

Diagramas de Manejo de Densidad para Bosques de Lenga de Aysén y Magallanes con Fines de Producción de Madera

FINANCIADO POR:
Fondo de Investigación del Bosque Nativo



INSTITUTO FORESTAL
2018



INFOR

Instituto Forestal, Chile
Sucre 2397, Ñuñoa
Santiago, Chile
F. 223667115
www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-143-2

Registro de Propiedad
Intelectual N° A-295788

PROYECTO 032/2014

Se autoriza la reproducción parcial de
esta publicación siempre y cuando se
efectúe la cita correspondiente:

Martin, Marjorie; Pilquino, Bernardo;
Müller-Using, Sabine; Bahamóndez,
Carlos; Guíñez, Rodrigo; Acuña, Ber-
nardo; Bava, José y Loguercio, Gabriel,
2018. Diagramas de Manejo de Densi-
dad para Bosques de Lenga de Aysén
y Magallanes con Fines de Producción
de Madera. Instituto Forestal. Chile
Informe Técnico N° 219. P. 101



Proyecto 032/2014

Diagramas de Manejo de Densidad para Bosques de Lenga de Aysén y Magallanes con Fines de Producción de Madera¹

Martin, Marjorie²; Pilquinao, Bernardo³; Müller-Using, Sabine⁴; Bahamóndez, Carlos²; Guíñez, Rodrigo⁵; Acuña, Bernardo⁶; Bava, José⁷ y Loguercio, Gabriel⁷

¹ Investigación desarrollada dentro de proyecto financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo

² Ingeniero Forestal Dr. (c). Sede Los Ríos Instituto Forestal (INFOR). Valdivia. Chile.

³ Ingeniero Forestal Mg. Sede Los Ríos Instituto Forestal (INFOR). Valdivia. Chile.

⁴ Ingeniero Forestal Dr. Sede Los Ríos Instituto Forestal (INFOR). Valdivia. Chile.

⁵ Ingeniero de Ejecución Forestal. Sede Los Ríos Instituto Forestal (INFOR). Valdivia. Chile.

⁶ Técnico Forestal. Sede Los Ríos Instituto Forestal (INFOR). Valdivia. Chile.

⁷ Ingeniero Forestal. Dr. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). Esquel. Argentina.

Índice

INTRODUCCIÓN	7
---------------------	----------

OBJETIVOS	8
------------------	----------

Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8

HIPÓTESIS	9
------------------	----------

BOSQUES DE LENGUA EN LAS REGIONES DE AYSÉN Y MAGALLANES	10
--	-----------

Requerimientos de la Especie	12
------------------------------	----

Estructura y Dinámica de los Bosques de Lengua	12
--	----

Silvicultura y Condiciones de Manejo de los Bosques de Lengua	13
---	----

METODOLOGÍA	20
--------------------	-----------

Fuentes de Información	20
Información auxiliar	20
Datos disponibles	20
Datos generados por el Estudio	22

Definición de Zonas de Productividad	22
--------------------------------------	----

Levantamiento de Datos de Terreno	26
-----------------------------------	----

Análisis y Procesamiento del Inventario	29
Relación DAP-Altura	29
Volumen cúbico individual bruto	30
Número de Árboles, Área Basal y Volumen total por Hectárea	31

Diagramas de Densidad	31
Construcción del Diagrama de Manejo de Densidad según Gingrich	31
Construcción del Diagrama de Manejo de Densidad según Drew y Flewelling	32
Cartilla de Descripción narrativa	33
Validación de Diagramas y Descripción narrativa	33

RESULTADOS	34
-------------------	-----------

Información de Rodal	34
----------------------	----

Zonificación	36
Zonificación Región de Aysén	36
Zonificación Región de Magallanes	40
Análisis adicional	44

Diagramas de Manejo de Densidad	46
Diagrama de Manejo de Densidad según Gingrich	46
Diagrama de Manejo de Densidad según Drew y Flewelling	49

Cartilla de Descripción narrativa	51
Estabilidad	51
Sanidad	52
Calidad	53

Elección y Adaptación de Formato de la Descripción narrativa	53
Validación de las Herramientas	54

DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA	55
---------------------------------	-----------

CONCLUSIONES	57
---------------------	-----------

REFERENCIAS	59
--------------------------	-----------

ANEXOS	64
---------------------	-----------

Anexo 1. Diagramas de Densidad de Gingrich para Renovales de Lenga y para Renovales de Lenga de Diámetros Pequeños.....	64
--	----

Anexo 2. Propuesta para la Herramienta Pauta de Descripción Narrativa en Apoyo al Manejo silvícola de Renovales de Lenga	66
---	----

Anexo 3. Listado imágenes LANDSAT Regiones Aysén y Magallanes.....	69
--	----

Anexo 4. Definición de Grupos homogéneos.....	71
--	----

Anexo 5. Correlaciones de Variables del Sitio y de Rodal	80
--	----

Anexo 6. Ajuste de Modelo para el Diagrama de Drew and Flewelling.....	82
--	----

Anexo 7. Datos de Parcelas de Inventario recopiladas para Bosques de Lenga, en las Regiones de Aysén y Magallanes.....	83
---	----

Anexo 8. Nuevas Parcelas establecidas en Bosques de Lenga	96
---	----



Introducción

El tipo forestal lenga en la Patagonia ha sido objeto de diversas investigaciones relacionadas con aspectos de regeneración y silvicultura. Sin embargo, se carece de un diagrama de densidad validado para estas regiones que facilite la toma de decisiones de manejo en la fase juvenil y de crecimiento óptimo. El uso de tal herramienta podría optimizar el aprovechamiento de las capacidades de los sitios y un número no despreciable de hectáreas podrían beneficiarse de un manejo regular dirigido a la producción de madera.

Los diagramas de manejo de la densidad (DMD) son modelos gráficos que representan la dinámica de rodales uniformes y reflejan la relación entre tamaño, densidad, competencia, ocupación del sitio y auto raleo. El uso de estos gráficos permite la planificación de raleos mediante la definición de un rodal meta y establece los límites superior e inferior de ocupación del sitio. La herramienta DMD fue desarrollada para el manejo de bosques templados, coetáneos y homogéneos en su estructura y su uso es limitado a estas situaciones. No obstante lo anterior, los diagramas también se pueden utilizar en bosques multietáneos, para la toma de decisiones en la conducción de bosquetes que en su interior son coetáneos. Este sería el caso de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), que no solo presentan estructura coetánea producto de disturbios alogénicos, sino que también siguen una dinámica multietánea con estructura de bosquetes, donde predominan disturbios autogénicos. Dado que además los sistemas silvícolas, aplicados a los bosques de lenga, en su mayoría conducen a bosques coetáneos, los diagramas de densidad ofrecen una referencia muy importante para las decisiones de manejo. Otra ventaja que ofrece la herramienta es que se asocia generalmente a bosques puros, situación frecuente en el tipo forestal lenga. El DMD se complementa muy bien con una herramienta de descripción cualitativa, que llamamos “Cartilla de Descripción narrativa”, la cual permite

enriquecer la información dasométrica del gráfico con información sobre aspectos como calidad, sanidad y competencia, entre otros, logrando así una mejor caracterización del rodal o bosque. Estos aspectos son muy importantes de tomar en cuenta en la planificación de intervenciones.

El desarrollo de DMD para renovales de lenga, fue motivado por la intención de facilitar la ejecución de actividades silvícolas contempladas en el sistema de incentivos de la Ley de Bosque Nativo (Ley 20.283 del año 2008, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal). Entre las actividades que dicha ley promueve están el clareo, el raleo y las plantaciones suplementarias. El DMD da también la opción de mejorar los formularios relacionados a los planes de manejo, estandarizando los criterios de cuándo y con qué intensidad intervenir el bosque y la estimación de los productos generados por la intervención. Esto último podrá tener utilidad en las actividades de fiscalización de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la revisión de los incentivos relacionados a la mencionada ley.

Se desarrolla en este documento una propuesta que apunta a complementar la actual norma de adhesión voluntaria para el tipo forestal lenga. Mientras la norma actualmente solo considera cortas de protección, se presenta aquí una herramienta de toma de decisión para las actividades de raleo. Entregamos los límites de la densidad mínima de un rodal, bajo manejo sustentable, una menor densidad implicará recuperar el bosque a través del enriquecimiento. Con esto se entrega una base para el desarrollo de pautas para las plantaciones suplementarias. Por último, cabe señalar que el desarrollo del DMD descrito en este documento fue orientado a la producción de madera, por lo que se enfoca en estructuras con fuerte presencia de árboles juveniles y de crecimiento óptimo, y se excluyen aquellos bosques que presenten alturas menores a los 10 metros.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo general del proyecto es desarrollar diagramas de manejo de densidad junto a la descripción narrativa para bosques de lenga de las regiones de Aysén y Magallanes, como herramientas de apoyo al manejo productivo.

Objetivos Específicos

Generar los parámetros y funciones que permitan el desarrollo de una herramienta de manejo de la densidad: Altura dominante - Sitio, Funciones de volumen, Mortalidad.

Generar una cartografía de clases de productividad de los bosques de lenga en las Regiones de Aysén y Magallanes.

Adaptar y validar la herramienta de descripción narrativa para bosques de lenga.

Difundir las herramientas de manejo obtenidas.





Hipótesis

El desarrollo de este trabajo se ha configurado en cinco etapas: (i) acopio y análisis de información existente, (ii) diseño y levantamiento de datos de terreno, (iii) análisis y procesamiento de datos, (iv) validación del diagrama de densidad y cartilla de descripción narrativa y (v) difusión y transferencia. Esto bajo las siguientes hipótesis:

Las relaciones de densidad y tamaño de árboles que se dan en los bosques de lenga, permiten el desarrollo de diagramas de densidad que apoyan las decisiones al manejo.

Existe mortalidad por competencia en estas formaciones y esto permite sustentar que la reducción de la densidad permitirá aprovechar mejor el espacio de crecimiento y se podrán determinar las densidades (o niveles de ocupación) de manejo para el objetivo de producción de madera de alto valor.

La herramienta de descripción narrativa permite complementar los antecedentes que determinan el grado y oportunidad de intervenciones silvícolas.

Existen antecedentes adicionales suficientes respecto del manejo de lenga que permiten determinar las recomendaciones de manejo para fines productivos.

Bosques de Lenga en las Regiones de Aysén y Magallanes

El tipo forestal lenga se distribuye desde los 36° LS (Cordillera de Talca) hasta los 56° LS (Tierra del Fuego) a lo largo de la Cordillera de Los Andes, formando el límite altitudinal arbóreo superior. En su distribución sur crece bajo los 700 msnm, hasta encontrarse con el mar en Magallanes, formando bosques puros o asociado a *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst (Donoso, 1981). La

extensión de este tipo forestal se estima para Chile en 3,5 millones de hectáreas (CONAF, 2011), superficie que representa el 26% de los bosques nativos del territorio nacional (Figura N° 1). En Argentina en tanto, su extensión alcanzaría a 1,6 millones de ha, principalmente en las provincias del Chubut y Tierra de Fuego (CIEFAP-MAyDS 2016).

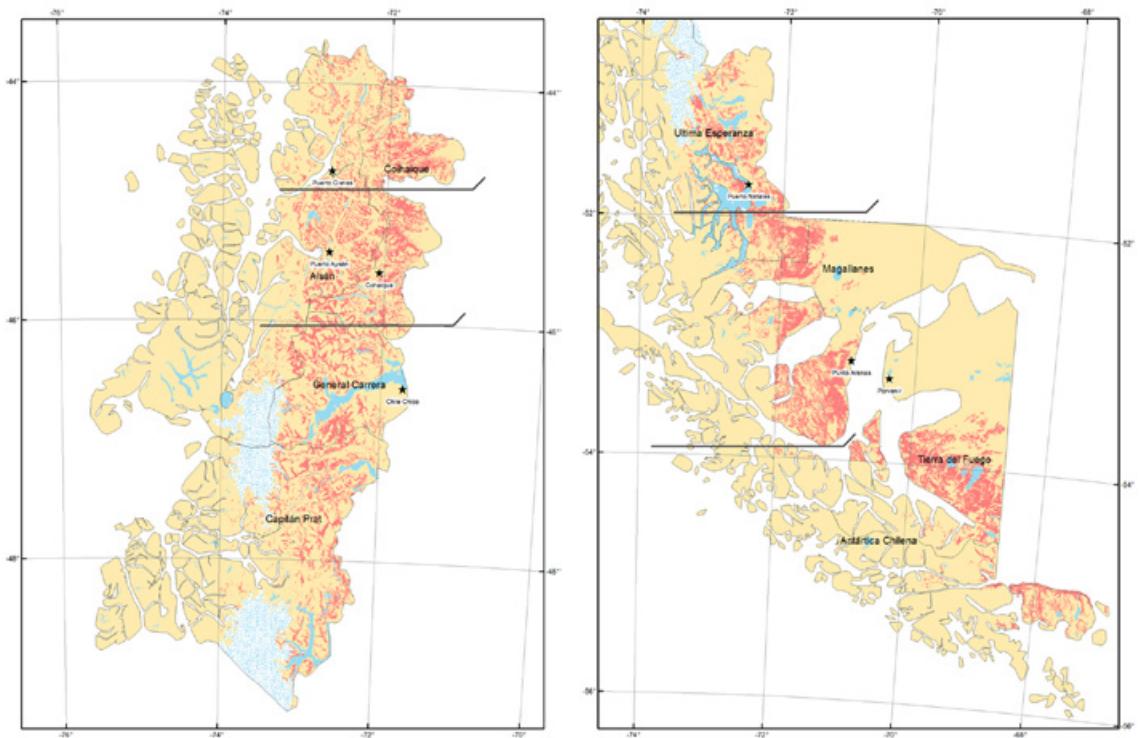


Figura N° 1
DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES DE LENGAS EN LAS REGIONES DE AYSÉN Y DE MAGALLANES.

Dada su gran extensión, este recurso nativo es el más importante en la Patagonia. y uno de los más importantes a nivel nacional, lo que ha impulsado el desarrollo de una serie de estudios sobre él, tanto en Aysén (Alvarez y Grosse, 1978; Schlatter, 1979; Morales, 1983; Núñez y Peñaloza, 1985; Uriarte y Grosse, 1991; Cruz Johnson *et al.*, 2005) como en Magallanes (Schmidt y Urzúa, 1982; Schmidt, 1989; Cruz *et al.*, 2003; Schmidt *et al.*, 2004; Silva Aguad, 2005; Ugalde, 2006, entre otros) y al otro lado de la cordillera en las provincias del Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Fernández *et al.*, 1993; Fernández *et al.*, 1997; Martínez Pastur *et al.*, 1997; Bava, 1999^a; Peri *et al.*, 2002; Martínez Pastur *et al.*, 2005; Bava y López Bernal, 2006; Martínez Pastur *et al.*, 2008; Martínez Pastur *et al.*, 2009; Loguercio *et al.*, 2011, entre otros).

Figura N° 2 muestra un paisaje característico con grandes superficies de bosques de lenga en las laderas de la cordillera. De acuerdo a la actualización en el año 2012 del Catastro Vegetacional (CONAF/CONAMA/BIRF,

1999), 1.400.378 ha de este recurso se encuentran en la región de Aysén, de las cuales 947.654 ha corresponden al subtipo lenga puro (otros subtipos son bosque mixto de lenga-coigüe y bosque achaparrado y krummholz de lenga). En tanto, en la región de Magallanes la superficie del tipo forestal es similar, abarcando 1.317.584 ha (Figura N° 1), donde 668.968 ha corresponden al subtipo lenga puro.

Dada la importancia que tiene la estructura del bosque para su manejo forestal se presenta en los Cuadros N° 1 y N° 2 las superficies por estructura para las dos regiones. Cabe destacar que, entre las dos regiones, más de 130.000 ha corresponden a estructuras regulares juveniles (renoval), para cuyo manejo los diagramas de densidad pueden ser una referencia muy importante. De manera similar lo podrán ser para las 700.000 ha de bosque que hoy es adulto, en la medida que éste se inserte a la superficie manejada y se rejuvenezca en sistemas coetáneos.



Figura N° 2
IMAGEN DE LA PATAGONIA (REGIÓN DE AYSÉN).

Cuadro N° 1
SUPERFICIE DEL TIPO FORESTAL LENGA
Y SUBTIPO LENGA POR ESTRUCTURA
REGIÓN DE AYSÉN

Estructura (según Catastro)	Tipo Forestal Lenga (ha)	Subtipo Lenga
Bosque adulto (ha)	532.201	287.837
Renoval (ha)	183.816	105.759
Bosque Adulto-Renoval (ha)	68.686	52.085
Bosque Achaparrado (ha)	615.675	501.973

Cuadro N° 2
SUPERFICIE DEL TIPO FORESTAL
LENGA Y SUBTIPO LENGA POR ESTRUCTURA
REGIÓN DE MAGALLANES

Estructura (según Catastro)	Tipo Forestal Lenga (ha)	Subtipo Lenga
Bosque adulto (ha)	779.573	433.998
Renoval (ha)	143.526	89.271
Bosque Adulto-Renoval (ha)	97.980	30.448
Bosque Achaparrado (ha)	296.505	115.251

Requerimientos de la Especie

Lenga se desarrolla en una extensa distribución latitudinal y en un amplio rango ecológico. Schlatter (1994) indica que entre los factores de sitio que definen su extensión está la temperatura, con temperaturas medias anuales entre 6,5 y 7 °C y hasta 3,5 a 4 °C, sobre todo en su distribución altitudinal. Sin embargo, es más decisivo el balance hídrico del sitio, definido por las precipitaciones, la evapotranspiración y el suelo a través de su capacidad de agua aprovechable.

Hacia el límite norte de la distribución de lenga, en la Región del Bio Bio, la evapotranspiración potencial anual es de 900 a 1.000 mm/año y la real de 600 a 700 mm/año. En la zona intermedia de su distribución, los valores son de alrededor de 600 y 500 mm/año, respectivamente, y en la zona austral de 450 y 350 mm/año aproximadamente. La especie no se desarrolla en suelos de mal

drenaje y presenta un pobre desarrollo en suelos de baja fertilidad. En tanto, en situaciones de marginalidad hídrica, la especie toma forma achaparrada (*krummholz*), o desaparece. Las temperaturas extremas y en especial el fuerte viento limitan el crecimiento en forma severa (Kalela (1941) citado por Uriarte y Grosse, 1991).

De acuerdo a los antecedentes recopilados por Schlatter (1994) la zona ubicada entre los paralelos 44° y 46° de latitud sur, es el área en Chile con los mejores sitios para la especie, ya que en estos sectores lenga baja a niveles altitudinales que le permiten ocupar suelos de valle y piedemonte, de mejor calidad donde puede expresar su potencial de crecimiento y calidad.

Estructura y Dinámica de los Bosques de Lenga

Los bosques de lenga presentan estructuras coetáneas y multietáneas como consecuencia de la interacción de procesos alogénicos y autogénicos. Estos procesos hacen que los bosques no se presenten en un estado de equilibrio, manteniéndose en una relativa fase temprana de desarrollo (López Bernal *et al.*, 2003).

De acuerdo a Schmidt y Urzúa (1982) el ciclo natural de desarrollo para lenga si no es interrumpido por mayores disturbios, tiene una duración de entre 200 a 250 años, repitiéndose las distintas fases en forma similar a través del tiempo. Estas fases se pueden diferenciar por la estructura y edad de los árboles que las componen, y corresponden a:

- **Fase de regeneración:** Dominada por un fustal viejo en el dosel superior y un monte bravo en estratos inferiores, puede durar entre 50 y 70 años.
- **Fase de crecimiento óptimo:** Dominada principalmente por una regeneración en estado de latizal y que culminaría a los 100 años.
- **Fase de envejecimiento:** Representada por un solo estrato en estado fustal, se alcanza el máximo volumen acumulado y disminuye el vigor y cobertura de copa, y también el crecimiento. Etapa que culmina a los 140 años.
- **Fase de desmoronamiento:** Corresponde a árboles en estado de fustal, pero sobremaduros, existe



Figura N° 3

RENOVALES DE LENGUA SOMETIDOS A MANEJO

un aumento de la mortalidad y disminución de la cobertura de copas que permite el establecimiento de la regeneración.

Silvicultura y Condiciones de Manejo de los Bosques de Lengua

En general el aprovechamiento de los bosques naturales de la Patagonia se ha caracterizado por el “floreo”, una extracción selectiva de los mejores árboles del rodal, con cortas más intensas en los bosques de mejor calidad productiva (Bava y López Bernal, 2006). Esto a pesar de que estos bosques por su composición, estructura y características ecológicas, conforman masas relativamente fáciles de manejar y la literatura indica que presentan altos incrementos en su volumen maderable cuando se encuentran sometidos a manejo (Cruz *et al.*, 2003) (Figura N° 3).

La estructura de manejo usualmente recomendada es la de monte alto regular con un sistema de cosecha a través del método de cortas de protección, caracterizado por cortas sucesivas con regeneración natural bajo do-

sel (Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Grosse, 1991; Bava, 1999a; Martínez Pastur *et al.*, 2000) y más recientemente con variantes de retención agregada o dispersa (Martínez Pastur *et al.*, 2011).

Garrido (1981) propone para la regeneración realizar 3 cortas sucesivas dentro de un período de 10 años de diferencia entre la primera y última corta, interviniendo el dosel superior para permitir el establecimiento de la regeneración. Recomendaba mantener en pie al menos el 50% del área basal porque la regeneración requiere protección, especialmente del viento. La cosecha final solo puede realizarse cuando la regeneración supere los 1,5 m de altura. Estos lineamientos deben considerar la diversidad de situaciones en las que un determinado bosque se encuentre (fase de desarrollo, grado de intervención, productividad de sitio).

Loguercio (1995) también propone la realización de aclareos sucesivos en tres cortas a lo largo de 20 años en la provincia del Chubut, haciendo mención a las condiciones más secas que ocurren durante los meses de verano. Las cortas aumentan paulatinamente la disponibilidad de luz para la liberación de los renovales, manteniendo las condiciones de protección hasta la corta final.

Schmidt y Urzúa (1982) han propuesto 2 tipos de esquemas de manejo, de acuerdo a las condiciones iniciales

del bosque y su estado de desarrollo. La primera alternativa, se refiere a las cortas de explotación y regeneración y la segunda a cortas de raleo y mejoramiento. En la primera alternativa, si existe suficiente regeneración (sobre 100.000 plantas/ha), la corta puede dejar en el dosel de protección los árboles de menor calidad, y extraer los de mayor valor, manteniendo un dosel protector de 30% a 50% de cobertura, el cual debe permanecer por 15 a 30 años (hasta la etapa de latizal). Si la regeneración no es abundante, entonces requiere de cortas semilleras previas a las de cosecha, bajando entre un 60% a 70% de la cobertura inicial. La segunda alternativa, no puede basarse solo en el criterio de cobertura de copas, sino que requiere considerar la densidad del rodal y la calidad de los árboles individuales.

Tras años de investigación Cruz et al. (2003) presentan un modelo de silvicultura aplicable a los bosques de lenga de la Patagonia, de acuerdo al estado en que se encuentra el bosque y a su fase de desarrollo, distinguiendo así bosques vírgenes de bosques alterados y bosques juveniles de bosques maduros. En bosques vírgenes juveniles con una estructura principalmente coetánea, con solo algunos árboles en desmoronamiento en el dosel superior y un alto número de árboles juveniles en crecimiento óptimo, recomiendan raleos para favorecer el crecimiento de los mejores individuos. En aquellos bosques vírgenes maduros en fases de desarrollo de envejecimiento o de desmoronamiento, sugieren comenzar el bosque futuro con una nueva generación, que puede iniciarse desde la regeneración que se establece bajo un dosel protector. Para esto, deben hacerse cortas de regeneración relativamente fuertes para rebajar la cobertura a un nivel entre 30 y 40%, de manera de permitir que la regeneración pueda establecerse y crecer en altura. Otra alternativa es hacer cortas de precosecha, que corresponden a cortas más suaves, de tipo raleo, destinadas no a regenerar, sino a cosechar aquel volumen que se perdería por mortalidad si no se interviene. De aplicar este tipo de intervención, se posterga la corta de regeneración para el período siguiente.

En bosques explotados en el pasado, generalmente floreados, la forma de intervenir va a depender de la cobertura del dosel de árboles remanentes y del desarrollo que presenta el bosque secundario. Normalmente los bosques floreados son muy heterogéneos y presentan una alta diversidad de coberturas y, en consecuencia, distintos grados de desarrollo del bosque secundario. En situaciones de alta cobertura con escaso desarrollo de la regeneración, deben hacerse cortas de regeneración complementarias para homogeneizar la regeneración en el sector y permitir que pueda desarrollarse en altura.

En situaciones con un bosque secundario con regeneración avanzada y monte bravo corresponde hacer cortas finales del dosel remanente y clareos en la regeneración. En situaciones de bosque secundario con latizal, el tratamiento apropiado es de corta final con raleo en el latizal.

Es importante señalar que, si bien los bosques de lenga en su estado actual son un recurso más bien irregular, las propuestas silvícolas antes citadas conducen a un manejo coetáneo, situación en la cual el DMD es una muy buena herramienta para orientar las intervenciones productivas.

De acuerdo a Bava y López (2006), cuando se intenta transformar bosques irregulares en rodales regulares a través de cortas de protección, la cosecha de la madera de calidad (en general árboles sanos de diámetros intermedios) se realiza en la primera corta y las inversiones necesarias en silvicultura como aclareos y raleos no comerciales, aunque prescriptas en los planes de manejo, rara vez se realizan. Una alternativa para enfrentar este problema, sería imitar la dinámica de claros a través de cortas de selección en grupos. Con este sistema se establecen unidades de regeneración a partir de la corta de varios árboles, incluyendo a los árboles aserrables de diámetros intermedios (Bava, 1999b; Antequera, 2002, López Bernal et al., 2003). El tamaño de los claros debe definirse teniendo en cuenta las condiciones locales de sitio, generando claros más pequeños en sitios con menor disponibilidad de agua (Rusch, 1992). Con un manejo de este tipo, las inversiones en silvicultura, tales como la liberación de competencia de renovales o de árboles con potencial futuro, se realizan simultáneamente con la cosecha de los ejemplares maderables, con lo que esta actividad puede financiar parcialmente la aplicación de los tratamientos. Si a través de estos claros además se llegará a la generación de bosquetes regulares, las decisiones de intervención en ellos podrían apoyarse también en el empleo del DMD como opción para su desarrollo.

El desarrollo de las investigaciones en la Patagonia, ha permitido la acumulación de información en términos de crecimiento y aprovechamiento del bosque, respuesta a intervenciones y la construcción de diversos modelos que permiten la proyección del desarrollo en diámetro, altura y volumen de este tipo de bosques. Dados estos antecedentes, es posible encontrar en la literatura modelos de ordenación para algunos sectores de su extensa distribución. Un trabajo que sintetiza el estado de arte y lo convierte en herramientas de manejo es el de Martínez-Pastur et al. (2002), quienes presentan el conjunto de funciones que permiten, bajo ciertos supuestos, generar un modelo de producción para lenga, considerando los gradientes de ca-

lidad de sitio en Tierra del Fuego (Argentina). En este trabajo, los autores utilizan el índice de densidad de rodales de Fernández et al. (1997) y el de nivel de raleo, del mismo autor. El sistema silvícola seleccionado combina cortas de protección (Schmidt y Urzúa, 1982) con raleos por lo bajo (Martínez Pastur et al., 2001). Como supuesto para este modelo, se considera la ejecución de la corta final a través de una corta de protección y que los bosques del modelo de producción pertenecerían a rodales de segundo crecimiento, puros y regulares, formados a partir de la regeneración de una corta de protección.

Otra propuesta silvícola para bosques de lenga se encuentra en el trabajo de Cruz Johnson et al. (2005), para la ordenación forestal de la Reserva Nacional de Mañihuales. Ésta se basa en una tasa de aprovechamiento volumétrico y una superficie teórica de regeneración, apuntando al equilibrio de producción. Para ello, utilizan la estratificación de rodales según los factores ambientales de altitud, exposición y pendiente, y definen la ocupación óptima del sitio a través de un coeficiente de cobertura de copas y la tasa de aprovechamiento a través de los incrementos volumétricos del bosque.

Hasta ahora, CONAF cuenta con dos herramientas para facilitar el manejo adecuado de los bosques de lenga. Una es la Norma de Manejo aplicable al Tipo forestal Lenga, dirigida a las cortas de protección, que son aplicables a bosques con y sin regeneración, pero siempre con el objetivo de cosecha y asegurando la continuidad del bosque. Para esto, entrega rangos de cobertura adecuados para las diferentes situaciones de bosque. La segunda herramienta es el Plan de Manejo Tipo, aplicable en la Región de Aysén a superficies de no más de 5 ha, pudiendo aplicarse a bosques regulares o irregulares en cualquier estado de desarrollo. Si bien ésta última herramienta entrega las alternativas de actividades a realizar, no las define de forma cuantitativa.

Un problema en el aprovechamiento de la lenga es la pudrición central que a menudo presenta esta especie (Donoso y Caldentey 1996). Sin embargo se considera que el manejo, al promover el crecimiento de los mejores individuos, permitiría llegar a diámetros aserrables antes de que la pudrición café afecte significativamente al fuste. Este es un tema que no es abarcado por la herramienta DMD, por lo cual debe ser abordado con una herramienta complementaria. En otros tipos forestales el equipo de trabajo ha introducido una pauta de descripción narrativa para este efecto. Se trata de una cartilla, que indica los principales parámetros cualitativos del bosque a considerar en una planificación silvícola. Para cada parámetro ofrece categorías predefinidas y descritas con

valores específicos. Esto permite una homologación del lenguaje y conduce a que la descripción narrativa puede ser interpretada por distintas personas de forma similar.

Como se ha mencionado anteriormente, en las regiones de Aysén y Magallanes, los árboles alcanzan las mayores dimensiones, constituyendo bosques extensos de interés comercial (Yudelevich et al. 1967). Los bosques puros de lenga en estas regiones entregan en promedio un volumen entre 300 y 350 m³/ha (Pesutic 1978; Schmidt y Urzúa, 1982).

Destacan en este sentido las existencias de los bosques de Tierra del Fuego, donde los bosques puros de lenga alcanzan 540 m³/ha y, en los mejores sitios, donde aparece la lenga mezclada con coigüe, se encuentran volúmenes de hasta 790 m³/ha.

A pesar de estos valores, encontrados en la literatura, actualmente las existencias promedio de la Región de Aysén, son de 200 m³/ha en bosques de interés comercial, reflejando el nivel de degradación de los rodales en esta región. Sin embargo, el volumen que se encuentra en los bosques de protección que se caracterizan por su difícil accesibilidad confirman los valores de otros autores, con 300 m³/ha.

En la fase de regeneración se pueden encontrar densidades de 50.000 árb/ha o más. En la situación que se encuentran los bosques en la actualidad, cuando un rodal joven tiene alrededor de 20 años, el volumen es a menudo aportado principalmente por el dosel superior en desmoronamiento y alcanza entre 200 y 300 m³/ha, con un área basal de 40 a 50 m²/ha. Al aumentar la edad, el número de árboles por hectárea disminuye fuertemente, siendo común encontrar rodales con densidades de entre 1.000 y 1.700 árb/ha. En esta fase, el área basal alcanza valores que van desde los 55 a los 65 m²/ha, el volumen alcanza valores de entre 250 y 300 m³/ha, y el rodal se encuentra en la fase de crecimiento óptimo, con una edad aproximada de 100 años.

Entre los 150 y 160 años, en la fase de envejecimiento, el número de árboles es de 700 a 800 árb/ha, mientras que el área basal es de 60 a 70 m²/ha. Al llegar a esta fase, el volumen alcanza su máximo valor con 300 a 500 m³/ha, dependiendo del sitio. Es en ese momento, que debe realizarse la cosecha, ya que a mayor edad decrece el volumen y los problemas sanitarios aumentan. En el Cuadro N° 3 se muestra a modo de ejemplo cómo se distribuye el recurso en términos de número de árboles y volumen entre las distintas fases de desarrollo en el Sector Última Esperanza.

Cuadro N° 3
DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO EN LAS FASES DE DESARROLLO
SECTOR ÚLTIMA ESPERANZA

Variable	Fase		
	Juvenil – Crecimiento Óptimo	Madura	Sobremadura
Número de árboles (%)	74%	16%	10%
Volumen (%)	32%	29%	39%
Rango diamétrico (cm)	11 - 38	30 - 61	>43

(Fuente: Silva, 2005)

Valores dasométricos como número de árboles, área basal y volumen para bosques de lenga en Aysén y Magallanes se encuentran con facilidad en la literatura. Algunos autores que han publicado datos al respecto son Puente y Peñaloza (1979), Pesutic (1978), Schmidt y Urzúa (1982), Iren (1979), entre otros. Los datos abarcan los distintos estados de desarrollo y grados de intervención incluyendo renovales y bosque virgen.

En Mañihuales, Cruz Johnson *et al.* (2005) encontraron una alta variabilidad de la densidad en la estratificación entre clases de pendiente, altitud y exposición. Para rodales con diámetro medio cuadrático (DMC⁸) entre 30 y 32 cm encontraron por ejemplo una densidad mínima de 458 árb/ha (AB 35,9 m²) y una máxima de 1089 árb/ha (AB 75,5 m²).

Respecto del crecimiento radial, existen antecedentes de Puente y Peñaloza (1979) quienes determinaron valores promedio de 1,2 mm anuales en un periodo de crecimiento de 240 años. Otros autores reportan valores más altos en bosques manejados. Bava (1999b) reporta un crecimiento diamétrico anual de entre 4 y 7,5 mm para árboles con más del 50 % del perímetro de su copa libre de competencia. Schmidt *et al.* (2003) observaron creci-

mientos anuales medios de 2 - 4 mm/año después de la intervención y Silva (2005) registró crecimientos de 2,1 mm/año y 3,3 mm/año respectivamente, antes y después de la intervención.

Peri *et al.* (1996) evidenciaron la dependencia del incremento radial de la posición de la copa. Desarrollaron un modelo de crecimiento individual en diámetro bajo dos condiciones de competencia de copa y detectaron que los ritmos de crecimiento eran distintos. La culminación del crecimiento fue a los 62 y 52 años, para el estrato superior e inferior respectivamente, alcanzando crecimientos máximos de 3,0 mm/año para dominantes y 1,9 para los inferiores.

Para el incremento en volumen también existen variadas observaciones. Donoso (1993) en Alto Mañihuales, región de Aysén, observó un incremento medio anual de 4 - 5 m³/ha/año, Rodríguez (2002) midió en la misma zona incrementos de 0,8 - 4,6 m³/ha/año y Silva (2005), en Última Esperanza, Magallanes, registró incrementos de 4,1 y 4,4 m³/ha/año en rodales con y sin manejo, respectivamente, donde la situación sin manejo desciende a cero al descontar la tasa de mortalidad.

Cuadro N° 4
CLASIFICACIONES DE SITIO PARA LENGA

Autor	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
	(m)			
Borie, 2000		18 - 20	14 - 16	10 - 12
Rodríguez, 2002		17 - 20	13 - 16	10 - 12
Troncoso, 2004	> 24	20 - 24	< 20	

(Fuente Ugalde, 2006)

8 Diámetro Medio Cuadrático: Diámetro correspondiente al árbol de área basal media

En términos de la altura, el crecimiento es moderado. Existen diversos estudios que analizaron este parámetro bajo condiciones sin manejo y con manejo, que fueron recopilados y sistematizados por Ugalde (2006). Según estos datos los incrementos medios anuales en Aysén varían entre 14 y 27 cm y en Magallanes entre 5 y 29 cm, no pudiendo identificarse diferencias entre las situaciones con y sin manejo.

