: nativas, exóticas y urbanas (nativas y exóticas). Para la condición nativa se tienen 26 especies (63%), para las exóticas 5 especies (12%) y urbanas 8 especies exóticas (20%) y 2 nativas (5%). En el Cuadro 1 se muestran las especies abordadas en el presente libro por condición:

Cuadro 1. Especies con funciones de biomasa por condición.		
Especies Nativas (26)	Especies Exóticas (5)	Especies Urbanas (10)
Alcaparra	Eucalipto glóbulos	Ailanto
Araucaria	Eucalipto nitens	Arce
Avellano	Pino oregon	Aromo
Boldo	Pino ponderosa	Ciruelo
Canelo	Pino radiata	Falso acacio
Carbonillo		Liquidámbar
Ciprés de la Cordillera		Pimiento
Coigüe común		Plátano oriental
Coigüe de Chiloé		Maitén
Colliguay		Quillay
Espino		
Hualo		
Lenga		
Litre		
Luma		
Maño hembra		
Maño macho		
Maravilla		
Quillay		
Raúlí		
Roble		
Roble de Santiago		
Ruíl		
Tepa		
Tineo		
Ulmo		

El espectro de especies consideradas con información o que poseen alguna función de biomasa es amplio. Considera gran parte de las especies nativas, todas las especies exóticas de importancia económica, y dentro de las denominadas urbanas, las principales utilizadas para la arborización de ciudades, espacios abiertos y vías públicas en Chile.

Las funciones contenidas en este estudio se distribuyen desde la Región de Coquimbo en el norte de Chile, hasta el extremo sur en la Región

de Magallanes y Antártica Chilena. El 30% de las funciones (126) fueron construidas para las agrupaciones arbóreas esclerófilas en el centro/norte del país, el resto 294 funciones (70%) fueron generadas desde la Región del Maule al sur. La Región de los Ríos es la que presenta la mayor cantidad de funciones 127 (30% del total) entre condición de especies nativas (57 funciones) y exóticas (70 funciones). En el cuadro 2 se presenta el número de funciones de biomasa según condición, ubicación geográfica (región) y especies.

Cuadro 2. Funciones de biomasa por condición de especies, región y especie.

Condición Especies	Región	Especies	Total
ESPECIES NATIVAS	Coquimbo	Alcaparra/Carbonillo/Colliguay/ Espino/Litre/Maravilla	12
	Valparaíso	Boldo	5
	Valparaíso/L. B.O'Higgins/Del Maule	Quillay	9
	Valparaíso/Del Maule	Boldo	3
	L. Bernardo O'Higgins	Boldo/Quillay	12
	Región Metropolitana	Boldo/Quillay/Roble de Santiago	14
	Del Maule/L. B.O'Higgins	Quillay	2
	Del Maule	Boldo/Espino/Hualo/Quillay/Ruil	44
	Del Maule/Araucanía	Roble	6
	Bio Bio	Raulí	10
	BíoBío/De Los Ríos/Aysén	Lenga	6
	Araucanía	Araucaria/Raulí/Roble/Tipo Forestal RO-RA-CO	44
	Los Ríos	Avellano/Canelo/C. de la Cordillera/ Coigüe común/Coigüe de Chiloé/Luma/ Mañío hembra/Mañío Macho/Tepa/ Tineo/Ulmo/Tipo Forestal Siempreverde	57
	Aysén	Coigue común/Lenga	2
	Magallanes	Lenga	18
Total ESPECIES NATIVAS			244
ESPECIES EXOTICAS	Valparaíso	Eucaliptos glóbulos	7
	Del Maule/Bio Bio/Araucanía	Pino Radiata	22
	Bio Bio/Los Ríos	Pino Radiata	10
	Los Ríos	Eucaliptos glóbulos/Eucaliptos nitens	70
	Aysén	Pino ponderosa	1
	Aysén / Los Ríos	Pino oregón	2
Total ESPECIES EXOTICAS			112
ESPECIES URBANAS	Región Metropolitana	Ailanto/Arce/Aromo/Ciruelo/Falso acacio/Liquidámbar/Maitén/Pimiento/ Plátano oriental/Quillay	64
Total ESPECIES URBANAS			64
Total general			420

Las funciones recopiladas consideraron todas las alternativas existentes en relación a los componentes arbóreos. Es decir, se rescataron todas las funciones de biomasa existentes sin diferenciar en algún componente específico. Se estandarizó el componente biomasa total ampliamente utilizado en la literatura en biomasa aérea cuando los cálculos hacían referencia a partes del árbol sobre el suelo, es decir, sin considerar la biomasa de raíces. De este modo se obtuvieron 420 funciones de biomasa válidas, de un universo de 473 funciones analizadas, distribuidas en 9 componentes del árbol o especie.

El componente Aéreo es el de mayor participación con 151 funciones, le siguen los componentes de Ramas y Fuste con 68 y 67 funciones respectivamente, luego aparecen Hojas y Corteza con 39 y 37 ecuaciones respectivamente, de Copa Viva 24 funciones, de Raíces 20 funciones, Ramillas 13 funciones y finalmente el componente Semillas con una sola función. En el cuadro 3 se muestra los componentes arbóreos con número de funciones y porcentajes de participación en compendio.

Cuadro 3. Número de funciones y porcentaje de participación por componentes arbóreos.		
Componentes arbóreos	Número de funciones	Participación (%)
Aéreo	151	35,9
Ramas	68	16,2
Fuste	67	16,0
Hojas	39	9,3
Corteza	37	8,8
Copa viva	24	5,7
Raíces	20	4,8
Ramillas	13	3,1
Semillas	1	0,2

Para las especies nativas se obtuvieron 225 funciones de biomasa (54%) e incluyendo las funciones para especies nativas agrupadas en tipos forestales Roble – Raulí – Coigüe y Siempreverde (19 funciones), lo cual da como resultado 244 funciones equivalentes a un (58%).

Las especies con mayor participación en cantidad de funciones son, Raulí con 42 funciones (10% del total y 17% dentro de las especies nativas), luego le siguen especies del tipo forestal esclerófilo, como el Quillay (28), el Boldo (26) y el Espino (21), con participaciones de 7%, 6% y 5% del total de funciones respectivamente y

entre 10% y 11% dentro de las especies nativas. Lenga tiene 26 funciones (6% total y 11% dentro de las nativas).

El componente con mayor cantidad de funciones para la condición de especies nativas es el Aéreo con 101 ecuaciones (41%), luego en orden de importancia le siguen el componente de Ramas y Corteza con 33 (14%) en ambos casos y de Fuste con 31 funciones (13%). En el cuadro 4 se muestra el número de funciones por especie y componente, y sus porcentajes de participación para condición nativa.

Cuadro N° 4. Componentes arbóreos para especies nativas y porcentajes de participación												
FUNCIONES BIOMASA		Número de funciones por Componente BIOMASA										
CONDICION ESPECIE	ESPECIE	AEREA	COPA VIVA	FUSTE	RAMAS	RAMILLAS	HOJAS	CORTEZA	RAICES	SEMILLAS	TOTAL	Particip. Especie (%)
Nativa	Alcaparra	1									1	0%
	Araucaria	4			2		2				8	3%
	Avellano	2									2	1%
	Boldo	6		4	3	1	9	3			26	11%
	Canelo	3							2		5	2%
	Carbonillo	1			1						2	1%
	Ciprés de la Cordillera	3									3	1%
	Coigüe común	4						1			5	2%
	Coigüe de Chiloé	4							3		7	3%
	Colliguay	1									1	0%
	Espino	4		3	4	4	2	4			21	9%
	Hualo			2	1		1	1			5	2%
	Lenga	4		4	7		4	6			25	10%
	Litre	1			1	1					3	1%
	Luma	1									1	0%
	Mañío hembra	1							1		2	1%
	Mañío macho	4							1		5	2%
	Maravilla	2									2	1%
	Quillay	6		6	5	3	1	7			28	11%
	Raulí	11	2	10	4		4	9	2		42	17%
	Roble	6			1			1			8	3%
	Roble de Santiago	1		1	1		1				4	2%
	Ruil	1		1	3		1	1		1	8	3%
	Tepa	4									4	2%
	Tineo	2									2	1%
	Ulmo	5									5	2%
Total Nativa		82	2	31	33	9	25	33	9	1	225	92%
Nativas Tipo Forestal	Agrupadas Siempreverde	17									17	7%
	Agrupadas Roble-Raulí-Coigüe	2									2	1%
Total Nativas Tipo Forestal		19									19	8%
Total general		101	2	31	33	9	25	33	9	1	244	100%
Participación Nativas por Componente (%)		41%	1%	13%	14%	4%	10%	14%	4%	0%		

Capítulo 2 Aspectos Generales del Libro

Para la condición especies exóticas se obtuvo 112 ecuaciones de biomasa correspondiente a un 27% del total de funciones recopiladas. La especie con mayor cantidad de funciones rescatadas es *Eucalyptus nitens* con 64 funciones (15% del total y 57% dentro de las exóticas), *Pinus radiata* con 32 funciones (8% del total y 29% de las exóticas) y *Eucalyptus globulus* con 13 funciones (3% del total y 12% de las especies exóticas).

Nuevamente es el componente Aéreo el de mayor participación con 39 funciones (35%), seguido por Fuste y Copa Viva con 25 (22%) y 22 (20%) funciones respectivamente. En el cuadro 5, se observa el número de funciones por especie y componente para la condición de especie exóticas.

Cuadro 5 Número de funciones por componente y especies para la condición exóticas.										
FUNCION BIOMASA		Número de funciones por Componente BIOMASA								
CONDICION ESPECIE	ESPECIE	AEREA	COPA VIVA	FUSTE	RAMAS	RAMILLAS	HOJAS	CORTEZA	RAICES	TOTAL
Exótica	Eucalipto glóbulos	3		2	1	1	1	1	4	13
	Eucalipto nitens	24	20	20						64
	Pino oregón	2								2
	Pino ponderosa	1								1
	Pino radiata	9	2	3	3	3	2	3	7	32
Total Exótica		39	22	25	4	4	3	4	11	112
Participación Componente (%)		35%	20%	22%	4%	4%	3%	4%	10%	

En la condición especies urbanas se rescató 64 funciones, 15% del total de funciones obtenidas de la revisión. Para todas las especies consideradas la cantidad de funciones es la misma, 6 ecuaciones, aunque en algunas especies es de 5 por existir algunas no válidas.

El componente con mayor participación para esta condición es el de Ramas con 31

funciones (48%), esto debido a que para este componente se generaron funciones para Ramas grandes, medianas y pequeñas. El resto de los componentes es constante para todas las especies, 11 funciones (17%). En el cuadro 6, se muestra el número de funciones de biomasa por especies y componentes para la condición árboles urbanos.

Cuadro 6. Número de funciones por especies y componentes para condición de árboles urbanos.

FUNCION BIOMASA		Número de funciones por Componente BIOMASA					Particip. Especie (%)
CONDICION ESPECIE	ESPECIE	AEREA	FUSTE	RAMAS	HOJAS	TOTAL	
Árboles Urbanos Nativas	Maitén	1	1	2	1	5	8%
	Quillay	1	1	3	1	6	9%
Total Árboles Urbanos Nativa		2	2	5	2	11	17%
Árboles Urbanos Exótica	Ailanto	1	1	3	1	6	9%
	Arce	1	1	3	1	6	9%
	Aromo	1	1	3	1	6	9%
	Ciruelo	1	1	3	1	6	9%
	Falso Acacio	1	1	2	1	5	8%
	Liquidámbar	1	1	3	1	6	9%
	Pimiento	1	1	3	1	6	9%
	Plátano oriental	1	1	3	1	6	9%
Total Árboles Urbanos Exótica		8	8	23	8	47	73%
Árboles Urbanos Exóticas / Nativas	Agrupadas Urbanos	1	1	3	1	6	9%
Total Árboles Urbanos Exóticas / Nativas		1	1	3	1	6	9%
Total general		11	11	31	11	64	100%
Participación Componente (%)		17%	17%	48%	17%	100%	

En cuanto a las funciones con necesidad de análisis posteriores, dentro de la validación se encontraron 53 funciones que por diversos motivos no se incorporaron como válidas, algunas no entregaron valores lógicos, otras

consideraban sólo un factor que multiplicaba la función para transformar la variable de peso verde a seco. En este caso se dejó la función original (peso verde) mencionando el factor para la transformación.



Capítulo 3

Funciones de biomasa de especies forestales nativas

Especies:

- *Cassia coquimbensis* ALCAPARRA
- *Araucaria araucana* ARAUCARIA
- *Gevuina avellana* AVELLANO
- *Peumus boldus* BOLDO
- *Drimys winteri* CANELO
- *Cordia decandra* CARBONILLO
- *Austrocedrus chilensis* CIPRES DE LA CORDILLERA
- *Nothofagus dombeyi* COIGUE COMUN
- *Nothofagus nitida* COIGUE DE CHILOE
- *Colliguaya odorifera* COLLIGUAY
- *Acacia caven* ESPINO
- *Nothofagus glauca* HUALO
- *Nothofagus pumilio* LENGUA
- *Lithraea caustica* LITRE
- *Amomyrtus luma* LUMA
- *Saxegothea conspicua* MAÑIO HEMBRA
- *Podocarpus nubigena* MAÑIO MACHO
- *Flourensia thurifera* MARAVILLA
- *Quillaja saponaria* QUILLAY
- *Nothofagus alpina* RAULI
- *Nothofagus obliqua* ROBLE
- *Nothofagus macrocarpa* ROBLE DE SANTIAGO
- *Nothofagus alessandrii* RUIL
- *Laureliopsis philippiana* TEPA
- *Weinmannia trichosperma* TINEO
- *Eucryphia cordifolia* ULMO



Especie:
Cassia coquimbensis
ALCAPARRA

Especie: *Cassia coquimbensis* ALCAPARRA

FUNCION BIOMASA AEREA

(Componentes sobre el suelo (Peso verde kg. (PVA))

$$PVA = 0,3712 + 1,8087 \cdot (DMEC^2 \cdot HT) - 0,6463 \cdot DMEC - 4,4225 \cdot HT + 5,3987 \cdot HMF$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 89% Error Cuadrático Medio (ECM): 40% Error estándar (Sxy): s/i

Factor Peso Seco: 0,66

● Ubicación Geográfica:

Región: Coquimbo
Provincia: Limarí
Comuna: Monte Patria

● La Serena
● Coquimbo
● Ovalle
● Illapel

Localidad / Lugar:
Embalse la Paloma
Curso Río Huatulame

Altitud (msnm)

360

Precipitación (mm)

100 - 250

Area:

Depresión intermedia

Estructura

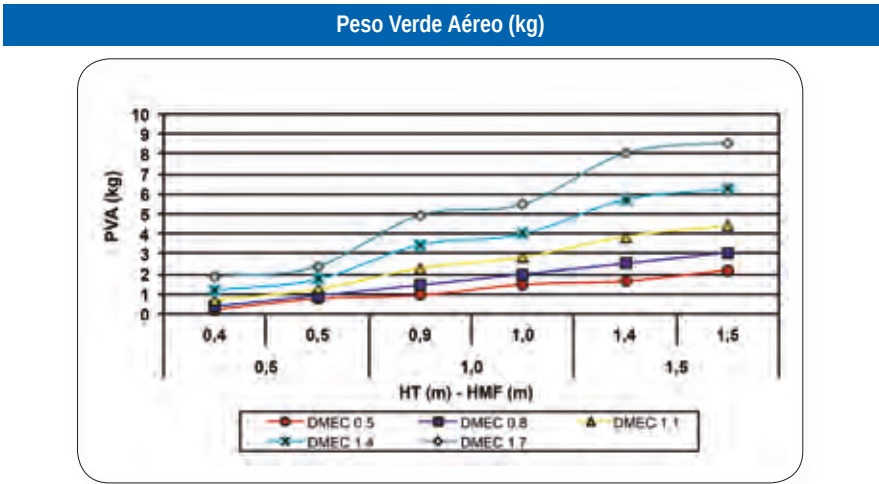
Monte bajo

Tipo Forestal

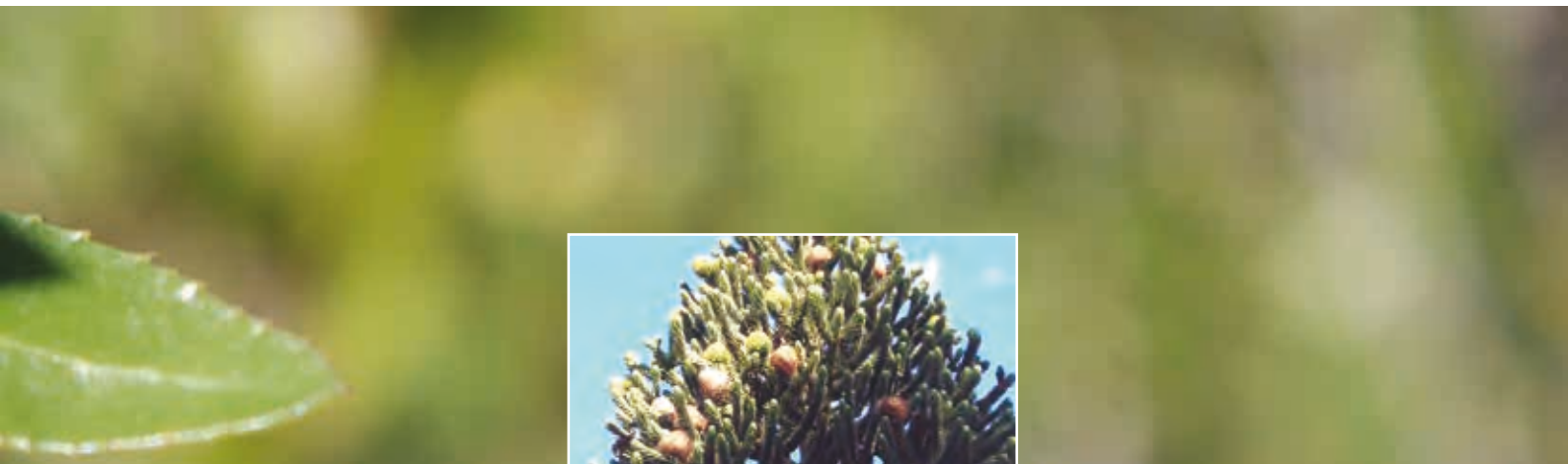
Esclerófilo

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)								
DMAC	DMEC	DBR	DR	DRm	NR	HT	HMF	N
Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro menor de copa (m)	Diámetro basal rama (cm)	Diámetro ramas (cm)	Diámetro ramillas (cm)	Número ramas	Altura total (m)	Altura máximo follaje (m)	Dens (árbs/ha)
	0,26 - 1,92					0,31 - 1,60	0,28 - 1,44	
	0,81					0,9	0,81	

		Peso Verde Aéreo(Kg)				
		DMEC (m)				
HT (m)	HMF (m)	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7
0,5	0,4	0,2	0,4	0,7	1,2	1,8
	0,5	0,8	0,9	1,2	1,7	2,4
1,0	0,9	0,9	1,4	2,3	3,4	4,9
	1,0	1,5	2,0	2,8	4,0	5,5
1,5	1,4	1,7	2,5	3,9	5,7	8,0
	1,5	2,2	3,1	4,4	6,2	8,6



Fuente: Prado, J., Infante, P. & Arriagada, M. (1988) Instituto Forestal.



Especie:
Araucaria araucana
ARAUCARIA

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$\text{PSA} = -699,191 + \text{EXP}(6,17466 + 0,0226917 \cdot \text{DAP} + 0,0195849 \cdot \text{HT})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R^2): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 18,5% Error estándar (Sxy): s/i

- **Ubicación Geográfica:**

**Localidad / Lugar:**

Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

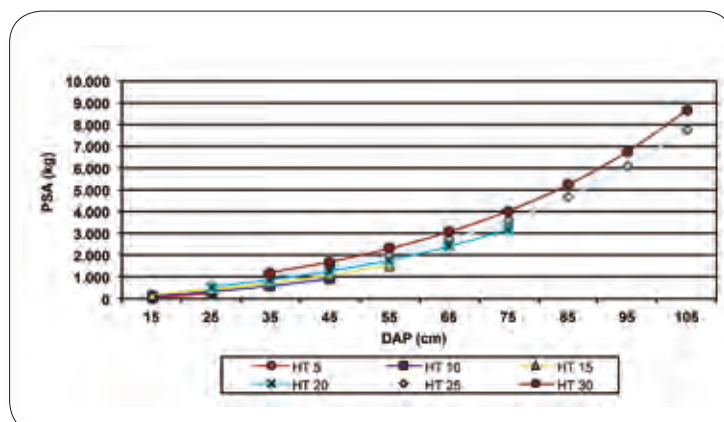
Tipo Forestal

Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

	Peso Seco Aéreo (Kg)					
	HT(m)					
DAP (cm)	5	10	15	20	25	30
15	45,5	122,1	206,6			
25	235,2	331,3	437,3	554,3		
35		593,8	726,8	873,5	1.035,3	1.213,8
45		923,2	1.090,1	1.274,2	1.477,2	1.701,1
55			1.545,8	1.776,8	2.031,5	2.312,5
65				2.407,5	2.727,1	3.079,6
75				3.198,9	3.599,9	4.042,2
85					4.695,0	5.249,9
95					6.069,0	6.765,3
105					7.793,1	8.666,8

Peso Seco Aéreo (kg)

Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = \text{EXP} (5,44174 + 0,0257348 \cdot \text{DAP} + 0,0319936 \cdot \text{HT})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R²): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 24,7% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Araucanía
Provincia: Malleco
Comuna: Lonquimay



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



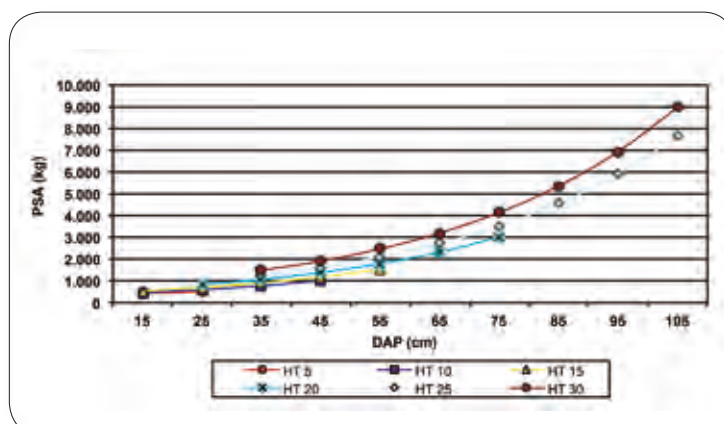
Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m ² /ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo(Kg)					
	HT (m)					
	5	10	15	20	25	30
15	398,5	467,6	548,8			
25	515,5	604,9	709,8	833,0		
35		782,4	918,2	1.077,4	1.264,3	1.483,7
45		1.012,1	1.187,6	1.393,6	1.635,4	1.919,1
55			1.536,2	1.802,7	2.115,4	2.482,4
65				2.331,7	2.736,2	3.210,9
75				3.016,1	3.539,3	4.153,3
85					4.578,1	5.372,3
95					5.921,7	6.949,0
105					7.659,7	8.988,5

Peso Verde Aéreo (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$\text{PSA} = \text{EXP} (2,8490 \cdot \text{Ln} (1,4599 + 0,2087 \cdot \text{DAP}))$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R^2): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): 20,3% Error estándar (Sxy): s/i

- **Ubicación Geográfica:**



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

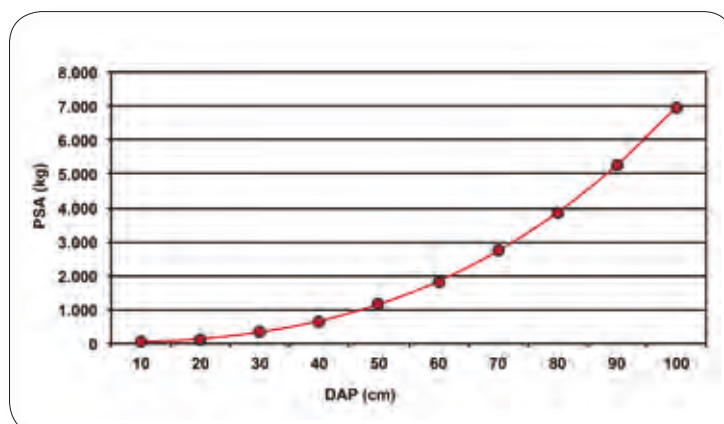
Tipo Forestal

Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	36,9
20	137,7
30	338,0
40	668,3
50	1.158,0
60	1.835,4
70	2.728,1
80	3.863,2
90	5.267,1
100	6.966,0

Peso Seco Aéreo (kg)

Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = \text{EXP} (-2,25492 + 2,3987 \cdot \text{Ln DAP})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): 24,7% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Araucanía
Provincia: Malleco
Comuna: Lonquimay



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



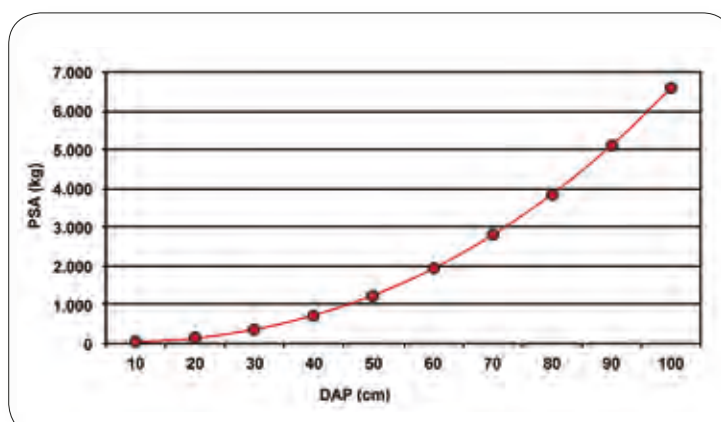
Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m ² /ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	26,3
20	138,5
30	366,3
40	730,4
50	1.247,4
60	1.931,8
70	2.796,0
80	3.851,6
90	5.109,1
100	6.578,1

Peso Seco Aéreo (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA RAMAS

(Peso seco kg. (PSR))

$$\text{PSR} = -185,866 + \text{EXP}(4,87535 + 0,0244892 \cdot \text{DAP})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R^2): 89% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (S_{xy}): 227,7

- **Ubicación Geográfica:**

**Localidad / Lugar:**

Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



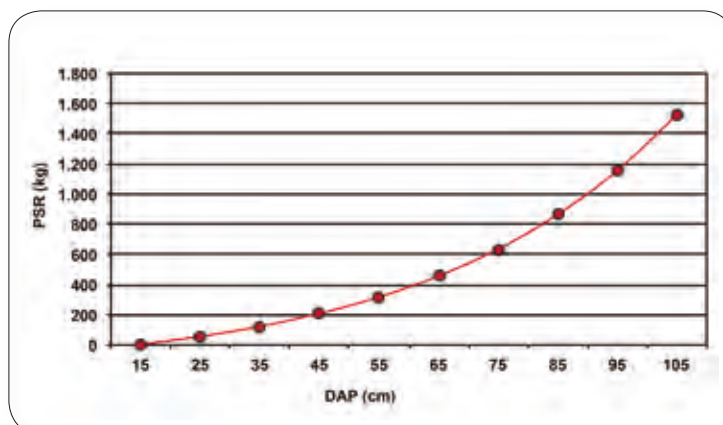
Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Ramas (kg)
15	3,3
25	55,8
35	122,9
45	208,5
55	318,0
65	457,8
75	636,4
85	864,5
95	1.156,0
105	1.528,4

Peso Seco Ramas (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA RAMAS

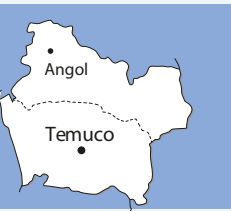
(Peso seco kg. (PSR))

$$\text{PSR} = \text{EXP} (-3,4036 + 2,27441 \cdot \text{Ln DAP})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R²): 96% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,4

Ubicación Geográfica:

Región: Araucanía
Provincia: Malleco
Comuna: Lonquimay



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



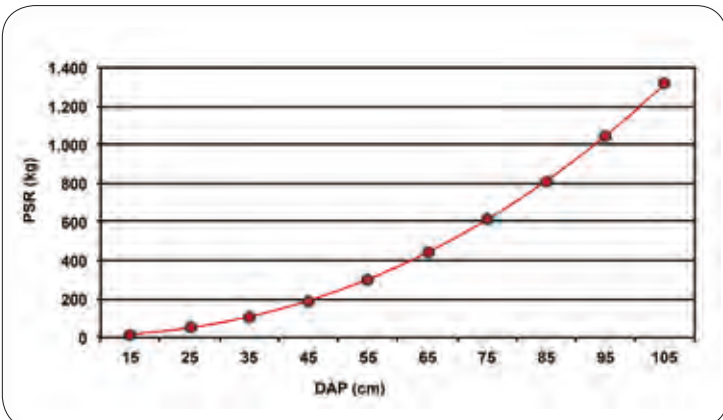
Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m ² /ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Ramas (kg)
15	15,7
25	50,3
35	108,1
45	191,4
55	302,1
65	441,7
75	611,6
85	813,1
95	1.047,1
105	1.314,8

Peso Seco Ramas (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA HOJAS
(Peso seco kg. (PSH))

$$PSH = 1,51381 + EXP (3,64839 + 0,0286759 \cdot DAP)$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R²): 90% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 105,5

Ubicación Geográfica:

Región: Araucanía
Provincia: Malleco
Comuna: Lonquimay



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal

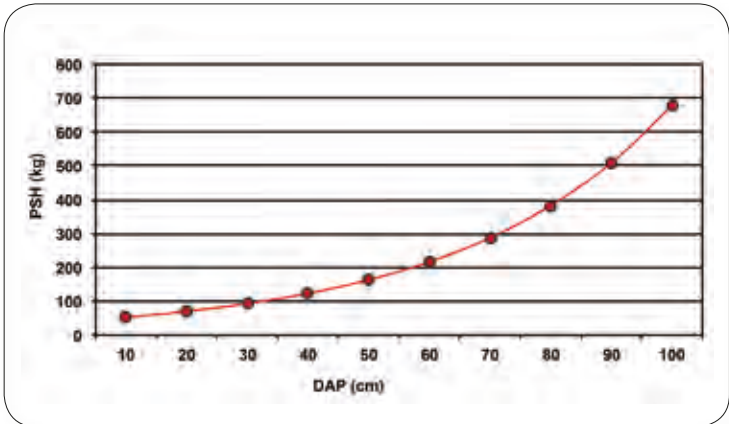


Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)				
E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Hojas (kg)
10	52,7
20	69,7
30	92,3
40	122,5
50	162,6
60	216,1
70	287,4
80	382,4
90	508,9
100	677,4

Peso Seco Hojas (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.

Especie: *Araucaria araucana* ARAUCARIA

FUNCION BIOMASA HOJAS

(Peso seco kg. (PSH))

$$PSH = \text{EXP} (-2,11666 + 1,87393 \cdot \text{Ln DAP})$$

Tamaño muestra (n): 36 Coef. Determinación (R²): 94% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,4

Ubicación Geográfica:

Región: Araucanía
Provincia: Malleco
Comuna: Lonquimay



Localidad / Lugar:
Predio La Fusta

Altitud (msnm)



1290 - 1380

Precipitación (mm)



1500 - 2500

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



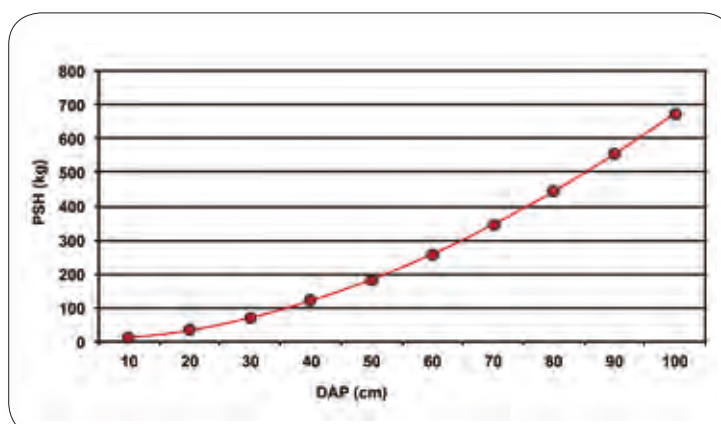
Araucaria

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m ² /ha)	Altura total (m)
39 - 662		10,0 - 126,4	0,01 - 1,25	3,2 - 29,5

DAP (cm)	Peso Seco Hojas (kg)
10	9,0
20	33,0
30	70,6
40	121,0
50	183,9
60	258,7
70	345,4
80	443,6
90	553,2
100	673,9

Peso Seco Hojas (kg)



Fuente: Gayoso, J. (2013a) Corporación Nacional Forestal / Universidad Austral de Chile.



Especie:
Gevuina avellana
AVELLANO

Especie: *Gevuina avellana* AVELLANO

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = EXP (-1,84774 + 2,23221 \cdot \ln DAP)$$

Tamaño muestra (n): 41 Coef. Determinación (R²): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 21,1% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos, Río Bueno, Corral, La Unión, Valdivia.



Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal(m²/ha)	Altura total (m)
		6 - 27		

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	26,9
12	40,4
14	57,0
16	76,8
18	99,9
20	126,4
22	156,4
24	189,9
26	227,0

Altitud (msnm)



200 - 880

Precipitación (mm)



1750 - 4000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval/
Renoval-fustal

Tipo Forestal



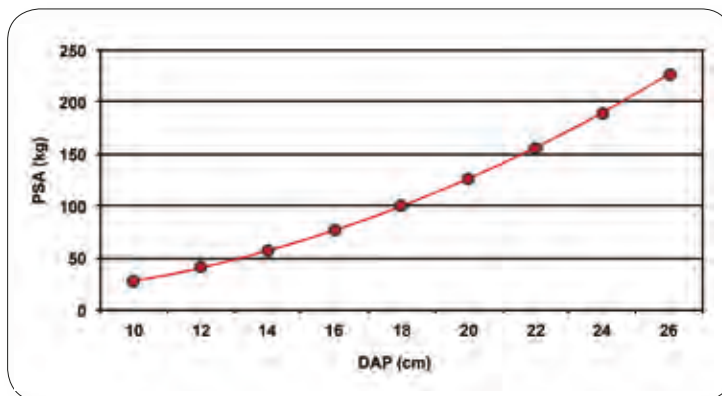
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo/Siempreverde
con intolerantes emergentes/
Siempreverde de tolerantes.

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Gevuina avellana* AVELLANO

FUNCION BIOMASA AEREA

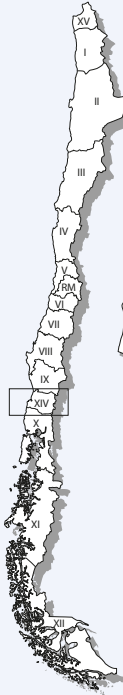
Componentes: fuste / corteza / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = 4,52542 + 0,03998 \cdot DAP^{2,18310} \cdot HT^{0,55509}$$

Tamaño muestra (n): 41 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 19,7% Error estándar (Sxy): s/i

● **Ubicación Geográfica:**

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos, Río Bueno, Corral, La Unión, Valdivia.



Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)				
E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
		6 - 27		

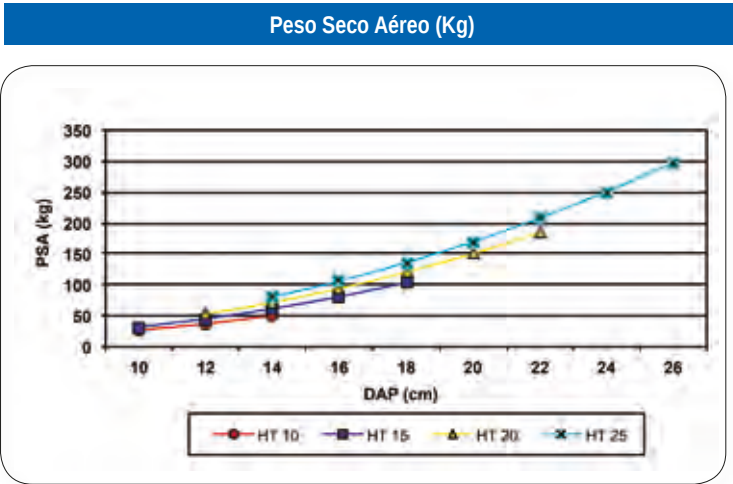
DAP (cm)	Peso Seco Aéreo(Kg)			
	HT (m)			
	10	15	20	25
10	26,4	31,9		
12	37,1	45,3	52,4	
14	50,1	61,6	71,5	80,4
16		81,0	94,2	106,0
18		103,4	120,5	135,8
20			150,5	169,8
22			184,3	208,0
24				250,5
26				297,5

Altitud (msnm) **Precipitación (mm)** **Area:**

 200 - 880  1750 - 4000  P. Andina / C. Costa

Estructura **Tipo Forestal** **Sub Tipo Forestal**

 Adulto, Renoval/ Renoval-fustal  Siempreverde  Renoval Canelo/Siempreverde con intolerantes emergentes/ Siempreverde de tolerantes.



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.



Especie:
Peumus boldus
BOLDO

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA
(Peso seco kg. (PSA))

$$\ln PSA = -0,0837 + 0,7657 \cdot \ln (DMAC \cdot DMEC \cdot HT) + 0,1638 \cdot \ln (HT^2 \cdot DMEC \cdot NR)$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 86% Error Cuadrático Medio (ECM): 25,7% Error estándar (Sxy): s/i

● Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso / Del Maule

Provincia: Valparaíso / Curicó

Comuna: Casablanca / Sagrada Familia.

Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
NR	N	DAP	AB	DMAC	DMEC	HT
Nº de retoños	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro menor de copa (m)	Altura total (m)
> 1 cm				1,6 - 6,5	1 - 3	4 - 6

			Peso Seco Aéreo (Kg)		
			HT (m)		
NR	DMAC (cm)	DMEC (cm)	4	5	6
6	2	1	9,5	12,2	14,9
		2	18,2	23,2	28,3
		3	36,2	46,1	56,3
	3	1	13,0	16,6	20,3
		2	24,8	31,7	38,6
		3	36,2	46,1	56,3
	4	1	16,2	20,7	25,3
		2	30,9	39,5	48,2
		3	45,1	57,5	70,2
	5	1	19,3	24,6	30,0
		2	36,7	46,8	57,1
		3	53,5	68,2	83,3
	6	1	22,1	28,3	34,5
		2	42,2	53,8	65,7
		3	61,5	78,5	95,8

Altitud (msnm) Precipitación (mm) Area:

s/i

s/i

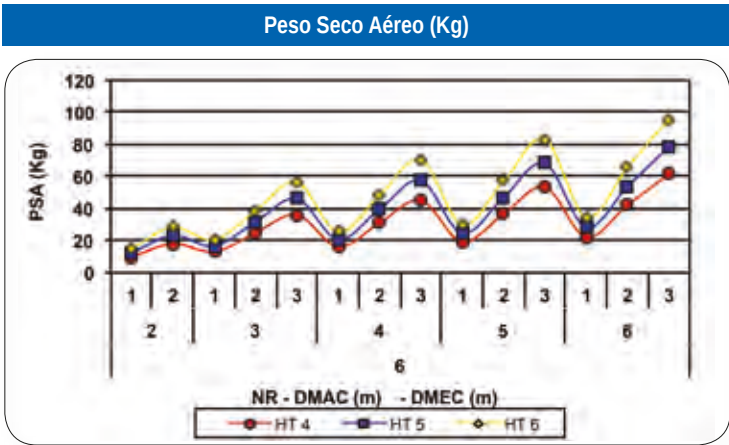
Cordillera de la Costa

Estructura Tipo Forestal Sub Tipo Forestal

s/i

Esclerófilo

s/i



Fuente: Drake, F., Emanuelli, P. & Acuña, E. (2003) Universidad de Concepción, CONAF - KIW - DED - GTZ.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA

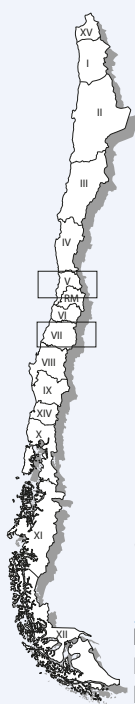
(Peso seco kg. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = -2,3523 + 0,1866 \cdot \text{Ln DAP} + 0,7952 \cdot \text{Ln (DAP}^2 \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 95% Error Cuadrático Medio (ECM): s/ Error estándar (Sxy): 0,13

Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso / Del Maule
Provincia: Valparaíso / Curicó
Comuna: Sagrada Familia.



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro Basal (m²/ha)	Largo copa viva (m)	Altura total (m)
9 - 128		2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8	1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

Peso Seco Aéreo (Kg) HT (m)

DAP (cm)	4	5	6	7	8	9
10	14,5	18,0	21,5			
15	27,5	34,3	41,0	47,7		
20		54,2	64,8	75,4	85,9	96,5
25			92,4	107,5	122,6	137,6
30				143,7	163,8	183,9
35				183,6	209,3	234,9

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



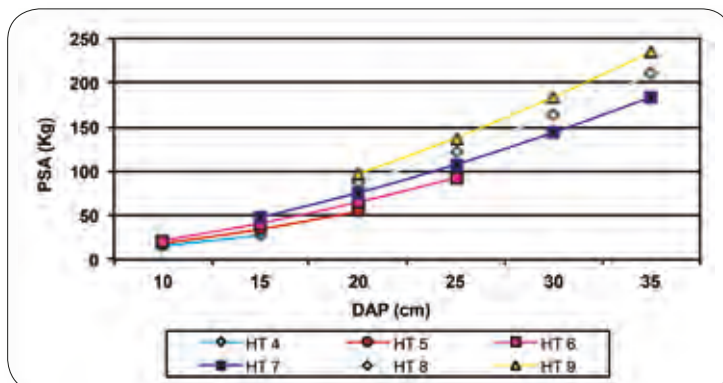
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Toral, M., Kannegiesser, U. & Rosende, R. (1988) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA

Componente nivel de vástago (Peso seco gr. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = 4,133 + 2,3632 \cdot \text{Ln DBV}$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 13,2 Error estándar (Sxy): 0,42

● Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
 Provincia: Melipilla
 Comuna: María Pinto

Localidad / Lugar:
Fundo Loleo.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420		3 - 10		2,1 - 3,5	

DBV (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
3	1,0
4	1,9
5	3,0
6	4,5
7	6,4
8	8,7
9	11,4
10	14,6

Altitud (msnm)
 Precipitación (mm)
 Area:

s/i

454

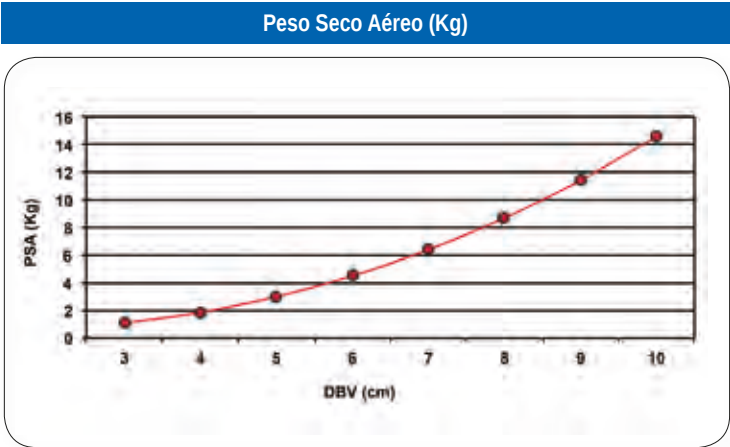
Cordillera de la Costa

Estructura
 Tipo Forestal
 Sub Tipo Forestal

Monte Bajo

Esclerófilo

s/i



Fuente: Durán, L. (2005) Universidad de Chile.

Especie: *Peumos boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA

(Peso seco gr. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = 14,8071 + 1,1583 \cdot \text{Ln AB}$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 10,1 Error estándar (Sxy): 0,12

Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
Provincia: Melipilla
Comuna: María Pinto

Localidad / Lugar:
Fundo Loleo.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Área Basal (m²/ha)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420			3 - 10		2,1 - 3,5

AB (m²)

Peso Seco Aéreo (kg)

AB (m²)	Peso Seco Aéreo (kg)
0,001	0,9
0,003	3,2
0,005	5,8
0,007	8,6
0,009	11,5
0,011	14,5
0,013	17,6
0,015	20,8
0,017	24,0
0,019	27,3
0,021	30,7

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



454

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



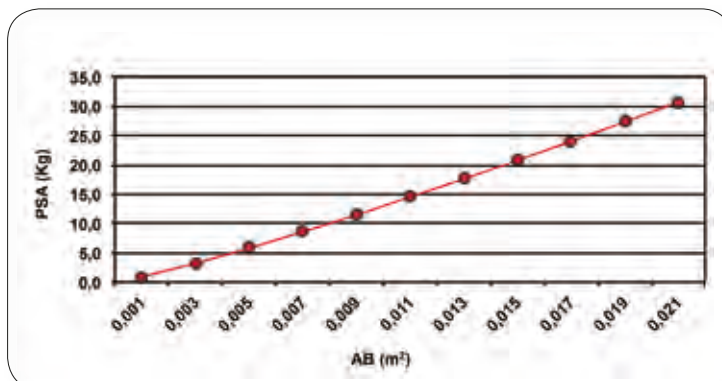
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Donoso, S. & Durán, L. (2007) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA
 (Peso seco gr. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = 5,669 + 1,9159 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 24 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 15,9% Error estándar (Sxy): 0,22

● Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso
 Provincia: Petorca
 Comuna: Papudo

Localidad / Lugar:
 Comunidad de Pullalí.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	1.440 - 3.856	1 - 25,5	0,7 - 5,48	1,99 - 4,70		2,3 - 6,8

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
3	2,4
5	6,3
7	12,1
9	19,5
11	28,7
13	39,5
15	51,9
17	66,0
19	81,7
21	98,9

Altitud (msnm)

s/i

Precipitación (mm)

447

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

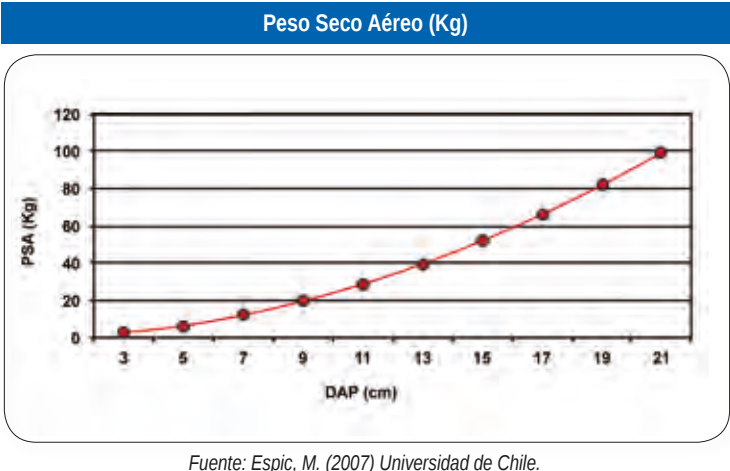
s/i

Tipo Forestal

Esclerófilo

Sub Tipo Forestal

s/i



Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA AEREA

Componente: corteza y hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = EXP (-3,99524 + 1,41035 \cdot \ln DAP + 0,97971 \cdot \ln HT)$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 85% Error Cuadrático Medio (ECM): 19,9% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: L. Bernardo
O'Higgins
Provincia: Cachapoal
Comuna: San Vicente



Localidad / Lugar:

Parcela 163, Colonia P.
Aguirre Cerda.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Diámetro basal (cm)	Largo copa viva (cm)	Altura total (m)
		2,5 - 17,0		5 - 33		0,5 - 5,2
	2.909					