La altura es un buen indicador para la calidad de sitio. Para lenga se han elaborado distintas clasificaciones que se presentan en el Cuadro N° 4.

• Diagramas de Densidad

El concepto de densidad en las ciencias forestales es uno de los aspectos claves a utilizar al manejar el bosque. La densidad es reconocida como el grado de ocupación de una cierta área por parte de los árboles. La densidad se relaciona fuertemente con el concepto de existencias (stocking) el cual es adecuado en función a los objetivos de manejo del propietario, puesto que se refiere a la distribución de tamaños generada por el manejo.

Las medidas naturales de densidad son ampliamente conocidas p. ej. área basal/ha, cobertura de copas y número de árboles/ha, y estas se expresan en términos absolutos o relativos. En este último caso debe existir una referencia sobre la cual comparar las situaciones. No obstante, existen una serie de indicadores de densidad de rodal que son compuestos, participando por ejemplo el número de árboles y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o el diámetro altura del tocón (DAT). Un indicador que destaca en estos, es el índice de densidad de Reineke, utilizado en apoyo a la definición de pautas de manejo por décadas. En la misma línea, una de las herramientas más eficientes en apoyo al manejo es el diagrama de densidad, el que permite manejar las existencias de forma tal de lograr los objetivos de manejo.

Los diagramas de manejo de la densidad (DMD) son modelos estáticos de las existencias en biomasa en los que se representa gráficamente la relación entre producción (biomasa, área basal), densidad y mortalidad a través de los distintos estados de desarrollo (Newton y Weetman, 1994). Los DMD fueron inicialmente desarrollados por investigadores japoneses en los años 60 (e.g. Ando, 1962, 1968; Tadaki, 1963, citados por Navarro *et al.* (2011) y se han construido caracterizando el potencial de creci-

miento mediante índices que relacionan el tamaño medio del árbol con la densidad. Se han empleado también varios índices como: el índice de densidad propuesto por Reineke (1933) (p.ej. McCarter y Long 1986, Long *et al.* 1988, Dean y Jokela 1992, Dean y Baldwin 1993, Kumar *et al.* 1995); la regla de autoclareao propuesta por Yoda *et al.* (1963) (p. ej. Drew y Flewelling 1977, 1979, Kim *et al.* 1987), el Índice de Densidad Relativa (p.ej. Flewelling *et al.* 1980, Newton y Weetman 1994, Flewelling y Drew 1985, Flewelling 1996, Newton 1997, 1998, 2003) y el Índice de Hart-Becking (Barrio *et al.* 2004, Barrio y Álvarez González, 2005).

La importancia de los DMD en el manejo forestal radica en que son capaces de describir el comportamiento conjunto del área basal, número de árboles y diámetros, permitiendo así conocer, ex ante, la trayectoria que seguirá el rodal luego de un cambio de estado, ya sea este debido a raleo u otra causa.

El diagrama de densidad se complementa con el uso de índices que describen el nivel de competencia de un rodal en base a variables sencillas, como el número de árboles o el distanciamiento y el diámetro cuadrático medio o la altura dominante. Entre estos, los principales en orden de complejidad son:

Índice de Reineke (IR): Índice de densidad de rodal que expresa la razón entre el número de árboles (N) de un rodal observado y el de un rodal de densidad normal, ambos con igual diámetro medio cuadrático (DMC). La regla se genera desde un rodal de densidad máxima ya que la curva que describe la relación entre el DMC y N se ajusta a la siguiente expresión de tamaño-densidad:

$$\ln(N) = a \ln(DMC) + b \quad [1]$$

Donde,

a, b : Coeficientes

N : Número de árboles por hectárea

DMC : Diámetro medio Cuadrático del rodal (cm)

$$IR = N_o / N_{max} \quad \text{para igual DMC de rodal} \quad [2]$$

Donde

No: Número de árboles por hectárea de rodal observado

Nmax: Número de árboles por hectárea de rodal de máxima densidad

Con los datos de rodales con máximo número de árboles por hectárea y de ocupación completa, para diferentes diámetros medios cuadráticos se construye la curva de

referencia (100%), desde donde se dibujan curvas paralelas, de los distintos niveles de densidad relativa.

Drew y Flewelling (1979) desarrollaron un nuevo índice de densidad de rodal basado en la relación que tiene el crecimiento en volumen de un árbol con su respectivo diámetro y altura. Ellos observaron que la relación entre el volumen de árbol promedio medio y la densidad se mantiene independientemente de la calidad de sitio.

El índice de densidad propuesto por estos autores se expresa como:

$$IDR^* = \frac{N_o}{N_{max}} \text{ para igual Volumen promedio de árbol} \quad [3]$$

Luego las relaciones existentes entre el volumen y el diámetro y la altura y ahora la densidad se expresan en el diagrama de densidad de estos autores.

Martínez Pastur *et al* (2002) cita el trabajo de Fernández *et al* (1997) quienes desarrollaron en lenga un índice de densidad de rodal expresado como:

$$N = 1.245.403,0 * DMC^{-2,11164} \quad [4]$$

Con N como densidad (número de árboles (hectárea) y DMC (cm) como diámetro medio cuadrático. En un estudio de que desarrolló un sistema de curvas de referencia para el manejo de rodales puros.

Razón de áreas de árboles (RAA): Comprende la suma de los espacios ocupados por los árboles en una determinada área, representando el grado de ocupación del sitio, su expresión básica es:

$$Razón \text{ de Área} = b_0 n + b_1 \sum d + b_2 \sum d^2 \quad [5]$$

b_0, b_1, b_2 : coeficientes de regresión

n: número de árboles de DAP=d por unidad de área

Factor de Competencia de Copas (FCC): En la misma línea del RAA, el factor de competencia de copas representa el área disponible para un individuo promedio en relación al área máxima que podría usar. El FCC es una medida de densidad y de competencia al interior del rodal.

El FCC se estima mediante el cálculo del área de copa máxima (ACM), el que indica la máxima proporción que un árbol de un DAP determinado puede ocupar por unidad de área. Su cálculo se basa en:

Diámetro de Copa:

$$DCopa = a + bDAP \quad [6]$$

Determinando el ACM como:

$$ACM = a DCopa^2 \quad [7]$$

Siendo el FCC:

$$FCC = 1/A [a \sum n_i + b \sum DAP_i n_i + c \sum DAP_i^2 n_i] \quad [8]$$

con,

n : número de árboles de DAPi

a, b, c : coeficientes

Una herramienta de gestión en la toma de decisiones de manejo de bosques que integra los conceptos e índices de densidad antes mencionados es la Carta de Densidad propuesta por Gingrich (1967) (CDG). Para su construcción se recurre a las expresiones [6], [7] y [8] y su aplicación en Chile se representa hoy en la Norma de Manejo de Roble-Raúl-Coihue (NRORACO-V01-R03.1-a) puesta en vigencia por la Corporación Nacional Forestal, cuyo desarrollo fue realizado en base a una investigación desarrollada por INFOR.

Importantes en este diagrama son la posición de la línea A, conocida como el límite de máxima densidad en términos de existencias, y la posición de la línea B que marca el desarrollo libre del rodal. Adicionalmente, la línea C representa el límite mínimo de recuperación, pasado ese límite se sobrepasa la capacidad de resiliencia del bosque y se asume la degradación del bosque (Bahamondez *et al.* 2009, Bahamondez y Thompson 2013 en revisión).

En la propuesta de Drew and Flewelling (1979) el DMD del rodal se relaciona al volumen de producción y al tamaño del árbol en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, para todo el espectro de calidades de sitio. El modelo resultante, aunque no es un modelo de crecimiento, intenta determinar condiciones en donde el crecimiento y desarrollo de la plantación sigue un patrón específico. Esta herramienta es sencilla y permite entender y manejar el bosque de una forma más práctica que los más complejos modelos de crecimiento. En su modelo desarrollaron la línea de máxima densidad, la de cierre de copas y la del inicio de mortalidad por competencia (que marca la zona donde es probable que ocurra mortalidad debida a la competencia), a la que agregaron la estimación del diámetro medio y altura dominante, que permite relacionar los parámetros con las condiciones de volumen-densidad promedio.

Se genera entonces una función del diámetro medio en función de la densidad del rodal y del volumen de árbol individual de la forma:

DAP (medio)=

$$((b0*Vol+b1)^{b2}*(b3-b4*NHA^{b5})) \quad [9]$$

Donde,

bi: coeficientes del modelo

Vol: Volumen de árbol individual (m³)

NHA: Número de árboles por hectárea (densidad)

DAP: cm

De forma similar se estima el sitio como la altura dominante a una edad clave, que permite resolver para los puntos del diagrama desde la siguiente ecuación:

$$Vol = (b0 + b1 * DAP_{medio}^{b2}) * Hdom^{b3}, \quad [10]$$

Donde *bi* son coeficientes. *Hdom* es la altura dominante (m)

De las relaciones entre densidad y crecimiento, este desarrollo supone que el crecimiento del árbol individual no se relaciona con la densidad en la zona previa al cierre de copas (15% de densidad relativa), entre el 15 y 40% el crecimiento por unidad de área aumenta, pero el crecimiento por árbol disminuye, sobre este límite el crecimiento por unidad de área no es modificado por la densidad.

El DMD de Gingrich tiene respaldo de su uso por más de 40 años y su utilidad está también probada en el caso de los bosques de lenga. Se menciona en este contexto el trabajo de Loguercio et al. (2011) para la Provincia del Chubut en Argentina. Éste fue desarrollado en base a datos de inventarios forestales y otros estudios siguiendo la metodología propuesta Bahamóndez et al (2009), para evaluar degradación a nivel de rodal en bosques de lenga mostrando resultados satisfactorios. Para la confección del DMD de lenga los autores elaboraron una base de datos con 633 parcelas provenientes de distintos estudios e inventarios realizados en Patagonia norte. Los datos de dichos estudios se tomaron en su mayoría en parcelas circulares concéntricas, de 200 m² para árboles entre 10 y 30 cm de DAP y de 500 m² para los árboles mayores a 30 cm de DAP. Para cada parcela, por hectárea, se estimó el número de árboles (N/ha), el área basal (AB) y el diámetro medio cuadrático medio (DMC). Los rangos de estas variables fueron entre 20 y 2.850 árboles por hectárea, 5,1 y 100,6 m²/ha de AB y entre 13,5 y 99,1 cm de DMC.

Para el ajuste de la línea A, se seleccionaron 45 parcelas de máxima densidad desde la base de datos, según sus valores de área basal. Con estas parcelas se ajustó la función de área-árbol (TAR) según Chisman y Schu-

macher (1940). La línea B equivale a un factor de competencia de copas (FCC) igual a 1 (o 100 expresado en porcentajes). El FCC se obtuvo mediante la relación entre el diámetro a la altura de pecho (DAP) y el diámetro de copas de árboles de crecimiento libre. Si bien no se dispuso de datos de crecimiento de árboles solitarios, se aproximó la curva mediante árboles que habían sobresalido por su crecimiento y desarrollo dentro de rodales, relevados en un estudio previo (Bava 1999a). Para estimar la línea B se utilizaron 65 parcelas con valores de FCC entre 90 y 110; a partir de estas parcelas se ajustó una ecuación exponencial negativa entre el área basal y el número de árboles por hectárea. El resultado de este trabajo se muestra en la Figura N° 4.

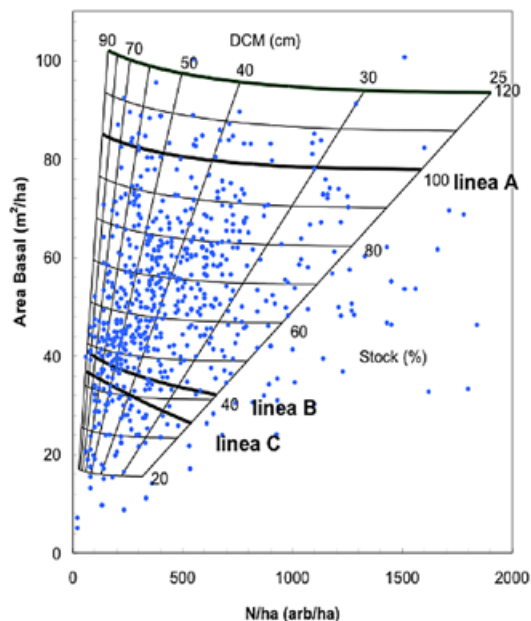


Figura N° 4

CARTA DE STOCK DE LENGA PARA LA
PROVINCIA DEL CHUBUT (Loguercio et al. 2011)

Dado el objetivo de dicho trabajo, que fue utilizar el diagrama de densidad de lenga para estimar carbono en bosques degradados (carta de stock), ellos aproximaron el problema de las pérdidas por pudriciones, estableciendo relaciones entre el área basal y la biomasa aérea (que considera las pudriciones) y la biomasa radical, respectivamente, para distintas alturas dominantes del rodal, para luego vincular los datos al diagrama de densidad mediante el área basal.

Metodología

El estudio se planificó en base a etapas y actividades que permitieran el cumplimiento progresivo de los objetivos: Acopio y análisis de información existente; Diseño y levantamiento de datos de terreno; Análisis y procesamiento de datos; Validación del diagrama de densidad y cartilla de descripción narrativa; y Difusión y transferencia.

Fuentes de Información

En la realización de esta investigación se consideraron fuentes de información existentes, tanto cartográficas y dasométricas, como de sensores remotos y edafoclimáticas. A su vez se realizó un inventario específico para renovales de lenga en las regiones de Aysén y Magallanes.

• Información auxiliar

Con el fin de desarrollar las distintas actividades contempladas dentro del estudio, se realizó una recopilación de información de bases de datos, cartografía, sistemas de información geográfica, imágenes satelitales, y otras, disponibles en distintas fuentes. Tales fuentes de información tanto nacionales como internacionales fueron las siguientes:

- CONAF-CONAMA-BIRF. Coberturas actualizadas de las superficies del Catastro de Bosque Nativo para el Tipo Forestal Lenga (2006-2007)
- Biblioteca del Congreso Nacional. Coberturas de límites geográficos regionales, provinciales y comunales, y coberturas de redes hidrográficas y camineras (2008-2009)
- SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental). Coberturas de las superficies de áreas protegidas públicas (SNASPE) y privadas (ASPP) (2008-2009)

- CGIAR-CSI (Consortium for Spatial Information): Modelo de elevación digital DEM (Altitud, Pendiente, Exposición) en una resolución de 30 m (2014)
- USGS. Servicio Geológico de Estados Unidos: Imágenes multiespectrales Landsat 8 de resolución 30 m (2013-2015)
- WorldClim: Datos climáticos (precipitación y temperatura) (1950-2000) proveniente de la base <http://www.worldclim.org/>
- Ministerio de Energía Chile. Explorador de energía eólica (2012) con información de velocidad de viento (Regiones de Aysén y Magallanes).
- Para homogeneizar la información recopilada, las coberturas digitales fueron transformadas al Datum del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84).

• Datos disponibles

Corresponde a datos de parcelas obtenidos de distintos proyectos previos, como:

- Proyecto 1. "Diagnóstico Sistema Gestión Ambiental Bosques de Lenga XII Región, desarrollado por INFOR y Fundación Chile. Se contó con información de 62 conglomerados correspondientes a 181 unidades muestrales. Cada conglomerado consistía en 3 parcelas Bitterlich establecidas en forma de "L" (Figura N° 5a). Los parámetros de área basal, densidad y volumen a nivel de hectárea, fueron obtenidos siguiendo la metodología establecida por Prodan et al. (1997).
- Proyecto 2. Inventario de ecosistemas forestales que lleva a cabo el Instituto Forestal. De este proyecto se contó con 134 parcelas correspondiente a 53 conglomerados. Cada conglomerado se encontraba establecido en una grilla sistemática de 5 x 7 km y agrupaba a tres unidades de registro

o parcelas en forma de "L" invertida. Las mediciones se realizaron sobre parcelas concéntricas, con radios de parcela dependiente del tamaño de los árboles (INFOR, 2009). Dentro de cada unidad de registro se levantaron 3 subunidades circulares de 1 m² de superficie, para el muestreo de la regeneración arbórea (Figura N° 5b). En el Cuadro N° 5 se muestra el número de parcelas recopiladas para cada región.

Proyecto 3. Monitoreo de Dendroenergía y Carbono Forestal, que lleva a cabo la Corporación Nacional Forestal. Se contó con información de 75 unidades muestrales de forma rectangular (10 m x 50 m) de 500 m² de superficie. Corresponden a un muestreo estratificado de segunda fase, sobre una malla sistemática de primera fase de distanciamiento de 1 km x 1 km (Figura N° 5c). También contemplan subparcelas de regeneración (6) de 1 m² de superficie, así como subparcelas para brinzales (50 m² de superficie).

Cuadro N° 5
NÚMERO DE PARCELAS RECOPIADAS
PARA CADA REGIÓN

Proyectos	Regiones		Total
	Aysén	Magallanes	
1	0	181	181
2	73	61	134
3	45	30	75
Total	118	272	390

La información de terreno fue consolidada en una base de datos, en donde cada parcela contaba con información a nivel de árbol (especie, altura total, DAP, calidad, área de copa y posición sociológica) y de rodal (densidad, área basal, volumen, DMC, edad, altura dominante, cobertura arbórea, estructura, pendiente, exposición, altitud y coordenadas UTM).

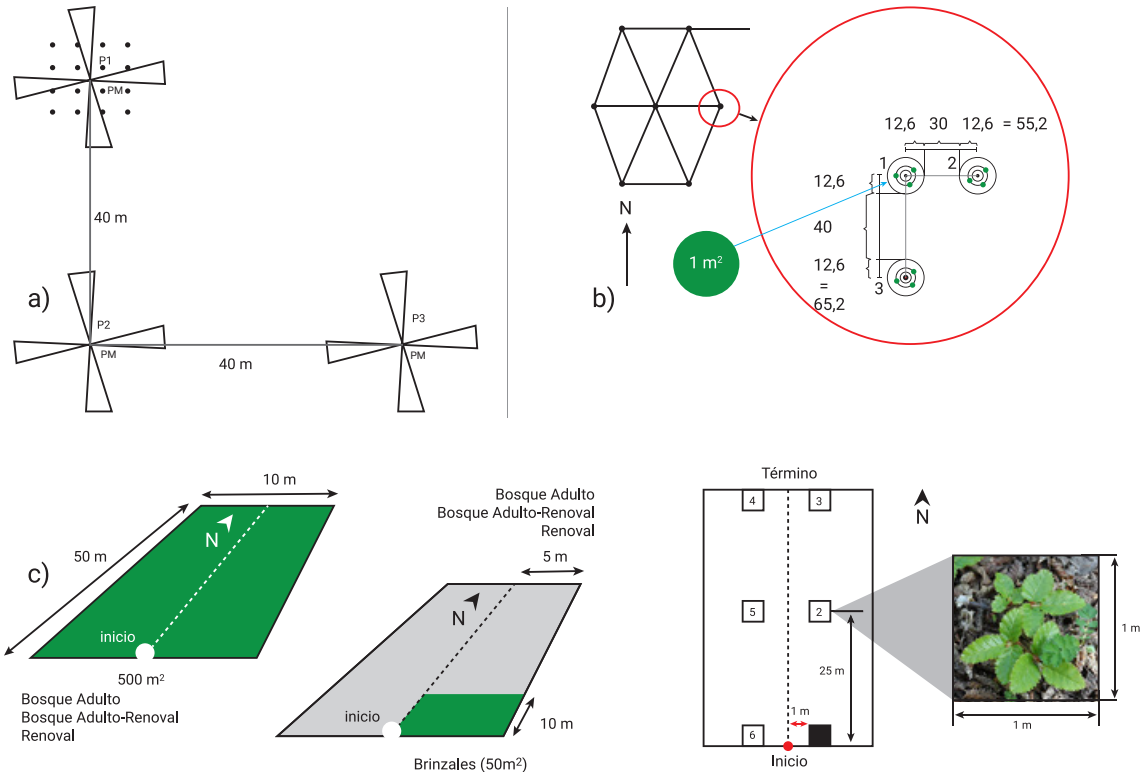


Figura N° 5
DISEÑO DE ESTABLECIMIENTO DE LAS UNIDADES MUESTRALES RECOPIADAS
DE LOS DISTINTOS PROYECTOS

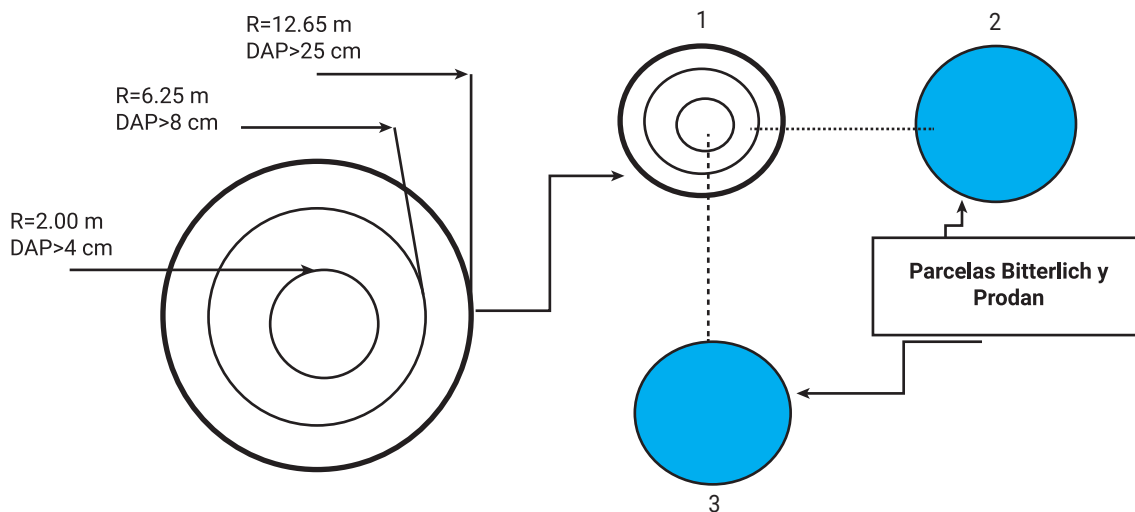


Figura N° 6
FORMA DEL CONGLOMERADO

• Datos Generados por el Estudio

Se desarrolló un inventario para caracterizar el estado actual de renovales de lenga con potencial productivo a partir del establecimiento de 200 conglomerados en ambas regiones de estudio (100 conglomerados para la Región de Aysén y 100 conglomerados para la Región de Magallanes) (Anexo 8).

Los puntos de muestreo fueron establecidos en sectores que representaron la zonificación realizada por el proyecto para este tipo de bosques.

El sistema de muestreo utilizado para el establecimiento de cada conglomerado fue el aplicado regularmente por INFOR en el programa Inventario Forestal Continuo (INFOR, 2009).

No obstante, solo la parcela 1 tenía una superficie de área fija de 500 m², las parcelas 2 y 3 tenían superficies de área variable, constituidas por parcelas Bitterlich y Prodan superpuestas (Figura N° 6). La parcela 1 tiene su centro en la coordenada UTM del punto muestra seleccionado, la parcela 2 se encuentra a 30 m en dirección Este y la parcela 3 se encuentra a 40 m desde el borde de la parcela 1 en dirección Sur. Se desarrolló también un levantamiento de parcelas para los DMD y cartilla de descripción narrativa.

Definición de Zonas de Productividad

Dado el desarrollo de investigaciones previas descritas en las fuentes de información, con antecedentes adecuados para proponer una zonificación que permitiera hacer más eficiente el levantamiento de nuevos datos en terreno, se procedió a validar y homogenizar dicha información.

Posteriormente a la zonificación se diseñó el inventario de terreno, se capacitó a brigadas y se realizó el levantamiento de datos en terreno.

La ubicación geográfica de los datos de terreno recopilados desde proyectos ya existentes se presentan en la Figura N° 7, y los datos a nivel de rodal de cada parcela se entregan en el Anexo 7.

En un primer análisis se excluyeron todas aquellas parcelas que no contaban con la información necesaria y que no pudieron ser completadas con la información auxiliar recopilada.

Además, considerando que este proyecto solo se centra en bosques productivos de lenga y con opciones de ma-

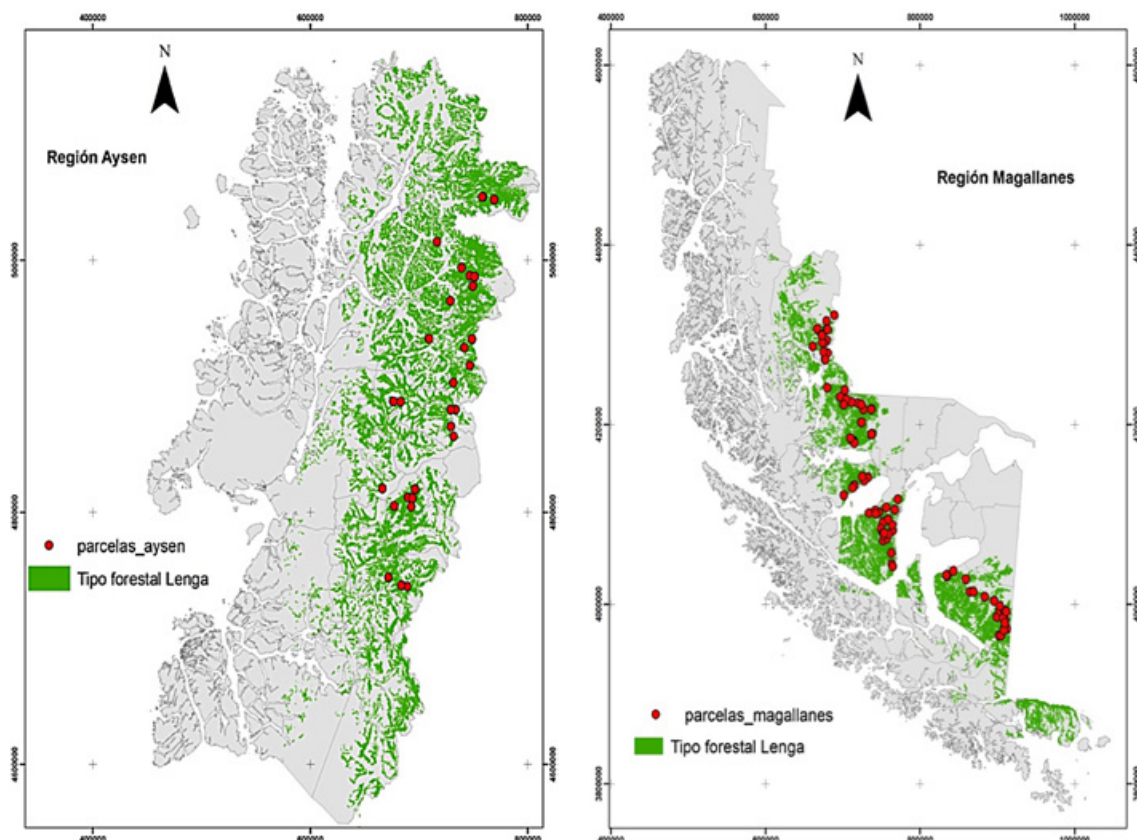


Figura N° 7
DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO
RECOPILADAS EN LA REGIÓN DE AYSÉN Y MAGALLANES

nejo, también se excluyeron del análisis aquellas parcelas clasificadas como de estructura achaparrada.

Considerando la amplia variabilidad en la distribución y productividad de los bosques de lenga en ambas regiones y con el objetivo de realizar un muestreo objetivo y eficiente para la toma de datos que permita desarrollar el diagrama de densidad, se realizó una clasificación de sitios en base a su nivel de productividad.

Es sabido, que cada rodal mantiene un nivel de productividad distinta de otros rodales como expresión de las características propias del sitio, es decir, la productividad de cada rodal en términos de volumen, área basal, altura dominante y otras variables, está determinada en primer lugar por las características macroclimáticas, posteriormente influyen los factores microclimáticos y edáficos de las distintas situaciones de bosque (Laatsch, 1967, Schlatter, 1994).

En este sentido, fue necesario entonces considerar estos factores para realizar una definición de zonas de productividad alta, media y baja. De igual forma en cada zona se definieron tres tipos de sitios: bueno, regular y malo. Para los análisis relativos a la generación de zonas de productividad homogénea, se emplearon los softwares "R core-development team" e InfoStat, mientras que los procesos de análisis geoespacial fueron realizados con los sistemas de información geográfica Arcgis 9.3, 10.2 y ENVI.

Para la confección de los mosaicos de imágenes satelitales de la región de Magallanes y la región de Aysén, se recurrió a material LANDSAT 8. Se seleccionó este material por tener características idóneas para el desarrollo del estudio. Entre los elementos evaluados para su selección se puede mencionar cobertura espacial y temporal, resolución espacial y espectral, número y tipo de bandas espectrales, calidad de la calibración radiométrica.

ca, calidad de la georreferencia, aplicación de ajustes de terreno y costos de adquisición y procesamiento.

Se realizó una selección de material satelital para lo que se recurrió a catálogos de imágenes en línea, revisando la disponibilidad para toda el área de estudio desde inicios del año 2015 al presente.

De esta manera, se identificaron para utilizar en la confección del mosaico 13 imágenes para la región de Aysén y 32 imágenes para la región de Magallanes (Anexo 3).

Producto de las condiciones meteorológicas imperantes en ambas regiones, la selección contempló traslapes entre imágenes, así como la utilización de más de una escena para una determinada superficie. Ello con el fin de cubrir de mejor manera vacíos de información originados por la presencia de nubes y sombras.

Para el trabajo con las imágenes, primeramente, se realizó un apilado de las bandas independientes de cada imagen. Luego se generaron y aplicaron máscaras, permitiendo la identificación de áreas con datos válidos a ser procesados.

Una vez hecho esto, se procedió a remuestrear las imá-

genes para obtener tamaños de pixel de 100 m de lado, desde los 30 m originales. Se optó por esta aproximación, para reducir tiempos de procesamiento involucrados en el manejo de superficies de gran dimensión.

Para la generación del mosaico se establecieron imágenes candidatas a servir de referencia y luego se realizó un proceso de igualación de histogramas. Este proceso fue alternado entre las distintas imágenes de referencia, modificando también su orden de precedencia en el mosaico, hasta la obtención de resultados satisfactorios.

Para esta actividad se incluyó en la base de datos la información de clima y suelo recopilada de las fuentes citadas anteriormente.

Mediante las coordenadas UTM de las parcelas, se cruzó la información de terreno con imágenes en formato raster, las cuales contenían información de precipitaciones, temperaturas y velocidad del viento para cada punto de muestreo (Cuadro N° 6).

Siguiendo el mismo procedimiento se obtuvo información de suelo desde las coberturas vectoriales. De este modo la base de datos contó con información adicional para realizar el análisis de productividad.

Cuadro N° 6
CLASIFICACIONES DE SITIO PARA LENG

Variable	Código	Unidad	Tipo de variable
Volumen fustal bruto	vha	m ³ /ha	numérica y continua
Área basal	gha	m ² /ha	numérica y continua
Densidad	nha	árboles/ha	numérica y continua
Diámetro medio cuadrático	dmc	cm	numérica y continua
Altura dominante	hdom	m	numérica y continua
Altura media	htmedia	m	numérica y continua
Edad del rodal	edad	años	numérica y continua
Exposición	exp	-	nominal y discreta
Pendiente media del terreno	pend	%	numérica y continua
Altitud	alti	msnm	numérica y continua
Rugosidad del terreno	rugosid	-	numérica y continua
Curvatura del terreno	curvatu	-	numérica y continua
Estructura del rodal	estru	-	nominal y discreta
Cobertura del rodal	cober	%	nominal y discreta
Coordenada UTM X	utm_x	m	numérica y continua
Coordenada UTM Y	utm_y	m	numérica y continua
Precipitación anual	pp anua	mm	numérica y continua
Isotermalidad	isot	%	numérica y continua
Precipitación estacionalidad (coeficiente variación)	pp esta	%	numérica y continua
Precipitación del mes más húmedo	pp mesh	mm	numérica y continua

Variable	Código	Unidad	Tipo de variable
Precipitación del mes más seco	pp mess	mm	numérica y continua
Precipitación del trimestre más cálido	pp tric	mm	numérica y continua
Precipitación del trimestre más frío	pp trif	mm	numérica y continua
Precipitación del trimestre más húmedo	pp trih	mm	numérica y continua
Precipitación del trimestre más seco	pp tris	mm	numérica y continua
Rango de temperatura anual (t max - t min)	rt anua	°C	numérica y continua
Temperatura media anual	t anual	°C	numérica y continua
Temperatura media del trimestre más cálido	t bcal	°C	numérica y continua
Temperatura Media del trimestre más frío	t bfrio	°C	numérica y continua
Temperatura Media del trimestre más seco	t bsec	°C	numérica y continua
Temperatura estacionalidad (Desv. Estandar*100)	t estac	%	numérica y continua
Temperatura máxima de mes más cálido	t max	°C	numérica y continua
Rango temperatura media mensual (t max - t min)	t mens	°C	numérica y continua
Temperatura promedio del trimestre más húmedo	t thum	°C	numérica y continua
Temperatura mínima de mes más frío	t min	°C	numérica y continua
Velocidad del viento a 5,5 m altura sobre el suelo	vna 1	m/s	numérica y continua
Velocidad del viento a 16 m altura sobre el suelo	vna 2	m/s	numérica y continua
Velocidad del viento a 26 m altura sobre el suelo	vna 3	m/s	numérica y continua
Descripción profundidad total del suelo	dprof	-	Texto
Uso del suelo	usuelo	-	Nominal y discreta
Periodo de crecimiento (Aysén)	per_cre	meses	numérica y discreta
Clasificación ecoclima (Aysén)	c_ecoclima	-	Nominal y discreta
Descripción ecoclima (Aysén)	ecoclima	-	Texto
Clasificación de unidades naturales (Aysén)	unatura	-	Texto
Código de unidades naturales (Aysén)	c_unatura	-	Nominal y discreta
Banda espectral B2 LANSAT 8	mos2_b1	DNs	numérica y continua
Banda espectral B3 LANSAT 8	mos2_b2	DNs	numérica y continua
Banda espectral B4 LANSAT 8	mos2_b3	DNs	numérica y continua
Banda espectral B5 LANSAT 8	mos2_b4	DNs	numérica y continua
Banda espectral B6 LANSAT 8	mos2_b5	DNs	numérica y continua
Banda espectral B7 LANSAT 8	mos2_b6	DNs	numérica y continua
Zona climática (Magallanes)	zclima	-	Texto
Formaciones vegetacionales (Magallanes)	for_veg	-	Texto
Descripción distrito (Magallanes)	distrito	-	Texto
Código distrito (Magallanes)	cdist	-	Nominal y discreta

La definición de las zonas de productividad tuvo las siguientes etapas:

- **Etapla 1.** En una primera instancia, la base de datos con información de las parcelas y de factores del sitio fue analizada mediante correlación de Pearson, con el fin de identificar las variables que tuvieran correlaciones significativas ($P < 0,05$) con la productividad de los sitios (Anexo 5). Este análisis también permitió excluir aquellas variables explica-

tivas de la productividad del sitio, que registraron multicolinealidad entre ellas.