Peso Seco Aéreo (Kg)

DAP (cm)	HT (m)				
	1	2	3	4	5
3	0,1	0,2	0,3		
5	0,2	0,4	0,5		
7	0,3	0,6	0,8	1,1	
9		0,8	1,2	1,6	2,0
11		1,1	1,6	2,1	2,6
13			2,0	2,7	3,3
15				3,3	4,1
17				3,9	4,8

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo predominante

Tipo Forestal



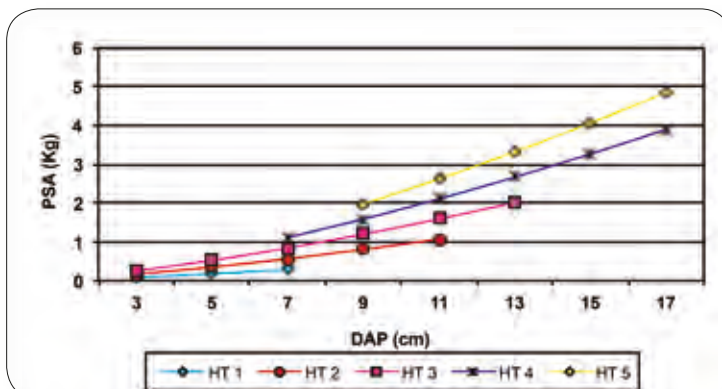
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Corporación Nacional Forestal - Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología (2004).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA FUSTE

(Peso seco gr. (PSF))

$$\text{Ln PSF} = 4,0710 - 0,0937 \cdot \text{Ln HT} + 0,8610 \cdot \text{Ln (DAP}^2 \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 96% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,08

Ubicación Geográfica:

Región: Del Maule
Provincia: Curicó
Comuna: Sagrada Familia



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Diámetro basal (cm)	Largo copa viva (cm)	Altura total (m)
9 - 128		2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8	1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

DAP (cm)	Peso Seco Fuste (Kg)					
	HT (m)					
	4	5	6	7	8	9
10	9,0	10,6	12,2			
15	18,0	21,4	24,6	27,6		
20		35,1	40,3	45,4	50,3	55,0
25			59,2	66,6	73,8	80,8
30				91,2	101,1	110,6
35				118,9	131,8	144,2

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



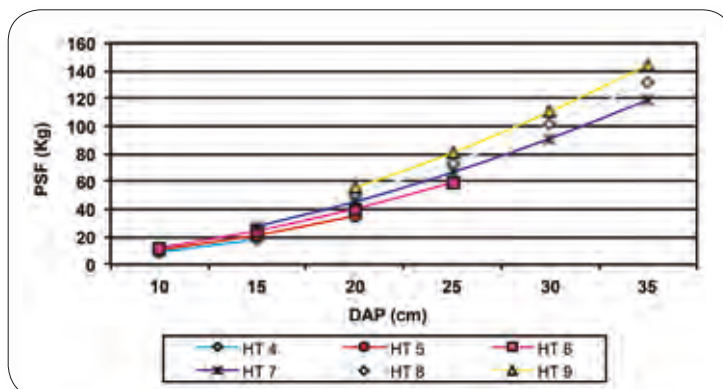
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Fuste (Kg)



Fuente: Toral, M., Kannegiesser, U. & Rosende, R. (1988) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA FUSTE

Componente nivel de vástago (Peso seco gr. (PSF))

$$\text{Ln PSF} = 3,475 + 2,67985 \cdot \text{Ln DBV}$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 20,5 Error estándar (Sxy): 0,46

Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
Provincia: Melipilla
Comuna: María Pinto



Localidad / Lugar:
Fundo Loleo.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Área basal (m²/ha)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420			3 - 10		2,1 - 3,5

DBV (cm)	Peso Seco Fuste (kg)
3	0,8
4	1,6
5	2,6
6	4,2
7	6,2
8	8,7
9	11,9
10	15,7

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



454

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



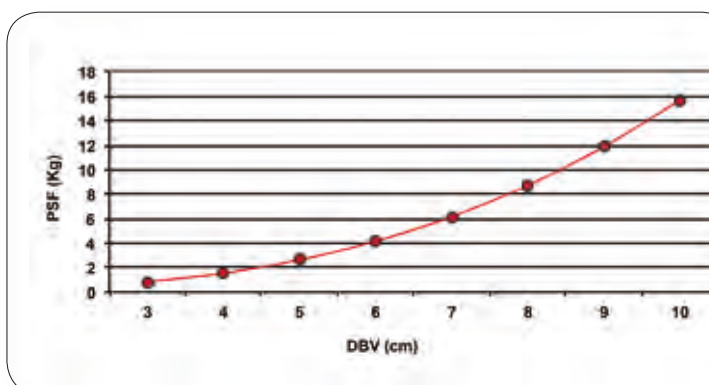
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Fuste (Kg)



Fuente: Durán, L. (2005) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA FUSTE
 (Peso seco gr. (PSF))

$$\text{Ln PSF} = 15,303 + 1,3037 \cdot \text{Ln AB}$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 19,4 Error estándar (Sxy): 0,20

● Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
 Provincia: Melipilla
 Comuna: María Pinto

Localidad / Lugar:
 Fundo Loleo.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Área basal (m2/ha)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420			3 - 10		2,1 - 3,5

AB (m²)	Peso Seco Fuste (kg)
0,001	0,5
0,003	2,3
0,005	4,4
0,007	6,9
0,009	9,5
0,011	12,4
0,013	15,4
0,015	18,5
0,017	21,8
0,019	25,2
0,021	28,8

Altitud (msnm)

Precipitación (mm)

Area:

s/i

454

Cordillera de la Costa

Estructura

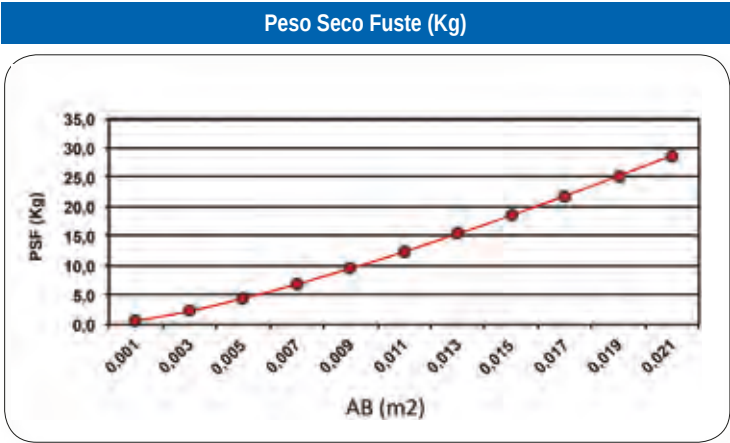
Tipo Forestal

Sub Tipo Forestal

Monte bajo

Esclerófilo

s/i



Fuente: Donoso, S. & Durán, L. (2007) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA FUSTE

(Peso seco gr. (PSF))

$$\text{Ln PSF} = 5,363 + 1,9912 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 24 Coef. Determinación (R²): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 25,8% Error estándar (Sxy): 0,28

Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso
Provincia: Petorca
Comuna: Papudo



Localidad / Lugar:
Comunidad de Pullally.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	AB	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Area basal (m²/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	1.440 - 3.856	1 - 25,5	0,7 - 5,48	1,99 - 4,70		2,3 - 6,8

DAP (cm)	Peso Seco Fuste (kg)
3	1,9
5	5,3
7	10,3
9	17,0
11	25,3
13	35,3
15	46,9
17	60,1
19	75,1
21	91,6

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



447

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



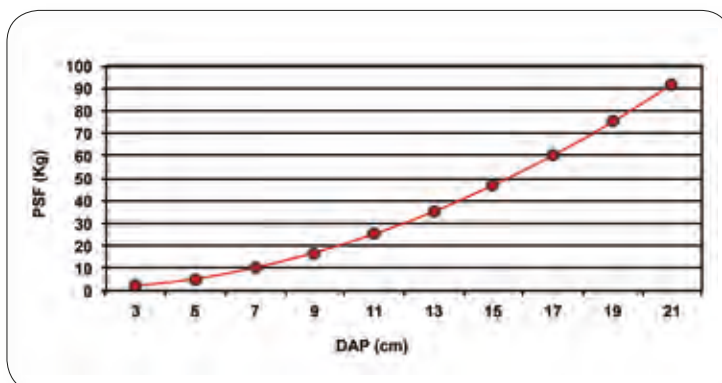
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Fuste (Kg)



Fuente: Espic, M. (2007) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA RAMAS
(Peso seco gr. (PSR))

$$\text{Ln PSR} = 2,2100 - 0,3300 \cdot \text{Ln DAP} + 1,1500 \cdot \text{Ln (DAP}^2 \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 91% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,32

● **Ubicación Geográfica:**

Región: Del Maule
Provincia: Curicó
Comuna: Sagrada Familia



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal (cm)	Largo copa viva (cm)	Altura total (m)
9 - 128		2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8	1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

DAP (cm)	Peso Seco Ramas (Kg)					
	HT (m)					
	4	5	6	7	8	9
10	4,2	5,4	6,7			
15	9,3	12,0	14,8	17,7		
20		21,2	26,2	31,2	36,4	41,7
25			40,6	48,5	56,5	64,7
30				69,4	81,0	92,7
35				94,1	109,7	125,6

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal

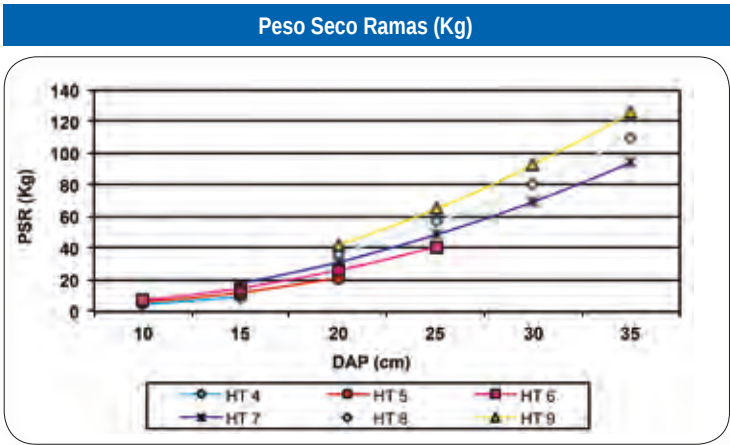


Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i



Fuente: Toral, M., Kannegiesser, U. & Rosende, R. (1988) Instituto Forestal (CIFOR)

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA RAMAS

(Peso seco kg. (PSR))

$$\ln \text{PSR} = -0,1403 + 1,0276 \cdot \ln (\text{DMAC} \cdot \text{DMEC} \cdot \text{HT})$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 92% Error Cuadrático Medio (ECM): 29,3% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso / Del Maule
Provincia: Valparaíso / Curicó
Comuna: Casablanca / Sagrada Familia



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

NR	N	DAP	AB	DMAC	DMEC	HT
Nº de retoños	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro menor de copa (m)	Altura total (m)
> 1 cm				1,6 - 6,5	1 - 3	4 - 6

Peso Seco Ramas (Kg)

DMAC (m)	DMEC (m)	HT (m)		
		4	5	6
2	1,0	7,4	9,3	11,2
	1,5	11,2	14,0	16,9
	2,0	15,0	18,9	22,8
3	1,5	16,9	21,3	25,7
	2,0	22,8	28,6	34,5
	2,5	28,6	36,0	43,4
4	2,0	30,6	38,5	46,4
	2,5	38,5	48,4	58,4
	3,0	46,4	58,4	70,4
5	2,0	38,5	48,4	58,4
	2,5	48,4	60,9	73,4
	3,0	58,4	73,4	88,6

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



s/i

Tipo Forestal



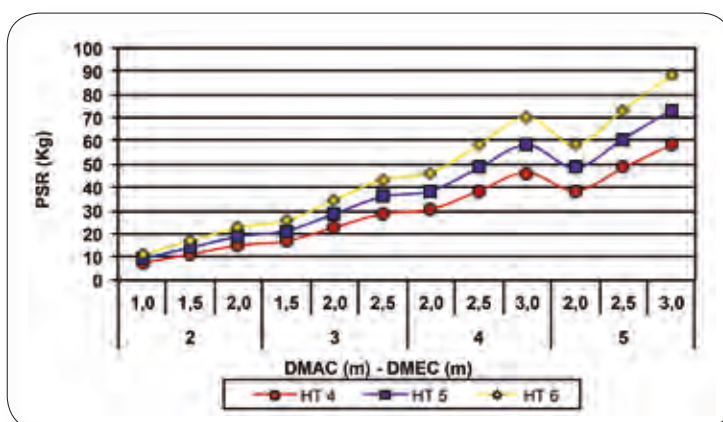
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Ramas(Kg)



Fuente: Aguirre, S. & Infante, P. (1988) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumos boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA RAMAS
 (Peso seco gr. (PSR))

$$PSR = 59,7809 + 3,5233 \cdot (DBR \cdot LR)^2 + 32,6156 \cdot (LR^2 \cdot DBR)$$

Tamaño muestra (n): 88 Coef. Determinación (R²): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 620,4

Ubicación Geográfica:

Región: Del Maule
 Provincia: Talca
 Comuna: San Clemente

Localidad / Lugar:
 Predio Cordillera (UC)

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
DAP	DMAC	DB	DBR	LR	LCV	HT
Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal (cm)	Diámetro basal de rama (cm)	Largo de rama (m)	Largo copa viva (m)	Altura total retoño más alto (m)
2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8			1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

DBR (cm)	Peso Seco Ramas (Kg)			
	LR (m)			
	1	2	3	4
3	0,2	0,6	1,2	2,1
4	0,2	0,8	1,7	3,0
5	0,3	1,1	2,3	4,1
6	0,4	1,3	3,0	5,2
7	0,5	1,7	3,7	6,5
8	0,5	2,0	4,4	7,8

Altitud (msnm)

450 - 600

Precipitación (mm)

1.089

Area:

Precordillera Andina

Estructura

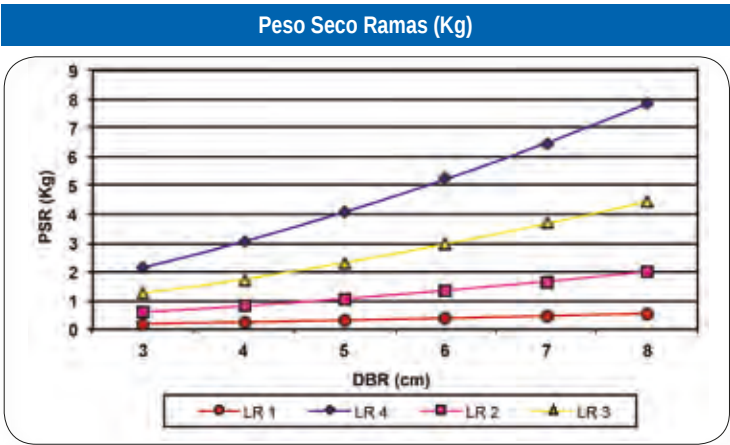
s/i

Tipo Forestal

s/i

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Kannegiesser, U. (1987) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA RAMILLAS

(Peso seco gr. (PSRm))

$$\text{Ln PSRm} = 1,719 + 1,6994 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 24 Coef. Determinación (R²): 90% Error Cuadrático Medio (ECM): 51,2% Error estándar (Sxy): 0,45

Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso
Provincia: Petorca
Comuna: Papudo



Localidad / Lugar:
Comunidad de Pullally.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	AB	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Area basal (m2/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	1.440 - 3.856	1 - 25,5	0,7 - 5,48	1,99 - 4,70		2,3 - 6,8

DAP (cm)	Peso Seco Ramillas (kg)
3	0,04
5	0,09
7	0,15
9	0,23
11	0,33
13	0,44
15	0,56
17	0,69
19	0,83
21	0,99

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



447

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



s/i

Tipo Forestal



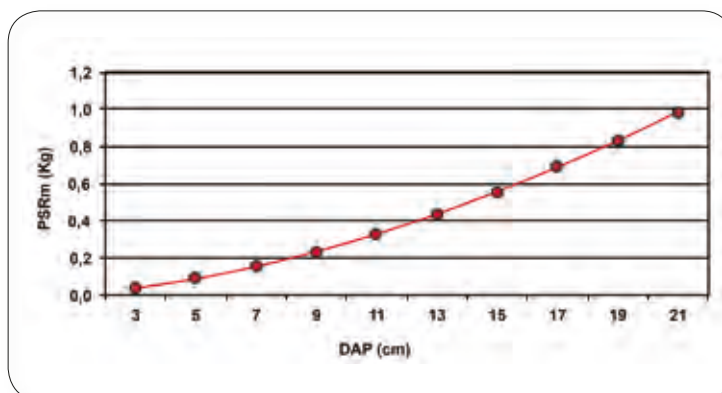
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Ramillas (Kg)



Fuente: Espic, M. (2007) Universidad de Chile.