- **Etapla 2.** Con el objetivo de seleccionar las variables ambientales (independientes) que fueran significativas ($P < 0,05$) para las variables de productividad (dependientes), se realizaron dos análisis de regresión lineal multivariante Stepwise. Un primer análisis de regresión se realizó con todas las variables ambientales disponibles, mientras que el

segundo, se realizó con las variables significativas del primer análisis, con el fin de seleccionar únicamente aquellas variables de mayor relevancia en ambos análisis (Anexo 4). Como variables productivas se utilizaron el área basal, el volumen fustal, la altura dominante y la densidad. La función tuvo la siguiente expresión

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n + e_i \quad [11]$$

- **Etapla 3.** Utilizando las variables del sitio seleccionadas en la Etapa 2 se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), que permitiera identificar las variables de mayor peso factorial. Paralelamente, se evaluó gráficamente la formación de grupos homogéneos utilizando como factores de agrupación las mismas variables seleccionadas en la etapa anterior. Para ello, se definieron categorías dividiendo el rango total de datos de cada variable en tres partes iguales y procurando mantener suficiente información de parcelas en cada rango definido. Adicionalmente, se utilizaron como factores de agrupación otras variables categóricas disponibles en las fuentes de información base, recopiladas inicialmente (IREN 1967 y 1980).
- **Etapla 4.** La selección de las variables categóricas utilizadas para la definición de grupos homogéneos, se realizó observando los gráficos de resultados, en donde se esperaba que los grupos estuvieran claramente diferenciados, sin zonas de traslape o estas fueran muy pequeñas.

Una vez identificadas y seleccionadas las variables categóricas, se evaluó la distribución normal (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (Test de Levene) de los parámetros de rodal en cada grupo definido, además de probar estadísticamente la diferencia entre los grupos mediante los test de T-student.

Además, considerando que se contaba con 6 variables de rodal asociadas a la productividad, se evaluó la diferencia entre los grupos utilizando un vector de medias multivariable.

Para comparar las medias de los vectores se utilizó la prueba estadística T2 de Hotelling para dos muestras (Hotelling, 1947), la cual tiene la siguiente expresión.

$$T2 = \frac{(n_1 n_2)}{(n_1 + n_2)} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad [12]$$

Donde: $\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$ corresponden a los valores medios de los vectores

n_1 y n_2 son el número de muestras

S^{-1} la inversa de la matriz de varianza-covarianza combinada de ambos vectores

Las hipótesis asociadas fueron:

$H_0 = \mu_1 = \mu_2$, el vector medio de grupo 1 es igual al vector medio del grupo 2

$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$, el vector medio de grupo 1 es distinto al vector medio del grupo 2

Los análisis y procesos estadísticos fueron realizados con el Software R core-development team. Para la definición de los grupos en la Etapa 3 se utilizó la librería de R ggbiplot, mientras que para la comparación de medias de los vectores en la Etapa 4, se utilizó la librería HotellingT2 del paquete ICSNP.

Levantamiento de Datos de Terreno

Con el fin de contar con el personal idóneo para la toma de datos en terreno, durante el mes de septiembre 2015 se realizó una capacitación de las brigadas que realizarían estas actividades en las regiones de Aysén y Magallanes. En total se conformaron cuatro brigadas de dos personas cada una, las cuales fueron capacitadas en el diseño de muestreo para la toma de datos, uso de instrumentos de medición, uso de data logger para la toma de datos y en general, de todas las variables que consideraba el inventario para renovales de lenga. Durante los meses de noviembre 2015 a febrero 2016 se llevó a cabo el levantamiento de las 200 parcelas de inventario en ambas regiones.

- **Establecimiento de conglomerados.** Para establecer las parcelas en ambas regiones, se procedió a acotar el área de muestreo, utilizando la información disponible. Bajo las siguientes condiciones:

Se consideraron exclusivamente bosque de renovales densos de lenga según la información proporcionada por el Catastro.

Se excluyeron las superficies pertenecientes a algunas de las categorías del Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SNASPE) y Áreas Protegidas Privadas (APP).

Se excluyeron las superficies de protección de cursos hídricos, según la Normativa Vigente (DL 701 y Ley 20.283).

Se excluyeron las áreas con pendientes mayores a 60%.

Se consideraron exclusivamente los bosques de renovales, ubicados a menos de 3 km de caminos públicos. Esto considerando que el proyecto se centra en el estudio de los bosques con potencial productivo actual y accesibilidad.

Una vez definida el área de muestreo, se procedió a superponer una grilla de 1 x 1 km sobre la superficie de bosque resultante. De la grilla se seleccionaron 200 puntos en forma aleatoria, con el fin de establecer un conglomerado en cada punto seleccionado. Es decir, 100 conglomerados para la región de Aysén y 100 conglomerados para Magallanes. Con el fin de tener puntos alternativos, se seleccionaron 50 puntos adicionales en cada región.

Los puntos de muestreo debían ser representativos de cada zona de productividad definida en la primera etapa del trabajo de zonificación. Por esta razón, se definió un número determinado de puntos de muestreo para cada zona de crecimiento y según región (Cuadro N° 7).

Cuadro N° 7
NUMERO DE CONGLOMERADOS
SEGÚN ZONA DE PRODUCTIVIDAD Y REGIÓN

Zonas	Regiones	
	Aysén	Magallanes
1	16	5
2	52	13
3	32	35
4	-	24
5	-	23
Total	100	100

Como ya se mencionó el sistema de muestreo para el establecimiento de cada conglomerado corresponde al utilizado regularmente por INFOR en el Inventario Forestal Continuo (INFOR, 2009), modificado para combinar parcelas de área fija y área variable.

- **Método de Bitterlich.** El método se basa en el postulado de Bitterlich (1948), que dice que "el número de árboles de un rodal, cuyos diámetros a la altura del pecho (DAP) a partir de un punto fijo aparecen superiores a un valor angular alfa constante, es proporcional al área basal en m²/ha". El método consiste en contar los árboles, realizando un giro de 360° cuyos diámetros sean iguales o mayores que una abertura angular equivalente a:

$$\left(\sin \frac{\alpha}{2} \right) \quad [13]$$

Donde: (α) es un ángulo fijo, cuyo vértice es el punto central de la unidad de muestreo.

La selección de los árboles se realiza con probabilidad proporcional al área basal, o al cuadrado del diámetro y la frecuencia.

La muestra de conteo angular resulta de la determinación del número de árboles de un rodal, cuyos diámetros, a partir de un punto fijo, aparece superior a un valor angular constante previamente determinado (Figura N° 8). Estos valores constituyen la medida básica para determinar el área basal (Loetsch *et al.*, 1973; Prodan *et al.*, 1997; Moscovich y Brena, 2006).

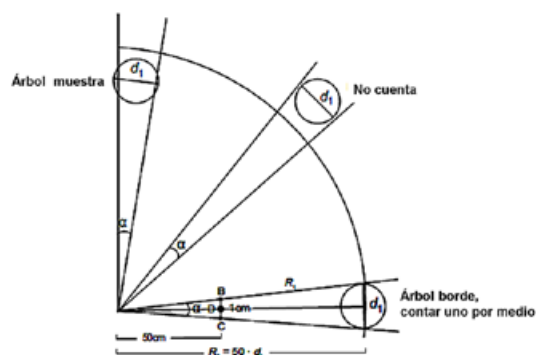


Figura N° 8
CRITERIO PARA CONTAR LOS
ÁRBOLES EN LA PARCELA

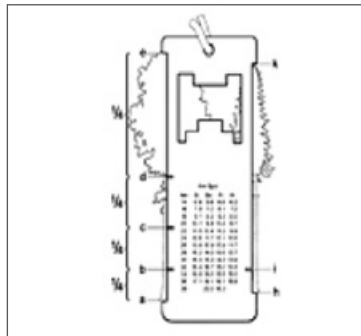
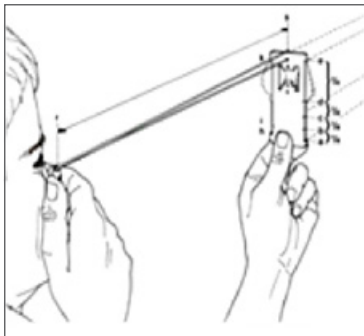


Figura N° 9
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN CON DENDRÓMETRO

Para la estimación de los árboles que se contabilizan se utiliza un dendrómetro, que en el caso de las muestras que se levantaron trabaja con un factor de área basal de 2. Este dendrómetro se sitúa a 50 cm del ojo, y se evalúa el árbol a la altura del DAP. Hay otras funcionalidades que pueden utilizarse en este dendrómetro, pero se utilizó solo para la estimación del área basal.

Como describe en las Figuras N° 8 y N° 9, se contabilizan los árboles que sobrepasan la medida para un FAB 2, no se contabilizan los árboles menores, y se contabilizan uno por medio los árboles que coinciden exactamente con la medida.

El conteo de los árboles seleccionados se realiza desde el punto centro de la parcela, desde el mismo punto donde se aplica el Método de Prodan.

- **Método de Prodan.** Este método considera la medición de los seis (6) árboles más cercanos al punto de muestreo y la medición en particular de la distancia al centro del sexto árbol más cercano (Prodan 1968). En estas condiciones, la inclusión de un árbol en el muestreo es proporcional a su distancia al punto de muestreo.

La decisión sobre el número de árboles a ser medidos en la unidad de muestreo tiene como base el comportamiento del coeficiente de variación del volumen individual de los árboles con relación al número de árboles medidos. En este estudio, Prodan (1968) observó que el coeficiente de variación se volvía estable a partir del sexto árbol medido. La unidad de muestreo consiste en medir los seis árboles más próximos a un punto determinado como centro de la parcela. El sexto árbol es contado como medio árbol (Moscovich y Brena, 2006).

Los parámetros de rodal fueron obtenidos para las parcelas de área variable, empleando las siguientes expresiones (Prodan et al., 1997):

$$Gha = FAB * \sum_{j=1}^m \frac{g_j}{g_j} = FAB * m \quad (\text{Método Bitterlich}) \quad [14]$$

$$Nha = \frac{10000}{\pi d_6^2} * 5,5 \quad (\text{Método Prodan}) \quad [15]$$

$$Vha = FAB * \sum_{j=1}^m \frac{v_j}{g_j} \quad (\text{Método Bitterlich}) \quad [16]$$

Donde: Gha = Área basal a nivel de rodal (m²/ha)

FAB = Factor de área basal

g j = Área basal (m²/ha) del árbol j

m = Número de individuos registrados empleando el FAB

Nha = Número de árboles en la hectárea (árboles/ha)

d6 = Distancia al sexto árbol (m)

Vha = Volumen a nivel de hectárea (m³/ha)

Vj = Volumen del árbol j

Las variables de estado de rodal fueron medidas de acuerdo al Manual de Operaciones de Terreno (INFOR, 2009). Algunas de las variables medidas en las parcelas de 500 m² fueron las siguientes:

- Especie
- DAP (cm)
- Altura total (m)
- Altura comienzo de copa (m)
- Diámetro de copa (N-S y E-O)
- Estado sanitario
- Otras

En las parcelas Bitterlich se registró el número de árboles que entraron en la muestra de cada especie. En tanto, en las parcelas Prodan se registró, la pendiente del terreno, el DAP con huincha diamétrica, la altura total y de inicio de copa viva de cada uno de los 6 árboles más cercanos al punto centro, registrando también la especie. Además, se midió la distancia al sexto árbol más cercano.

- **Muestreo para análisis fustal.** Considerando la necesidad de contar con información de crecimiento para cada zona de productividad definida inicialmente, se realizó un muestreo para análisis fustal en ambas regiones. En cada región se contó con tres sitios de muestreo, uno por zona de productividad. La región de Magallanes contaba con 5 zonas de productividad, no obstante, se seleccionaron las tres zonas más representativas y de mayor superficie.

La selección de sitios para el muestreo, se realizó en base a información proporcionada por CONAF. Ello permitió obtener información sobre los predios con planes de manejo vigente y los contactos con los propietarios. Los rodales seleccionados debían ser representativos de bosques de renovalos densos (cobertura > 75%), ubicados en terrenos con pendiente menor a 60% y de buena accesibilidad.

En cada sitio se estableció una parcela circular de 500 m² (INFOR, 2009), con el objetivo de obtener información del estado actual de los rodales. Las principales variables medidas fueron: Especie, DAP, Altura y Sanidad de los individuos. Además, se registró la exposición, altitud, pendiente y coordenadas UTM de la parcela.

En cada rodal se seleccionaron 10 individuos para volteo y posterior extracción de rodela. Los individuos seleccionados para volteo debían tener las siguientes características:

- Abarcar todo el rango diamétrico del rodal
- Tener fuste recto
- Copa bien desarrollada
- Sin problemas de sanidad
- Tener un potencial maderero a futuro.

Inicialmente se establecieron tres rangos diamétricos; Bajo (10-20 cm), Medio (20-30 cm) y Alto (30-40 cm), seleccionándose 4 individuos en el rango Bajo, 3 en el rango Medio y 3 individuos en el rango diamétrico superior. No obstante, dependiendo de las características de cada rodal, el rango diamétrico podía variar.

Los individuos seleccionados fueron identificados con un número correlativo según el orden de volteo. Además, se marcó con una línea alrededor del DAP (1,3 m), otra línea alrededor del tocón (0,3 m) y una línea longitudinal que indicaba el norte magnético.

A cada individuo seleccionado se le registró el DAP, diámetro del tocón, altura total, altura comienzo de copa, diámetro inicio de copa y los diámetros de copa. Además, se le registró la distancia de sus cuatro competidores más cercanos y los respectivos DAP de esos competidores. Cabe señalar, que el nivel de competencia no se refería a los vecinos más cercanos, sino a aquellos individuos arbóreos que presentaban un desarrollo de copa que competía con el individuo seleccionado para volteo.

Los árboles seleccionados fueron volteados y luego se procedió a marcar las alturas cada 50 cm a partir del tocón y hasta un diámetro límite de 4 cm. Se midió el diámetro en cada sección marcada y se registró el espesor de corteza en cada altura donde se extrajeron las rodela. La primera rodela se extrajo a la altura del tocón (0,3 m), la siguiente a la altura del DAP (1,3 m) y las siguientes rodela cada 2 m a lo largo del fuste.

Las rodela fueron etiquetadas según la altura en el árbol, el número correlativo del árbol dentro del rodal y la identificación del sitio de muestreo a nivel regional. Las muestras fueron enviadas al laboratorio para su procesamiento, medición y conteo de anillos.

Análisis y Procesamiento del Inventario

Esta etapa comprende el ingreso y validación de base de datos, la búsqueda de datos anómalos y el cálculo de parámetros de rodal, relacionados a densidad, sitio y volumen.

• Relación DAP - Altura

Para aquella sub-muestra de árboles dentro de la parcela que tuvo medición de altura total, se debe estimar la relación DAP-Altura total a objeto de completar con estimaciones de esta a aquellos individuos que no fueron medidos en terreno. La relación se ajusta por Mínimos Cuadrados a algunos de los modelos siguientes o variaciones de los mismos:

$$H=a+bDAP+cDAP^2 \quad [17]$$

$$H=a+b \frac{1}{DAP} \quad [18]$$

$$\ln H=a+b \frac{1}{DAP} \quad [19]$$

Donde H: Altura Total (m)

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho (cm)

a, b: coeficientes

• Volumen cubico individual bruto

Una vez determinadas las alturas estimadas para aque-

llos individuos no medidos en terreno, se procede a estimar el volumen cúbico por individuo (m^3_{ssc}) a partir de algunas de las funciones de volumen descritas en la literatura, u otra tabla de volumen local disponible. Se utiliza en lo posible una función de volumen por especie.

Las funciones de volumen que se emplearon para las especies corresponden a los siguientes modelos:

Lenga:

$$V=0.07613592+0.0001926*DAP^2-0.01431892*H+0.00002885*DAP^2*H \quad [20]$$

Coigüe:

$$V=-1.0267798-.00067998*DAP^2+0.00001719*-DAP^3+0.10377906*H+3.3337525/H \quad [21]$$

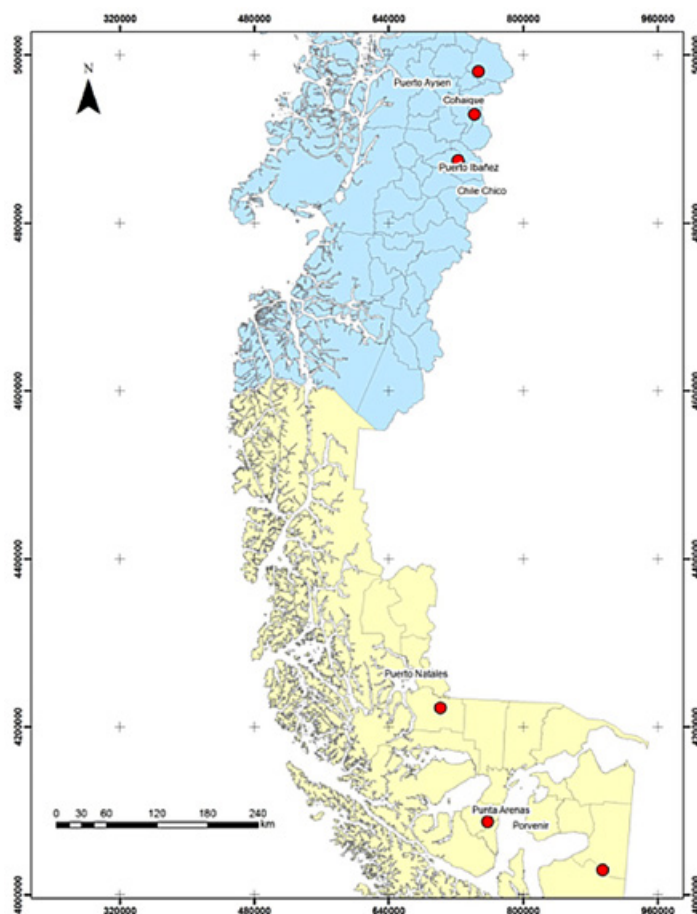


Figura N° 10

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS PARA MUESTREO DE ANÁLISIS FUSTAL EN CADA REGIÓN

Donde:

V: Volumen (m³ssc)

DAP: Diámetro a la altura del Pecho (cm.)

H: Altura total (m.)

• Número de Árboles, Área Basal y Volúmenes totales por Hectárea

Para estimar los valores de parámetros por hectárea de cada parcela, se aplica el factor de expansión relativo al tamaño de la parcela por la siguiente fórmula:

$$\frac{Narb}{ha} = f * n_k, \quad \frac{Area\ Basal}{ha} = f * \sum gi, \\ \frac{Volumen}{ha} = f * \sum vi \quad [22]$$

Dónde:

vi: Volumen de árbol individual (m³ssc) según función de volumen sólido para árboles cubicables y para la especie.

nk: Número de árboles en la parcela concéntrica de radio k,

gi: Área Basal del árbol individual ($g = \pi/4 * (DAP^2)$)

Diagramas de Densidad

La primera aproximación al diagrama de densidad que se desarrolló en lenga tuvo como objetivos probar la metodología de Gingrich (1967) para el desarrollo del diagrama con los datos de parcelas existentes y analizar la distribución de los datos, respecto al diagrama desarrollado por Loguercio *et al.* (2011) en bosques de lenga en la Patagonia argentina.

• Construcción del Diagrama de Manejo de Densidad (DMD) según Gingrich

Para el ajuste de los diagramas de densidad, además de las 200 parcelas de inventario establecidas en ambas regiones, se contó con la información de parcelas recopiladas desde distintos proyectos. Así se contó en total con información proveniente de 148 parcelas en la Región de Aysén y 143 parcelas en la Región de Magallanes, con un total de 291 parcelas en ambas regiones.

Debido a que los análisis preliminares no registraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los rodales de lenga de las regiones de Aysén y Magallanes, y también considerando que mientras mayor sea la cantidad de información de parcelas se obtiene un mejor ajuste, se desarrollaron diagramas generales para ambas regiones.

Para definir la línea de densidad máxima (Línea A), se utilizó el Factor de Competencia de Copa (FCC) según Krajicek *et al.* (1961). El FCC, es una medida que expresa el espacio disponible para un árbol promedio, en relación al área máxima que podría utilizar. No es específicamente una medida de apertura de dosel, pero teóricamente la cobertura completa se puede dar a partir de cuando tome un valor de 100% o más. Para este caso, la línea de máxima densidad se obtuvo a partir de la relación entre el DMC y la densidad de aquellos rodales con un FCC > 75%.

Para la estimación del FCC se requieren los siguientes parámetros:

Área de Copa (m²)

$$AC = b0 + b1 * DAP \quad [23]$$

Dónde: b0, b1: Coeficientes

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm)

Área Máxima de Copa

$$AMC = C [b0 + b1 DAP]^2 \quad [24]$$

Dónde: C, b0, b1: Coeficientes

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm)

Factor de Competencia de Copa

$$FCC = K - 1 [\beta_0 \sum ni + \beta_1 \sum dini + \beta_2 \sum d2ini] \quad [25]$$

Donde: β_i : Coeficiente

di: Clase Diamétrica "i"

ni: Numero de Arboles de la Clase "i"

K: Área (1 si tabla de rodal está por ha)

Al aplicar la ecuación [21] se obtuvo la máxima área de copa de los individuos en la parcela y posteriormente se obtuvo el factor de competencia de copa para cada parcela de muestreo.

En tanto, para definir la línea de cierre de copas (Línea B), se ajustó una función mediante regresión lineal utilizando las variables DAP y área de copa de los individuos dominantes de lenga, de crecimiento libre y que no tuvieran

problemas sanitarios. En total se contó con información del área de copa de 1.599 individuos.

Para ajustar la línea de inicio de la degradación (Línea C), se recurrió a información de crecimientos obtenidos del Inventario Forestal Continuo de INFOR. Estos crecimientos fueron aplicados a las parcelas de lenga, considerando 10 años como plazo para que el respectivo bosque alcance la línea de cierre de copa e ingrese de esta forma a la zona de ocupación completa de sitio.

• Construcción de Diagrama de Manejo de Densidad según Drew y Flewelling

El modelo propuesto por Drew (1979) se orienta a delimitar las condiciones del rodal que determinan probablemente un patrón de crecimiento y desarrollo particular. Como todo modelo, trabaja en base a supuestos, pero pretende ser de utilidad y fácil comprensión.

Se basa en el Índice de densidad relativa (pt), que cuantifica el efecto de la densidad sobre el crecimiento y expresa la razón de la densidad actual y la densidad máxima alcanzable en un rodal con el mismo volumen promedio por árbol.

Esta herramienta sirve para relacionar en forma gráfica la densidad del rodal, el tamaño a nivel de árbol y el rendimiento del rodal, además debe cumplir las siguientes relaciones:

Relación de Máximo Tamaño-Densidad

En rodales coetáneos puros, el tamaño del árbol medio para cualquier nivel de densidad se puede determinar de la ley de los $3/2$.

$$v = a r^{-3/2} \quad [26]$$

Dónde: v = Volumen del árbol medio
 A = Constante
 r = Densidad del rodal

Para este cálculo se requiere la estimación de una función de volumen de árbol individual, construida desde la información proveniente del muestreo para análisis fustal.

$$V = f(DAP, H_{total}) \quad [27]$$

Dónde: V = Volumen estimado del árbol.

DAP = DAP del árbol (cm)
 H_{total} = Atura total del árbol (m)

Se genera luego el volumen a nivel de parcela y se relaciona el volumen individual promedio que cada parcela tenía y su densidad en términos del número de árboles por hectárea.

Sobre estos datos se ajusta la línea de densidad máxima, posicionando la línea de pendiente $-3/2$ en el límite superior de los datos (en su expresión logarítmica):

$$\ln(vol) = a - b * \ln(NHA) \quad [28]$$

Dónde: $\ln(vol)$ = Logaritmo natural del volumen individual promedio de la parcela de muestreo (m^3).
 $\ln(NHA)$ = Logaritmo natural de la densidad de la parcela de muestreo, expresada en número de árboles por hectárea.
 a, b = Coeficientes.

Relación de Inminente Mortalidad por Competencia

En el DMD, la reducción de la densidad de un rodal que se ubica dentro de la zona de inminente mortalidad por competencia, se interpreta como una reducción sustancial de la probabilidad de ocurrencia de mortalidad. Una mortalidad cuya causa directa no es la densidad, sino el conjunto de condiciones que la competencia por los recursos del sitio puede provocar. Si se permite que un rodal crezca varios años en esta zona, la mortalidad ocurrirá. Bajo esta zona se espera que la probabilidad de que un árbol muera no cambiará por bajar la densidad.

Sin embargo, la mortalidad no se puede estimar directamente de la relación tamaño-densidad, ya que ésta no causa por sí sola la muerte de los árboles. En tanto, una baja en su vigor, sí puede facilitar la mortalidad. El vigor podría reflejarse, a través de la tasa de crecimiento de árbol individual y su disminución desde un valor máximo. Esto ocurre después del cierre de copas.

La zona de inminente mortalidad se ubica entre la máxima densidad y otra línea paralela de menor densidad para el mismo tamaño de árbol medio. Por literatura (Cameron, I.1988; Drew & Flewelling, 1979) esta línea se ha ubicado al 54% de la densidad máxima (parámetro que fue redondeado).

Cierre de Copas

Se usa como una aproximación a la iniciación del desarrollo del rodal. El diámetro de copa de árboles que han crecido abiertos se puede describir a través de una función lineal.

Esto ocurre, cuando el área completa del rodal está cubierta por las copas, si el espaciamiento es triangular, debiera tener el mínimo de traslape de copas.

Se construye la relación diámetro medio-volumen medio para representar esta función en el diagrama.

Relaciones Diámetro, Altura, Densidad y Volumen

Para la construcción de este diagrama se requiere relacionar el diámetro medio del rodal, que para el caso del ajuste se basa en las parcelas de inventario, junto a la altura, al volumen medio de árbol y a la densidad.

La relación diámetro-volumen cambia con la densidad. El crecimiento en diámetro disminuye a mayores niveles de densidad. Sin embargo, el crecimiento en altura, en general, no se ve afectado por la densidad.

Se espera que un rodal denso sea más alto que un rodal abierto ambos con el mismo diámetro medio, debido a que al rodal denso le lleva más tiempo alcanzar el mismo diámetro.

Por otra parte, el volumen medio por árbol es proporcional a la altura para un diámetro dado.

$$\text{Modelo DAP medio} = ((a * \text{volmedio} - b)^c) * (1 - (d * NHA^e)) \quad [29]$$

• Cartilla de Descripción Narrativa

Esta es una herramienta necesaria, que permite una toma de decisión más informada al plantear la necesidad de una intervención. Esta cartilla consiste en parámetros que apuntan a describir la estructura, competencia, calidad y sanidad de los bosques, y que se relacionan con la pertinencia de la intervención que se desea proponer, un esquema determinado y con la pertinencia del objetivo de producción del bosque.

• Validación de Diagramas y Descripción Narrativa

Para la aceptación de los diagramas propuestos, éstos fueron sujetos de una prueba independiente en terreno. Se estableció un procedimiento para el levantamiento de datos y aplicación de la descripción narrativa. Se seleccionó un consultor para cada región, quien levantó la información y elaboró su informe de trabajo.

Como resultado del proceso de validación tanto interna como externa se produjeron un conjunto de observaciones y comentarios y sugerencias que fueron considerados para la versión final, tanto de los diagramas como de la descripción narrativa.



Resultados

Información de Rodal

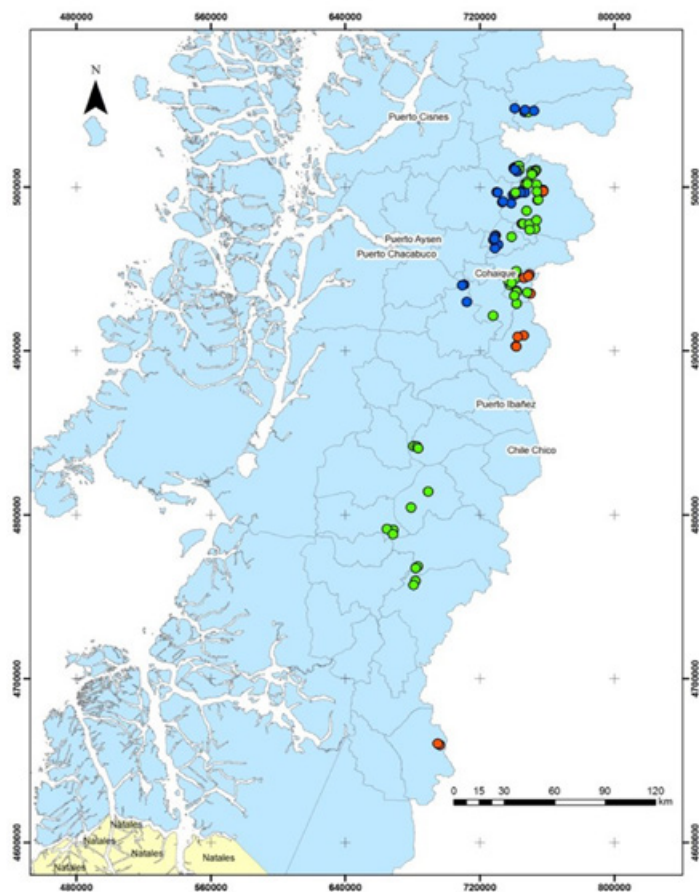
Las bases de datos contienen información sobre 7.586 árboles medidos, 5.222 árboles distribuidos en las parcelas de área fija y 2.364 en área variable.

En las Figuras N° 11 y N° 12 se encuentran los mapas que describen la ubicación de las muestras levantadas en terreno, tanto para las 200 parcelas nuevas como para los puntos de extracción de rodelas para el estudio

de análisis de tallo.

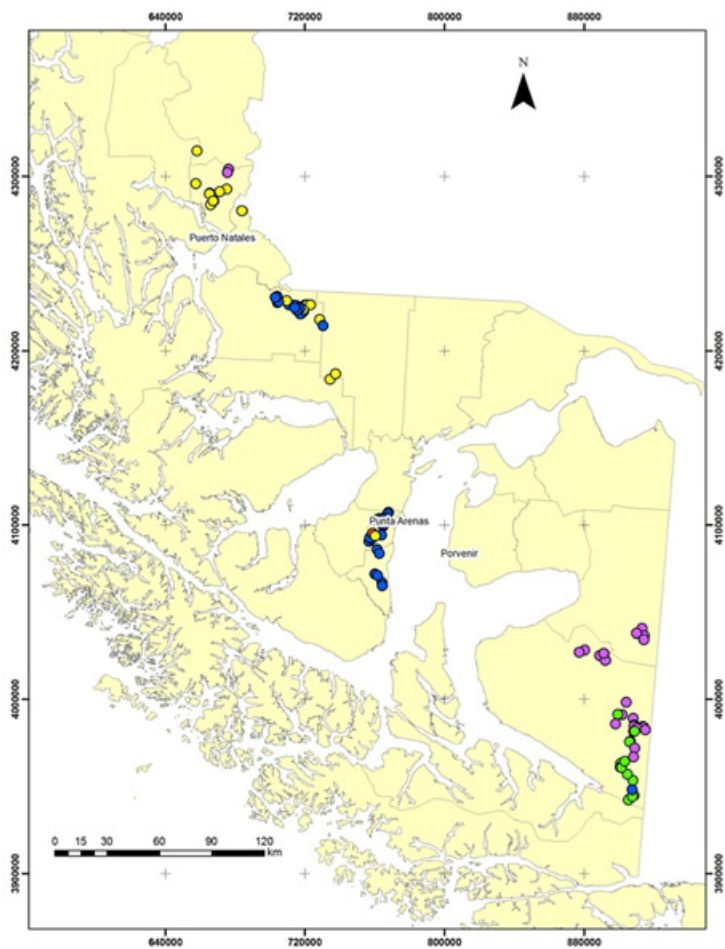
En lo referente a los rodales, los valores medios demuestran que la Región de Aysén presenta bosques con mayor densidad (>2.000 arb/ha) pero con menos desarrollo en área basal (51 m²/ha), en comparación a la Región de Magallanes (1600 arb/ha y 61 m²/ha) (Cuadro N° 8), aunque dentro de los márgenes de los coeficientes de variación estimados.

En tanto, la altura dominante es similar en ambas regiones, con 14 m en promedio.



Rojo: Zona 1, Verde: Zona 2, Azul: Zona 3.

Figura N° 11
DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS RENOVALES DE LENGA REGIÓN DE AYSÉN
SEGÚN ZONA DE PRODUCTIVIDAD



Rojo: Zona 1, Verde: Zona 2, Azul: Zona 3, Morado: Zona 4, Amarillo: Zona 5.

Figura N° 12
DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS RENOVABLES DE LENGA REGIÓN DE MAGALLANES
SEGÚN ZONA DE PRODUCTIVIDAD

Cuadro N° 8
PARÁMETROS DE RODALES PARA LAS REGIONES DE AYSÉN Y MAGALLANES

Región		Área Basal (m ² /ha)	Densidad (arb/ha)	Altura Dominante (m)	DMC (cm)
Aysén	Media	51	2.165	14	24
	Desv.st	18	2.904	4	11
	C.V (%)	35	134	28	43
Magallanes	Media	61	1.603	14	31
	Desv.st	20	2.020	4	14
	C.V (%)	32	126	32	45

El análisis de los datos muestra que más del 70% de los individuos de lenga muestreados se encuentran en el rango de altura de 10-20 m (Figura N° 13) y corresponden principalmente a la etapa de desarrollo de fustal delgado y fustal.

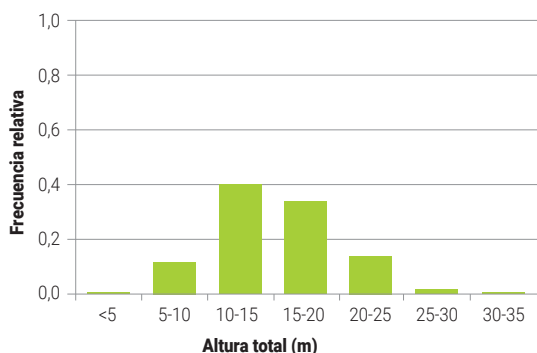


Figura N° 13
DISTRIBUCIÓN DE LOS CONGLOMERADOS DE ACUERDO A LOS VALORES DE ALTURA MEDIA

En la Figura N° 14 se puede apreciar que cerca del 90% de los rodales muestreados mantienen una densidad inferior a 4.000 árboles/ha, no obstante, también se registraron rodales con densidades más altas, lo cual fue fundamental para definir las líneas de máxima densidad del diagrama.