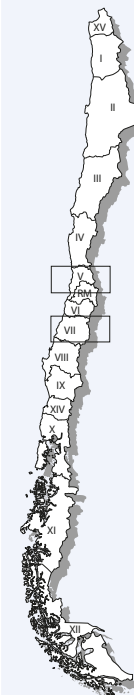
Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS
(Peso seco kg. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = -0,2379 + 1,2412 \cdot \text{Ln DMEC} + 0,2627 \cdot \text{Ln (NR} \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 88% Error Cuadrático Medio (ECM): 32,7% Error estándar (Sxy): s/i

● **Ubicación Geográfica:**



Región: Valparaíso / Del Maule

Provincia: Valparaíso / Curicó

Comuna: Casablanca / Sagrada Familia



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
NR	N	DAP	AB	DMAC	DMEC	HT
Nº de retoños	Dens (árb/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro menor de copa (m)	Altura total (m)
> 1 cm				1,6 - 6,5	1 - 3	4 - 6

		Peso Seco Hojas (Kg)		
		HT (m)		
NR	DMEC (m)	4	5	6
2	1	1,4	1,4	1,5
	2	3,2	3,4	3,6
	3	5,3	5,6	5,9
4	1	1,6	1,7	1,8
	2	3,9	4,1	4,3
	3	6,4	6,8	7,1
6	1	1,8	1,9	2,0
	2	4,3	4,6	4,8
	3	7,1	7,5	7,9
8	1	2,0	2,1	2,2
	2	4,6	4,9	5,2
	3	7,7	8,1	8,5

Altitud (msnm)

s/i

Precipitación (mm)

s/i

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

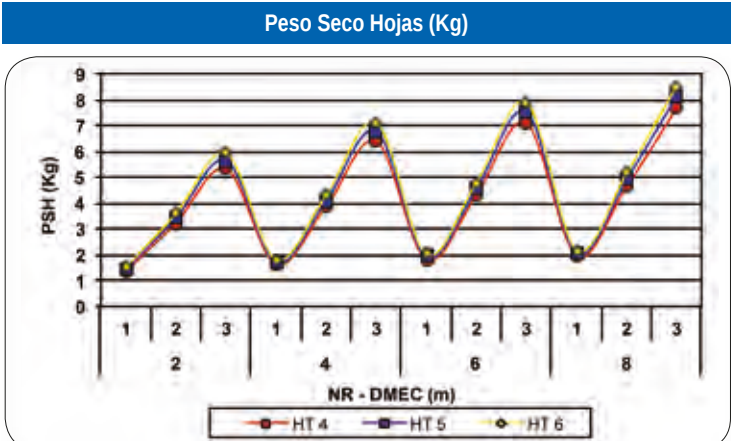
s/i

Tipo Forestal

Esclerófilo

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Drake, F., Emanuelli, P. & Acuña, E. (2003) Universidad de Concepción, CONAF - KfW - DED - GTZ.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

(Peso seco gr. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = 3,6100 + 0,7500 \cdot \text{Ln DAP} + 0,375 \cdot \text{Ln (DAP}^2 \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 78% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,44

Ubicación Geográfica:

Región: Del Maule
Provincia: Curicó
Comuna: Sagrada Familia



Localidad / Lugar:
Fundo Los Quillayes de
Peteroa.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Diámetro basal (cm)	Largo copa viva (cm)	Altura total (m)
9 - 128		2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8	1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

Peso Seco Hojas (Kg)

DAP (cm)	HT (m)					
	4	5	6	7	8	9
10	2,0	2,1	2,3			
15	3,6	3,9	4,2	4,5		
20		6,0	6,5	6,9	7,2	7,5
25			9,0	9,6	10,1	10,5
30				12,6	13,2	13,8
35				15,9	16,7	17,4

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



447

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



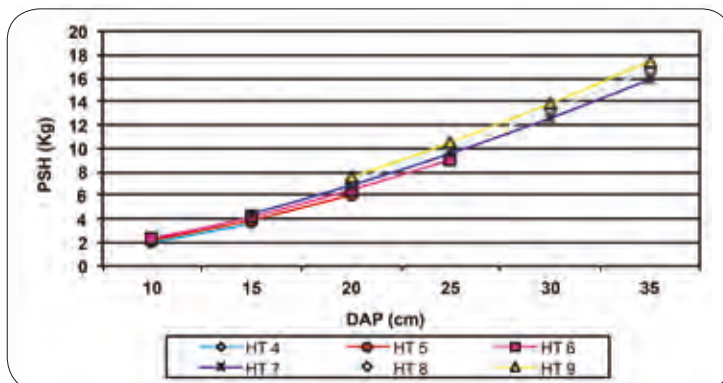
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Hojas (Kg)



Fuente: Toral, M., Kannegiesser, U. & Rosende, R. (1988) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

Componente nivel de vástago (Peso seco gr. (PSH))

$$Ln\ PSH = 3,133 + 1,90447 \cdot Ln\ DBV$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 95% Error Cuadrático Medio (ECM): 19,1 Error estándar (Sxy): 0,59

Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
 Provincia: Melipilla
 Comuna: María Pinto

Localidad / Lugar:
 Fundo Loleo

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area basal (m²/ha)	Diámetro basal de vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420			3 - 10		2,1 - 3,5

DBV (cm)	Peso Seco Hojas (kg)
3	0,5
4	0,6
5	0,8
6	1,0
7	1,2
8	1,5
9	1,8
10	2,1

Altitud (msnm)

s/i

Precipitación (mm)

454

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

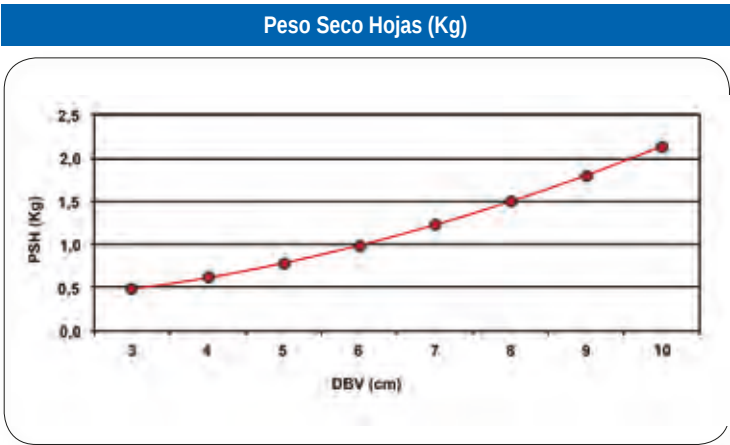
Monte bajo

Tipo Forestal

Esclerófilo

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Durán, L. (2005) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

(Peso seco gr. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = 12,2904 + 0,9592 \cdot \text{Ln AB}$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): 2,19 Error estándar (Sxy): 0,06

Ubicación Geográfica:

Región: Metropolitana
Provincia: Melipilla
Comuna: María Pinto

Localidad / Lugar:
Fundo Loleo

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal m²/ha	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
3 - 18	480 - 1.420			3 - 10		2,1 - 3,5

AB (m²)	Peso Seco Hojas (kg)
0,001	0,3
0,003	0,8
0,005	1,4
0,007	1,9
0,009	2,4
0,011	2,9
0,013	3,4
0,015	3,9
0,017	4,4
0,019	4,9
0,021	5,3

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



454

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



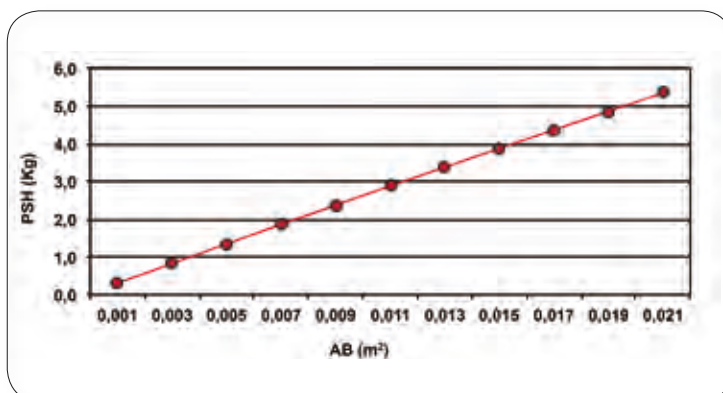
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Hojas (Kg)



Fuente: Donoso, S. & Durán, L. (2007) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

Componente nivel de vástago (Peso seco gr. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = 1,971 + 1,688 \cdot \text{DBV} - 0,233 \cdot \text{DBV}^2 + 0,012 \cdot \text{DBV}^3$$

Tamaño muestra (n): 45 Coef. Determinación (R²): 79% Error Cuadrático Medio (ECM): 16,4% Error estándar (Sxy): 0,33

● Ubicación Geográfica:

Región: L. Bernardo O'Higgins
 Provincia: Cachapoal
 Comuna: Peumo

 Localidad / Lugar:
 Fundo Codao

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DMAC	DBV	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal del vástago (cm)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	458 - 571		0,7 - 5,48			4.2

DBV (cm)	Peso Seco Hojas (kg)
3	0,2
4	0,3
5	0,4
6	0,5
7	0,7

Altitud (msnm)

 1.000

Precipitación (mm)

 708

Area:

 Cordillera de la Costa

Estructura

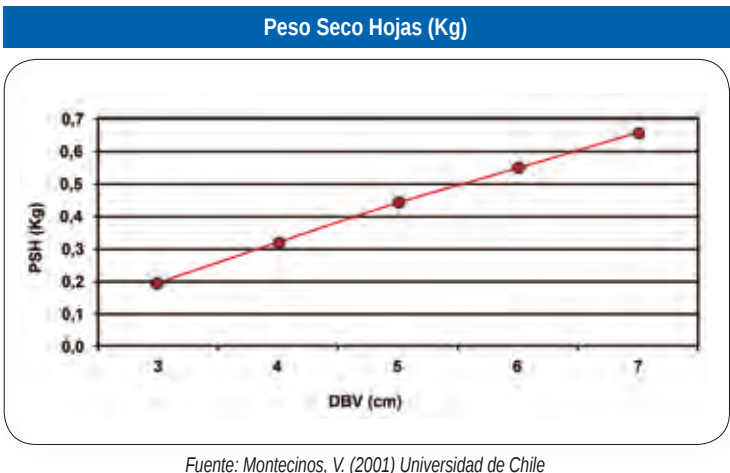
 Monte bajo

Tipo Forestal

 Esclerófilo

Sub Tipo Forestal

 s/i



Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

(Peso seco gr. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = 5,043 + 0,394 \cdot \text{Ln NV}^2 + 0,228 \cdot \text{Ln DMAC}^2 + 0,383 \cdot \text{Ln HT}$$

Tamaño muestra (n): 45 Coef. Determinación (R²): 78% Error Cuadrático Medio (ECM): 18,3% Error estándar (Sxy): 0,28

Ubicación Geográfica:

Región: L. Bernardo
O'Higgins

Provincia: Cachapoal

Comuna: Peumo

Localidad / Lugar:

Codao

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DBV	NV	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal de vástago (cm)	Número de vástagos (cm)	Altura total (m)
	458 - 571		0,7 - 5,48			4,2

Peso Seco Hojas (Kg)

		HT (m)			
NV	DMAC (m)	3	4	5	6
3	2	0,8	0,9	0,9	1,0
	3	0,9	1,0	1,1	1,2
	4	1,1	1,2	1,3	1,4
	5	1,2	1,3	1,4	1,5
6	2	1,3	1,5	1,6	1,7
	3	1,6	1,8	1,9	2,1
	4	1,8	2,0	2,2	2,4
	5	2,0	2,3	2,5	2,6
9	2	1,8	2,0	2,2	2,4
	3	2,2	2,5	2,7	2,9
	4	2,5	2,8	3,1	3,3
	5	2,8	3,1	3,4	3,6
12	2	2,3	2,6	2,8	3,0
	3	2,8	3,1	3,4	3,6
	4	3,1	3,5	3,8	4,1
	5	3,5	3,9	4,2	4,5

Altitud (msnm)



1.000

Precipitación (mm)



708

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



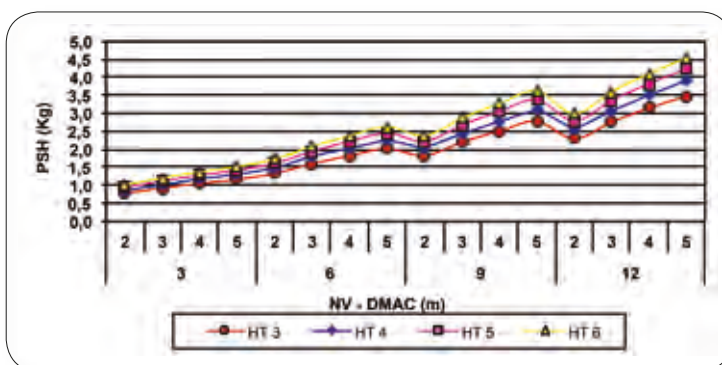
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Hojas (Kg)



Fuente: Montecinos, V. (2001) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS
 (Peso seco gr. (PSH))

$$\text{Ln PSH} = 4,215 + 1,5584 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 24 Coef. Determinación (R²): 92% Error Cuadrático Medio (ECM): 33,5% Error estándar (Sxy): 0,36

Ubicación Geográfica:

Región: Valparaíso
 Provincia: Petorca
 Comuna: Papudo

Localidad / Lugar:
 Comunidad de Pullally.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DMAC	AB	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (cm)	Area basal (m²/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	1.440 - 3.856	1 - 25,5	0,7 - 5,48	1,99 - 4,70		2,3 - 6,8

DAP (cm)	Peso Seco Hojas (kg)
3	0,4
5	0,8
7	1,4
9	2,1
11	2,8
13	3,7
15	4,6
17	5,6
19	6,7
21	7,8

Altitud (msnm)

s/i

Precipitación (mm)

447

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

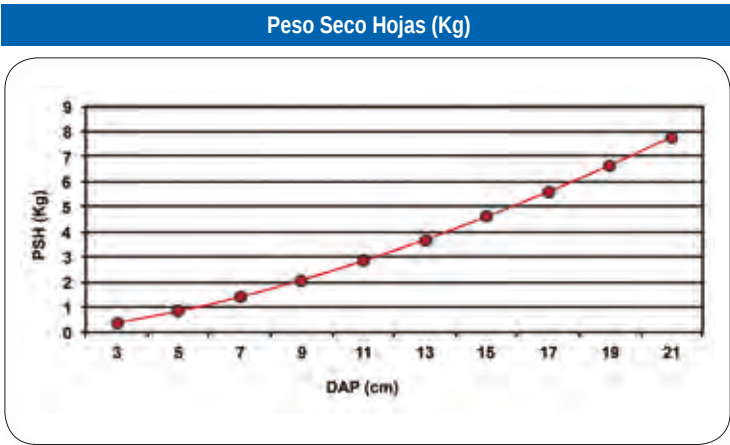
s/i

Tipo Forestal

Esclerófilo

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Espic, M. (2007) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS

(Peso seco kg. (PSH))

$$PSH = 0,02849 \cdot (NR \cdot DBM) + 0,009021 \cdot (DBM \cdot HT \cdot DBm)$$

Tamaño muestra (n): 88 Coef. Determinación (R²): 77% Error Cuadrático Medio (ECM): 38,2% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Del Maule
Provincia: Talca
Comuna: San Clemente



Localidad / Lugar:
Predio Cordillera (UC)

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DBM	DBm	NR	HT
Edad (años)	Dens (árboles/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal retoño mayor diámetro (cm)	Diámetro basal retoño menor diámetro (cm)	Número de retoños (cm)	Altura total retoño más alto (m)
	340		≥ 0,5	≥ 0,5		

Peso Seco Hojas (Kg)

DBM (cm)	DBm (cm)	NR	HT (m)			
			2	3	4	5
3	1	2	0,2	0,3	0,3	0,3
	2	4	0,5	0,5	0,6	0,6
6	1	2	0,5	0,5	0,6	0,6
	3	4	1,0	1,2	1,3	1,5
	5	6	1,6	1,8	2,1	2,4
9	1	2	0,7	0,8	0,8	0,9
	3	4	1,5	1,8	2,0	2,2
	5	6	2,4	2,8	3,2	3,6
12	1	2	0,9	1,0	1,1	1,2
	3	4	2,0	2,3	2,7	3,0
	5	6	3,1	3,7	4,2	4,8
15	1	2	1,1	1,3	1,4	1,5
	3	4	2,5	2,9	3,3	3,7
	5	6	3,9	4,6	5,3	5,9

Altitud (msnm)



450 - 600

Precipitación (mm)



1.089

Area:



Precordillera Andina

Estructura



s/i

Tipo Forestal



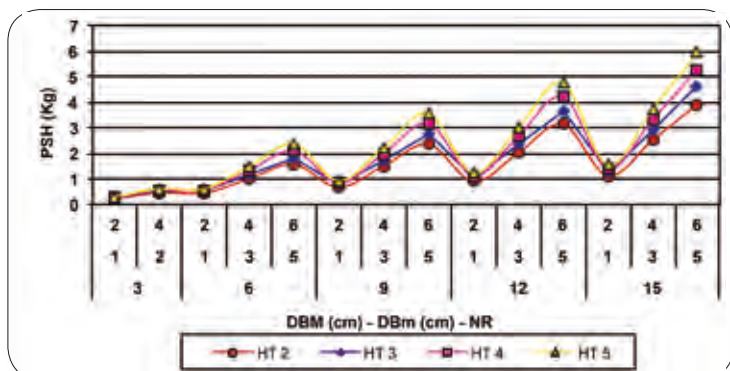
s/i

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Hojas (Kg)



Fuente: Rodríguez, C. & Vergara, D. (2004) Instituto Forestal.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA HOJAS
(Peso seco kg. (PSH))

$$PSH = EXP (-3,38121 + 1,53474 \cdot \ln DAP + 0,46378 \cdot \ln HT)$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 75% Error Cuadrático Medio (ECM): 27,7% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: L. Bernardo O'Higgins
Provincia: Cachapoal
Comuna: San Vicente

Pichilemu
Rancagua
San Fernando

Localidad / Lugar:
Parcela 163, Colonia P. Aguirre Cerda.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal	Largo Copa viva (m)	Altura total (m)
		2,5 - 17,0		5 - 33		0,5 - 5,2
	2.909					

DAP (cm)	Peso Seco Hojas (Kg)				
	HT (m)				
	1	2	3	4	5
3	0,2	0,3	0,3		
5	0,4	0,6	0,7		
7	0,7	0,9	1,1	1,3	
9		1,4	1,6	1,9	2,1
11		1,9	2,2	2,6	2,8
13			2,9	3,3	3,7
15				4,1	4,6
17				5,0	5,5

Altitud (msnm) Precipitación (mm) Area:

s/i

s/i

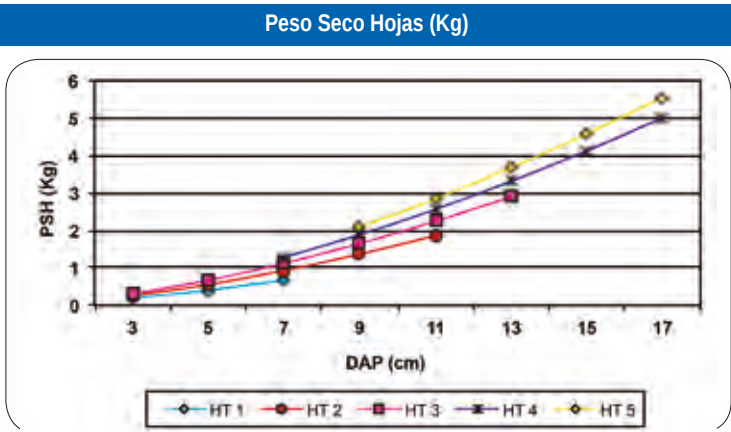
Cordillera de la Costa

Estructura Tipo Forestal Sub Tipo Forestal

Monte bajo predominante

Esclerófilo

s/i



Fuente: Corporación Nacional Forestal - Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología (2004).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA CORTEZA

(Peso seco gr. (PSC))

$$\text{Ln PSC} = 2,2784 + 0,5681 \cdot \text{Ln DAP} + 0,5215 \cdot \text{Ln (DAP}^2 \cdot \text{HT)}$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 92% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,17

Ubicación Geográfica:

Región: Del Maule
Provincia: Curico
Comuna: Sagrada Familia



Localidad / Lugar:

Fundo Los Quillayes de Peteroa

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal	Largo Copa viva (m)	Altura total (m)
9 - 128		2,4 - 38,2	1,2 - 8,2	3,1 - 53,8	1,7 - 6,6	3,3 - 10,4

Peso Seco Corteza (Kg)

DAP (cm)	HT (m)					
	4	5	6	7	8	9
10	0,8	0,9	1,0			
15	1,6	1,8	2,0	2,1		
20		2,8	3,1	3,4	3,6	3,8
25			4,4	4,8	5,2	5,5
30				6,5	6,9	7,4
35				8,3	8,9	9,4

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



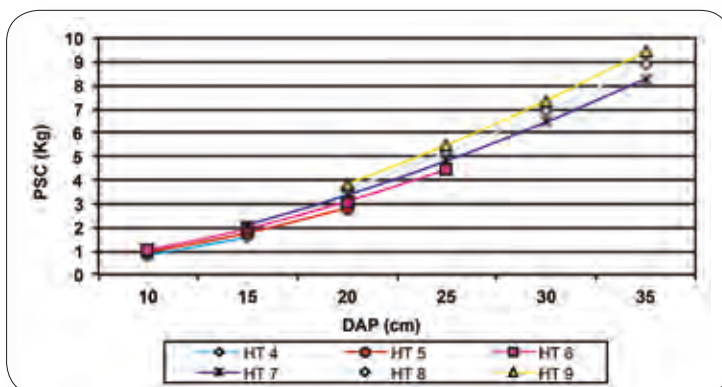
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Corteza (Kg)



Fuente: Toral, M., Kannegiesser, U. & Rosende, R. (1988) Instituto Forestal (CIFOR).

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA CORTEZA
(Peso seco gr. (PSC))

$$\text{Ln PSC} = -4,163 + 3,4881 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 24 Coef. Determinación (R²): 92% Error Cuadrático Medio (ECM): 23,3% Error estándar (Sxy): 0,45

● **Ubicación Geográfica:**

Región: Valparaíso
Provincia: Petorca
Comuna: Papudo



Localidad / Lugar:
Comunidad de Pullalí.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DMAC	AB	DR	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Área basal (m²/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Altura total (m)
	1.440 - 3.856	1 - 25,5	0,7 - 5,48	1,99 - 4,70		2,3 - 6,8

DAP (cm)	Peso Seco Corteza (kg)
3	0,00
5	0,00
7	0,01
9	0,03
11	0,07
13	0,12
15	0,20
17	0,30
19	0,45
21	0,64

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



447

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



s/i

Tipo Forestal

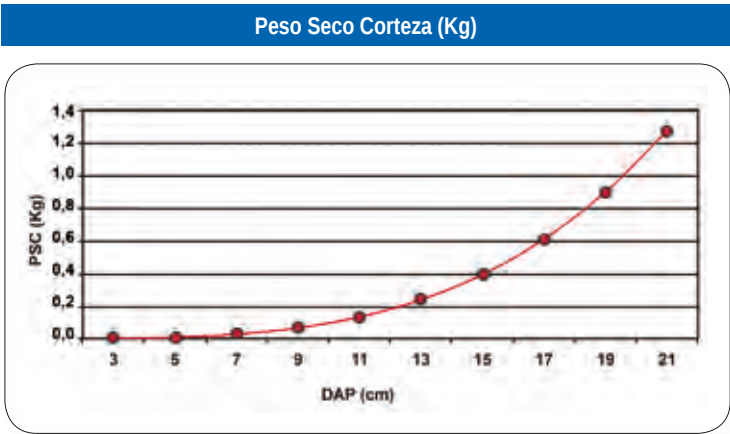


Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i



Fuente: Espic, M. (2007) Universidad de Chile.

Especie: *Peumus boldus* BOLDO

FUNCION BIOMASA CORTEZA

(Peso seco kg. (PSC))

$$PSC = EXP (-6,42692 + 0,99551 \cdot \ln DAP + 2,25843 \cdot \ln HT)$$

Tamaño muestra (n): 25 Coef. Determinación (R²): 86% Error Cuadrático Medio (ECM): 8,4% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: L. Bernardo
O'Higgins
Provincia: Cachapoal
Comuna: San Vicente



Localidad / Lugar:
Parcela 163, Colonia P.
Aguirre Cerda.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DMAC	DB	LCV	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal (cm)	Largo Copa viva (m)	Altura total (m)
		2,5 - 17,0		5 - 33		0,5 - 5,2
	2.909					

Peso Seco Corteza (Kg)

DAP (cm)	HT (m)				
	1	2	3	4	5
3	0,0	0,0	0,1		
5	0,0	0,0	0,1		
7	0,0	0,1	0,1	0,3	
9		0,1	0,2	0,3	0,5
11		0,1	0,2	0,4	0,7
13			0,2	0,5	0,8
15				0,5	0,9
17				0,6	1,0

Altitud (msnm)



s/i

Precipitación (mm)



s/i

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Monte bajo predominante

Tipo Forestal



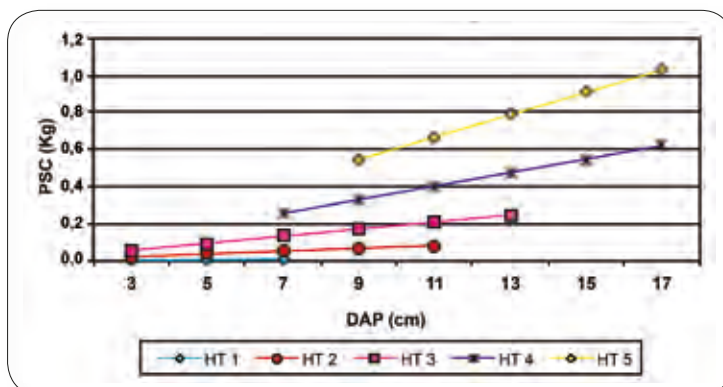
Esclerófilo

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Corteza (Kg)



Fuente: Corporación Nacional Forestal - Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología (2004).



Especie:
Drimys winteri
CANELO

Especie: *Drimys winteri* CANELO

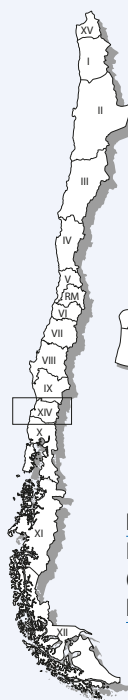
FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = -5,73651 + \text{EXP} (3,25257 + 0,07943 \cdot \text{DAP})$$

Tamaño muestra (n): 43 Coef. Determinación (R²a): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 26,3 Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:



Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia



Localidad / Lugar:

Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area Basal (m²/ha)	Altura total (m)
		6 - 52		

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	51,5
15	79,4
20	120,9
25	182,6
30	274,5
35	411,1
40	614,3
45	916,6
50	1.366,3

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal



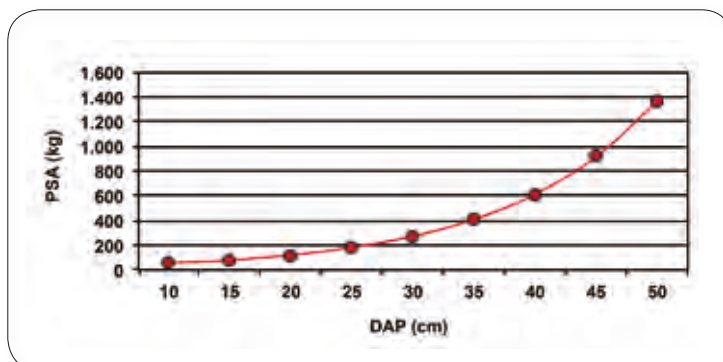
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Drimys winteri* CANELO

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste comercial / fuste no comercial / ramas / hojas (Peso seco kg. (PSA))

$$\ln PSA = -1,863 + 2,090 \cdot \ln DB$$

Tamaño muestra (n): 43 Coef. Determinación (R²a): 94% Error Cuadrático Medio (ECM): s/ Error estándar (Sxy): 0,33

● **Ubicación Geográfica:**



Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia



Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llanacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)					
E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		5 - 51,5			

DB (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	19,1
15	44,6
20	81,3
25	129,6
30	189,7
35	261,8
40	346,1
45	442,7
50	551,8

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal

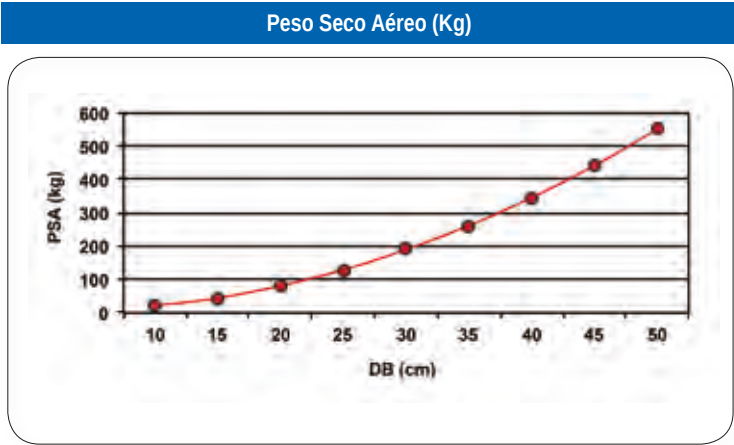


Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes



Fuente: Schlegel, B. (2001) Universidad Austral de Chile.

Especie: *Drimys winteri* CANELO

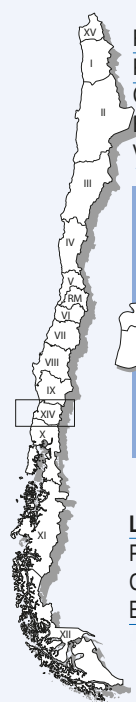
FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / follaje / ramas (Peso seco kg. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = -1,7899 + 2,0567 \cdot \text{Ln DB}$$

Tamaño muestra (n): 33 Coef. Determinación (R²a): 94% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,33

Ubicación Geográfica:



Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río
Bueno / Corral/La Unión /
Valdivia



Localidad / Lugar:

Putraique, San Juan, Boquial,
Chaihuín, Llancacura,
Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		> 10			

DB (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	19,0
15	43,8
20	79,2
25	125,3
30	182,2
35	250,2
40	329,3
45	419,6
50	521,1

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval /
Renoval-fustal

Tipo Forestal



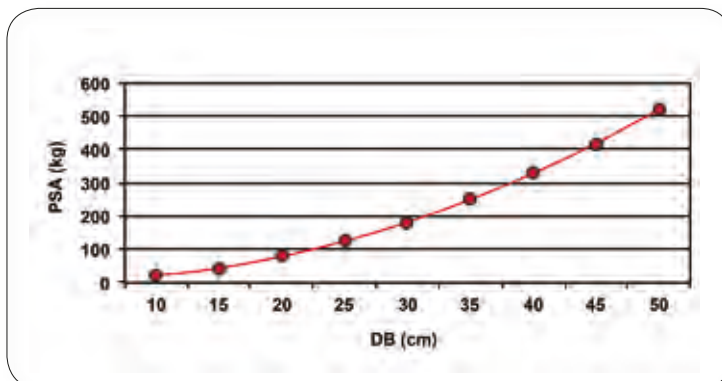
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes
emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J. (2001) Universidad Austral de Chile.