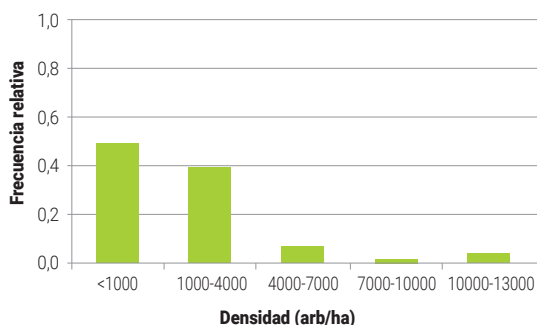


Figura N° 14
DISTRIBUCIÓN DE LOS CONGLOMERADOS DE ACUERDO A LOS VALORES DE DENSIDAD

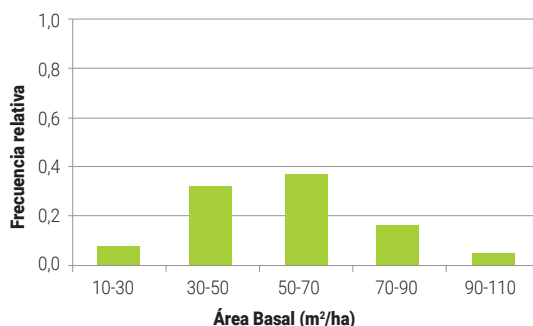


Figura N° 15
DISTRIBUCIÓN DE LOS CONGLOMERADOS DE ACUERDO A LOS VALORES DE ÁREA BASAL

La amplia variabilidad de la información de terreno recopilada, permitió tener las distintas situaciones de bosques de renovales representados. Esto resulta fundamental para generar un diagrama de densidad que represente a las distintas expresiones de sitios y estados de desarrollo en las regiones de estudio.

En el procesamiento de los datos se considera la construcción de las funciones que permitirán la generación de los diagramas de densidad. Para esto se recurre a las relaciones [23], [24] y [25] ya presentadas en el punto anterior en el marco metodológico.

Zonificación

Para la zonificación de la productividad se realizó un primer análisis con las parcelas recopiladas para cada región. El resultado fue la definición de 3 zonas con distintos grados de productividad en la Región de Aysén y 5 zonas en la Región de Magallanes. Los resultados para cada región se muestran a continuación.

• Zonificación Región de Aysén

Los resultados de la regresión multivariable Stepwise indicaron que las variables del sitio que se relacionan significativamente ($P < 0,05$) con las variables de productividad, son las variables asociadas a las precipitaciones, viento, relieve y una banda de satélite (Cuadro N° 9).

Cuadro N° 9
VARIABLES AMBIENTALES SIGNIFICATIVAS PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS RODALES
EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Variables de productividad	Variables ambientales	Valor-p	Sig.
Área basal (m ² /ha)	Velocidad del viento a 16 m de altura	0,0452	*
	Velocidad del viento a 26 m de altura	0,0282	*
Volumen (m ³ /ha)	Precipitación anual	0,0003	***
	Precipitación del trimestre más húmedo	0,0005	***
	Precipitación del trimestre más seco	0,0006	***
Densidad (arb/ha)	Rugosidad del terreno	0,0450	*
Altura dominante (m)	Banda de imagen satelital b1	0,0146	*

Definición de sitios homogéneos. El ACP con las variables significativas del cuadro anterior explicó el 75% de la varianza en los primeros dos componentes y el 90% de la varianza al considerar los tres primeros componentes (Cuadro N° 10).

Cuadro N° 10
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES CON LAS VARIABLES DEL SITIO QUE DETERMINAN EN
FORMA INDIRECTA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS RODALES.

Rotación	CP1	CP2	CP3
Precipitación anual	0,542	0,162	0,042
Precipitación del trimestre más húmedo	0,524	0,098	-0,015
Precipitación del trimestre más seco	0,516	0,187	0,106
Velocidad del viento a 16 m de altura	0,099	-0,649	0,180
Velocidad del viento a 26 m de altura	0,112	-0,650	0,138
Rugosidad del terreno	0,374	-0,251	-0,194
Banda de imagen satelital b2	-0,032	0,140	0,947
Importancia de componentes			
Desviación estándar	1,773	1,473	1,012
Proporción de varianza	0,449	0,310	0,146
Varianza acumulada	0,449	0,759	0,905

De los análisis realizados con estas variables del sitio y utilizando como factores de agrupación las variables indicadoras de productividad (previamente categorizadas), solo la precipitación anual y la velocidad del viento lograron definir claramente grupos homogéneos. No obstante, los mejores resultados se obtuvieron con la integración de estas dos variables generando grupos combinados (Cuadro N° 11).

Cuadro N° 11

EL TEST DE HOTELLING PARA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS VECTORES (90% DE CONFIANZA).
(VARIABLES: ÁREA BASAL, DENSIDAD Y ALTURA DOMINANTE)

Grupos	Valor p	Sig.
1-2	0,0314	*
1-3	0,0027	**
2-3	0,0001	***

En la Figura N° 16 se observa que las siete variables del sitio seleccionadas lograron separar marcadamente la distribución de las parcelas (códigos numéricos) en el ACP. De este modo, cada parcela dentro de los grupos (elipses de colores) queda clasificada en el grupo que le corresponde. Si bien existe una zona de traslape parcial, la mayor parte de las parcelas queda contenida en un solo grupo.

Con un 90% de confianza se registraron diferencias significativas entre los grupos definidos. Ello permitió generar tres macrozonas de productividad en la Región de Aysén (Figura N° 17 y N° 18), en base a la información de sitio existente.

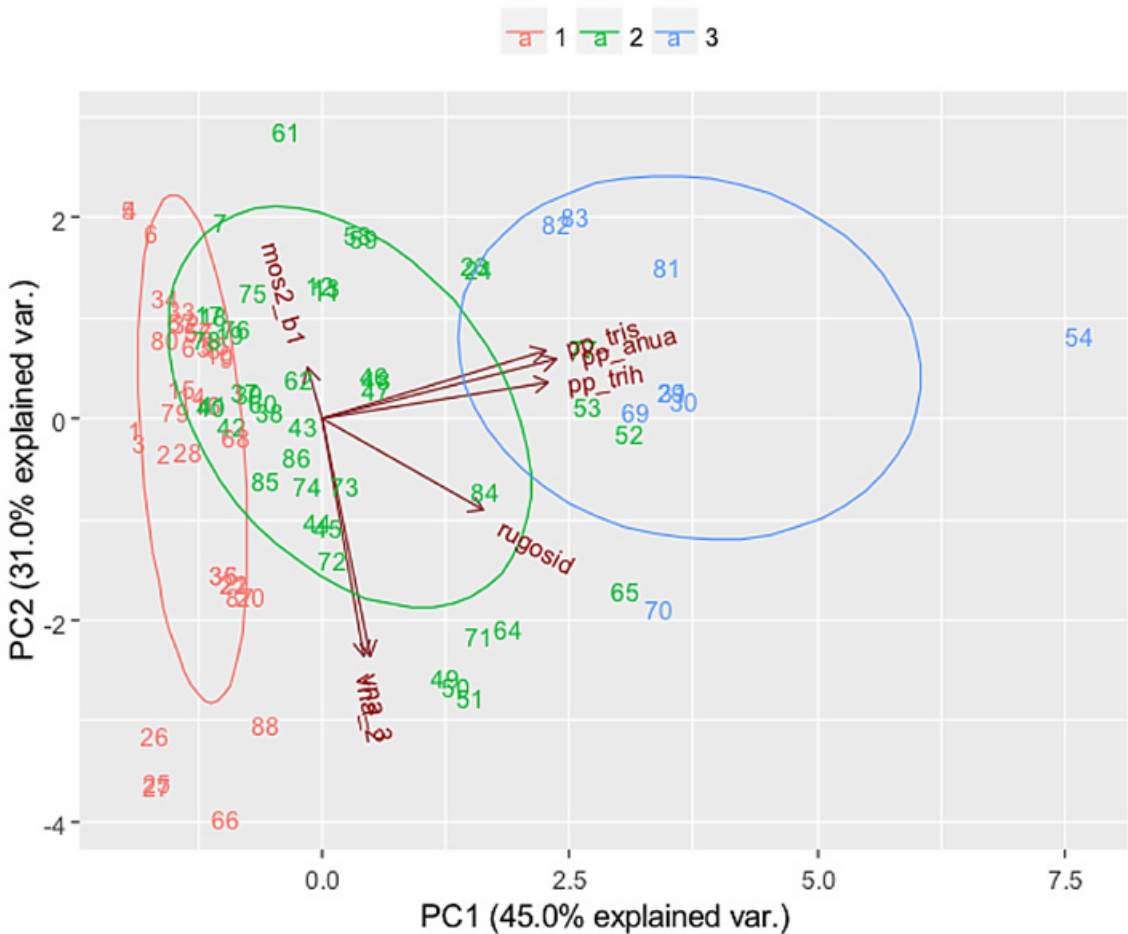


Figura N° 16

GENERACIÓN DE GRUPOS HOMOGÉNEOS EMPLEADO LAS SIETE VARIABLES SIGNIFICATIVAS PARA LA PRODUCTIVIDAD Y AGRUPADOS MEDIANTE LAS VARIABLES PRECIPITACIÓN ANUAL Y VELOCIDAD DEL VIENTO A 26 M. DE ALTURA

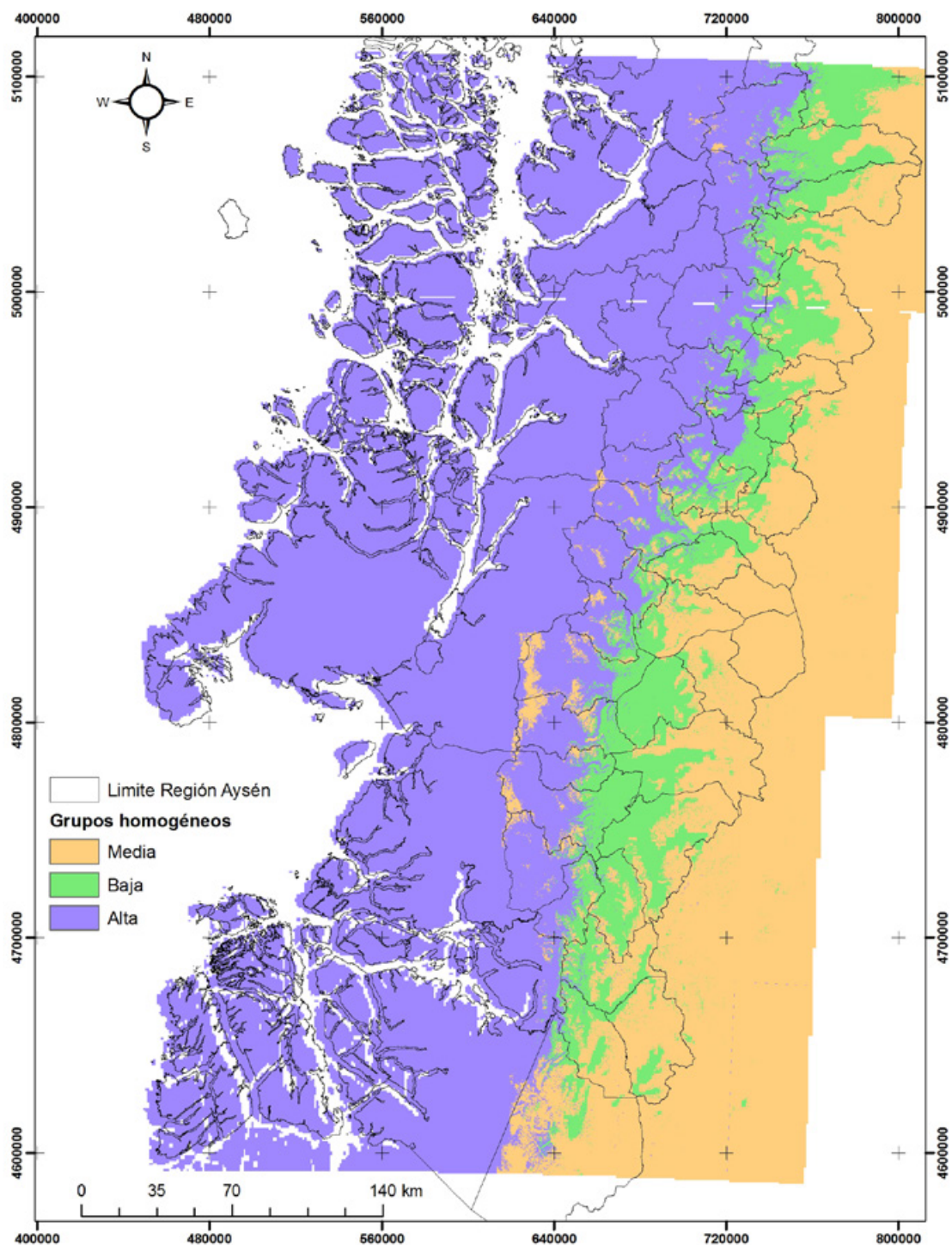


Figura N° 17

MACROZONAS CLIMÁTICAS PARA LA DEFINICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUES DEL TIPO FORESTAL LENGUA EN LA REGIÓN DE AYSÉN

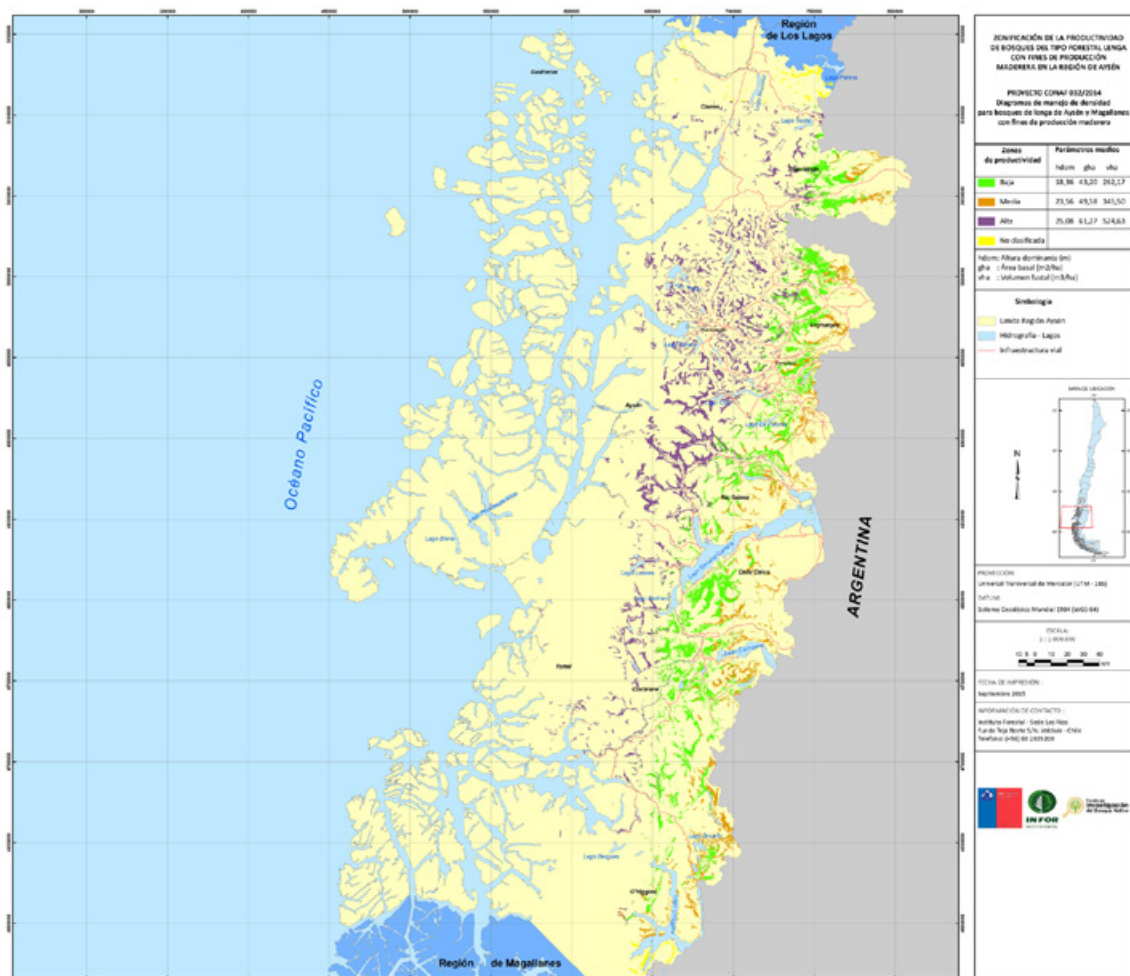


Figura N° 18
MAPA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUES DE LENGA CON FINES DE PRODUCCIÓN MADERERA EN LA REGIÓN DE AYSÉN.



• Zonificación Región de Magallanes

Las variables del sitio más preponderantes y que se relacionaron más fuertemente con la productividad fueron fundamentalmente, aquellas asociadas a las temperaturas y las características del relieve (Cuadro N° 12). Dentro de ellas, se destacan las correlaciones negativas del área basal con: la temperatura media anual ($r = -0,46$), la temperatura del trimestre más húmedo ($r = -0,45$) y la temperatura mínima ($r = -0,41$).

Cuadro N° 12
VARIABLES AMBIENTALES SIGNIFICATIVAS PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS RODALES
EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Variables de productividad	Variables ambientales	Valor-p	Sig.
Área basal (m ² /ha)	Pendiente	0,0019	**
	Altitud	0,0233	*
Volumen (m ³ /ha)	Pendiente	0,0081	**
	Altitud	0,0102	*
	Velocidad del viento a 26 m de altura	0,0418	*
Densidad (arb/ha)	Temperatura del trimestre más cálido	0,0208	*
	Banda de imagen satelital b2	0,0347	*
	Coordenada UTM X	0,0357	*
	Coordenada UTM Y	0,0106	*
Altura dominante (m)	Altitud	0,0040	**
	Precipitación anual	0,0296	*
	Temperatura media diurna	0,0052	**
	Temperatura mínima	0,0011	**
	Banda de imagen satelital b2	0,0023	**
	Banda de imagen satelital b3	0,0004	***
	Banda de imagen satelital b5	0,0038	**

El PCA realizado mostró que las variables ambientales de mayor peso factorial permiten formar cinco grupos homogéneos (Cuadro N° 13 y Figura N° 19).

Cuadro N° 13
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES CON LAS VARIABLES DEL SITIO QUE DETERMINAN EN
FORMA INDIRECTA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS RODALES.

Rotación	CP1	CP2	CP3
Precipitación del mes más seco	0,462	0,070	-0,837
Velocidad del viento a 26 m de altura	0,549	-0,193	0,499
Formaciones vegetacionales	-0,559	-0,159	-0,105
Banda de imagen satelital b2	-0,285	-0,670	-0,196
Coordenada UTM X	-0,298	0,694	0,010
Importancia de componentes			
Desviación estándar	1,382	1,170	0,883
Proporción de varianza	0,382	0,274	0,156
Varianza acumulada	0,382	0,656	0,812

Cuadro N° 14

EL TEST DE HOTELLING PARA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LOS VECTORES (90% DE CONFIANZA).
(VARIABLES: ÁREA BASAL, ALTURA DOMINANTE, VOLUMEN Y DIÁMETRO MEDIO CUADRÁTICO)

Grupos	Valor p	Sig.
1-2	0,0057	**
1-3	0,0012	**
1-4	0,0000	***
1-5	0,0405	*
2-3	0,0321	*
2-4	0,0263	*
2-5	0,0471	*
3-4	0,0000	***
3-5	0,0089	**
4-5	0,0000	***

El cuadro N° 14 muestra el análisis de comparación de los 5 grupos formados.

En el gráfico (Figura N° 19) se observa que las cinco variables del sitio seleccionadas lograron separar marcadamente la distribución de las parcelas (códigos numéricos) en el ACP. De este modo, cada parcela dentro de los grupos (elipses de colores) queda clasificada en el grupo que le corresponde.

Con un 90% de confianza se registraron diferencias significativas entre los grupos definidos. Ello permitió generar cinco macrozonas de productividad en la Región de Magallanes (Figura N° 20 y N° 21), en base a la información de sitio existente.

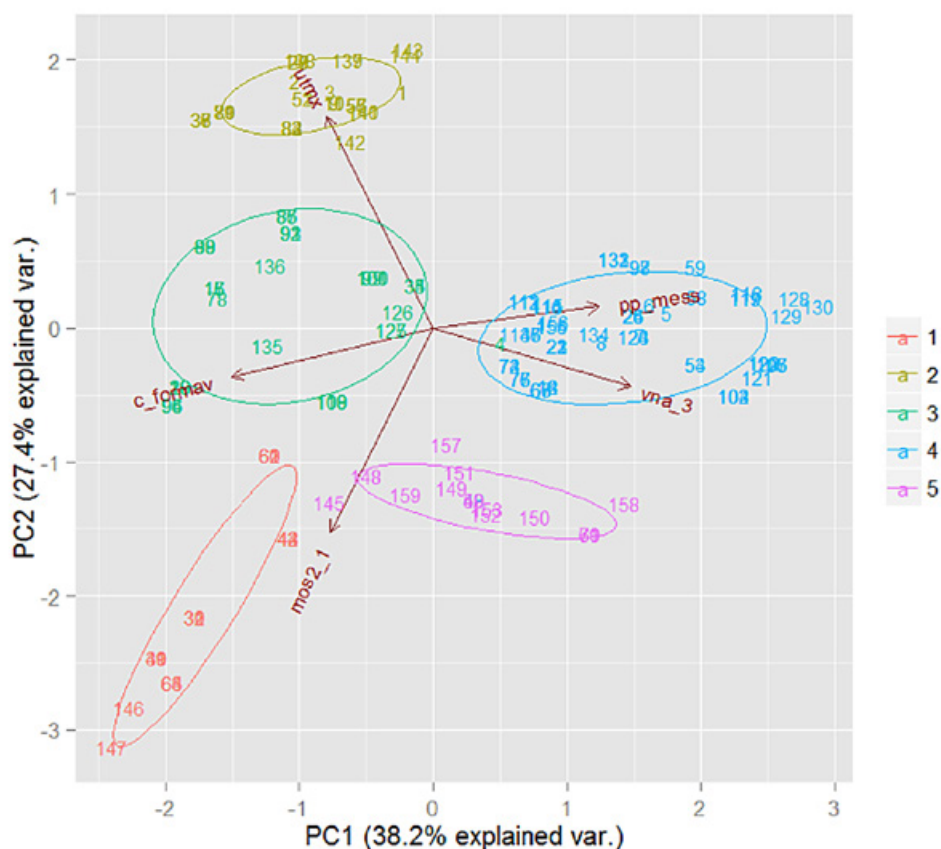


Figura N° 19

GRÁFICO BIPLLOT CON LOS GRUPOS RESULTANTES PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES.

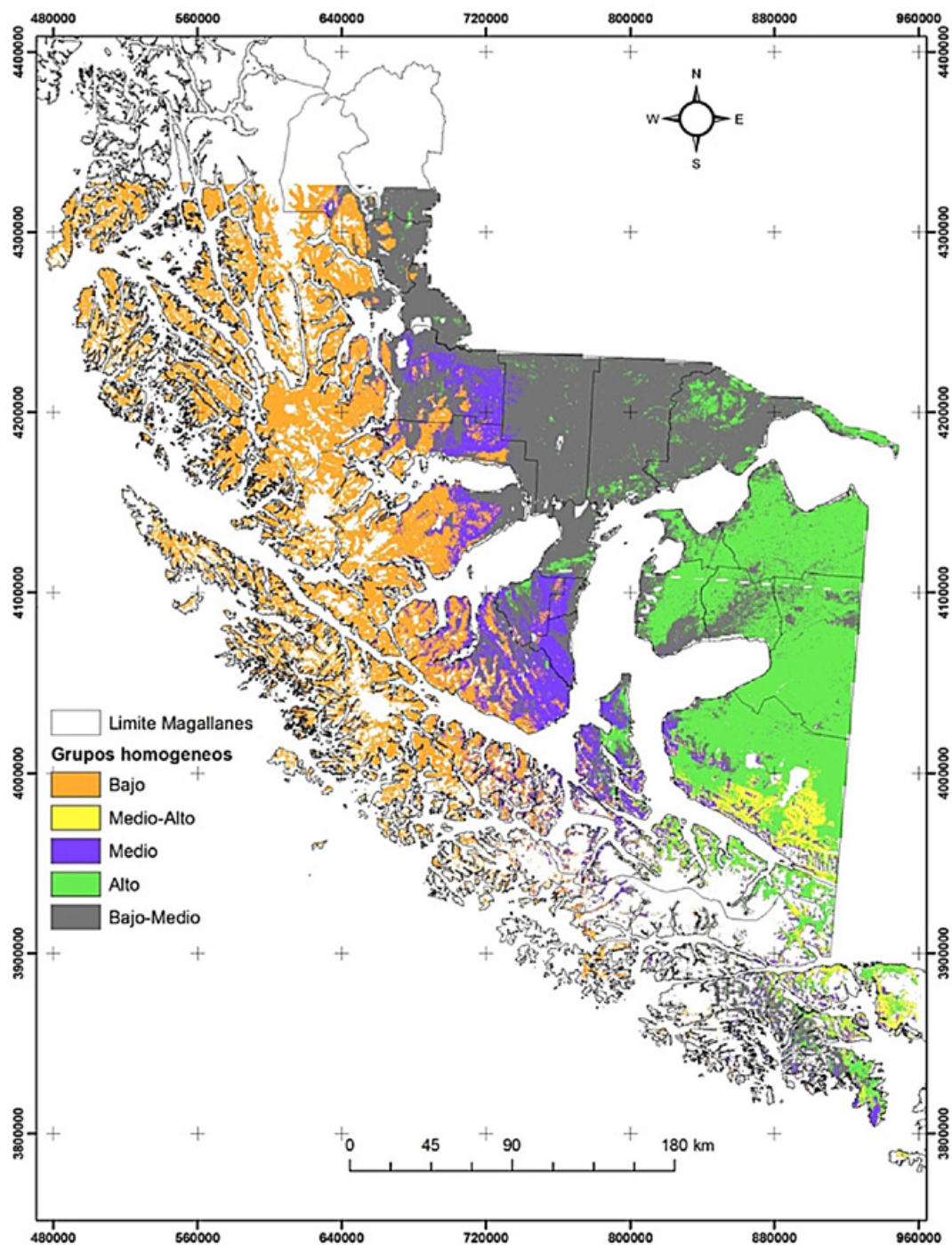


Figura N° 20
MACROZONAS CLIMÁTICAS PARA LA DEFINICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUES DEL
TIPO FORESTAL LENGUA EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

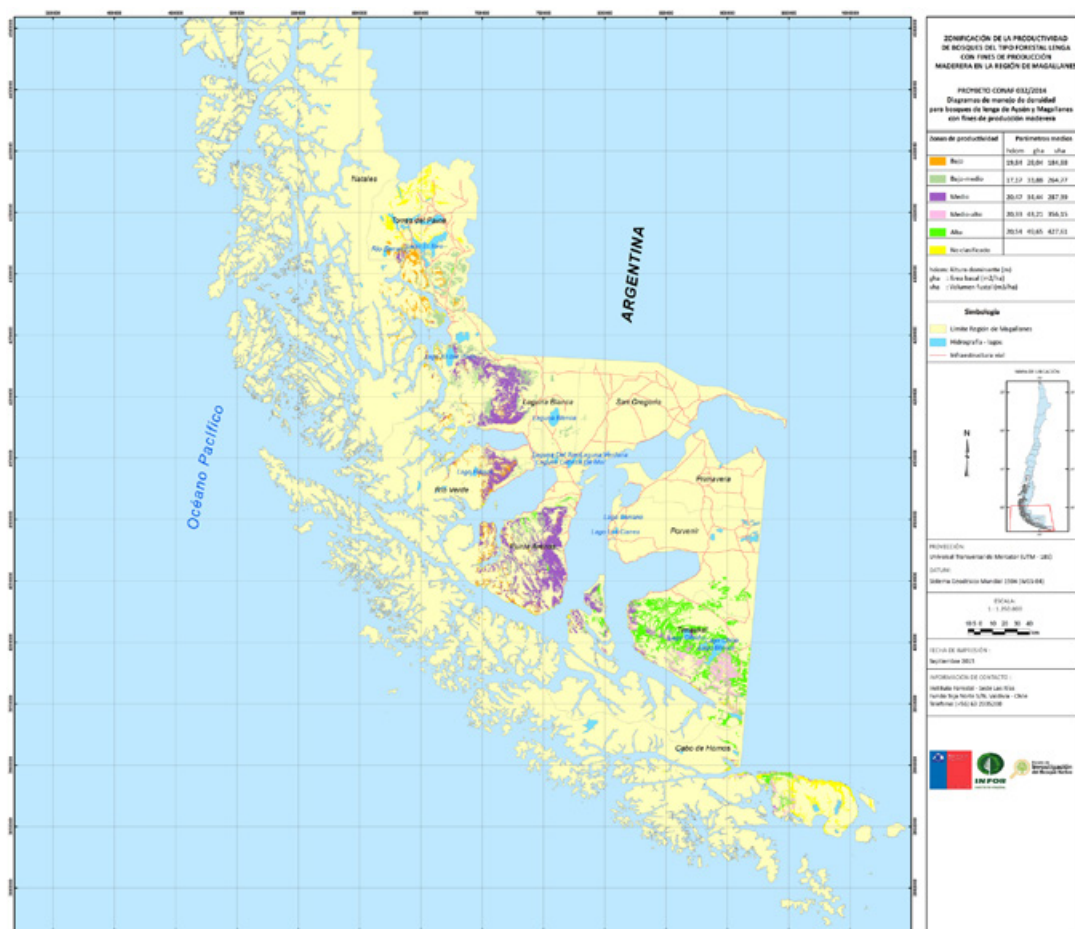


Figura N° 21

MAPA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE BOSQUES DE LENGUA CON FINES DE PRODUCCIÓN MADERERA EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

• Análisis adicional

Cabe señalar que un análisis posterior consideró para la zonificación, tanto las parcelas recopiladas como las nuevas parcelas establecidas en ambas regiones. No obstante, no se obtuvieron resultados concluyentes que permitieran realizar una corrección de la zonificación realizada inicialmente. No se encontraron diferencias significativas entre la mayoría de los parámetros de rodal de ambos grupos de parcelas ($P > 0,05$) en las distintas zonas de productividad, según lo obtenido a través de la prueba t de Student (Cuadro N° 15). No obstante, en algunas zonas de productividad (zona 3 de Aysén y zonas 3 y 5 de Magallanes), los grupos de datos resultaron ser estadísticamente distintos ($P < 0,05$). Esto se debió fundamentalmente a la amplia variabilidad de los bosques

de lenga muestreados según se refleja en los coeficientes de variación respectivos.

Esta variabilidad puede ser explicada por las características de la dinámica de la regeneración natural de los bosques de lenga. Donde, de acuerdo a Donoso (1981) los bosques de lenga están constituidos por un mosaico de renovales coetáneos en distintos estados de desarrollo, originados tras la apertura de claros al interior del bosque producto fundamentalmente de la caída de árboles de edad avanzada y también por la caída masiva de árboles producto de los fuertes vientos, se producen también rodales coetáneos. Además, la alta variación de los datos, también se debe a que las parcelas de lenga recopiladas de los distintos proyectos, fueron establecidas en distintos estados sucesionales y estructuras, las cuales no siempre correspondían a renovales.

Cuadro N° 15
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RODAL DE PARCELAS RECOPIADAS Y ESTABLECIDAS
EN LAS REGIONES DE AYSÉN Y MAGALLANES

Región	Zona	Parámetros	Parcelas Recopiladas			Parcelas Establecidas			Prueba T-student	
			Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	Prom.	Desv. Est.	Coef. Var.	P-valor	Sig.
Aysén	1	Área basal (m ² /ha)	49,6	9,6	19,5	58,3	12,7	21,7	0,411	ns
		Densidad (arb/ha)	773	774	100	2669	3789	142	0,150	ns
		DMC (cm)	36,4	10,2	28,0	27,6	14,9	54,1	0,110	ns
	2	Área basal (m ² /ha)	43,2	18,0	41,6	45,5	15,5	34,1	0,847	ns
		Densidad (arb/ha)	902	844	94	1300	1169	90	0,094	ns
		DMC (cm)	30,7	12,0	39,1	25,7	9,7	37,8	0,056	ns
	3	Área basal (m ² /ha)	61,3	9,9	16,1	54,3	16,2	29,8	0,976	ns
		Densidad (arb/ha)	517	239	46	1881	2791	148	0,003	**
		DMC (cm)	38,1	9,0	23,6	25,2	9,1	36,3	0,043	*
Magallanes	1	Área basal (m ² /ha)	28,0	6,4	22,9	34,7	12,8	37,0	0,510	ns
		Densidad (arb/ha)	310	170	55	759	553	73	0,294	ns
		DMC (cm)	38,3	12,1	31,6	30,2	13,6	45,2	0,408	ns
	2	Área basal (m ² /ha)	43,2	16,2	37,5	58,2	11,1	19,1	0,014	*
		Densidad (arb/ha)	588	527	90	768	387,7	51	0,252	ns
		DMC (cm)	36,9	10,3	27,8	34,2	10,3	30,1	0,480	ns
	3	Área basal (m ² /ha)	34,4	11,2	32,5	73,3	16,1	22,0	0,000	***
		Densidad (arb/ha)	327	180	55	1727	1586	92	0,000	***
		DMC (cm)	41,1	10,3	25,0	28,6	11,1	38,8	0,000	***
	4	Área basal (m ² /ha)	49,6	21,5	43,3	55,2	18,8	34,0	0,240	ns
		Densidad (arb/ha)	587	603	103	516	350	68	0,499	ns
		DMC (cm)	38,5	11,2	29,0	42,3	13,9	32,8	0,234	ns
	5	Área basal (m ² /ha)	33,8	23,8	70,4	58,2	22,2	38,1	0,022	*
		Densidad (arb/ha)	444	269	61	1411	1155	82	0,001	**
		DMC (cm)	33,9	11,0	32,5	28,3	11,5	40,6	0,152	ns

La bondad de la clasificación de zonas se puede resumir comparando las diferencias en los parámetros de rodal, entre las zonas propuestas y los datos procesados desde el inventario.

En el Cuadro N° 16 se puede apreciar que en la región de Aysén no se observan diferencias para los vectores analizados, lo que valida la zonificación propuesta. En la región de Magallanes solo las zonas 1 y 3 presentarían

diferencias, respecto de los vectores medios de las zonas. En particular, la zona 1 de Magallanes representa un 7,6% de los renovales de lenga densos y semidensos, y la zona 3 corresponde a un 17% de estas formaciones. La zonificación propuesta en Magallanes representa con significancia a casi el 65% de los renovales densos y semidensos de lenga, restando a futuras investigaciones poder mejorar esta propuesta.

Cuadro N° 16
PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA DE ZONIFICACIÓN
TEST HOTELLING PARA MEDIA DE VECTORES (ÁREA BASAL, DENSIDAD, DMC)

Región	Zona	Valor T	P-valor	Sig.
Aysén	1	2,499	0,077	ns
	2	1,487	0,225	ns
	3	2,248	0,117	ns
Magallanes	1	5,037	0,014	*
	2	1,986	0,134	ns
	3	52,341	0,000	***
	4	0,803	0,496	ns
	5	0,803	0,496	ns

Diagramas de Manejo de Densidad

El estudio consideró el desarrollo de dos tipos de diagramas de manejo de la densidad; el diagrama de Gingrich (1967) y el diagrama de Drew and Flewelling (1979).

• Diagrama de Manejo de la Densidad según Gingrich

Gráficamente no se observan diferencias en la distribución de las variables densidad y área basal en los

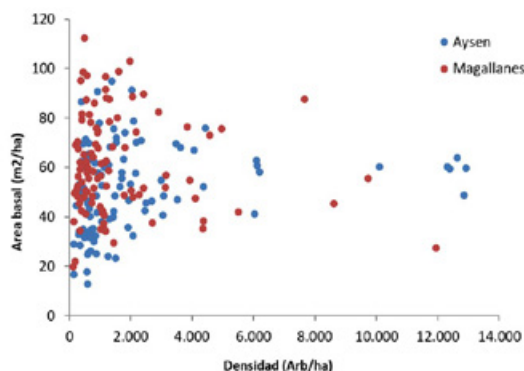


Figura N° 22
RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD Y EL ÁREA
BASAL DE RENOVALES DE LENGA
EN LAS REGIONES DE AYSÉN Y MAGALLANES

rodas, basado en las fuentes de información, para las Regiones de Aysén y Magallanes (Figura N° 22). Esto, permitió generar un diagrama de manejo de la densidad general aplicable para ambas regiones.

Como es previsible, se registra una relación significativa ($P < 0,05$) entre el DAP y el diámetro de copas de los individuos de lenga muestreados, donde a mayor DAP mayor es el diámetro de las copas. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,83 reflejando la estrecha relación entre ambas variables (Figura N° 23).

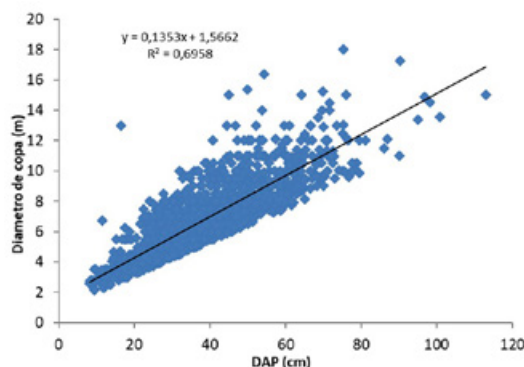


Figura N° 23
RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO DE COPA Y EL DAP
DE INDIVIDUOS DOMINANTES DE LENGA

Por su parte, la línea de máxima densidad estimada muestra una relación altamente significativa ($P < 0,01$) entre el DMC y la densidad, utilizando un FCC > 75%

(Figura N° 24). Es decir, esta línea representa los límites máximos de densidad que eventualmente puede tener un rodal, dado un DMC determinado.

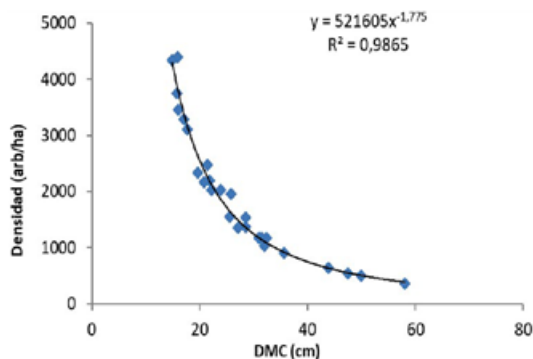


Figura N° 24

AJUSTE DE LA LÍNEA A DE MÁXIMA DENSIDAD

En el mismo contexto, la relación entre el área de copa y el DAP resultó ser altamente significativa ($P < 0,01$) para los individuos dominantes de lenga.

Esta línea representa el cierre del dosel y por lo tanto el inicio de la competencia entre los individuos del rodal (Figura N° 25).

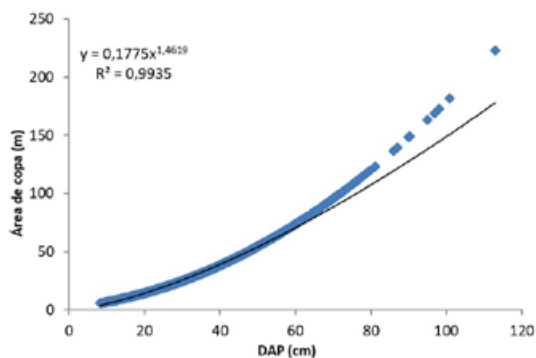


Figura N° 25

AJUSTE DE LA LÍNEA B DE CIERRE DE COPAS

En el caso de la línea de inicio de la degradación esta muestra una relación altamente significativa ($P < 0,01$) entre el área basal de los rodales descontado su crecimiento en 10 años y la densidad (Figura N° 26).

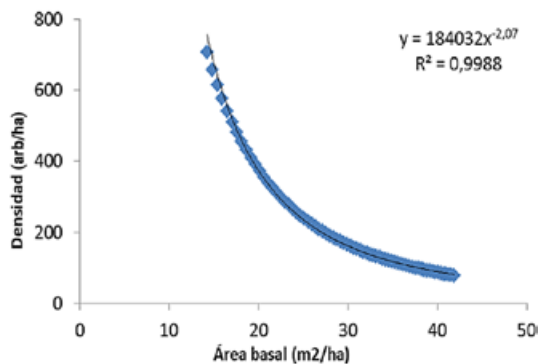


Figura N° 26

AJUSTE LÍNEA C DE INICIO DE LA DEGRADACIÓN

Con la distribución de las parcelas y la definición de las tres líneas; línea de máxima densidad, línea de cierre de copa y línea de inicio de la degradación, se generó el diagrama de manejo de la densidad (Gingrich) para rodales de lenga, el cual se muestra en la Figura N° 27 (ver también Anexo 1)



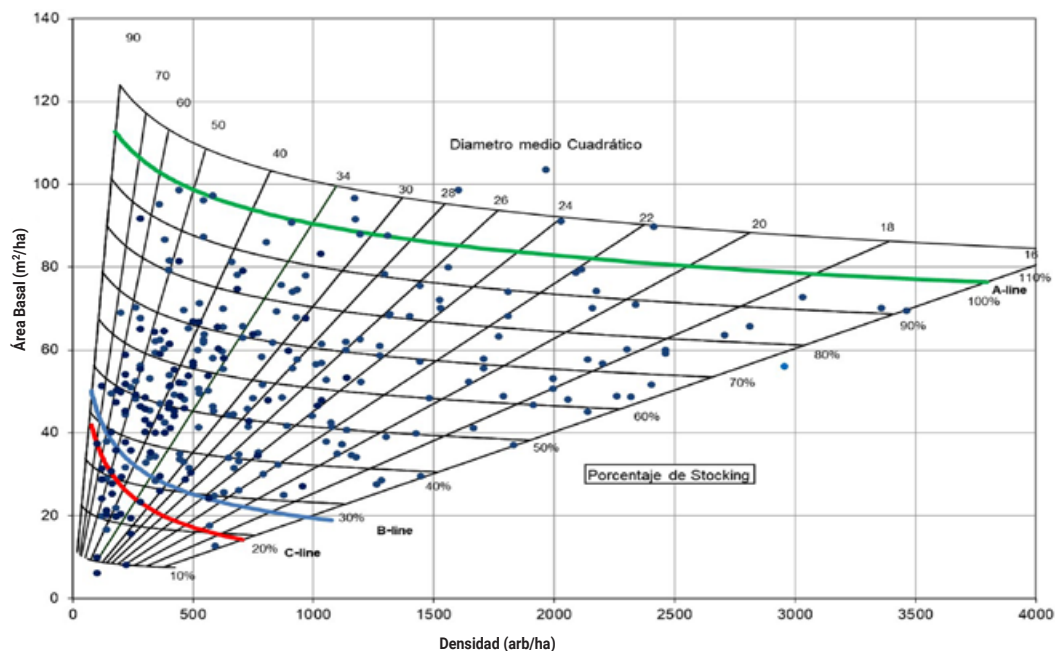


Figura N° 27

DIAGRAMA DE MANEJO DE DENSIDAD DE GINGRICH PARA RENOVALES DE LENGA

Para visualizar de mejor forma la distribución de los rodales en el diagrama, especialmente cuando se trata de rodales de muy alta densidad y diámetros pequeños, se generó un diagrama específico para estas situaciones como se describe en la Figura N° 28.

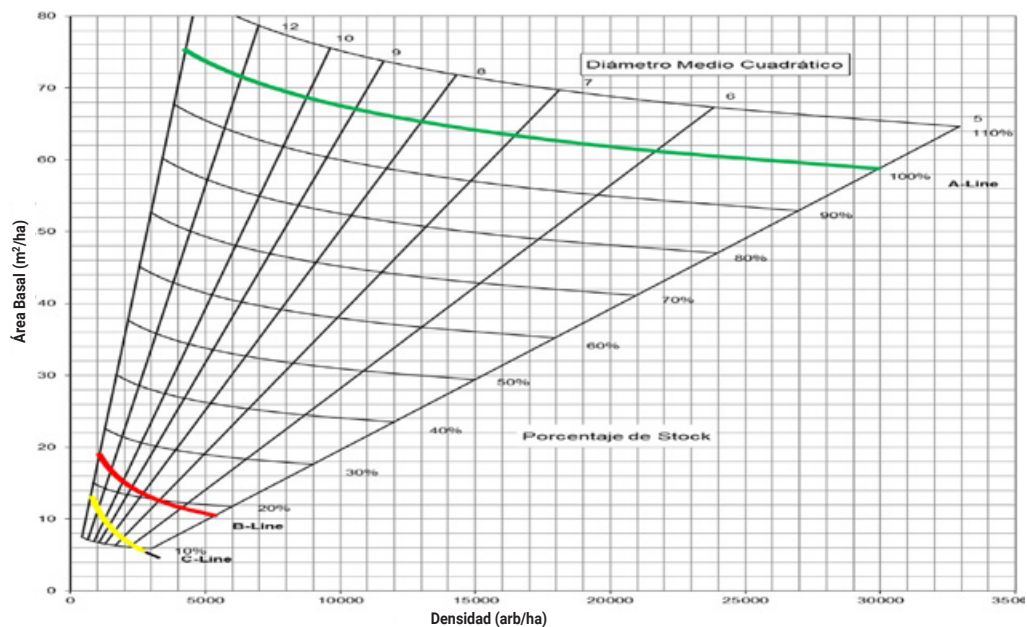


Figura N° 28

DIAGRAMA DE MANEJO DE DENSIDAD DE GINGRICH PARA RENOVALES DE DIÁMETROS PEQUEÑOS

• Diagrama manejo de la Densidad según Drew and Flewelling

Este modelo se basa en el Índice de Densidad Relativa, (pt) que cuantifica el efecto de la densidad sobre el crecimiento y expresa la razón de la densidad actual y la densidad máxima alcanzable en un rodal con el mismo volumen promedio por árbol, esta relación se detalla en forma gráfica en la Figura N° 29.

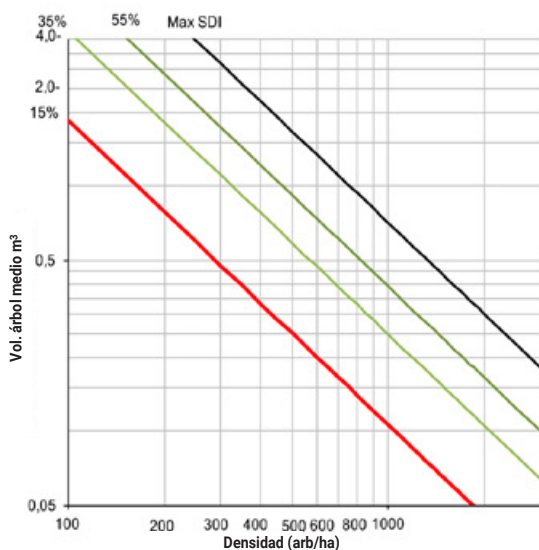


Figura N° 29

DIAGRAMA DE DENSIDAD PROPUESTO POR DREW FLEWELLING. RELACIONA LA DENSIDAD DE UN RODAL, EXPRESADA EN NÚMERO DE ÁRBOLES, CON EL VOLUMEN MEDIO POR ÁRBOL

Las siguientes relaciones se construyeron con los datos provenientes del inventario de lenga. En particular, las funciones de volumen individual se ajustaron con los datos provenientes del análisis fustal ejecutado en este estudio.

Relación de maximo Tamaño-Densidad

Dado que, en rodales coetáneos puros, el tamaño del árbol medio para cualquier nivel de densidad se puede determinar de la ley de los 3/2, y que, en particular, este diagrama expresa el tamaño en función del volumen del árbol medio, para este cálculo fue necesaria la estimación de una función de volumen de árbol individual, la

que fue construida considerando los mismos datos colectados para análisis fustal.

Entre varios modelos ajustados, se seleccionó el que presentaba el mejor comportamiento de sus residuos privilegiando las estimaciones insesgadas por sobre la precisión. Se trabajó en el paquete Infostat, para regresiones no-lineales. El modelo resultante correspondió a:

$$Vol = ADAP^2 + BDAP^2 * Htotal \quad [30]$$

Donde: Vol = Volumen sin corteza del árbol estimado mediante Smalian hasta los 5 cm.

DAP = DAP (cm) sobre corteza del árbol.

Htotal = Altura total (m) del árbol.

A = 0,000196

B = 0,000017

Así, la función seleccionada fue aplicada a los datos colectados en las parcelas de inventario, desde donde se obtuvo el volumen individual promedio de cada parcela y su densidad en términos del número de árboles por hectárea. Sobre estos datos se ajusta la línea de densidad máxima, posicionando la línea de pendiente -3/2 en el límite superior de los datos (en su expresión logarítmica), como se observa en la (Figura N° 30).

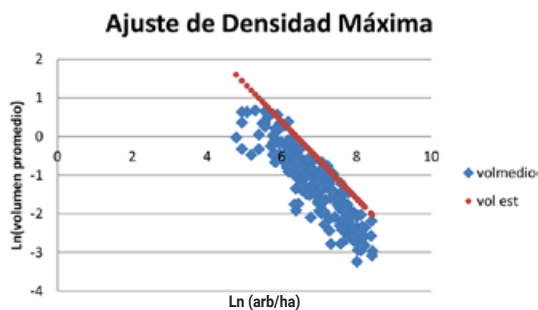


Figura N° 30

AJUSTE DE LA LÍNEA DE DENSIDAD MÁXIMA

En términos matemáticos este ajuste resulta en la siguiente expresión:

$$Ln(vol) = 6,35804 - 0,9948 * Ln(NHA) \quad [31]$$

Dónde: Ln(vol) = Logaritmo natural del volumen individual promedio de la parcela de muestreo (m³).

Ln(NHA) = Logaritmo natural de la densidad de la parcela de muestreo, expresada en número de árboles por hectárea.

Relación de inminente Mortalidad por Competencia

Desde los datos disponibles no fue posible determinar la posición empírica de esta línea, por lo que se determinó utilizar la densidad relativa propuesta por aquella al 54% de la densidad máxima.

Cierre de Copas

En base a los datos obtenidos, en especial de aquellos rodales que correspondían por densidad y diámetros de copa a la línea de cierre de copa, se construye la relación diámetro medio - volumen medio para representar esta función en el diagrama, esta se reflejó en el 15% (Línea roja en Figura N° 31).

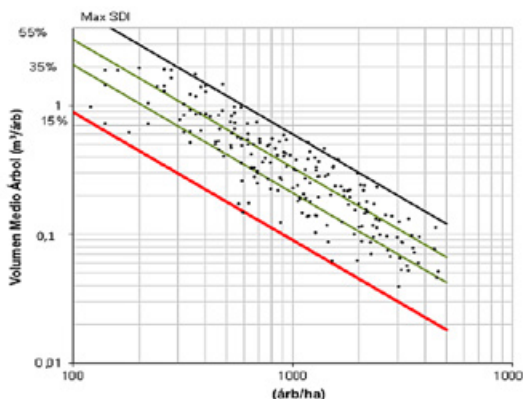


Figura N° 31

DMD CON LÍNEAS DE MÁXIMA DENSIDAD, ÁREA DE INMINENTE MUERTE POR COMPETENCIA Y LÍNEA DE CIERRE DE COPAS

Relaciones Diámetro, Altura, Densidad y Volumen

Para la construcción de este diagrama se requiere relacionar diámetro medio del rodal, que para el caso del ajuste se basa en las parcelas de inventario, la altura, el volumen medio de árbol y la densidad.

La relación diámetro-volumen cambia con la densidad (Figura N° 32). El crecimiento en diámetro disminuye a mayores niveles de densidad, sin embargo, el crecimiento en altura, en general no se ve afectado por la densidad (ver también Anexo 6).

Se espera que un rodal denso, sea más alto que un rodal abierto, ambos con el mismo diámetro medio, debido a

que al rodal denso le lleva más tiempo alcanzar el mismo diámetro. El volumen medio por árbol es proporcional a la altura para un diámetro dado.

Por otra parte, el volumen medio por árbol es proporcional a la altura para un diámetro dado.

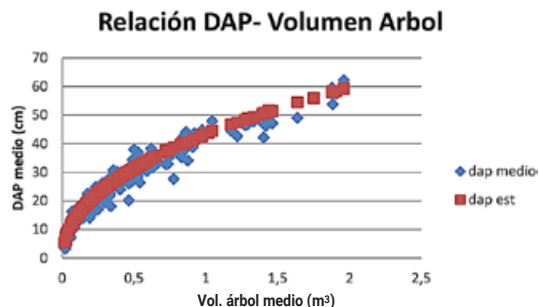


Figura N° 32

AJUSTE DE FUNCIÓN DE VOLUMEN INDIVIDUAL EN FUNCIÓN DEL DAP Y LA DENSIDAD DEL RODAL

Desde las relaciones funcionales que se han obtenido en el análisis, es posible finalmente, presentar en el DMD cómo se relaciona Volumen- Densidad -DAP y Altura para los renovales de lenga de las regiones de Aysén y Magallanes (Figura N° 33).

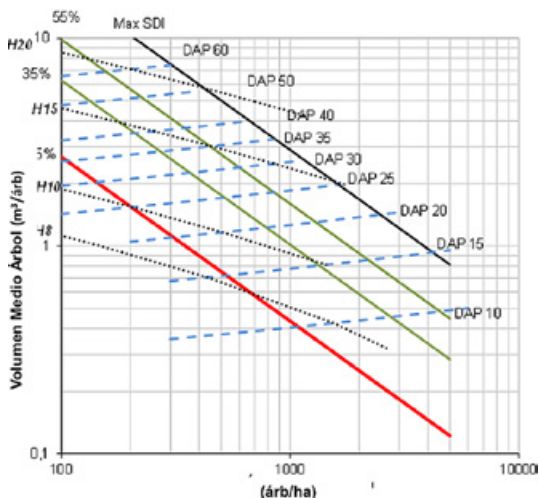


Figura N° 33

DMD AJUSTADO CON RELACIONES ALTURA Y DIÁMETRO EN RELACIÓN A VOLUMEN DE ÁRBOL INDIVIDUAL Y DENSIDAD

Se espera que en densidades relativas entre 0,15 y 0,40, el crecimiento por unidad de área aumente con la densidad, pero el crecimiento por árbol disminuya. De acuerdo a lo propuesto por Drew y Flewelling en densidades relativas entre el 0.35 y 0.55, el crecimiento por unidad de área no es afectado por la densidad.

Supuestos del Modelo

La ubicación de la función de máxima densidad rige para todos los sitios, aun cuando su exactitud sea difícil de predecir.

El límite inferior de la mortalidad inminente también se aplica a todos los sitios.

El crecimiento del árbol individual no se relaciona con la densidad del rodal en densidades relativas inferiores al cierre de copas (0.15).

El crecimiento del rodal es máximo entre densidades relativas 0.40 a 0.55 (aunque este rango puede ser más amplio).

En densidades relativas sobre 0.5 el crecimiento bruto es el mismo que el intervalo anterior, pero el neto disminuye para la ocurrencia de mortalidad.

Las tendencias de la función DAP-Hdom, se mantienen en todos los sitios en rodales no raleados.

Después del raleo, el crecimiento potencial del rodal baja temporalmente indicado por su densidad relativa, pero se asume que este efecto es de corto plazo.

La uniformidad de la distribución de los árboles no afecta, razonablemente el crecimiento en volumen.

Cartilla de Descripción narrativa

Esta herramienta complementaria al diagrama de manejo de densidad de lenga, permite obtener información adicional del rodal a evaluar, con el fin analizar la pertinencia de una intervención silvícola y de realizar una planificación de futuras intervenciones minimizando los riesgos.

La cartilla se generó a partir de una revisión minuciosa de la bibliografía respecto a las experiencias de manejo de renovales de lenga. Además, se complementó con información de talleres de trabajo tanto en oficina como en terreno, realizada en Chile y Argentina, con investigadores, profesionales de CONAF, extensionistas y técnicos, entre otros.

El análisis de las experiencias de manejo silvícola arrojó que existen tres aspectos que requieren especial atención en el manejo silvícola de estos bosques:

- Los renovales de lenga están sujetos a fuertes vientos en las regiones estudiadas y son susceptibles a caída por este factor, debido a su sistema radicular, especialmente en sitios de suelos delgados (Bava, 1999a)
- Las pudriciones blanca y café son frecuentes y pueden desvalorizar rodales completos (Pesutic, 1978; Schmidt & Urzúa, 1982). El agente patógeno entra por heridas y ramas muertas.
- El crecimiento multifustal causado por ramoneo, es frecuente y perjudica la forma de los fustes, por otro lado, la autopoda es muy buena cuando las densidades son altas (Martínez-Pastur *et al.*, 2001, Martínez-Pastur *et al.*, 2002).

Según esto los principales factores a considerar al intervenir los renovales de lenga con fines de producción maderera son la estabilidad, la sanidad fustal y la calidad maderera.

A continuación, se explica la importancia de cada uno de estos factores, se complementa con algunos gráficos elaborados a partir de los datos del inventario y se indican los parámetros que se requieren en la descripción narrativa.

• ESTABILIDAD

Los fuertes vientos que se registran durante todo el año en el área de distribución de los bosques puros de lenga en las regiones de Aysén y Magallanes constituyen un importante factor de riesgo a su estabilidad. Mientras el dosel de un rodal coetáneo está cerrado el viento generalmente se eleva y pasa por encima de las copas, sin causar daños importantes.

Al abrir el rodal mediante manejo silvícola, se generan claros por donde el viento puede ingresar a su interior,

Cuadro N° 17
VALORES MEDIOS DE ALTURAS (M) COMERCIAL EN RENOVALES DE LENGA

Clase Altura	Altura Total	Altura Inicio de Copa	Altura Comercial	DAP (cm)	Altura Total / DAP	n
(m)						
<5,01	4,0	2,5	1,9	9,7	0,41	11
5,01 - 10	8,7	5,6	3,2	19,5	0,45	254
10,01 - 15	12,9	7,8	6,2	26,7	0,48	630
15,01 - 20	17,5	9,6	8,0	34,7	0,50	671
20,01 - 25	21,9	12,4	8,7	42,0	0,52	158
>25	26,6	15,3	8,7	50,2	0,53	7

afectando su estabilidad y causar caídas masivas de los árboles. Se ha observado que los daños son mayores, cuando los árboles tienen un alto grado de esbeltez, esto significa que son altos y delgados, y cuando presentan copas pequeñas, con inicios de copa a la altura de más de 2/3 del fuste. Investigaciones recientes indican que la esbeltez está relacionada con un sistema radicular reducido y que este último sería el factor determinante para las caídas (Röhrig *et al.*, 2006).

Los datos del inventario muestran al respecto, que gran parte de los renovales no sobrepasa los 20 m. de altura y que la relación altura-diámetro es, en la media, lo suficientemente alta para no tener restricciones para la intervención de los rodales (Cuadro N°17).

Para disminuir el riesgo de caídas masivas por vientos extremos, se han desarrollado estrategias de manejo forestal adecuadas. Una es la mantención de la estabilidad colectiva del rodal y la otra, la estimulación de la estabilidad del árbol individual. Estas estrategias, pueden aplicarse también de forma combinada.

Una forma de mantener la estabilidad colectiva del rodal, es evitar los raleos fuertes, porque pueden crear turbulencia al pasar el aire sobre el rodal, creando grandes fuerzas sobre las copas.

Lo anterior indica, que para poder evaluar el riesgo de caída por viento en un rodal en la descripción narrativa del rodal no puede faltar el grado de esbeltez, el tamaño e inicio de copa y el grado de cobertura.

• SANIDAD

Un problema en el aprovechamiento de la lenga es la

podrición central, que a menudo presenta esta especie (Donoso y Caldentey, 1996).

Como muestran los datos presentados en la caracterización de los renovales puros de lenga, los factores sanitarios significativos y que afectan la calidad de la madera son las pudriciones blanca y café.

Datos de estudios específicos muestran que la probabilidad de encontrar pudrición central aumenta significativamente con la edad de los árboles (Bava, 1997; Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982). Loguercio *et al* (2001) observaron que la incidencia de las pudriciones (especialmente la castaña) aumenta considerablemente (10-44%) a partir de 50-60 cm DAP. (Figura N° 32).



Figura N° 33

ÁRBOL DE LENGA JOVEN CON INCIPIENTE PROBLEMA DE SANIDAD (IZQ) Y ÁRBOL ADULTO DE LENGA CON GRAVES PROBLEMAS SANITARIOS (DER)

También el inventario llega a la conclusión que la pudrición es la mayor causa de enfermedad en los renovales

de lengua (Figura N° 33). Sin embargo, indica también que un 74% de los árboles se encuentran en una situación sana (Figura N° 34).

Es necesario tomar en cuenta, que el inventario realizado solamente diagnostica la enfermedad cuando es identificable visualmente en el árbol en pie, lo que, en el caso de la pudrición de fuste, no siempre es posible.

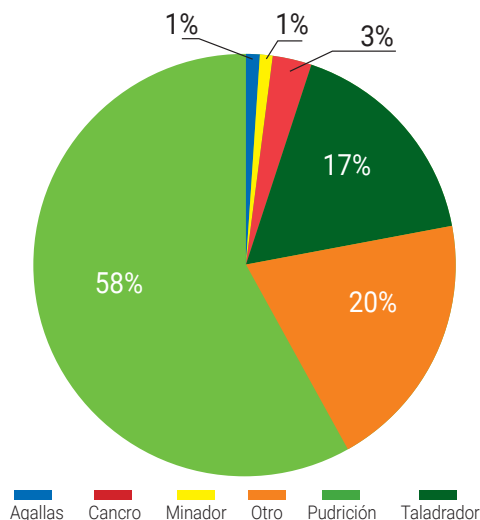


Figura N° 34

TIPOS DE AGENTE CAUSAL DE ÁRBOLES ENFERMOS EN RENOVALES DE LENGÜA

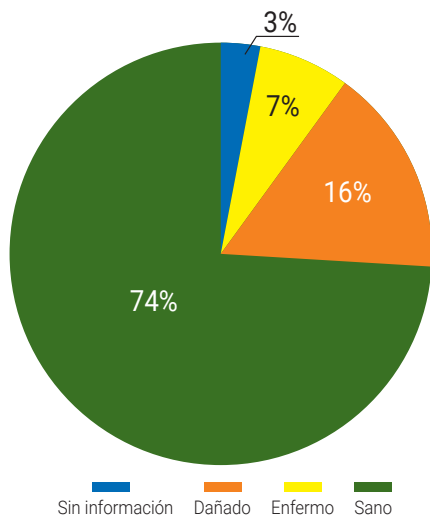


Figura N° 35

ESTADO SANITARIO DE RENOVALES DE LENGÜA ESTIMADO DESDE EL NÚMERO DE ÁRBOLES CON SIGNOS DE DAÑO O ENFERMEDADES

• Calidad

La presencia de ganado en el bosque, es un factor que incide de forma significativa en la calidad de los renovales de lengüa.

El ramoneo de los renovales emergentes por períodos prolongados, tiene como resultado bifurcaciones múltiples en la base de los árboles.

En estas situaciones, la única meta de producción posible es leña o biomasa. Los raleos son en este caso, más bien podas, que a pesar de dejar un solo fuste por árbol, tienen la desventaja de crear la posibilidad de entrada de hongos al fuste.

Es por ello, que al tratarse de un sitio potencialmente productivo, se recomienda una rotación corta y una pronta regeneración con protección contra el ganado para obtener un bosque de valor.

Elección y Adaptación del Formato de la Descripción narrativa

El Instituto Forestal cuenta con un formato para la descripción narrativa que es una adaptación de una planilla usada para fines didácticos en el Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen, Alemania.

Este formato está pensado para su uso en terreno, por lo que no excede una hoja tamaño carta, pero contiene todos los parámetros importantes para la toma de decisiones de manejo y la formulación de las categorías a elegir para el rodal. El formato fue elaborado para el manejo de renovales de Roble-Raulí-Coigüe y está disponible en la página web de INFOR.

Si bien el formato es aplicable a todo tipo de bosque, se optimiza al adaptarlo al tipo forestal específico con sus potenciales, prioridades y riesgos específicos, que es la propuesta resultante de este estudio.

Además, CONAF pone a disposición de sus usuarios, a través de su página web, también un formulario de descripción cualitativa de un rodal de bosque nativo, desarrollado en base a la propuesta de INFOR y pensando en el apoyo a los consultores y extensionistas en la elaboración de planes de manejo para bosque nativo. Ese

formato es más extenso y se completa en planilla Excel, con opciones de respuestas definidas.

Para la propuesta de formato de descripción narrativa, que apoye el manejo de los renovales de lenga en las regiones de Aysén y Magallanes, se tomó el formato de descripción cualitativa de CONAF como base para la elección de los parámetros y su orden en la planilla y se adaptó a un formato de herramienta usable en terreno, similar al de la descripción narrativa de INFOR.

Para ello se procedió en los siguientes tres pasos:

I. Desde la planilla de Descripción Cualitativa de un Rodal de Bosque Nativo se seleccionaron los parámetros que se consideraron más importantes para el manejo de lenga en las regiones de Aysén y Magallanes, según los tres factores prioritarios descritos antes; Estabilidad, Sanidad Fustal y Calidad Maderera (Anexo 2).

II. Se revisaron las categorías predefinidas para su uso en la descripción narrativa y se adaptaron al caso de lenga. Para dar solo un ejemplo, se modificó el valor para un grado de esbeltez (relación altura/diámetro) de la categoría deficiente de 1,0 (INFOR 2013) a 0,9, respondiendo a los fuertes vientos a los que están expuestos los bosques en estudio.

III. Todos los parámetros seleccionados, juntos a sus categorías revisadas y adaptadas, fueron incorporados en una planilla apta para su uso directamente en terreno.

• Validación de las Herramientas

Con el fin de presentar los resultados obtenidos en el proyecto y validar las herramientas de manejo generadas (diagrama de manejo y cartilla de descripción narrativa) se realizaron dos talleres de trabajo; uno en Coyhaique y otro en Magallanes (Figura N° 35).

En estos talleres se contó con la presencia de profesionales de CONAF, extensionistas y consultores forestales.



Figura N° 36

TALLERES DE TRABAJO
VISITA A ENSAYO DE MANEJO EN RENOVAL DE LENGAS, RESERVA NACIONAL MAGALLANES (a-b)
Y VISITA A MÓDULOS DEMOSTRATIVOS DE MANEJO CONAF, PREDIO EL GANCHITO, COMUNA DE COYHAIQUE (c-d)

Difusión Y Transferencia

En el desarrollo de este proyecto se contemplaron diversas actividades de difusión y transferencia de los resultados, como seminarios, días de campo, la presente publicación técnica y la realización de al menos un seminario final en cada región para la presentación de estos (Figura N° 36).



Figura N° 37

DÍAS DE CAMPO PARA LA DIFUSIÓN
DE LOS RESULTADOS

Además, como una forma de facilitar la aplicación de los resultados por parte de los usuarios, se ajustó un desarrollo previo de INFOR para renovales de Roble-Raulí-Coigüe consistente en una aplicación para teléfonos móviles, denominado Xstock, que permite a través del teléfono graficar la posición de un rodal en el diagrama de densidad y responder la cartilla de descripción narrativa en terreno, para enviarla posteriormente por correo electrónico. De esta forma resulta en una ayuda práctica a la utilización de los diagramas de densidad y la descripción narrativa en terreno y fue modificada para gestionar datos relacionados con el manejo de los renovales de lenga, considera la captura de información en terreno incluso sin contar con conexión a internet.

Se puede en ella ingresar nuevos pares de Área Basal-Densidad de rodal y revisar datos guardados por la aplicación. De no disponer de valores previos de Área Basal-Densidad, permite realizar parcelas de inventario para el cálculo de estos valores. También permite revisar el inventario realizado.

Con un par Área Basal-Densidad conocido se debe ingresar a la opción "Ingreso de Rodal", donde se debe identificar el Predio y Rodal, obteniendo las coordenadas de la posición del teléfono para almacenar la ubicación del rodal y la fecha de utilización. Se ingresan los datos de área basal (m^2/ha) y densidad (arb/ha) y se selecciona la especie principal. Se despliega entonces un resumen de la información ingresada y los valores calculados de Diámetro Medio Cuadrático (DMC) (cm), el índice de densidad relativa del rodal (% de Poblamiento) y los valores de la línea A (de máxima densidad) y la línea B (cierre de copas) para un rodal de la misma área basal.

Se despliega el gráfico del diagrama de densidad, indicando con un punto la posición del rodal ingresado. Bajo el gráfico aparecerá la opción de "Enviar Datos", la que

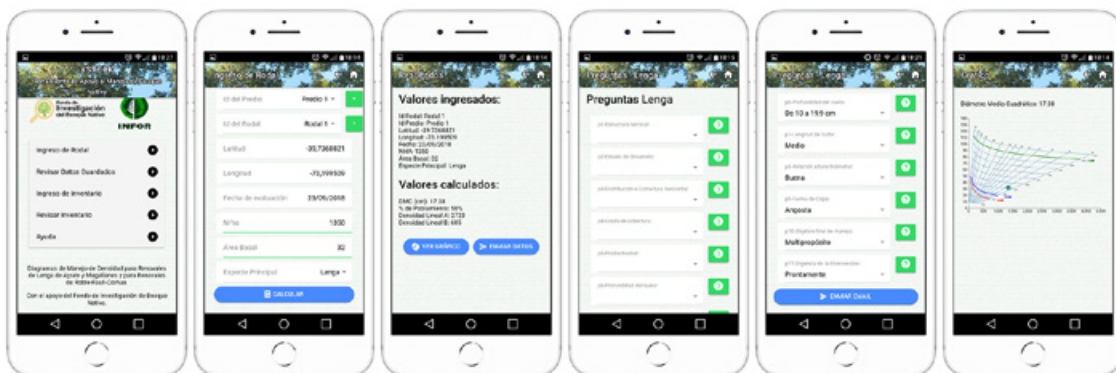


Figura N° 38
PANTALLAS APLICACIÓN XSTOCK PARA LENGA

ingresa a la sección que contiene las preguntas de la descripción narrativa. Preguntas de selección múltiple.

Contestadas las preguntas, los datos son enviados al correo electrónico registrado en el teléfono, lo que sucederá al momento de contar con conexión a internet.

Para el cálculo desde parcelas de Inventario se ingresan los valores de DAP (cm) y especie, optativamente per-

mite el registro de altura, para cada árbol dentro de una parcela de muestra, y para las parcelas dentro un rodal. Al ser simplificado, se reconocen al menos 10 especies principales, dejando la opción de otras para el resto de especies. Una vez ingresados los datos, se procesan las variables agregadas de Área Basal (m^2/ha) y Densidad ($árbo/ha$). Con estos parámetros es posible continuar la evaluación de Intervención silvícola (Figura N° 37).



Conclusiones

A través del trabajo desarrollado se han logrado cumplir los objetivos planteados con la zonificación propuesta, los diagramas de manejo de densidad y el ajuste de las funciones necesarias para ello, y la cartilla de descripción narrativa. Además, se cumplió con la difusión de los resultados a través de los seminarios y días de campo realizados en ambas regiones.