Especie:
 Drimys winteri
 CANELO

FUNCION BIOMASA RAICES

(Peso seco kg. (PSRaíz))

$$PSRaíz = 0,00155 \cdot DAP^{4,79793} \cdot DB^{-1,55526}$$

Tamaño muestra (n): 12
 Coef. Determinación (R²a): 99%
 Raíz Error Cuadrático Medio (RECM): 18,6%
 Error estándar (Sxy): s/i

● Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
 Provincia: Valdivia / Ranco
 Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia

Localidad / Lugar:
 Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llanacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	DB	DRz	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Diámetro raíces (mm)	Area Basal m²/ha)	Altura total (m)
		6 - 52		> 5		

Peso Seco Raíces (Kg)					
DB (cm)					
DAP	10	20	30	40	50
9,3	1,9				
9,5	2,1				
9,7	2,3				
19,3		21,6			
19,5		22,7			
19,7		23,9			
29,3			85,3		
29,5			88,1		
29,7			91,0		
39,3				223,1	
39,5				228,6	
39,7				234,2	
49,3					467,9
49,5					477,1
49,7					486,4

Altitud (msnm)
 Precipitación (mm)
 Area:

80 - 880

1.500 - 4.000

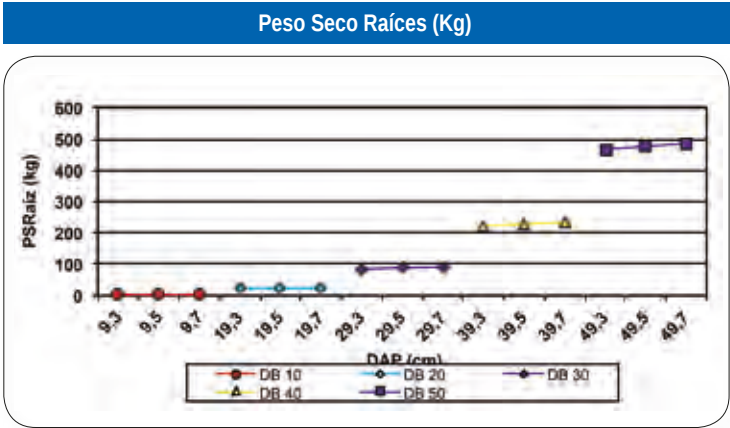
P. Andina / C. Costa

Estructura
 Tipo Forestal
 Sub Tipo Forestal

Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Siempreverde

Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Drimys winteri* CANELO

FUNCION BIOMASA RAICES

(Peso seco kg. (PSRaíz))

$$PSRaíz = (-1,48839 + 0,35960 \cdot DAP)^2$$

Tamaño muestra (n): 12 Coef. Determinación (R²a): 97% Error Cuadrático Medio (ECM): 29,5 Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:



Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DB	DRz	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Diámetro raíces (mm)	Area Basal m²/ha	Altura total (m)
		6 - 52		> 5		

DAP (cm)	Peso Seco Raíces (kg)
10	4,4
15	15,3
20	32,5
25	56,3
30	86,5
35	123,2
40	166,3
45	215,9
50	272,0

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal



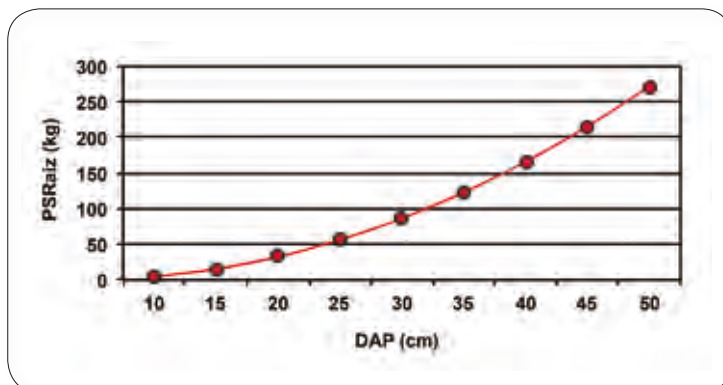
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Raíces (Kg)



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.



Especie:
Cordia decandra
CARBONILLO

Especie: *Cordia decandra* CARBONILLO

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes sobre el suelo (Peso verde kg. (PVA))

$$PVA = -17,8305 + 0,1287 \cdot (DB^2 \cdot \pi/4 \cdot NR \cdot HMF) + 22,913 \cdot DMAC - 22,471 \cdot HMF - 2,249 \cdot NR$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 92% Error Cuadrático Medio (ECM): 20% Error estándar (Sxy): s/i

Para Peso Seco: Sumar pesos secos de componente Ramas y Ramillas.

Ubicación Geográfica:

Región: Coquimbo
Provincia: Limarí
Comuna: Monte Patria



Localidad / Lugar:
Embalse la Paloma, Curso
Río Huatulame.

Altitud (msnm)



360

Precipitación (mm)



100 - 250

Area:



Depresión intermedia

Estructura



Monte bajo

Tipo Forestal



Esclerófilo

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

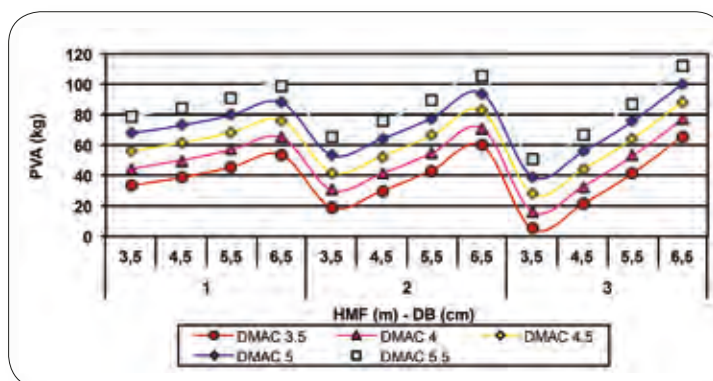
DMAC	DMEC	DB	DR	DRm	NR	HT	HMF	N
Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro basal (cm)	Diámetro ramas (cm)	Diámetro ramillas (cm)	Número ramas	Altura total (m)	Altura máximo follaje (m)	Dens (árbo/ha)
1,9 - 6,0	1,5 - 5,1	3,1 - 6,9	≥ 3	< 3	1 - 15	1,1 - 3,6	1,0 - 3,4	
3,9	3,2	4,5			6,7	2,1	1,9	

Peso Verde Total (Kg)

NR	HMF (m)	DB (cm)	DMAC (m)				
			3,5	4	4,5	5	5,5
6,7	1	3,5	33,1	44,6	56,0	67,5	78,9
		4,5	38,5	50,0	61,5	72,9	84,4
		5,5	45,3	56,8	68,2	79,7	91,1
		6,5	53,4	64,9	76,4	87,8	99,3
	2	3,5	18,9	30,4	41,9	53,3	64,8
		4,5	29,8	41,2	52,7	64,2	75,6
		5,5	43,3	54,8	66,2	77,7	89,2
		6,5	59,6	71,0	82,5	94,0	105,4
	3	3,5	4,8	16,2	27,7	39,1	50,6
		4,5	21,0	32,5	43,9	55,4	66,9
		5,5	41,3	52,8	64,3	75,7	87,2
		6,5	65,7	77,2	88,6	100,1	111,5

NR: promedio

Peso Verde Aéreo (Kg)



Fuente: Prado, J., Infante, P. & Arriagada, M. (1988) Instituto Forestal.

Especie: *Cordia decandra* CARBONILLO

FUNCION BIOMASA RAMAS

(Peso verde kg. (PVR))

$$PVR = -9,4454 + 0,05326 \cdot (DB^2 \cdot \pi/4 \cdot NR \cdot HMF) - 0,01549 \cdot (DMAC \cdot DMEC \cdot NR \cdot HMF) + 2,1557 \cdot DB$$

Tamaño muestra (n): 40 Coef. Determinación (R²): 89% Error Cuadrático Medio (ECM): 34% Error

Factor Peso Seco: 0.67

Ubicación Geográfica:

Región: Coquimbo

Provincia: Limarí

Comuna: Monte Patria

La Serena

Coquimbo

Ovalle

Illapel

Localidad / Lugar:

Embalse la Paloma, Curso Río Huatulame.

Altitud (msnm)

360

Precipitación (mm)

100 - 250

Area:

Depresión intermedia

Estructura

Monte bajo

Tipo Forestal

Esclerófilo

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)								
DMAC	DMEC	DB	DR	DRm	NR	HT	HMF	N
Diámetro mayor de copa (m)	Diámetro menor de copa (m)	Diámetro basal rama (cm)	Diámetro ramas (cm)	Diámetro ramillas (cm)	Número ramas	Altura total (m)	Altura máximo follaje (m)	Dens (árb/ha)
1,9 - 6,0	1,5 - 5,1	3,1 - 6,9	≥ 3	< 3	1 - 15	1,1 - 3,6	1,0 - 3,4	
3,9		3,2	4,5		6,7	2,1	1,9	

					Peso Verde Ramas (Kg)				
					DMAC (m)				
NR	HMF (m)	DB (cm)	DMEC (m)		3,5	4	4,5	5	5,5
6,7	1	3,5	2		2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
		4,5	3		7,0	7,2	7,3	7,5	7,6
		5,5	4			12,5	12,8	13,0	13,2
		6,5	5					19,0	19,3
	2	3,5	2		6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
		4,5	3		13,8	14,1	14,4	14,7	15,0
		5,5	4			22,7	23,1	23,5	23,9
		6,5	5					33,4	34,0
	3	3,5	2		10,6	10,9	11,2	11,5	11,8
		4,5	3		20,6	21,0	21,5	22,0	22,4
		5,5	4			32,8	33,4	34,1	34,7
		6,5	5					47,9	48,7

NR: promedio

Peso Verde Ramas (Kg)

Fuente: Prado, J., Infante, P. & Arriagada, M. (1988) Instituto Forestal.

Compendio de funciones alométricas de biomasa de especies forestales presentes en Chile

80



Especie:
Austrocedrus chilensis
CIPRES DE LA CORDILLERA

Especie: *Austrocedrus chilensis*
 CIPRES DE LA CORDILLERA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: hojas / ramas (vivas y muertas) /ramillas / madera / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = 0,136 \cdot DAP^2 + 0,629 \cdot DAP$$

Tamaño muestra (n): 15 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 2,2

● Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
 Provincia: Valdivia
 Comuna: Malleco

Localidad / Lugar:
 Predio Las Palmas

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DR	DRm	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area basal (m²/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Diámetro de ramillas (cm)	Altura total (m)
		3,0 - 14,3	0,1 - 14,9	> 5	≤ 5	3,3 - 6,7
20	2.075					

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
3	3,1
4	4,7
5	6,5
6	8,7
7	11,1
8	13,7
9	16,7
10	19,9
11	23,4
12	27,1
13	31,2
14	35,5

Altitud (msnm)

120

Precipitación (mm)

2.000

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

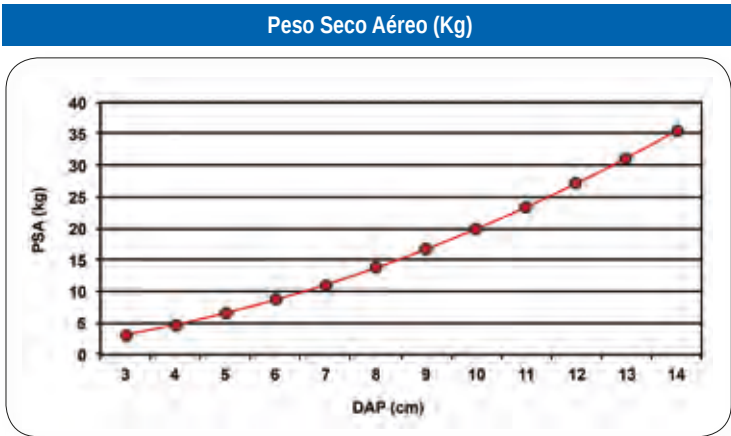
Plantación

Tipo Forestal

s/i

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Mac Donald, D. (2005) Universidad Austral de Chile.

Especie: *Austrocedrus chilensis* CIPRES DE LA CORDILLERA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: hojas / ramas (vivas y muertas) / ramillas / madera / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = 0,017 \cdot DAP^2 \cdot HT + 0,98 \cdot DAP$$

Tamaño muestra (n): 15 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 2,3

Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia
Comuna: Valdivia



Localidad / Lugar:
Predio Las Palmas

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	AB	DR	DRm	HT
Edad (años)	Dens (árboles/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Área basal (m ² /ha)	Diámetro de ramas (cm)	Diámetro de ramillas (cm)	Altura total (m)
		3,0 - 14,3	0,1 - 14,9	> 5	≤ 5	3,3 - 6,7
20	2.075					

Peso Seco Aéreo (Kg)

DAP (cm)	HT (m)					
	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	3,5	3,6	3,6			
4	4,9	5,0	5,1	5,3		
5	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	
6		8,3	8,6	8,9	9,2	9,6
7			10,6	11,0	11,4	11,9
8			12,7	13,3	13,8	14,4
9			15,0	15,7	16,4	17,1
10				18,3	19,2	20,0
11				21,1	22,1	23,1
12				24	25,2	26,4
13					28,5	30,0
14					32,0	33,7

Altitud (msnm)



120

Precipitación (mm)



2.000

Area:



Cordillera de la Costa

Estructura



Plantación

Tipo Forestal



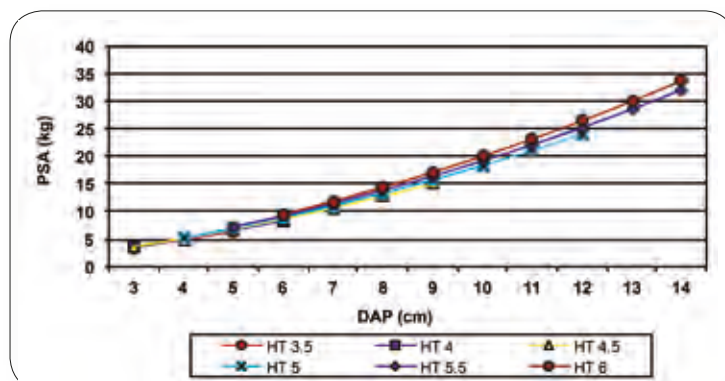
s/i

Sub Tipo Forestal



s/i

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Mac Donald, D. (2005) Universidad Austral de Chile.