Respecto de la cartografía para identificar zonas homogéneas, en base a la información existente los datos analizados permitieron generar una propuesta estadísticamente robusta. En base a los nuevos datos colectados por el proyecto se puede concluir que en la región de Aysén las zonas propuestas son adecuadas, en tanto que en la región de Magallanes hay 3 zonas, en las cuales los nuevos datos corroborarían su definición, y 2 zonas que no lo hacen. Sin embargo, estas 2 zonas que no responden a la zonificación y que presentan diferencias con la clasificación original, corresponden a áreas de muy poca extensión.

De acuerdo a la experiencia del equipo de trabajo, de las herramientas evaluadas para tomar decisiones de conducción, el diagrama de Gingrich, es el que entrega una mayor confianza para su utilización práctica, en comparación con la propuesta de Drew y Flewelling. Esto se justifica en parte, porque los rendimientos en base a los que trabaja éste último provienen de una base de 60 árboles volteados, que dan origen a la relación de volumen de árbol individual. Esto es considerado por el equipo como una primera aproximación que debe seguir validándose en el tiempo.

La descripción narrativa, que recoge la información cualitativa del bosque y que puede apoyar la decisión respecto del objetivo del bosque final, y por ende la intensidad y oportunidad de una corta intermedia, ha sido reformulada para representar las condiciones de la zona, debiendo reflejar la estabilidad del rodal como

un componente más preponderante que los utilizados en otras formaciones. Así mismo y dada en general una alta densidad de individuos, la estimación de la calidad de los bosques puede orientarse hacia la clasificación de aquellos ejemplares que pueden destacarse como árboles futuros que serán favorecidos a través de las cortas intermedias, dado que estos son los mejores indicadores de calidad del bosque. Siguen presentes factores aún difíciles de identificar que inciden en la calidad del bosque de lenga y que tiene que ver con la presencia de pudriciones blanca y parda y árboles que se observan relativamente sanos.

Sin embargo, según se observó en los seminarios realizados, los diagramas y la cartilla de descripción han sido valorados por los equipos profesionales participantes tanto de CONAF como de consultores y extensionistas, quienes coinciden en requerir con urgencia elementos objetivos de decisión. Es por esto que se ha desarrollado la aplicación Xstock para teléfonos móviles, que permite no solo determinar el nivel de densidad relativo del bosque, y responder las preguntas básicas de la descripción para apoyar la decisión del manejo y los fundamentos del mismo, sino que además utilizar el teléfono como medio de captura de datos en terreno, pudiendo recoger datos de diámetros y especie de los árboles por parcela de forma de calcular los parámetros que los diagramas necesitan como datos de entrada.

Hubiera sido de gran utilidad haber podido contar con ensayos de manejo de renovales de lenga de largo plazo, que hubieran permitido haber profundizado las recomendaciones de esta investigación. Dadas las condiciones de la muchas veces alta densidad de la regeneración y la presencia de sectores sometido a fuertes vientos, la reducción de la densidad debiera darse, de acuerdo a la recomendación de los expertos, de manera temprana y gradual en el tiempo, idealmente a los 11-13 metros de altura total, lo que permitirá ir fortaleciendo

la estabilidad de los árboles residuales y mejorar la calidad mediante la selección. En los puntos visitados no fue esta la condición encontrada. Se observó además una alta proporción de árboles bifurcados, lo que perjudica la calidad maderera futura del bosque bajo residual. Para conocer el verdadero efecto de las prácticas silvícolas en estos bosques de rotaciones relativamente largas, se requiere más investigaciones de largo plazo.

Las herramientas que apoyan el manejo silvícola de los bosques se diseñan con el fin de mejorar la calidad del bosque para aproximarse a su máximo valor maderero. Se espera que los bosques en mejores condiciones de crecimiento proporcionen también productos de mayor

valor. En las intervenciones intermedias aún se extrae madera de relativamente bajo valor y muchas veces a un alto costo. Sin embargo, si estas intervenciones no son ejecutadas en las oportunidades apropiadas se pone en riesgo el objetivo principal de obtener abundante madera de alta calidad a la cosecha. Que esto ocurre se observó en las regiones estudiadas, particularmente en la de Magallanes y Antártica Chilena.

Se espera que las herramientas entregadas permitan incentivar el manejo mediante criterios objetivos en su aplicación que faciliten la tramitación, aumenten su aprobación y, a la larga, permitan el desarrollo de bosques orientados a mejores productos.



Referencias

Alvarez, S. G. y Grosse, H., 1978. Antecedentes generales y análisis para el manejo de lenga en Alto Mañihuales, Aysén. Tesis, Ing. Forestal Univ. de Chile (144 pp).

Antequera, S., 2002. Efecto del tipo de corta sobre el rendimiento en madera rolliza y la regeneración natural en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) de calidad media en la provincia de Chubut, Argentina. 204 p.

Bahamóndez, C.; Martin, M.; Müller-Using, S.; Rojas, Y. and Vergara, G., 2009. Case studies on measuring and assessing forest degradation: An operational approach to forest degradation. Forestry Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Working Paper 158. Rome, Italy 9 p.

Bahamondez, C. and Thompson, I., 2013. Modelling the path of forest degradation: A practical approach (en revisión).

Barrio, M. and Álvarez Gonzalez, J. G., 2005. Development of a stand density management diagram for even-aged pedunculate Oak stands and its use in designing thinning schedules. Forestry, 78 (3), 8 pp.

Barrio, M.; Alvarez González, J. G. and Ruiz, A. D., 2004. Ecoregional-based stand density management diagrams for *Pinus pinaster* in Galicia: Their use in developing thinning schedules. IUFRO International Meeting: The Economics and Management of high productivity plantations. Lugo. 2004.

Bava, J. O., 1997. Ökologische und waldbauliche Beiträge zur überführung von Urwäldern des Baumart *Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl) Krasser in Wirtschaftswälder im argentinischen Teil Feurlands. Diss. LMU München. 149 p.

Bava, J. O., 1999a. Los Bosques de lenga en Argentina. En Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Eds Donoso, C., Lara, A.; Donoso, P. Ed Universitaria. Santiago. Chile.

Bava, J. O. 1999b. Aportes ecológicos y silviculturales a la transformación de bosques vírgenes de lenga en bosques manejados en el sector argentino de Tierra del Fuego. CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. 138 p

Bava, J. y López- Bernal, P. M., 2006. Cortas de selección en grupo en bosques de lenga de Tierra del Fuego. Revista de Ciencias Forestales – Quebracho N° 13 (77-86).

Bitterlich, W., 1948. Die Winkelzählprobe. Allgeni. Forest und Holzwirtschaft Ztg. 59, 1/2: 4-5.

Borie, J., 2000. Respuesta de bosques de Lenga a intervenciones de corta de regeneración y raleo, en la XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 45 p.

Cameron, I. 1988. An evaluation of Density Management Diagram for Coastal Douglas-Fir. FRDA report 024.

Chisman, H. H. and Schumacher, F. X., 1940. On the Tree-Area Ratio and Certain of Its Applications. Journal of Forestry, Volume 38, Number 4, pp. 311-317.

CONAF, 2011. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Monitoreo de Cambios y Actualizaciones, Período 1997- 2011. 28 p.

CONAF, CONAMA y BIRF, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. U. Austral de Chile, Pontificia U. Católica de Chile y U. Católica de Temuco. Santiago, Chile. 90 p.

Cruz Johnson, P.; Honeyman Lucchini, P. y Caballero Tapia, C., 2005. Bosque, propuesta metodológica de ordenación forestal, aplicación a bosques de lenga en la XI Región. Bosque Vol. 26 N° 2, agosto 2005, pp. 57-70

Cruz, G.; Schmidt, H.; Promis, A. y Caldentey, J., 2003. Manejo sustentable de los bosques de *Nothofagus pu-*

milio en la Patagonia chilena Trabajo presentado al XII Congreso Forestal Mundial de FAO en Quebec, Canadá 2003. (<http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XI-I/0378-B4.HTM>).

Dean, J. T. and Baldwin, V. C., 1993. Using a density-management diagram to develop thinning schedules for Loblolly Pine plantations. USDA Forest Service. Southern Forest Experimental Station. Res. Pap., SO 275.

Dean, T. J. and Jokela, E. J., 1992. A density-management diagram for Slash Pine plantations in the lower coastal plain. Southern Journal of Applied Forestry 16, 178-185.

Donoso, C., 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 83. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO) (Publicación FAO Chile). 78 p.

Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. 483 p.

Donoso, C. y Lara, A., 1999. Silvicultura de los bosques nativos. Ed Universitaria. Santiago. Chile.

Donoso, S. y Caldentey, J., 1996. Rendimiento de lenga (*Nothofagus pumilio*) en el aserrado y su relación con las características de los árboles. Ciencias Forestales. Vol. 11. N° 1-2. 19-30.

Drake, F.; Emanuelli, P. y Acuña, E., 2003. Compendio de funciones dendrométricas del bosque nativo. Universidad de Concepción, CONAF, KfW, DED, GTZ. Santiago de Chile 197 p.

Drew, T. J. and Flewelling, J. W., 1977. Some recent Japanese theories of yield-density relationships and their application to Monterey Pine plantations. Forest Science 23, 517-534.

Drew, T. J. and Flewelling, J. W., 1979. Stand density management: An alternative approach and its application to Douglas-Fir plantations. Forest Science 25, 518-532.

Farnden, C., 1996. Stand density management diagrams for Lodgepole Pine, White Spruce and interior Douglas-Fir. Government of Canada, Department of Natural Resources, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC, Inf. Rep. BC-X-360.

Fernández, C.; Martínez Pastur, G.; Boyeras, F. y Peri, P., 1993. Funciones de altura total y área de copa para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Lago Gral Vintter - Cerro Colorado, Provincia del Chubut.

Fernández, C.; Martínez Pastur, G.; Peri, P. and Vuksovic, R., 1997. Thinning schedules for *Nothofagus pumilio* forest in Patagonia, Argentina. Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Volumen 3: D. Función productiva de los bosques. Antalya, 13-22 de Octubre.

Flewelling, J. W. and Drew, T. J., 1985. A stand density management diagram for Lodgepole Pine. In: Baumgartner, D. M., Krebill, R. G., Arnott, J. T. Weetman, G. F. (Eds.), Lodgepole pine: The species and its management. Washington State University, Pullman, WA, pp. 239-244.

Flewelling, J. W.; Wiley, K. N. and Drew, T. J., 1980. Stand density management in western Hemlock. Weyerhaeuser Corporation. Western Forestry Research Centre, Centralia, WA, Forestry Research Technical Report 042-1417/80/32.

Garrido, F., 1981. Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Investigación y Desarrollo CONAF/FAO. Documento de trabajo N° 39. Chile, 113p.

Gingrich, S., 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forest in the Central States. For. Sci. USA.

Hotelling, H. (1947) Multivariate Quality Control Illustrated by Air Testing of Sample Bombsights. In: Eisenhart, C., Hastay, M.W. and Wallis, W.A., Eds., Techniques of Statistical Analysis, McGraw Hill, New York, 111-184.

INFOR. 2001. Diagnóstico Sistema Gestión Ambiental Bosques de Lenga XII Región. Informe Final. 46 p.
INFOR, 2009. Manual N°40. Manual de Operaciones en Terreno, Inventario de los Ecosistemas Forestales. 139p.

IREN, 1967. Inventario preliminar de los recursos naturales. Provincia de Magallanes. Informe N° 21. Corporación de Fomento y la Producción. Instituto de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 195 p

IREN, 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región Aysén. Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Recursos Naturales, Santiago, Chile, 507, pp.

IREN, 1980. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo. Informe Final. Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 522 p

Kalela, E. 1941. Über die Hotzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Waldern Ostpatagoniens. Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. IV Biologica 3. Helsinki, 151 p.

Kim, D. K.; Kim, J. W.; Park, S. K., Oh, M. Y. and Yoo, J. H., 1987. Growth analysis of natural pure young stand of Red Pine in Korea and study on the determination of reasonable density. Government of Korea, Research Reports of the Forestry Institute (Seoul) 34. pp.32-40 (in Korean; English abstract).

Krajicek J, k. Brinkman, S. Gingrich. 1961. "Crown competition - A Measure of Density", For. Sci. 7(1):35-42.

Kumar, B. M.; Long, J. N. and Kumar, P., 1995. A density management diagram for Teak plantations of Kerala in peninsular India. For. Ecol. Manage. 74, 125-131.

Laatsch W. 1967. Beziehungen zwischen Standortsfaktoren, Ernährungszustand und der Wauchsleistung von Waldbeständen. En: Proceedings 14th Confr. Int. Union For. Res. Org. (IUFRO), München. 22-35 p.

Loetsch, F.; Zoehrer, F. and Haller, K. E., 1973. Forest Inventory. Vol. 2 B.L.V. Verlagsgesellschaft. München. 469 pp.

Loguercio, G. A., 1995. Crecimiento de la regeneración natural de la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser), y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación. Publicación técnica N° 21. CIEFAP. 47 pag.

Loguercio, G.; Molina, S.; Mohr-Bell, D.; Bahamóndez, C. y Rojas, Y., 2011. Carta de stock de lenga para la identificación de bosques degradados en el contexto de REDD+.

Long, J. N.; Mc Carter, J. B. and Jack, S. B., 1988. A modified density management diagram for coastal Douglas-Fir. Western Journal of Applied Forestry 3, 88-89.

López Bernal, P.; Bava, J. y Antequera, S., 2003. Regeneración en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) sometido a un manejo de se-

lección en grupos. Bosque, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 13-21.

Martínez Pastur, G.; Peri P. L.; Vukasovic, R.; Vaccaro, S. and Piriz Carrillo, V., 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. Phytom, 61: 55-60.

Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V.; Barrera, M. and Peri P. L., 2000. Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. Forest Ecology and Management 261: 178-186.

Martínez Pastur, G.; Cellini, J.; Lencinas, M.; Vukasovic, R.; Bertolami, V. y Giunchi, J., 2001. Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser", Ecología Austral 11: 95-104.

Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V.; Vukasovic, R. F. and Donoso, S., 2002. Response of *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. to different thinning intensities in Tierra del Fuego, Argentina. Interciencia 27(12): 679-685.

Martínez Pastur, G.; Lencinas, M.; Cellini, J.; Díaz, B.; Peri, P. y Vukasovic, R., 2002. Herramientas disponibles para la construcción de un modelo de producción para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidades de sitio. Bosque, Vol. 23 N° 2, pp. 69-80

Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Peri, P. L. y Capiel, I., 2005. Ecuación estándar de crecimiento diamétrico individual para árboles de *Nothofagus pumilio*. [Standard individual diameter growth equation of *Nothofagus pumilio*]. Revista Asociación Forestal Argentina, 59: 17-24

Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V. and Peri, P. L., 2008. Stand growth model using volume increment/basal area ratios. Journal of Forest Science, 54: 102-108.

Martínez Pastur, G.; Lencinas, M. V.; Cellini, J. M.; Peri, P. L. and, Soler, E. R., 2009. Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. Forest Ecology and Management, 258: 436-443.

Martínez Pastur, G.; Peri, P.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V.; Barrera, M. and Ivancich, H., 2011. Canopy structure analysis for estimating forest regeneration dynamics and growth in *Nothofagus pumilio* forests. Annals of Fo-

Mc Carter, J. B. and Long, J. N., 1986. A Lodgepole Pine density management diagram. Western.

Morales, J. L., 1983. Estudio de crecimiento de lenga en un bosque virgen de araucaria en el sector de Lonquimay, IX Región. Tesis, Ing. Forestal, Univ. de Chile (81 pp.).

Moscovich, F. A. y Brena, D. A., 2006. Comprobación de cinco métodos de muestreo forestal en un bosque nativo de *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze. Quebracho (Santiago del Estero) [online]. n.13, pp. 7-16. ISSN 1851-3026

Navarro, C.; Herrera, M. A.; Drake, F. y Donoso, P., 2011. Diagrama de manejo de densidad y su aplicación a raleo en bosques de segundo crecimiento de *Drimys winteri* en el sur de Chile. Bosque (Valdivia) vol.32 N°2. Valdivia.

Newton, P. F. and Weetman, G. F., 1994. Stand density management diagram for managed Black Spruce stands. For. Chron. 70, 65-74.

Newton, P. F., 1997. Stand density management diagrams: Review of their development and utility in stand level management planning. Ecol. Manage. 98, 251-265.

Newton, P. F., 1998. Regional-Specific algorithmic stand density management diagram for Black Spruce. North. J. Appl. For. 15(2), 94-97.

Newton, P. F., 2003. Yield prediction errors of a stand density management program for Black Spruce and consequences for model improvement. Can. J. For. Res. 33, 490-499.

Núñez, P. y Peñaloza, R., 1985. Evaluación y primeros resultados del ensayo de tratamientos silvícolas aplicados al bosque de lenga en Coyhaique, XI Región. Inf. de Convenio N° 94, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 193 pp.

Peri PL, G Martínez Pastur. 1996. Crecimiento diamétrico de *Nothofagus pumilio* para dos condiciones de copa en un sitio de calidad media de Santa Cruz (Argentina). Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 5(2): 201-212

Peri, P.; Martinez Pastur, G.; Vukasovic, R.; Diaz, B.; Lencinas, M. V. y Cellini, J. M., 2002. Propuesta de aplicación de raleos fuertes para reducir los volteos de

viento en bosques de *Nothofagus pumilio* de Patagonia, Argentina. Bosque, Vol. 23 N° 2, pp. 19-28.

Pesutic, S., 1978. Análisis de estructura y estado sanitario en un bosque de lenga. Tesis de grado. Facultad de Ciencia Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 63 p.

Prodan, M., 1968. Forest biometrics. Oxford, UK, Pergamon Press. 447 p.

Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F. y Real, P., 1997. Mensura forestal. San José: Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 561p.

Puente, M. y Peñaloza, R., 1979. Resultado del establecimiento de un área de ensayo para tratamiento silvicultural de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Coyhaique, XI Región. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Reinecke, L. H., 1933. Perfecting a stand density index for even-aged forest. J. Agr. Res. 46, 627-638.

Rodriguez, C., 2002. Desarrollo de los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración en Monte Alto, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs Forestales. Santiago, Chile. 64 p.

Röhrig, E.; Bartsch, N. und Lübke, V., 2006. Waldbau auf ökologischer Grundlage. 479 S. Ulmer.

Rusch, V., 1992. Principales limitantes para la regeneración de lenga en la zona N.E. de su área de distribución. Variables ambientales en claros del bosque. Actas Seminario Manejo Forestal de la lenga y aspectos ecológicos relacionados. 61-73. Esquel.

SayDS, 2007. Primer inventario de bosques nativos. Informe regional Bosque Andino-Patagónico. 1° ed. 63 p. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Argentina.

Schlatter, J. E., 1979. Reconocimiento de suelos en la zona trasandina alrededor de Coyhaique, XI Región. Inf. Convenio N° 9, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 63 pp.

Schlatter JE. 1993. Fertilidad de suelo, concepto y su aplicación a la producción forestal. Reimpresión de charlas y conferencias N° 8. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 7 p., J. 1993.

Schlatter, J., 1994. Requerimientos de sitio para la lenga, *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. Bosque 15(2): 3-10.

Schmidt, H. y Urzúa, A., 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lenga en Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. Ciencias Agrícolas N° 11. 62 p.

Schmidt, H., 1989. El papel de la silvicultura en el desarrollo sustentable de los bosques naturales productores de madera. Amb. y Des. Vol.V N°3:29-33.

Schmidt, H.; Cruz, G.; Promis, A. y Alvarez, M., 2003. Transformación de los bosques de Lenga vírgenes e intervenidos a bosques manejados. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 4. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 60 p.

Schmidt, H.; Caldentey, J.; Promis, A.; Schmidt, A., 2004. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de Lenga – XII Región. U. de Chile/CONAF/Intendencia XII Región. 40 p.

Silva Aguad, Claudia Patricia., 2005. Evolución de las existencias y desarrollo de la regeneración en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Tadaki, Y., 1963. The pre-estimating of stem yield based on the competition-density effect." Bull For For Prod Res Inst 154. pp.1-19.

Troncoso, O., 2004. Desarrollo de un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) después de la corta de protección en la XII Región. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile. 46 p.

Ugalde, G., 2006. Crecimiento en la altura de renovales de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasse) en Monte Alto (XII Región) en función de la calidad del sitio. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile.

Uriarte, A. y Grosse, H., 1991. Los bosques de lenga. Una orientación para su uso y manejo. Informe Técnico N° 126, Inst. Forestal, Corp. de Fom. de la Producción, Concepción, Chile (92 pp.)

Yoda, K.; Kira, H.; Ogawa, H. and Hozumi, K., 1963.

Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. J. Biol. Osaka City Univ. 14, 107-129.

Yudelevich, M.; Brown, Ch.; Elgueta, H. y Calderon, S., 1967. Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Informe Técnico 27. INFOR, Santiago Chile. 16 p.

Anexos

Anexo 1. Diagramas de Densidad de Gingrich para Renovales de Lenga y para Renovales de Lenga de Diámetros Pequeños

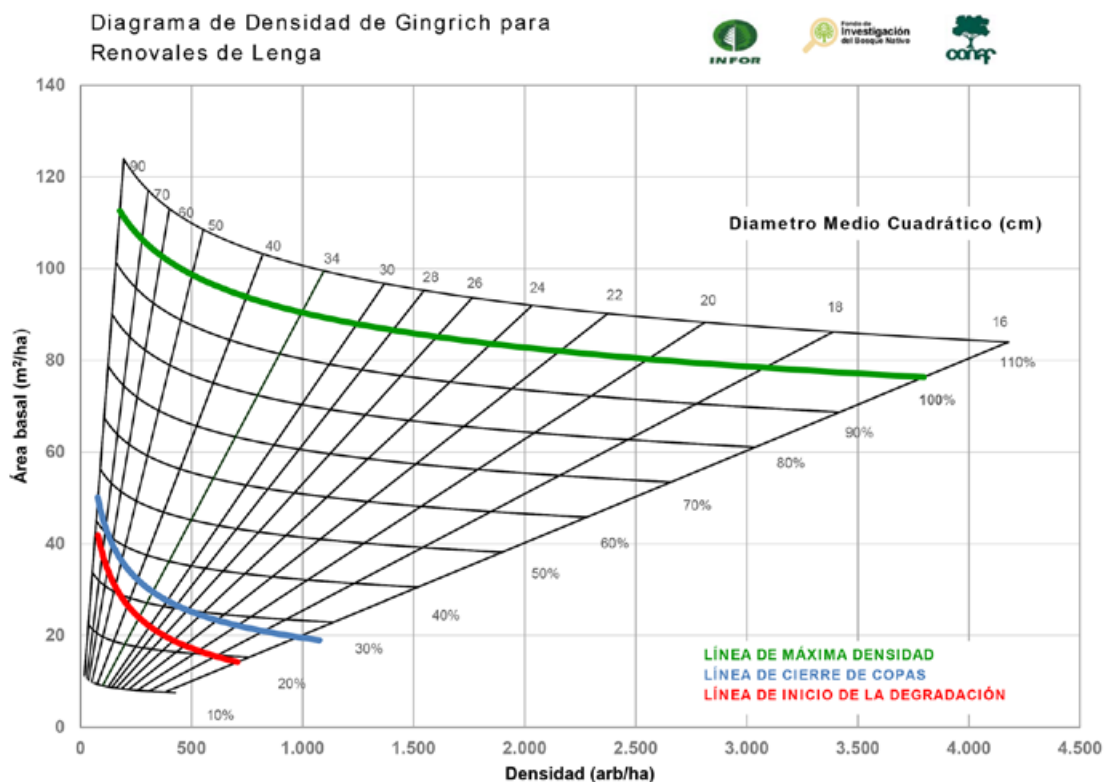
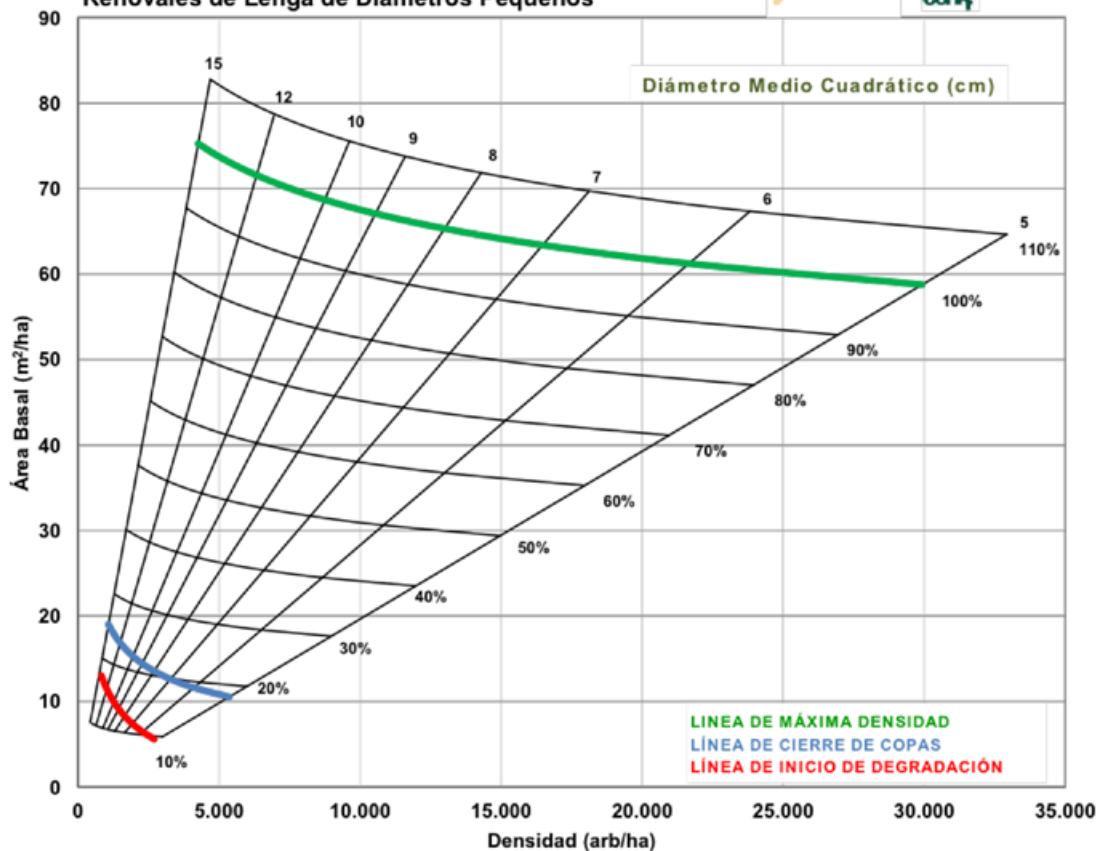


Diagrama de Densidad de Gingrich para Renovales de Lenga de Diámetros Pequeños



Anexo 2. Propuesta para la Herramienta Pauta de Descripción Narrativa en Apoyo al Manejo Silvícola de Renovales de Lenga

DESCRIPCIÓN NARRATIVA DEL RODAL		
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CARACTERIZACIÓN
Caracterización del bosque		
Especies principales presentes	Descripción botánica	Especies de mayor importancia comercial
Estructura vertical	Coetáneo	Mayoría de los árboles pertenecen al mismo estado de desarrollo
	Multietáneo en bosquetes	Unión de bosquetes coetáneos de diferentes edades y estados de desarrollo
Estados de desarrollo	Regeneración	Rodal desde el establecimiento hasta que los ejemplares alcanzan una altura de 1 m.
	Monte bravo bajo	Rodal en que los ejemplares alcanzan una altura de > 1 m y < 3 m.
	Monte bravo alto	Rodal en que los ejemplares alcanzan una altura de >3 m y DMC< 10 cm
	Latizal bajo	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >10 y < 20 cm
	Latizal alto	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >20 y < 30 cm
	Fustal delgado	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >30 y < 40 cm
	Fustal medio	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >40 y < 55 cm
	Fustal grueso	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >55 y < 70 cm
	Sobremaduro	Rodal en que los ejemplares alcanzan un dmc >70
Cierre del dosel	Cerrado	Las copas se tocan o se traslapan
	Semi-cerrado	Las copas están separadas por menos de medio radio de copa
	Semi-abierto	Las copas están separadas por menos de un radio de copa
	Abierto	Las copas están separadas entre uno y medio radio de copa
	Ralo	Las copas están separadas por menos de dos radio de copa
	Degradado	Independiente del tamaño, las copas están muy deterioradas y por lo tanto, no representan una cobertura significativa
Grado de cobertura	Homogénea	Sin claros
	Con claros pequeños	< a 2 veces altura del árbol
	Con claros grandes	> a 2 veces altura del árbol
	En bosquetes	Conjunto de bosques discontinuos

Productividad	Buena	En relación a las posibilidades de la especie en la región
	Regular	
	Mala	
Datos del sitio		
Pendiente	Menor a 30%	Sin restricciones para el manejo
	Entre 30 - 60%	Requiere cuidados en las faenas
	Mayor a 60%	Supera la pendiente límite para el manejo
Profundidad del suelo	Menor a 10 cm	Suelo muy delgado, no permite manejo silvícola
	Entre 10 - 20 cm	Suelo delgado, a excepción de XI y XII regiones
	Mayor a 20 cm	Suelo apropiado para el manejo del bosque
Limitante acceso	Expedito	Características del acceso al rodal
	Solo en temporada seca	
	Infraestructura dañada	
	No hay acceso	
	No hay información	
Características del fuste (Se refiere a la mayoría de los árboles; en rodales con definición de árboles futuros se recomienda describir el conjunto de árboles futuros y resto del rodal por separado)		
Longitud del fuste	Largo	2 trozas (7,2 m)
	Medio	1 troza (3,6 m)
	Corto	<1 troza (<3,6 m)
Calidad del fuste	Recto	
	Bifurcación	Alta > 9 m; Media > 4,5 m; Baja o desde la base (Multifustal)
	Curvado, revirado	Diferencias de la forma promedio de fuste
	Ramas	Ramas finas, gruesas, nudos, etc.
	Daños	Ej. Pudrición, daño por volteo, otros.
Limitantes a calidad maderera (De acuerdo a calidad del fuste)	Masivo	>60% árboles del rodal con limitantes
	Frecuente	40-60% árboles del rodal con limitantes
	Moderado	20-40% árboles del rodal con limitantes
	Escaso	<20% árboles del rodal con limitantes
Relación Altura/Diámetro	Buena	H/DAP < 0,7
	Regular	H/DAP 0,7 – 0,9
	Deficiente	H/DAP > 0,9

Características de la copa		
Calidad	Forma	Grande, regular, angosta, unilateral, suprimida
	Daños	Sana, daños < 6%; copa afectada entre 6-30%, copa afectada entre 30-60%; copa afectada > 60%.
Composición de especies en el rodal		
Composición	Especies	Identificar especies acompañantes
	Ubicación en el dosel	Identificar dosel en que se encuentras (Emergente, superior, intermedio, inferior, sotobosque, regeneración)
Especie protegidas	Identificar especies	Nombre científico o común
Diagnóstico de la necesidad de manejo		
Situación de competencia	Alta	De acuerdo al cierre de dosel y a la calidad de copas
	Moderada	
	Baja	
	Nula	
Objetivo final de manejo (Según parámetros de longitud de fuste y limitantes a calidad maderera)	Madera de alto valor	Longitud del fuste largo o medio y con limitantes a calidad maderera Escaso
	Madera aserrable	Longitud del fuste mayor o igual a 1 troza y con limitantes a calidad maderera Moderado o Escaso
	Multipropósito	Longitud del fuste mayor o igual a 1 troza y sin restricción de calidad maderera.
	Pulpable o dendroenergético	Sin restricciones
Urgencia de la intervención	Inmediata	Riesgo para la estabilidad del rodal
	Prontamente	Disminución del crecimiento individual y baja estabilidad del rodal
	Postergable	Puede postergarse 5 a 6 años sin constituir una pérdida considerable del crecimiento individual.
	No necesaria	Puede retrasarse en 10 años, sin pérdida de crecimiento

Anexo 3. Listado imágenes LANDSAT regiones Aysén y Magallanes

Códigos los nombres archivo las imágenes LANDSAT 8. Ejemplo: **Ls8pppprrrYYYYDDGGGVV_FT.ext**

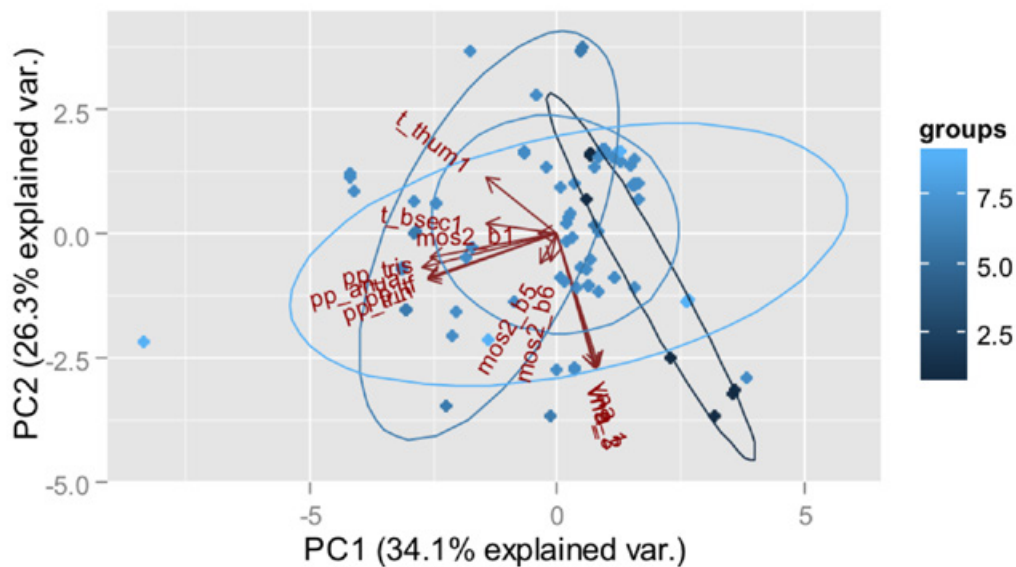
Identificador	Descripción
L	Nombre de misión: Landsat
s	Tipo de Sensor: O = OLI, T = TIRS, C = Combinado TIRS y OLI Indica con que sensor se tomaron los datos para este producto
8	Número de misión Landsat
ppp	Localización de la imagen sobre la ruta de la órbita satelital utilizando el Sistema de Referencia Global 2 (WRS-2)
rrr	Localización de la imagen sobre la fila de la órbita satelital utilizando el Sistema de Referencia Global 2 (WRS-2)
YYYY	Año de adquisición de la imagen
DDD	Día del año de adquisición
GGG	ID de la estación terrena
VV	Versión
_FT	Tipo de archivo, donde FT es igual a uno de los siguientes: número de archivos por banda de la imagen (B1–B11), MTL (Archivo de metadato), BQA (Archivo de calidad de banda), MD5 (Archivo de chequeo o checksum file)
.ext	Extensión del archivo, donde .TIF equivale a archivos de extensión GeoTIFF, y .txt a extensión de texto.

Región Aysén		
Número	Identificador	Año
1	LC82310912015014LGN00	2015
2	LC82310922015014LGN00	2015
3	LC82310932015014LGN00	2015
4	LC82310942015014LGN00	2015
5	LC82320902015021LGN00	2015
6	LC82320912015021LGN00	2015
7	LC82320922015021LGN00	2015
8	LC82320932015021LGN00	2015
9	LC82320942015021LGN00	2015
10	LC82330912013358LGN00	2013
11	LC82330912014297LGN00	2014
12	LC82330922014057LGN00	2014
13	LC82330942014089LGN00	2014

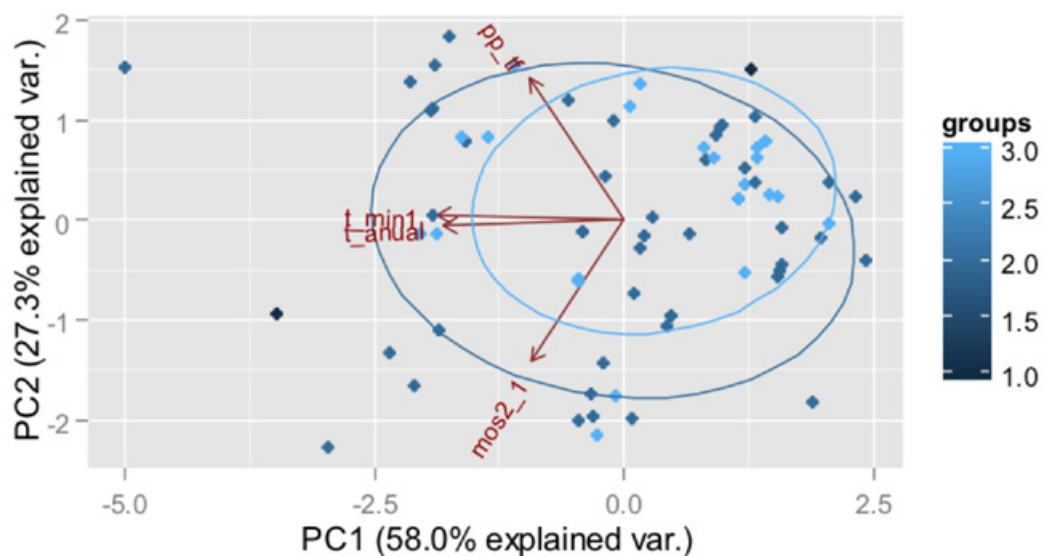
Región Magallanes		
Número	Identificador	Año
1	LC82290972014045LGN00	2014
2	LC82300962015023LGN00	2015
3	LC82290962014045LGN00	2014
4	LC82300972015023LGN00	2015
5	LC82290962015016LGN00	2015
6	LC82300952015023LGN00	2015
7	LC82310942015014LGN00	2015
8	LC82320942015021LGN00	2015
9	LC82330942014089LGN00	2014
10	LC82310952014075LGN00	2014
11	LC82320952015021LGN00	2015
12	LC82320952013271LGN00	2013
13	LC82330952014233LGN00	2014
14	LC82280962015057LGN00	2015
15	LC82300962013353LGN00	2013
16	LC82310962014075LGN00	2014
17	LC82320962015021LGN00	2015
18	LC82320962013271LGN00	2013
19	LC82270972014095LGN00	2014
20	LC82270972015066LGN00	2015
21	LC82280972013275LGN00	2013
22	LC82280972015105LGN00	2015
23	LC82300972013113LGN01	2013
24	LC82310972014075LGN00	2014
25	LC82270982015082LGN00	2015
26	LC82260982015075LGN00	2015
27	LC82280982013275LGN00	2013
28	LC82280982015105LGN00	2015
29	LC82290982014365LGN00	2014
30	LC82300982013113LGN01	2013
31	LC82260992015075LGN00	2015
32	LC82270992015082LGN00	2015

Anexo 4. Definición de grupos homogéneos

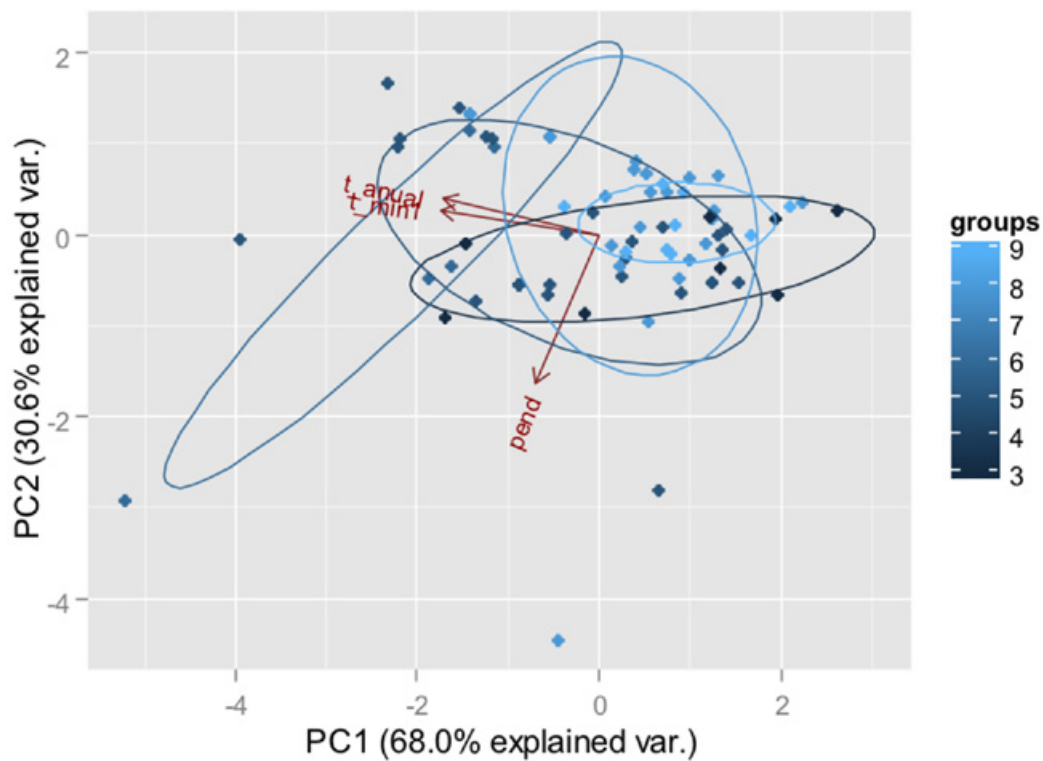
Eco regiones



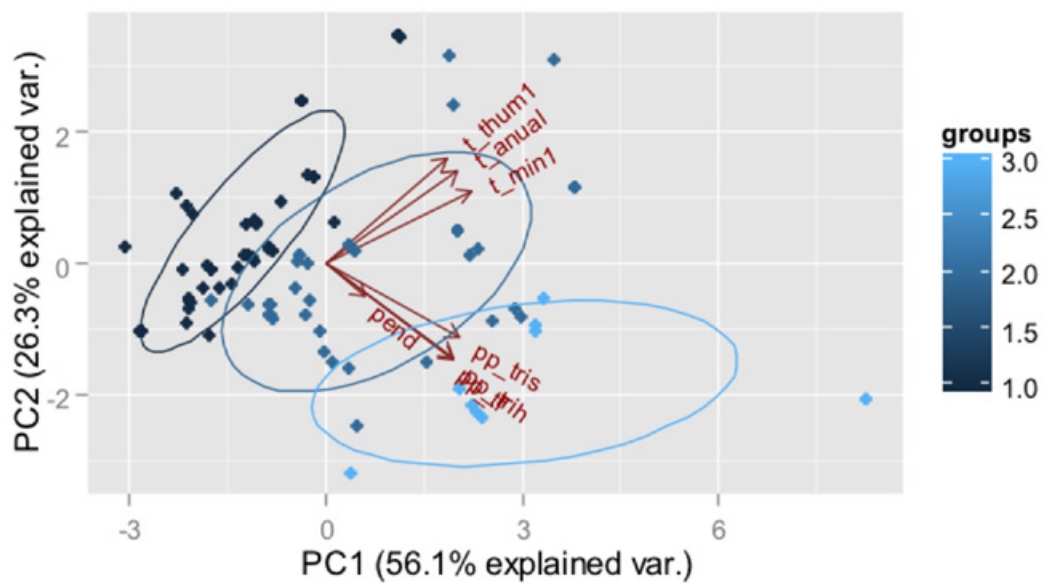
Periodos de crecimiento



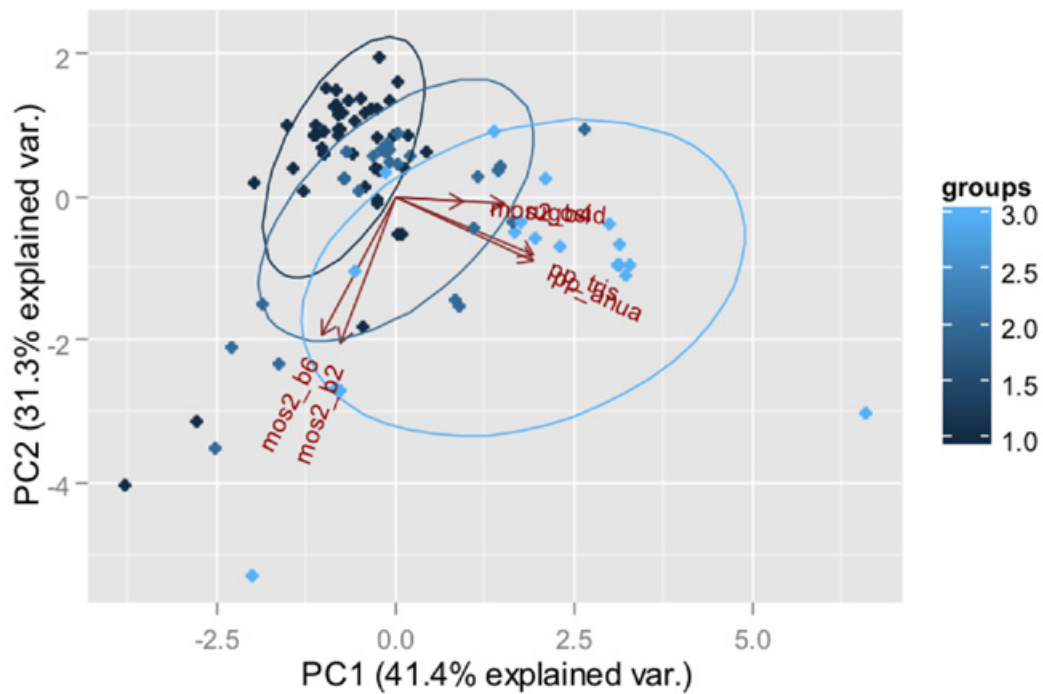
Periodos de crecimiento



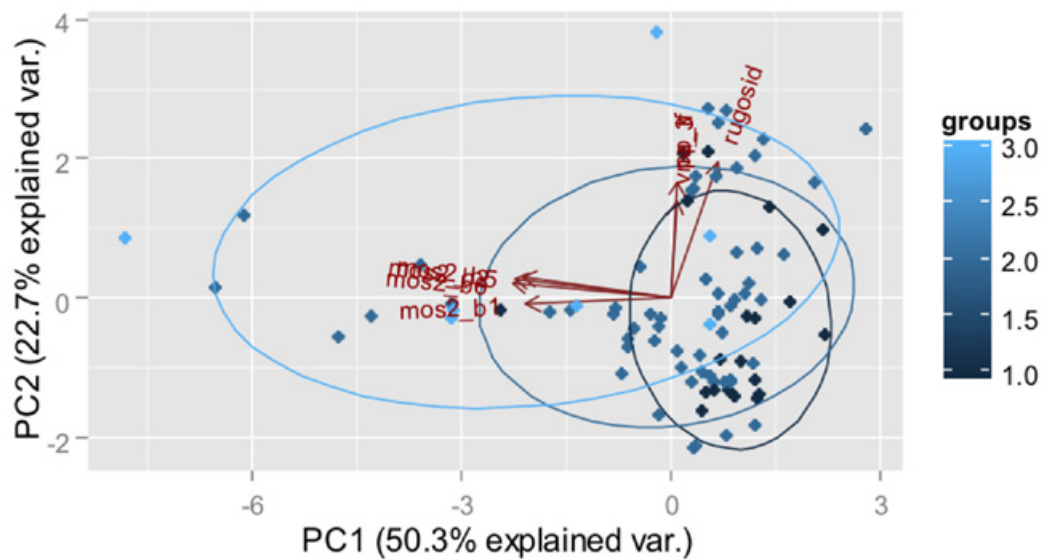
Precipitación anual (pp anual)



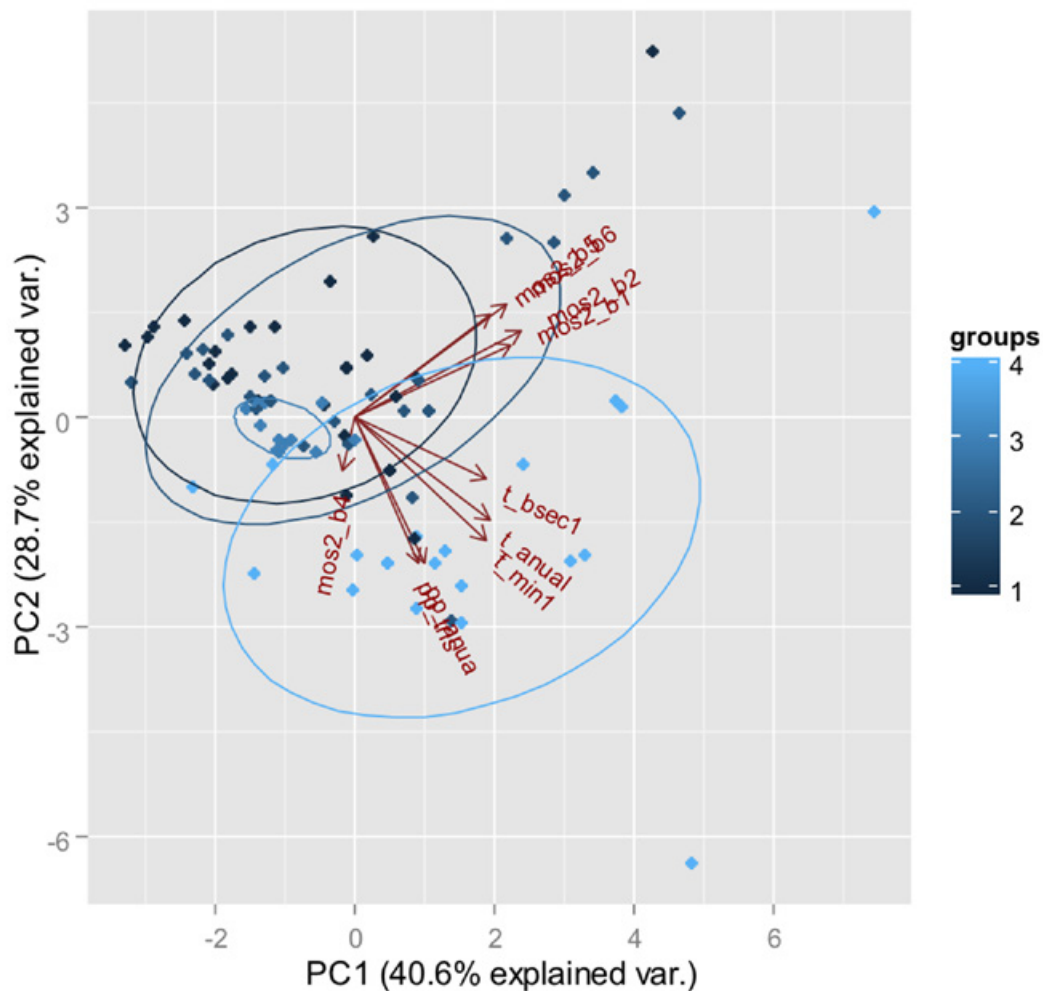
Precipitación del trimestre humedo (pp_th)



Temperatura media del trimestre más seco (t_bsec1)



Precipitación del trimestre mas frio (pp_tf)



• Regresión múltiple stepwise utilizando el área basal como variable de productividad

Call:

```
lm(formula = gha ~ pp_anua + pp_tf + pp_trih + pp_tris + t_anual +  
  t_bsec1 + t_max1 + t_thum1 + t_min1 + vna_1 + vna_2 + vna_3 +  
  curvatu + rugosid + mos2_b1 + mos2_b2 + mos2_b3 + mos2_b4 +  
  mos2_b5 + mos2_b6 + pend + expo + alti, data = aysen)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-26.287	-6.754	-1.870	7.715	38.977

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-3.017e+02	3.178e+02	-0.949	0.3460

```

pp_anua  5.885e-01 2.609e-01 2.256 0.0275 *
pp_tf    -2.088e-01 2.359e-01 -0.885 0.3795
pp_trih  -6.236e-01 2.958e-01 -2.108 0.0390 *
pp_tris  -1.424e+00 8.475e-01 -1.680 0.0978 .
t_anual   8.971e-01 2.925e+01 0.031 0.9756
t_bsec1  -6.939e+00 4.894e+00 -1.418 0.1611
t_max1    8.022e+00 9.867e+00 0.813 0.4192
t_thum1  -5.753e+00 6.626e+00 -0.868 0.3885
t_min1   -6.331e-01 2.343e+01 -0.027 0.9785
vna_1     2.347e+01 1.634e+01 1.436 0.1558
vna_2    -9.118e+01 4.354e+01 -2.094 0.0402 *
vna_3     6.700e+01 2.979e+01 2.249 0.0280 *
curvatu   9.716e-02 2.289e+00 0.042 0.9663
rugosid   7.474e-02 2.477e-01 0.302 0.7638
mos2_b1   2.001e-02 3.977e-02 0.503 0.6166
mos2_b2   1.776e-02 4.232e-02 0.420 0.6762
mos2_b3   -8.415e-03 3.168e-02 -0.266 0.7914
mos2_b4   1.164e-03 2.732e-03 0.426 0.6714
mos2_b5   -1.976e-03 7.417e-03 -0.266 0.7908
mos2_b6   -4.104e-03 1.669e-02 -0.246 0.8065
pend      -5.228e-02 1.174e-01 -0.445 0.6576
expo      -1.320e-02 1.695e-02 -0.779 0.4389
alti       3.973e-02 2.122e-02 1.872 0.0658 .

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14.31 on 64 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5821, Adjusted R-squared: 0.4319

F-statistic: 3.876 on 23 and 64 DF, p-value: 9.618e-06

• Regresión múltiple stepwise utilizando el volumen como variable de productividad

Call:

```
lm(formula = vha ~ pp_anua + pp_tf + pp_trih + pp_tris + t_bsec1 +
    t_max1 + t_thum1 + t_min1 + vna_1 + vna_2 + vna_3 + curvatu +
    rugosid + mos2_b1 + mos2_b2 + mos2_b3 + mos2_b4 + mos2_b5 +
    mos2_b6 + pend + expo + alti, data = aysen)
```

Residuals:

```

      Min       1Q   Median       3Q      Max
-214.84  -85.88  -26.07   68.69  314.85

```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-5,41E+06	2,92E+06	-1.855	0,06809	.
pp_anua	8,10E+03	2,43E+03	3.329	0,00144	**
pp_tf	-1,75E+03	2,27E+03	-0,772	0,44297	
pp_trih	-8,67E+03	2,84E+03	-3.051	0,0033	**
pp_tris	-2,01E+04	7,68E+03	-2.613	0,01115	*
t_bsec1	-3,05E+04	4,82E+04	-0,633	0,52897	
t_max1	8,91E+04	6,50E+04	1.370	0,17542	

t_thum1	8,79E+04	6,55E+04	1.341	0,18453
t_min1	-1,64E+05	9,55E+04	-1.716	0,09087
vna_1	2,69E+05	1,61E+05	1.670	0,09981
vna_2	-7,78E+05	4,31E+05	-1.806	0,07558
vna_3	5,55E+05	2,95E+05	1.881	0,06439
curvatu	2,16E+02	2,26E+04	0,01	0,99237
rugosid	-8,49E+02	2,44E+03	-0,348	0,72883
mos2_b1	2,36E+02	3,94E+02	0,598	0,55191
mos2_b2	1,40E+02	4,19E+02	0,334	0,73956
mos2_b3	1,23E+02	3,13E+02	0,393	0,69535
mos2_b4	5,22E+00	2,70E+01	0,193	0,84742
mos2_b5	5,40E+01	7,33E+01	0,737	0,46376
mos2_b6	-2,39E+02	1,65E+02	-1,447	0,15265
pend	-2,58E+03	1,16E+03	-2.215	0,03028 *
expo	-1,24E+02	1,67E+02	-0,741	0,46162
alti	4,12E+02	2,08E+02	1,978	0,05219

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 141.8 on 65 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.5842, Adjusted R-squared: 0.4434
F-statistic: 4.151 on 22 and 65 DF, p-value: 4.032e-06

• Regresión múltiple stepwise utilizando la altura dominante como variable de productividad

Call:

```
lm(formula = hdom ~ pp_anua + pp_tf + pp_trih + pp_tris + t_anual +
    t_bsec1 + t_max1 + t_thum1 + t_min1 + vna_1 + vna_2 + vna_3 +
    curvatu + rugosid + mos2_b1 + mos2_b2 + mos2_b3 + mos2_b4 +
    mos2_b5 + mos2_b6 + pend + expo + alti, data = aysen)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-8.8723	-2.6526	0.1021	3.1318	7.6882

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2.335e+02	1.028e+02	-2.271	0.02651 *
pp_anua	2.148e-01	8.440e-02	2.545	0.01334 *
pp_tf	-1.225e-01	7.633e-02	-1.604	0.11354
pp_trih	-1.428e-01	9.571e-02	-1.492	0.14066
pp_tris	-6.386e-01	2.742e-01	-2.329	0.02303 *
t_anual	-2.613e+00	9.462e+00	-0.276	0.78327
t_bsec1	-2.474e-01	1.583e+00	-0.156	0.87631
t_max1	1.989e+00	3.192e+00	0.623	0.53551
t_thum1	7.119e+00	2.144e+00	3.321	0.00149 **
t_min1	-8.454e+00	7.579e+00	-1.115	0.26884
vna_1	2.159e+00	5.287e+00	0.408	0.68445
vna_2	-1.835e+01	1.409e+01	-1.303	0.19737
vna_3	1.614e+01	9.639e+00	1.674	0.09897
curvatu	-1.771e-01	7.406e-01	-0.239	0.81171
rugosid	1.504e-01	8.015e-02	1.876	0.06519

```

mos2_b1 3.031e-02 1.287e-02 2.355 0.02158 *
mos2_b2 -1.980e-03 1.369e-02 -0.145 0.88546
mos2_b3 -3.816e-04 1.025e-02 -0.037 0.97041
mos2_b4 -5.606e-04 8.839e-04 -0.634 0.52815
mos2_b5 6.319e-03 2.400e-03 2.633 0.01059 *
mos2_b6 -1.356e-02 5.400e-03 -2.511 0.01459 *
pend -5.464e-02 3.798e-02 -1.439 0.15512
expo 6.577e-04 5.483e-03 0.120 0.90489
alti 2.781e-04 6.867e-03 0.041 0.96782

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.629 on 64 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.5392, Adjusted R-squared: 0.3736
F-statistic: 3.256 on 23 and 64 DF, p-value: 0.0001035

• Regresión múltiple stepwise utilizando la densidad como variable de productividad

Call:

```
lm(formula = nha ~ pp_anua + pp_tf + pp_trih + pp_tris + t_anual +
  t_bsec1 + t_max1 + t_thum1 + t_min1 + vna_1 + vna_2 + vna_3 +
  curvatu + rugosid + mos2_b1 + mos2_b2 + mos2_b3 + mos2_b4 +
  mos2_b5 + mos2_b6 + pend + expo + alti, data = aysen)
```

Residuals:

```

Min 1Q Median 3Q Max
-899.0 -333.2 -164.2 145.3 2555.0

```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-6,60E+07	1,48E+08	-0,446	0.6572	
pp_anua	-4,41E-01	1,22E+05	-0,036	0.9712	
pp_tf	1,90E+05	1,10E+05	0,1727	0.0890	.
pp_trih	-1,84E+05	1,38E+05	-0,1338	0.1857	
pp_tris	1,62E+05	3,95E+05	0,409	0.6836	
t_anual	1,12E+07	1,36E+07	0,821	0.4144	
t_bsec1	2,76E+06	2,28E+06	0,1209	0.2312	
t_max1	7,96E+04	4,60E+06	0,017	0.9862	
t_thum1	-6,13E+06	3,09E+06	-1,984	0.0516	.
t_min1	-6,86E+06	1,09E+07	-0,628	0.5320	
vna_1	-1,24E+07	7,62E+06	-1,625	0.1090	
vna_2	3,11E+07	2,03E+07	1,530	0.1309	
vna_3	-1,81E+07	1,39E+07	-1,304	0.1967	
curvatu	-5,63E+04	1,07E+06	-0,053	0.9581	
rugosid	-2,68E+05	1,15E+05	-0,2318	0.0237	*
mos2_b1	1,55E+04	1,85E+04	0,835	0.4066	
mos2_b2	-3,99E+04	1,97E+04	-0,2023	0.0473	*
mos2_b3	1,27E+04	1,48E+04	0,86	0.3932	
mos2_b4	2,53E-01	1,27E-01	0,1988	0.0510	.
mos2_b5	-7,18E-01	3,46E-01	-0,2075	0.0420	*
mos2_b6	1,10E+04	7,78E-01	0,1414	0.1622	

pend	-5,23E+04	5,47E+04	-0,955	0.3430
expo	-3,00E-01	7,90E-01	-0,38	0.7050
alti	-12,507	0,9893	-0,1264	0.2107

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 666.9 on 64 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3583, Adjusted R-squared: 0.1277

F-statistic: 1.554 on 23 and 64 DF, p-value: 0.08561

Regresión multifactorial Steepwise

1. Variable precipitación anual como dependiente

Call:

```
lm(formula = pp_anua ~ pp_tf + pp_trih + pp_tris + t_anual +
    t_bsec1 + t_max1 + t_thum1 + t_min1 + vna_1 + vna_2 + vna_3 +
    curvatu + rugosid + mos2_b1 + mos2_b2 + mos2_b3 + mos2_b4 +
    mos2_b5 + mos2_b6 + pend + expo + alti, data = aysen)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.223	-3.984	-1.343	4.411	12.209

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-4,421e+02	1,408e+02	-3,139	0,002546 **
pp_tf	3,699e-01	1,024e-01	3,614	0,000589 ***
pp_trih	8,758e-01	8,938e-02	9,798	1,99e-14 ***
pp_tris	3,148e+00	9,955e-02	31,624	< 2e-16 ***
t_anual	3,794e+01	1,309e+01	2,899	0,005095 **
t_bsec1	1,801e+00	2,316e+00	0,778	0,439658
t_max1	-2,536e+00	4,681e+00	-0,542	0,589777
t_thum1	-7,940e+00	2,993e+00	-2,653	0,010017 *
t_min1	-2,880e+01	1,055e+01	-2,730	0,008148 **
vna_1	2,813e+00	7,763e+00	0,362	0,718258
vna_2	1,052e+01	2,066e+01	0,509	0,612304
vna_3	-1,536e+01	1,404e+01	-1,094	0,278010
curvatu	-7,830e-01	1,084e+00	-0,722	0,472725
rugosid	1,953e-01	1,153e-01	1,695	0,094924 ,
mos2_b1	2,647e-02	1,862e-02	1,421	0,159988
mos2_b2	2,364e-02	1,991e-02	1,187	0,239418
mos2_b3	-1,561e-02	1,494e-02	-1,045	0,299929
mos2_b4	-1,853e-04	1,299e-03	-0,143	0,886972
mos2_b5	-2,056e-03	3,517e-03	-0,585	0,560866
mos2_b6	-4,583e-03	7,915e-03	-0,579	0,564548
pend	1,671e-01	5,183e-02	3,224	0,001980 **
expo	-4,894e-03	8,035e-03	-0,609	0,544609
alti	3,161e-03	1,008e-02	0,313	0,754913

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.803 on 65 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9993, Adjusted R-squared: 0.9991
F-statistic: 4535 on 22 and 65 DF, p-value: < 2.2e-16

• T2 Hotelling para medias de vectores

```
> HotellingsT2(x,y, test="f") ## test de hotelling para grupos 1 y 2
```

Hotelling's two sample T2-test

data: x and y

T.2 = 2.7655, df1 = 6, df2 = 56, p-value = 0.01999

alternative hypothesis: true location difference is not equal to c(0,0,0,0,0)

```
> HotellingsT2(x,z, test="f") ## test de hotelling para grupos 1 y 3
```

Hotelling's two sample T2-test

data: x and z

T.2 = 3.1798, df1 = 6, df2 = 38, p-value = 0.01256

alternative hypothesis: true location difference is not equal to c(0,0,0,0,0)