Especie: *Austrocedrus chilensis*
 CIPRES DE LA CORDILLERA

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: hojas / ramas (vivas y muertas) /ramillas / madera / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = 0,03 \cdot DAP^2 \cdot HT$$

Tamaño muestra (n): 15 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 3,8

● Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
 Provincia: Valdivia
 Comuna: Valdivia

Localidad / Lugar:
 Predio Las Palmas

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)						
E	N	DAP	AB	DR	DRm	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area basal (m²/ha)	Diámetro de ramas (cm)	Diámetro de ramillas (cm)	Altura total (m)
		3,0 - 14,3	0,1 - 14,9	> 5	≤ 5	3,3 - 6,7
20	2.075					

Peso Seco Aéreo (Kg)						
HT (m)						
DAP (cm)	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,9	1,1	1,2			
4	1,7	1,9	2,2	2,4		
5	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	
6		4,3	4,9	5,4	5,9	6,5
7			6,6	7,4	8,1	8,8
8			8,6	9,6	10,6	11,5
9			10,9	12,2	13,4	14,6
10				15,0	16,5	18,0
11				18,2	20,0	21,8
12				21,6	23,8	25,9
13					27,9	30,4
14					32,3	35,3

Altitud (msnm)

120

Precipitación (mm)

2.000

Area:

Cordillera de la Costa

Estructura

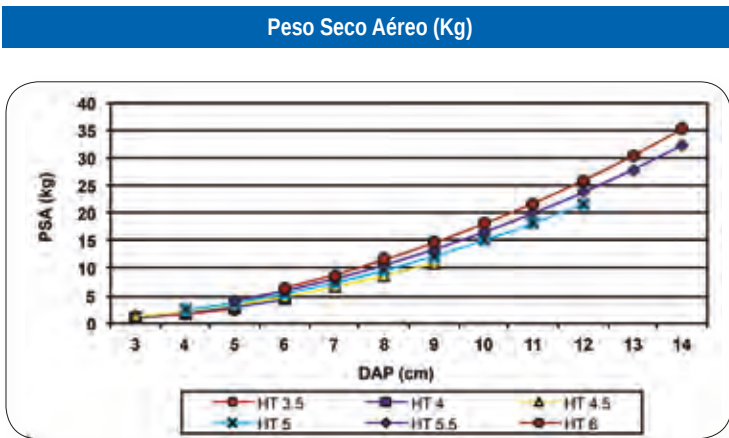
Plantación

Tipo Forestal

s/i

Sub Tipo Forestal

s/i



Fuente: Mac Donald, D. (2005) Universidad Austral de Chile.



Especie:
Nothofagus dombeyi
COIGUE COMUN

Especie: *Nothofagus dombeyi* COIGUE COMUN

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = -577,329 + EXP(6,11716 + 0,02752 \cdot DAP)$$

Tamaño muestra (n): 29 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): 22,4% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia

Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)					
E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		6 - 105			

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	19,9
20	209,1
30	458,3
40	786,4
50	1.218,4
60	1.787,3
70	2.536,3
80	3.522,7
90	4.821,6
100	6.532,0

Altitud (msnm)

80 - 880

Precipitación (mm)

1.500 - 4.000

Area:

P. Andina / C. Costa

Estructura

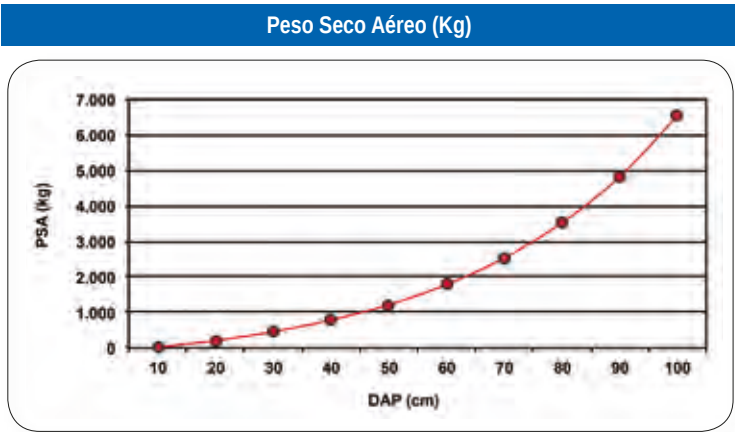
Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal

Siempreverde

Sub Tipo Forestal

Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Nothofagus dombeyi* COIGUE COMUN

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = EXP (-3,85690 - 3,89926 \cdot \ln DAP + 2,39620 \cdot \ln (DAP^2 \cdot HT))$$

Tamaño muestra (n): 29 Coef. Determinación (R²): 100% Error Cuadrático Medio (ECM): 11,5% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:



Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m ² /ha)	Altura total (m)
		6 - 105			

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (Kg)					
	HT (m)					
	10	15	20	25	30	35
10	41,1	108,7				
20	76,4	201,9	402,3			
30	109,8	290,0	577,8	986,3		
40		375,0	747,1	1.275,2	1.973,8	
50			911,8	1.556,4	2.409,2	3.485,6
60				1.831,7	2.835,2	4.102,1
70				2.102,1	3.253,7	4.707,6
80					3.665,8	5.303,9
90					4.072,5	5.892,2
100					4.474,3	6.473,6

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval /
Renoval-fustal

Tipo Forestal



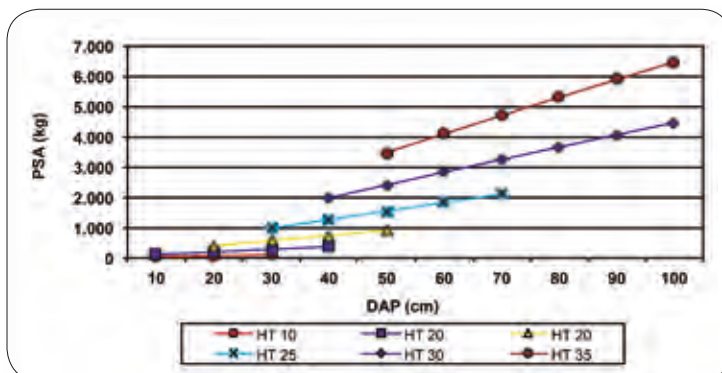
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes
emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Nothofagus dombeyi* COIGUE COMUN

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = -2,935 + 1,974 \cdot \text{Ln DB} + 0,762 \cdot \text{Ln HT}$$

Tamaño muestra (n): 28 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): 0,18

● Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia

Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llanacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)					
E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		5 - 104			

Peso Seco Aéreo (Kg)						
DAP (cm)	HT (m)					
	10	15	20	25	30	35
10	28,9	39,4				
20	113,7	154,8	192,7			
30	253,0	344,6	429,1	508,6		
40		608,1	757,2	897,5	1.031,3	
50			1.176,2	1.394,3	1.602,1	1.801,7
60				1.998,2	2.296,1	2.582,2
70				2.708,9	3.112,7	3.500,7
80					4.051,5	4.556,4
90					5.112,0	5.749,1
100					6.293,8	7.078,2

Altitud (msnm)

80 - 880

Precipitación (mm)

1.500 - 4.000

Area:

P. Andina / C. Costa

Estructura

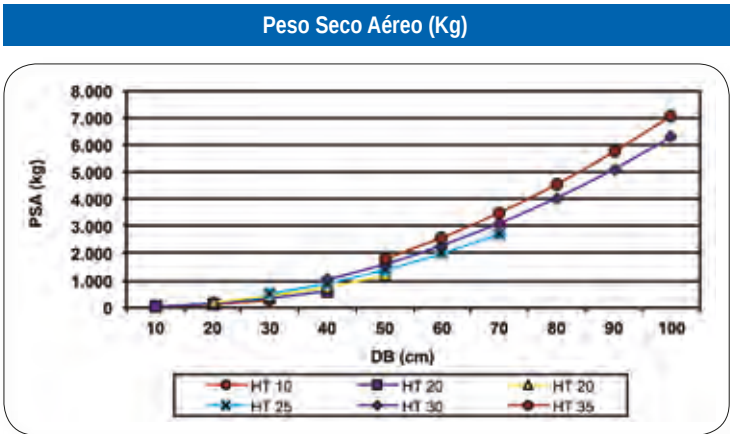
Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal

Siempreverde

Sub Tipo Forestal

Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes



Fuente: Schlegel, B. (2001) Universidad Austral de Chile.

Especie: *Nothofagus dombeyi* COIGUE COMUN

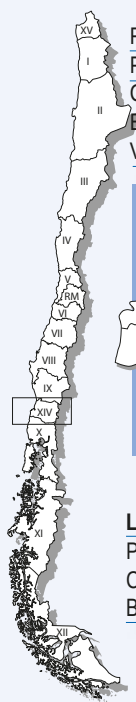
FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: fuste / corteza / follaje / ramas (Peso seco kg. (PSA))

$$\text{Ln PSA} = -1,9056 + 2,3147 \cdot \text{Ln DAP}$$

Tamaño muestra (n): 28 Coef. Determinación (R²): 99% Error Cuadrático Medio (ECM): s/ Error estándar (Sxy): 0,23

Ubicación Geográfica:



Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia



Localidad / Lugar:

Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		> 10			

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
10	30,7
20	152,7
30	390,4
40	759,8
50	1.273,5
60	1.942,2
70	2.775,0
80	3.780,0
90	4.964,7
100	6.335,9

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal



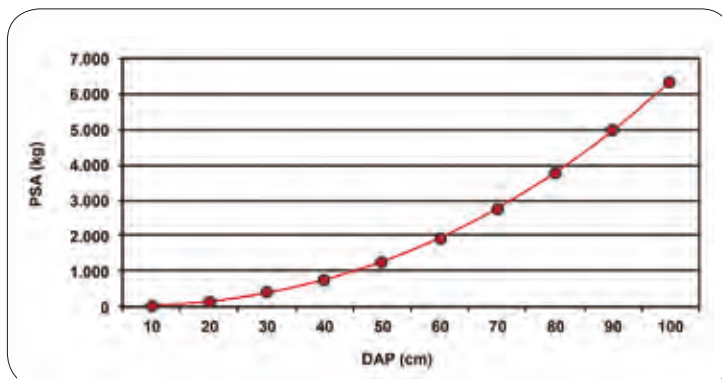
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J. (2001) Universidad Austral de Chile.

Especie:
 Nothofagus dombeyi
 COIGUE COMUN

FUNCION VOLUMEN BIOMASA CORTEZA
 (Volumen m³ (VC))

$$VC = -0,009355 + 0,000073 \cdot DAP^2$$

Tamaño muestra (n): 31 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): s/i Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Aysen
 Provincia: Coyhaique
 Comuna: Coyhaique

Localidad / Lugar:
 El Canelo Cisnes Medio

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)				
E	N	DAP	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		15 - 50		

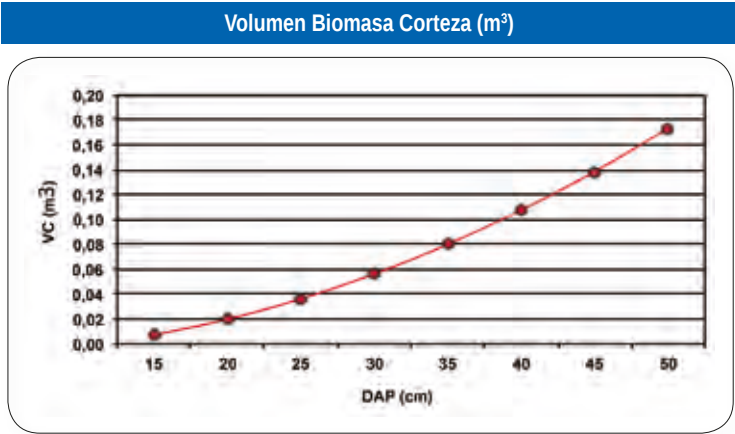
DAP (cm)	Volumen Corteza (m³)
15	0,01
20	0,02
25	0,04
30	0,06
35	0,08
40	0,11
45	0,14
50	0,17

Altitud (msnm)
 Precipitación (mm)
 Area:

700
 s/i
 Precordillera Andina

Estructura
 Tipo Forestal
 Sub Tipo Forestal

s/i
 s/i
 s/i



Fuente: Drake, F., Emanuelli, P. & Acuña, E. (2003) Universidad de Concepción, CONAF - KfW - DED - GTZ.



Especie:
Nothofagus nitida
COIGUE DE CHILOE

Especie: *Nothofagus nitida* COIGUE DE CHILOE

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = -146,927 + EXP (4,76702 + 0,05591 \cdot DAP)$$

Tamaño muestra (n): 30 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 17,3% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia

Localidad / Lugar:
Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llanacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)					
E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbs/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m²/ha)	Altura total (m)
		12 - 47			

DAP (cm)	Peso Seco Aéreo (kg)
12	83,0
15	125,0
18	174,7
21	233,4
24	302,9
27	385,0
30	482,2
33	597,1
36	732,9
39	893,6
42	1.083,7
45	1.308,4

Altitud (msnm)

80 - 880

Precipitación (mm)

1.500 - 4.000

Area:

P. Andina / C. Costa

Estructura

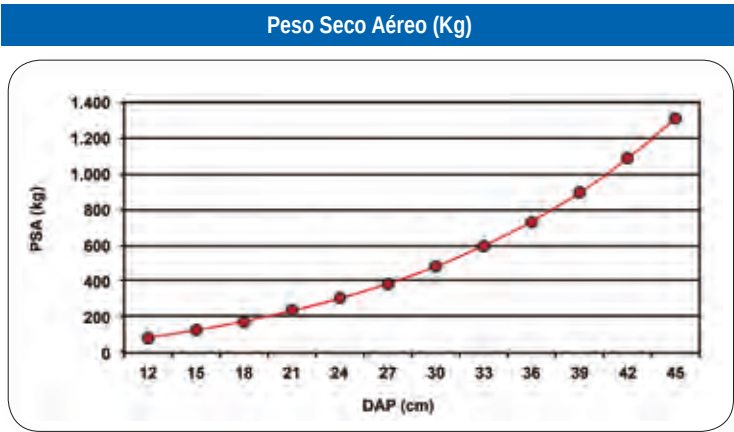
Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal

Siempreverde

Sub Tipo Forestal

Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.

Especie: *Nothofagus nitida* COIGUE DE CHILOE

FUNCION BIOMASA AEREA

Componentes: follaje / ramas / fuste / corteza (Peso seco kg. (PSA))

$$PSA = -145,193 + EXP(4,67797 + 0,05500 \cdot DAP + 0,00537 \cdot HT)$$

Tamaño muestra (n): 30 Coef. Determinación (R²): 98% Error Cuadrático Medio (ECM): 17,1% Error estándar (Sxy): s/i

Ubicación Geográfica:

Región: Los Ríos
Provincia: Valdivia / Ranco
Comuna: Los Lagos / Río Bueno / Corral/La Unión / Valdivia



Localidad / Lugar:

Putraique, San Juan, Boquial, Chaihuín, Llancacura, Buenaventura.

Variables independientes (Rangos y/o Promedios de validez)

E	N	DAP	DB	AB	HT
Edad (años)	Dens (árbo/ha)	Diámetro altura 1,3 m (cm)	Diámetro basal altura tocón (cm)	Area basal (m ² /ha)	Altura total (m)
		12 - 47			

Peso Seco Aéreo (Kg)

DAP (cm)	HT (m)					
	10	15	20	25	30	35
12	74,4	80,4				
15	113,8	120,8	128,1			
18	160,2	168,5	177,1	185,8		
21		224,8	234,9	245,2	255,9	
24		291,2	303,1	315,3	327,8	340,7
27			383,5	397,9	412,6	427,8
30			478,3	495,3	512,7	530,6
33				610,2	630,7	651,9
36				745,7	769,9	794,8
39					934,1	963,5
42					1.127,7	1.162,4
45					1.356,1	1.396,9

Altitud (msnm)



80 - 880

Precipitación (mm)



1.500 - 4.000

Area:



P. Andina / C. Costa

Estructura



Adulto, Renoval / Renoval-fustal

Tipo Forestal



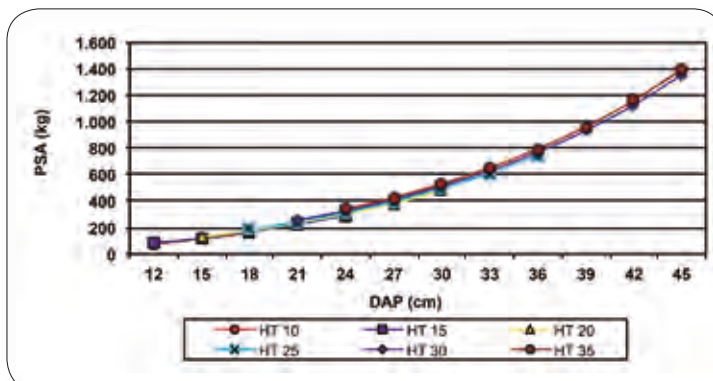
Siempreverde

Sub Tipo Forestal



Renoval Canelo
Siempreverde con intolerantes emergentes
Siempreverde de tolerantes

Peso Seco Aéreo (Kg)



Fuente: Gayoso, J., Guerra, J. & Alarcón D. (2002) Universidad Austral de Chile / Instituto Forestal.