```
> HotellingsT2(y,z, test="f") ## test de hotelling para grupos 2 y 3
```

Hotelling's two sample T2-test

data: y and z

T.2 = 3.4463, df1 = 6, df2 = 33, p-value = 0.009397

alternative hypothesis: true location difference is not equal to c(0,0,0,0,0)

Anexo 5. Correlaciones de variables del sitio y de rodal

	gha	vha	nha	hdom	ht_media	dmc	pp_anua	pp_tf	pp_trih	pp_tris	t_anual	t_bsec1	t_max1
gha	1,00	0,86	0,02	0,35	0,01	0,31	0,14	0,14	0,12	0,12	-0,46	-0,37	-0,38
vha	0,86	1,00	-0,10	0,54	0,14	0,37	0,27	0,26	0,24	0,25	-0,27	-0,22	-0,22
nha	0,02	-0,10	1,00	-0,28	-0,45	-0,69	0,04	0,07	0,06	0,03	0,02	0,00	0,02
hdom	0,35	0,54	-0,28	1,00	0,77	0,53	-0,04	-0,12	-0,12	0,02	-0,26	-0,28	-0,33
ht_media	0,01	0,14	-0,45	0,77	1,00	0,62	-0,14	-0,26	-0,24	-0,06	-0,06	-0,13	-0,22
dmc	0,31	0,37	-0,69	0,53	0,62	1,00	0,03	-0,05	-0,05	0,08	-0,10	-0,22	-0,18
pp_anua	0,14	0,27	0,04	-0,04	-0,14	0,03	1,00	0,95	0,95	0,96	0,36	0,28	0,23
pp_tf	0,14	0,26	0,07	-0,12	-0,26	-0,05	0,95	1,00	0,98	0,85	0,32	0,34	0,29
pp_trih	0,12	0,24	0,06	-0,12	-0,24	-0,05	0,95	0,98	1,00	0,83	0,34	0,40	0,34
pp_tris	0,12	0,25	0,03	0,02	-0,06	0,08	0,96	0,85	0,83	1,00	0,35	0,15	0,12
t_anual	-0,46	-0,27	0,02	-0,26	-0,06	-0,10	0,36	0,32	0,34	0,35	1,00	0,78	0,87
t_bsec1	-0,37	-0,22	0,00	-0,28	-0,13	-0,22	0,28	0,34	0,40	0,15	0,78	1,00	0,86
t_max1	-0,38	-0,22	0,02	-0,33	-0,22	-0,18	0,23	0,29	0,34	0,12	0,87	0,86	1,00
t_thum1	-0,46	-0,24	-0,07	-0,11	0,10	0,02	0,29	0,18	0,19	0,35	0,93	0,58	0,73
t_min1	-0,41	-0,22	0,02	-0,21	-0,01	-0,04	0,51	0,43	0,43	0,54	0,96	0,67	0,73
vna_1	0,17	0,15	0,10	0,03	-0,03	-0,07	-0,07	-0,03	0,00	-0,11	-0,28	-0,12	-0,23
vna_2	0,22	0,16	0,12	0,04	-0,05	-0,07	-0,04	0,02	0,04	-0,07	-0,32	-0,14	-0,26
vna_3	0,24	0,17	0,13	0,04	-0,05	-0,05	-0,01	0,04	0,07	-0,05	-0,33	-0,14	-0,27
curvatu	0,02	0,00	-0,04	-0,10	-0,04	0,04	0,08	0,10	0,12	0,04	0,07	0,17	0,10
rugosid	0,33	0,32	-0,21	0,29	0,17	0,21	0,47	0,46	0,45	0,44	-0,07	0,04	-0,12
mos2_b1	-0,33	-0,21	-0,06	0,00	0,20	0,01	0,01	-0,08	-0,06	0,09	0,34	0,20	0,15
mos2_b2	-0,29	-0,17	-0,07	-0,15	0,00	-0,11	0,03	0,03	0,07	0,01	0,29	0,38	0,30
mos2_b3	-0,28	-0,21	-0,02	-0,15	0,00	-0,12	-0,05	-0,04	-0,01	-0,06	0,16	0,26	0,15
mos2_b4	0,11	0,18	0,04	0,14	0,03	-0,07	0,26	0,23	0,29	0,23	-0,05	0,02	-0,02
mos2_b5	-0,25	-0,21	-0,02	-0,17	-0,04	-0,14	0,04	0,10	0,12	-0,01	0,05	0,24	0,13
mos2_b6	-0,30	-0,24	-0,05	-0,20	-0,06	-0,12	-0,06	-0,02	0,03	-0,12	0,18	0,34	0,28

	t_thum1	t_min1	vna_1	vna_2	vna_3	curvatu	rugosid	mos2_b1	mos2_b2	mos2_b3	mos2_b4	mos2_b5	mos2_b6
gha	-0,46	-0,41	0,17	0,22	0,24	0,02	0,33	-0,33	-0,29	-0,28	0,11	-0,25	-0,30
vha	-0,24	-0,22	0,15	0,16	0,17	0,00	0,32	-0,21	-0,17	-0,21	0,18	-0,21	-0,24
nha	-0,07	0,02	0,10	0,12	0,13	-0,04	-0,21	-0,06	-0,07	-0,02	0,04	-0,02	-0,05
hdom	-0,11	-0,21	0,03	0,04	0,04	-0,10	0,29	0,00	-0,15	-0,15	0,14	-0,17	-0,20
ht_media	0,10	-0,01	-0,03	-0,05	-0,05	-0,04	0,17	0,20	0,00	0,00	0,03	-0,04	-0,06
dmc	0,02	-0,04	-0,07	-0,07	-0,05	0,04	0,21	0,01	-0,11	-0,12	-0,07	-0,14	-0,12
pp_anua	0,29	0,51	-0,07	-0,04	-0,01	0,08	0,47	0,01	0,03	-0,05	0,26	0,04	-0,06
pp_tf	0,18	0,43	-0,03	0,02	0,04	0,10	0,46	-0,08	0,03	-0,04	0,23	0,10	-0,02
pp_trih	0,19	0,43	0,00	0,04	0,07	0,12	0,45	-0,06	0,07	-0,01	0,29	0,12	0,03
pp_tris	0,35	0,54	-0,11	-0,07	-0,05	0,04	0,44	0,09	0,01	-0,06	0,23	-0,01	-0,12
t_anual	0,93	0,96	-0,28	-0,32	-0,33	0,07	-0,07	0,34	0,29	0,16	-0,05	0,05	0,18
t_bsec1	0,58	0,67	-0,12	-0,14	-0,14	0,17	0,04	0,20	0,38	0,26	0,02	0,24	0,34
t_max1	0,73	0,73	-0,23	-0,26	-0,27	0,10	-0,12	0,15	0,30	0,15	-0,02	0,13	0,28
t_thum1	1,00	0,93	-0,34	-0,39	-0,40	-0,04	-0,07	0,36	0,22	0,08	-0,03	-0,08	0,08
t_min1	0,93	1,00	-0,29	-0,33	-0,33	0,05	0,02	0,36	0,25	0,13	-0,03	0,02	0,10
vna_1	-0,34	-0,29	1,00	0,98	0,96	0,19	0,30	0,05	0,17	0,17	0,10	0,11	0,18
vna_2	-0,39	-0,33	0,98	1,00	1,00	0,17	0,35	-0,06	0,06	0,07	0,12	0,06	0,10
vna_3	-0,40	-0,33	0,96	1,00	1,00	0,17	0,37	-0,10	0,02	0,03	0,12	0,03	0,06
curvatu	-0,04	0,05	0,19	0,17	0,17	1,00	0,18	0,00	0,12	0,06	-0,02	0,05	0,06
rugosid	-0,07	0,02	0,30	0,35	0,37	0,18	1,00	-0,19	-0,14	-0,22	0,17	-0,20	-0,21
mos2_b1	0,36	0,36	0,05	-0,06	-0,10	0,00	-0,19	1,00	0,86	0,89	-0,20	0,66	0,77
mos2_b2	0,22	0,25	0,17	0,06	0,02	0,12	-0,14	0,86	1,00	0,95	-0,04	0,80	0,92
mos2_b3	0,08	0,13	0,17	0,07	0,03	0,06	-0,22	0,89	0,95	1,00	-0,19	0,85	0,94
mos2_b4	-0,03	-0,03	0,10	0,12	0,12	-0,02	0,17	-0,20	-0,04	-0,19	1,00	0,02	-0,15
mos2_b5	-0,08	0,02	0,11	0,06	0,03	0,05	-0,20	0,66	0,80	0,85	0,02	1,00	0,91
mos2_b6	0,08	0,10	0,18	0,10	0,06	0,06	-0,21	0,77	0,92	0,94	-0,15	0,91	1,00

Anexo 6. Ajuste de modelo para el diagrama de Drew and Flewelling

$$\text{Modelo dap medio} = ((\text{avolmedio} - b)^c) * (1 - (\text{dNHA}^e))$$

Variable	N	CMError	Sigma	AIC	BIC	Iteración
DAP medio	197	6,48	2,55	934,19	953,89	2

Parámetros	Cota inf.	Cota sup.	Val.Ini.	Estimación	E.E.	T	p-valor
A	-1E30	1E30	20.719,00	20.708,11	5.763,27	3,59	0,0004
B	-1E30	1E30	55,00	110,60	136,54	0,81	0,4189
C	-1E30	1E30	0,47	0,45	0,01	35,76	<0,0001
D	-1E30	1E30	0,31]	0,50	0,04	12,34	<0,0001
E	-1E30	1E30	0,01	0,01	0,01	1,47	0,1442

Resumen	Numero (árb/ha)	Vol medio arb. (m³)	DAP medio (cm)
n	198	198	198
Media	1.286,49	0,44	25,43
D.E.	991,89	0,43	12,25
Mín	140,00	0,02	3,20
Máy	4.583,44	1,96	62,11

Anexo 7. Datos de parcelas de inventario recopilados para bosques de lenga, en las regiones de Aysén y Magallanes

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
10996	3	27	167	24	24	463	26	32	90	2	661	lenga	lenga	11	689368	4741148
10996	1	27	239	34	23	666	26	32	90	2	676	lenga	lenga	11	689327	4741197
10996	2	26	59	8	26	100	32	32	90	2	663	lenga	lenga	11	689389	4741238
10995	3	24	142	21	24	60	67	11	0	3	361	lenga	lenga	11	684037	4741980
10995	1	24	279	42	24	260	45	9	0	3	365	lenga	lenga	11	684024	4742044
10995	2	24	141	21	23	221	35	12	0	3	368	lenga	lenga	11	684117	4742093
10909	3	18	98	20	17	140	43	45	135	3	342	lenga	lenga	11	671880	4748643
10246	3	24	169	26	24	300	33	25	45	2	728	lenga	lenga	11	693058	4804580
10246	1	24	318	49	24	300	45	21	135	1	721	lenga	lenga	11	693063	4804614
10246	2	24	394	60	24	481	40	18	45	1	712	lenga	lenga	11	693059	4804633
10242	3	19	184	36	18	180	50	32	360	1	759	lenga	lenga	11	677435	4804932
10242	1	18	253	54	17	500	37	19	360	1	765	lenga	lenga	11	677510	4804968
10242	2	20	241	46	18	220	52	31	360	1	742	lenga	lenga	11	677491	4804990
10162	3	21	243	43	20	300	43	14	315	1	889	lenga	lenga	11	694143	4811260
10162	1	21	356	64	18	849	31	21	225	1	889	lenga	lenga	11	694211	4811307
10162	2	21	307	54	19	383	42	21	45	1	895	lenga	lenga	11	694237	4811322
10161	3	22	266	46	21	400	38	62	45	1	985	lenga	lenga	11	690023	4811753
10161	1	21	377	66	21	600	37	12	45	1	976	lenga	lenga	11	690052	4811829
10161	2	22	298	50	17	833	28	25	45	1	974	lenga	lenga	11	690163	4811797
10079	3	33	419	51	16	1831	19	18	270	1	1001	lenga	lenga	11	696588	4818350
10079	1	33	526	59	31	300	50	21	270	1	993	lenga	lenga	11	696574	4818445
10079	2	31	391	60	17	3584	15	21	270	1	999	lenga	lenga	11	696611	4818436
10073	1	9	180	31	7	2566	12	2	0	2	207	lenga	lenga	11	666524	4818847
10073	2	9	144	25	7	2159	12	2	0	2	206	lenga	lenga	11	666506	4818851
9585	3	21	308	55	20	420	41	47	90	1	918	lenga	lenga	11	732113	4860229

congo	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
9585	2	20	300	54	20	420	40	7	90	1	905	lenga	lenga	11	732187	4860290
9585	1	20	224	40	20	300	41	31	90	1	919	lenga	lenga	11	732111	4860275
9501	1	15	165	44	12	770	27	14	180	2	888	lenga	lenga	11	729590	4868088
9501	2	16	248	59	15	220	58	12	180	2	886	lenga	lenga	11	729619	4868079
9334	1	16	148	29	16	360	32	2	0	3	596	lenga	lenga	11	729376	4881475
9334	2	17	246	58	12	626	34	16	135	3	597	lenga	lenga	11	729411	4881460
9335	3	18	156	49	7	2809	15	45	180	1	806	lenga	lenga	11	733909	4881549
9335	2	17	121	30	11	606	25	19	180	1	825	lenga	lenga	11	734007	4881614
9335	1	19	228	47	16	401	39	36	270	1	825	lenga	lenga	11	733987	4881586
9241	3	28	304	34	28	80	74	27	135	1	578	lenga	lenga	11	683268	4887648
9241	1	29	500	58	25	140	73	42	135	1	605	lenga	lenga	11	683272	4887657
9241	2	17	137	27	12	1507	15	27	180	1	583	lenga	lenga	11	683365	4887657
9240	3	29	542	64	26	220	61	36	360	1	676	lenga	lenga	11	676725	4887931
9240	1	28	704	94	21	463	51	47	360	1	661	lenga	lenga	11	676810	4887948
9240	2	29	507	62	17	283	53	25	360	1	639	lenga	lenga	11	676818	4887984
9084	3	17	198	46	13	341	41	9	0	1	884	lenga	lenga	11	731921	4902728
9084	1	17	246	55	16	280	50	5	0	1	882	lenga	lenga	11	731941	4902809
9084	2	17	223	50	12	363	42	3	0	1	879	lenga	lenga	11	731990	4902806
8920	2	13	132	22	10	832	18	2	0	3	575	lenga	lenga	11	746901	4916567
8920	1	13	252	44	9	2280	16	2	0	3	571	lenga	lenga	11	746903	4916616
8752	3	18	131	27	17	973	19	3	0	1	763	lenga	lenga	11	741870	4930754
8752	2	17	40	9	16	916	11	19	270	1	771	lenga	lenga	11	741953	4930735
8752	1	17	135	30	16	3504	11	2	0	1	763	lenga	lenga	11	741876	4930794
8670	3	27	110	15	27	80	48	14	0	2	803	lenga	lenga	11	748934	4937475
8670	2	27	157	21	26	140	44	9	0	2	792	lenga	lenga	11	748928	4937493
8670	1	26	143	20	25	200	36	7	0	2	798	lenga	lenga	11	748939	4937541
8332	3	20	157	28	18	406	30	23	45	2	836	lenga	lenga	11	728912	4967795
8332	1	21	159	29	19	506	27	3	0	2	834	lenga	lenga	11	728983	4967838
8169	3	20	162	29	18	364	32	9	90	2	940	lenga	lenga	11	749702	4979354
8169	2	21	293	52	20	220	55	14	90	2	933	lenga	lenga	11	749712	4979427

congo	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
8169	1	21	254	46	20	300	44	7	90	2	942	lenga	lenga	11	749707	4979358
8086	3	12	125	24	11	913	18	2	0	2	510	lenga	lenga	11	751362	4986896
8086	2	11	39	37	11	3667	11	2	0	2	511	lenga	lenga	11	751455	4987054
8086	1	12	88	21	11	1015	16	2	0	2	511	lenga	lenga	11	751397	4987056
8085	3	13	238	67	13	500	41	100	360	2	989	lenga	lenga	11	746813	4987731
8085	2	13	199	56	12	501	38	32	360	2	939	lenga	lenga	11	746871	4987788
8085	1	13	156	48	11	929	26	2	360	2	962	lenga	lenga	11	746875	4987822
8000	3	19	95	20	19	180	38	9	270	2	523	lenga	lenga	11	739419	4993988
8000	2	20	145	27	19	240	38	23	270	2	525	lenga	lenga	11	739442	4994054
8000	1	19	130	26	18	280	35	16	270	2	519	lenga	lenga	11	739398	4993988
7745	3	23	335	38	22	441	33	97	315	2	300	lenga	lenga	11	716942	5014710
7338	3	14	101	25	11	406	28	18	360	1	931	lenga	lenga	11	769456	5048135
7338	2	15	163	41	12	587	30	12	270	1	929	lenga	lenga	11	769480	5048192
7338	1	15	171	47	12	1627	19	5	45	1	925	lenga	lenga	11	769497	5048204
7336	2	4	71	11	4	610	15	36	360	1	589	lenga	lenga	11	759113	5050097
7336	1	4	54	9	4	815	12	32	360	1	587	lenga	lenga	11	759019	5050114
7337	2	5	31	7	5	264	19	5	360	2	609	lenga	lenga	11	758477	5050216
7337	1	5	21	7	5	652	12	7	315	2	611	lenga	lenga	11	758417	5050260
9128	1	22	262	27	22	60	75	0	0	0	262	lenga	lenga	11	664432	4666182
10246	1	19	246	34	16	500	29	39	270	0	455	lenga	lenga	11	664405	4722272
10822	1	19	181	28	13	440	29	0	0	0	288	lenga	lenga	11	671367	4748191
11342	1	23	403	43	21	320	42	0	0	0	1020	lenga	lenga	11	671433	4766196
12577	1	23	429	52	18	380	42	14	180	0	740	lenga	lenga	11	693346	4807268
13222	1	17	102	10	13	260	22	45	180	0	624	lenga	lenga	11	671389	4837216
13271	1	18	817	70	12	840	33	8	0	0	830	lenga	lenga	11	673412	4840194
24768	1	18	230	32	12	400	32	34	225	0	985	lenga	lenga	11	679366	4864217
31280	1	22	542	65	18	440	43	2	90	0	1018	lenga	lenga	11	748276	4896197
23651	1	12	105	16	9	160	36	5	270	0	470	lenga	lenga	11	671413	4896187
31368	1	21	434	53	12	540	35	18	90	0	900	lenga	lenga	11	733379	4903266
31399	1	19	478	76	12	1220	28	20	225	0	1246	lenga	lenga	11	731416	4905269

congo	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
25572	1	17	318	41	15	160	57	15	360	0	1476	lenga	lenga	11	699360	4910186
31662	1	15	124	22	10	540	23	12	180	0	598	lenga	lenga	11	727425	4927169
25964	1	18	392	62	12	920	29	0	180	0	1011	lenga	lenga	11	694395	4929226
28792	1	29	541	53	15	500	37	10	45	0	781	lenga	lenga	11	713457	4941222
33046	1	27	333	40	20	380	37	22	90	0	966	lenga	lenga	11	742435	4989187
33194	1	15	205	38	9	1120	21	18	180	0	910	lenga	lenga	11	757383	5000254
33289	1	18	290	47	10	960	25	6	315	0	980	lenga	lenga	11	752396	5008247
33308	1	24	621	73	16	640	38	0	270	0	1004	lenga	lenga	11	755430	5009244
41251	1	21	406	53	12	660	32	13	360	0	959	lenga	lenga	11	761410	5045243
41252	1	16	204	33	13	360	34	10	225	0	1045	lenga	lenga	11	762442	5045198
41291	1	21	577	76	18	800	35	38	135	0	610	lenga	lenga	11	747364	5046252
41306	1	22	364	47	12	600	32	12	360	0	983	lenga	lenga	11	767483	5046206
41367	1	21	436	64	13	720	34	10	360	0	1136	lenga	lenga	11	774369	5047209
41471	1	21	465	56	11	800	30	5	315	0	957	lenga	lenga	11	775367	5049199
41693	1	28	451	51	18	440	38	5	90	0	687	lenga	lenga	11	743381	5054256
41692	1	29	931	79	20	340	54	5	90	0	791	lenga	lenga	11	742402	5054208
41736	1	31	902	78	21	380	51	1	180	0	611	lenga	lenga	11	745383	5055167
41732	1	19	582	81	14	740	37	65	180	0	1178	lenga	lenga	11	741439	5055246
41890	1	19	384	51	11	780	29	15	45	0	1184	lenga	lenga	11	772381	5059068
41887	1	18	446	70	11	980	30	20	270	0	1266	lenga	lenga	11	766424	5059223
41937	1	28	559	60	22	380	45	18	180	0	1180	lenga	lenga	11	773396	5060248
41976	1	24	619	76	14	700	37	20	180	0	1233	lenga	lenga	11	772391	5061249
2127	1	20	436	75	11	1680	24	5	360	0	82	lenga	lenga	12	912374	3942186
3059	1	22	545	66	15	580	38	18	180	0	290	lenga	lenga	12	913393	3968210
3680	1	20	699	94	13	1000	35	3	180	0	288	lenga	lenga	12	905370	3979207
8682	1	20	382	46	11	680	29	1	90	0	79	lenga	lenga	12	767397	4065288
9689	1	22	427	44	13	480	34	3	90	0	431	lenga	lenga	12	756342	4091303
9800	1	20	412	67	9	1260	26	3	270	0	408	lenga	lenga	12	756451	4093169
14766	1	20	414	39	14	400	35	0	0	0	491	lenga	lenga	12	723408	4215222
15243	1	22	628	78	16	580	41	12	270	0	352	lenga	lenga	12	716360	4221253

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
0	1	21	356	42	19	231	48	18	315	1	301	lenga	lenga	12	904908	3964942
0	2	20	237	26	18	231	38	18	315	1	301	lenga	lenga	12	904877	3965002
0	3	21	338	36	19	298	39	18	45	1	301	lenga	lenga	12	904902	3964994
1	1	23	841	84	19	494	47	17	90	2	117	lenga	lenga	12	680309	4240782
1	2	21	321	32	19	148	52	17	90	3	117	lenga	lenga	12	680349	4240800
1	3	23	633	64	19	370	47	17	90	2	117	lenga	lenga	12	680292	4240827
2	1	19	374	48	17	383	40	4	0	1	128	lenga	lenga	12	835390	4032536
2	2	19	168	20	17	118	46	4	0	1	128	lenga	lenga	12	835399	4032576
2	3	18	61	8	18	40	50	4	0	1	128	lenga	lenga	12	835394	4032600
3	1	20	282	36	18	251	43	6	0	1	115	lenga	lenga	12	834294	4032008
3	2	22	226	28	20	134	52	6	0	1	115	lenga	lenga	12	834350	4032002
3	3	21	223	28	19	169	46	6	135	1	115	lenga	lenga	12	834345	4032021
6	1	22	411	48	18	362	41	6	45	2	104	lenga	lenga	12	667218	4306547
6	2	22	335	38	19	277	42	6	45	2	104	lenga	lenga	12	667241	4306605
6	3	23	318	34	20	174	50	6	360	2	104	lenga	lenga	12	667187	4306548
8	1	20	146	20	18	164	40	25	45	3	166	lenga	lenga	12	764783	4081827
8	2	18	103	14	17	113	40	25	45	3	166	lenga	lenga	12	764835	4081889
8	3	19	187	27	15	591	24	25	45	3	166	lenga	lenga	12	764797	4081888
14	1	20	67	8	20	37	52	20	90	3	205	lenga	lenga	12	672617	4299975
14	2	12	21	8	12	277	19	20	90	3	205	lenga	lenga	12	672659	4299968
14	3	21	124	16	20	62	57	20	90	2	205	lenga	lenga	12	672600	4299938
15	1	19	154	24	17	246	35	15	360	3	369	lenga	lenga	12	679646	4305532
15	2	20	162	24	17	216	38	15	360	3	369	lenga	lenga	12	679582	4305552
15	3	20	116	18	17	226	32	15	90	3	369	lenga	lenga	12	679625	4305547
16	1	22	289	44	18	353	40	27	90	2	344	lenga	lenga	12	676066	4290311
16	2	21	181	24	19	150	45	27	90	2	344	lenga	lenga	12	676062	4290403
16	3	19	155	30	15	513	27	27	90	2	344	lenga	lenga	12	676112	4290313
19	1	17	261	48	14	1406	21	2	0	3	248	lenga	lenga	12	752401	4070821
19	2	17	155	30	14	640	24	2	0	2	248	lenga	lenga	12	752451	4070863
19	3	20	195	28	18	185	44	2	0	3	248	lenga	lenga	12	752493	4070821

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
23	1	20	268	38	17	301	40	20	0	3	262	lenga	lenga	12	704983	4228108
23	2	20	215	32	17	303	37	20	0	3	262	lenga	lenga	12	704926	4228059
23	3	20	301	42	17	310	42	20	0	3	262	lenga	lenga	12	704947	4228097
25	1	18	166	28	15	596	24	8	0	1	534	lenga	lenga	12	724500	4202362
25	2	19	247	36	16	378	35	8	0	1	534	lenga	lenga	12	724477	4202338
25	3	19	191	28	16	288	35	8	0	1	534	lenga	lenga	12	724429	4202341
28	1	20	312	40	17	346	38	2	0	1	199	lenga	lenga	12	910143	3983603
28	2	16	87	12	16	116	36	2	0	1	199	lenga	lenga	12	910168	3983512
28	3	20	139	16	19	89	48	2	0	1	199	lenga	lenga	12	910216	3983601
30	1	21	229	32	17	315	36	15	225	1	378	lenga	lenga	12	711836	4182878
30	2	18	134	18	17	157	39	15	225	3	378	lenga	lenga	12	711824	4182816
30	3	20	305	44	17	344	40	15	315	3	378	lenga	lenga	12	711826	4182857
32	1	22	216	30	20	128	55	8	270	3	423	lenga	lenga	12	675223	4280579
32	2	20	165	24	19	98	56	8	270	3	423	lenga	lenga	12	675199	4280521
32	3	21	166	24	20	90	58	8	270	3	423	lenga	lenga	12	675214	4280564
38	1	20	251	38	17	346	37	15	135	2	255	lenga	lenga	12	679047	4315008
38	2	22	223	30	20	109	59	15	135	2	255	lenga	lenga	12	678965	4315064
38	3	22	257	38	19	248	44	15	135	2	255	lenga	lenga	12	679026	4315048
40	1	18	86	16	17	179	34	9	90	2	598	lenga	lenga	12	677522	4272149
40	2	12	49	10	12	449	17	9	90	2	598	lenga	lenga	12	677458	4272200
40	3	16	21	4	16	40	36	9	90	1	598	lenga	lenga	12	677465	4272156
45	1	23	389	48	19	228	52	8	0	2	150	lenga	lenga	12	843348	4036809
45	2	21	253	36	19	277	41	8	0	2	150	lenga	lenga	12	843382	4036772
45	3	21	175	24	18	172	42	8	0	2	150	lenga	lenga	12	843352	4036851
47	1	22	408	44	19	205	52	12	0	2	188	lenga	lenga	12	908745	3971909
47	2	20	334	38	18	238	45	12	90	2	188	lenga	lenga	12	908747	3971868
47	3	22	317	38	18	264	43	12	90	2	188	lenga	lenga	12	908736	3971865
51	1	21	258	28	20	89	63	13	0	3	325	lenga	lenga	12	762955	4056957
51	2	21	410	60	18	421	43	13	360	3	325	lenga	lenga	12	762935	4056914
51	3	20	338	44	18	336	41	13	90	3	325	lenga	lenga	12	762975	4056932

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
58	1	21	167	30	17	410	31	15	45	3	320	lenga	lenga	12	679706	4306313
58	2	20	158	28	18	203	42	15	45	3	320	lenga	lenga	12	679726	4306289
58	3	18	141	26	16	275	35	15	45	3	320	lenga	lenga	12	679720	4306351
60	1	22	218	32	20	114	60	31	90	3	247	lenga	lenga	12	673121	4291347
60	2	21	217	36	19	165	53	31	90	3	247	lenga	lenga	12	673168	4291316
60	3	20	164	30	18	176	47	31	90	3	247	lenga	lenga	12	673097	4291309
63	1	22	417	48	18	365	41	18	45	2	416	lenga	lenga	12	724136	4222399
63	2	22	337	38	19	277	42	18	45	2	416	lenga	lenga	12	724178	4222364
63	3	23	486	51	20	261	50	18	360	2	416	lenga	lenga	12	724170	4222347
64	1	18	92	18	16	221	32	48	270	3	401	lenga	lenga	12	737907	4189661
64	2	20	149	26	18	210	40	48	270	3	401	lenga	lenga	12	737958	4189669
64	3	17	113	24	14	473	25	48	270	3	401	lenga	lenga	12	737902	4189630
68	1	20	193	24	18	141	47	6	0	3	99	lenga	lenga	12	834573	4032649
68	2	20	98	12	19	68	47	6	0	3	99	lenga	lenga	12	834599	4032660
68	3	20	98	12	19	58	52	6	270	3	99	lenga	lenga	12	834536	4032693
71	1	22	254	29	20	125	54	18	45	3	159	lenga	lenga	12	903287	3993544
71	2	21	228	27	18	190	42	18	45	3	159	lenga	lenga	12	903275	3993592
71	3	22	212	24	20	117	51	18	45	3	159	lenga	lenga	12	903256	3993525
72	1	20	212	32	17	595	26	5	315	1	212	lenga	lenga	12	903209	3992980
72	3	18	196	34	0	579	27	5	360	1	212	lenga	lenga	12	903241	3992934
75	1	16	69	12	15	155	31	2	0	3	182	lenga	lenga	12	702775	4238361
75	2	11	34	8	16	315	18	2	0	3	182	lenga	lenga	12	702842	4238411
75	3	11	29	8	11	309	18	2	0	3	182	lenga	lenga	12	702784	4238381
77	1	19	436	72	11	1027	30	11	45	2	136	lenga	lenga	12	763920	4088412
77	2	15	145	28	16	492	27	11	90	2	136	lenga	lenga	12	763963	4088407
77	3	15	117	24	14	265	34	11	90	2	136	lenga	lenga	12	763903	4088398
80	1	21	136	16	15	64	56	4	315	3	340	lenga	lenga	12	756209	4107705
80	2	22	225	26	20	93	60	4	0	1	340	lenga	lenga	12	756249	4107666
80	3	20	192	24	20	122	50	4	0	1	340	lenga	lenga	12	756231	4107703
81	1	21	136	22	19	262	33	3	180	3	125	lenga	lenga	12	771117	4116824

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
81	2	21	108	18	18	214	33	3	180	3	125	lenga	lenga	12	771185	4116838
81	3	14	71	18	18	712	18	3	180	3	125	lenga	lenga	12	771103	4116847
84	1	20	259	34	12	199	47	8	90	2	253	lenga	lenga	12	715332	4179237
84	2	20	343	44	18	270	46	8	135	1	253	lenga	lenga	12	715331	4179316
85	1	21	184	18	15	62	61	15	180	2	370	lenga	lenga	12	710154	4184655
85	2	21	107	12	20	36	65	15	225	2	370	lenga	lenga	12	710155	4184592
85	3	18	100	14	21	98	43	15	0	2	370	lenga	lenga	12	710178	4184677
89	1	13	57	12	17	272	24	8	0	1	223	lenga	lenga	12	757333	4073115
91	1	17	228	39	13	650	28	23	315	1	340	lenga	lenga	12	907546	3984357
91	2	21	291	41	15	418	35	23	315	1	340	lenga	lenga	12	907496	3984400
91	3	21	497	64	17	551	38	23	315	1	340	lenga	lenga	12	907575	3984371
92	1	21	344	44	17	273	45	29	225	1	145	lenga	lenga	12	896074	4003637
92	2	21	154	18	18	70	57	29	0	1	145	lenga	lenga	12	896100	4003619
92	3	22	235	28	20	112	57	29	0	1	145	lenga	lenga	12	896102	4003652
94	1	10	63	12	20	1198	11	9	90	1	360	lenga	lenga	12	752226	4079078
94	2	19	167	22	9	751	19	9	90	1	360	lenga	lenga	12	752230	4079031
94	3	19	172	26	14	172	44	9	90	3	360	lenga	lenga	12	752299	4079072
95	1	21	326	50	17	324	44	11	360	3	356	lenga	lenga	12	752866	4076740
95	2	20	227	32	18	452	30	11	360	2	356	lenga	lenga	12	752819	4076713
95	3	21	293	45	16	244	49	11	180	3	356	lenga	lenga	12	752854	4076730
100	1	22	220	24	18	395	28	21	315	3	305	lenga	lenga	12	672926	4298993
100	2	22	282	34	19	634	26	21	90	3	305	lenga	lenga	12	672917	4299082
100	3	22	235	28	18	439	29	21	90	3	305	lenga	lenga	12	672931	4299062
102	1	19	110	22	18	214	36	17	225	3	366	lenga	lenga	12	680426	4305582
102	2	18	104	24	17	655	22	17	225	3	366	lenga	lenga	12	680429	4305589
102	3	21	105	18	14	96	49	17	225	3	366	lenga	lenga	12	680493	4305528
104	1	23	228	28	19	218	41	17	0	3	306	lenga	lenga	12	711615	4224952
104	2	21	441	60	19	539	38	17	0	3	306	lenga	lenga	12	711651	4224969
106	1	21	259	38	18	409	34	19	0	1	406	lenga	lenga	12	737399	4189187
106	2	20	228	32	17	272	39	19	0	1	406	lenga	lenga	12	737385	4189236

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
106	3	20	255	36	18	340	37	19	0	1	406	lenga	lenga	12	737335	4189203
109	1	23	477	58	17	1209	25	3	90	1	393	lenga	lenga	12	758898	4094304
109	2	22	506	64	18	345	49	3	90	1	393	lenga	lenga	12	758873	4094341
109	3	23	425	52	19	319	46	3	90	1	393	lenga	lenga	12	758909	4094266
115	1	21	183	24	19	104	54	4	0	2	86	lenga	lenga	12	732761	4140873
115	2	23	274	34	20	128	58	4	0	2	86	lenga	lenga	12	732815	4140885
115	3	21	310	42	20	207	51	4	0	2	86	lenga	lenga	12	732839	4140887
116	1	21	217	30	19	138	53	15	180	3	89	lenga	lenga	12	728087	4137467
116	2	21	186	26	19	124	52	15	180	3	89	lenga	lenga	12	728101	4137454
116	3	20	119	16	19	68	55	15	180	3	89	lenga	lenga	12	728097	4137390
117	1	19	449	64	19	649	35	7	360	2	221	lenga	lenga	12	746724	4102187
117	2	22	224	28	16	138	51	7	45	1	221	lenga	lenga	12	746661	4102204
117	3	21	257	32	19	214	44	7	0	1	221	lenga	lenga	12	746657	4102178
118	1	19	335	60	18	457	41	3	0	3	154	lenga	lenga	12	759139	4077912
118	2	16	114	24	17	315	31	3	0	3	154	lenga	lenga	12	759165	4077970
118	3	17	179	36	15	400	34	3	0	3	154	lenga	lenga	12	759154	4077939
119	1	24	298	30	16	81	69	6	0	2	159	lenga	lenga	12	834875	4030951
119	2	24	302	32	22	112	60	6	0	2	159	lenga	lenga	12	834891	4030967
119	3	21	308	36	21	204	47	6	0	2	159	lenga	lenga	12	834955	4030877
123	1	19	350	44	19	460	35	11	315	2	188	lenga	lenga	12	908436	3971223
123	2	20	314	32	17	159	51	11	315	2	188	lenga	lenga	12	908479	3971219
123	3	21	762	72	19	296	56	11	315	2	188	lenga	lenga	12	908467	3971200
125	1	21	230	25	20	132	49	16	315	3	225	lenga	lenga	12	910085	3979132
125	2	23	249	23	19	80	60	16	315	3	225	lenga	lenga	12	910017	3979170
125	3	22	360	35	21	131	58	16	315	3	225	lenga	lenga	12	910033	3979157
127	1	22	410	48	20	298	45	5	0	1	208	lenga	lenga	12	909514	3993271
127	2	22	224	26	19	172	44	5	0	1	208	lenga	lenga	12	909499	3993226
127	3	22	359	44	19	288	44	5	0	1	208	lenga	lenga	12	909505	3993227
128	1	21	206	26	18	374	30	6	315	1	189	lenga	lenga	12	903403	3998112
128	2	22	248	26	17	130	51	6	315	1	189	lenga	lenga	12	903489	3998069

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
128	3	21	344	40	20	216	49	6	315	1	189	lenga	lenga	12	903414	3998102
130	1	20	558	60	19	430	42	2	0	1	149	lenga	lenga	12	911943	3991776
130	2	18	312	40	18	572	30	2	0	1	149	lenga	lenga	12	911958	3991752
130	3	21	570	56	16	251	53	2	0	1	149	lenga	lenga	12	911956	3991734
131	1	21	177	26	20	273	35	8	315	1	190	lenga	lenga	12	883815	4008229
131	2	19	279	42	17	379	38	8	315	1	190	lenga	lenga	12	883865	4008281
131	3	22	319	44	17	329	41	8	315	1	190	lenga	lenga	12	883808	4008312
141	1	22	206	24	13	120	51	19	90	2	83	lenga	lenga	12	834086	4032414
141	2	18	289	32	19	229	42	19	0	2	83	lenga	lenga	12	834135	4032411
141	3	19	57	6	16	26	55	19	0	2	83	lenga	lenga	12	834173	4032332
144	1	19	698	82	19	2382	21	7	45	1	251	lenga	lenga	12	753820	4079169
144	2	18	874	68	15	3608	16	7	90	1	251	lenga	lenga	12	753766	4079104
144	3	21	889	80	14	2049	22	7	90	2	251	lenga	lenga	12	753775	4079147
148	1	19	186	26	16	295	34	27	180	2	134	lenga	lenga	12	742151	4104263
148	2	18	320	48	16	562	33	27	180	2	134	lenga	lenga	12	742082	4104211
148	3	20	323	42	15	255	46	27	180	2	134	lenga	lenga	12	742085	4104227
151	1	23	753	88	17	542	46	11	135	3	264	lenga	lenga	12	725257	4141634
151	2	22	748	92	19	439	52	11	135	3	264	lenga	lenga	12	725240	4141668
151	3	22	611	72	19	305	55	11	135	3	264	lenga	lenga	12	725269	4141700
153	1	20	435	60	20	342	47	4	0	1	139	lenga	lenga	12	713041	4129507
153	2	21	467	56	17	397	42	4	0	1	139	lenga	lenga	12	713005	4129566
153	3	20	447	54	17	414	41	4	225	1	139	lenga	lenga	12	713038	4129537
161	1	22	487	58	17	264	53	17	360	2	225	lenga	lenga	12	742986	4100848
161	2	21	342	44	19	268	46	17	360	1	225	lenga	lenga	12	743043	4100835
161	3	19	192	29	18	321	34	17	225	1	225	lenga	lenga	12	742965	4100761
168	1	21	454	60	17	914	29	9	270	2	204	lenga	lenga	12	701580	4121253
168	2	22	349	48	17	403	39	9	270	2	204	lenga	lenga	12	701606	4121250
168	3	20	393	48	18	297	45	9	270	2	204	lenga	lenga	12	701632	4121280
169	1	20	412	48	18	260	49	23	0	3	339	lenga	lenga	12	701498	4222128
169	2	19	140	16	19	70	54	23	0	3	339	lenga	lenga	12	701540	4222121

congo	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
169	3	21	417	56	19	519	37	23	0	2	339	lenga	lenga	12	701480	4222135
125152	1	21	663	65	19	362	48	100	0	1	399	lenga	lenga	12	719496	4223820
125152	2	23	765	83	23	1034	32	0	0	1	400	lenga	lenga	12	719493	4223822
125152	3	22	498	52	21	770	29	0	0	1	400	lenga	lenga	12	719429	4223723
125237	1	24	836	81	29	440	49	19	270	2	480	lenga	lenga	12	726941	4216824
125237	2	23	680	79	19	1283	28	21	270	1	483	lenga	lenga	12	726975	4216878
125237	3	19	299	39	11	1309	19	25	270	1	488	lenga	lenga	12	726903	4216798
125239	1	16	387	38	14	220	47	0	0	2	417	lenga	lenga	12	737180	4217025
125239	2	21	394	40	24	464	33	0	0	2	416	lenga	lenga	12	737278	4216999
125239	3	20	192	20	24	180	38	0	0	2	413	lenga	lenga	12	737200	4216971
125573	1	22	603	68	19	972	30	0	0	1	405	lenga	lenga	12	737194	4189051
125573	2	21	634	67	18	1259	26	36	180	1	405	lenga	lenga	12	737258	4189078
125573	3	23	728	75	21	1014	31	18	360	1	416	lenga	lenga	12	737158	4188986
125652	1	23	718	67	15	1447	24	0	0	1	401	lenga	lenga	12	714463	4181899
125652	2	22	665	63	15	954	29	18	180	1	406	lenga	lenga	12	714446	4181872
125652	3	22	887	84	18	866	35	0	0	1	391	lenga	lenga	12	714399	4181751
126236	1	22	656	64	22	340	49	0	0	1	158	lenga	lenga	12	715281	4132232
126236	2	23	464	45	36	220	51	0	0	1	156	lenga	lenga	12	715381	4132224
126236	3	24	662	65	30	380	47	27	90	1	159	lenga	lenga	12	715318	4132137
126581	1	17	346	43	12	1799	17	0	90	1	343	lenga	lenga	12	767131	4105067
126581	3	18	262	24	13	674	21	18	360	1	351	lenga	lenga	12	767173	4104960
126658	1	18	342	33	10	568	27	9	270	1	140	lenga	lenga	12	734052	4101489
126658	2	20	206	19	13	386	25	27	270	1	156	lenga	lenga	12	734092	4101564
126658	3	21	369	37	8	876	23	18	270	1	142	lenga	lenga	12	734092	4101489
126745	1	21	489	52	16	652	32	9	270	1	435	lenga	lenga	12	752174	4091053
126745	2	20	194	20	27	180	37	0	0	1	436	lenga	lenga	12	752213	4091016
126745	3	21	247	24	35	120	51	0	0	1	440	lenga	lenga	12	752194	4090945
126828	1	17	175	41	5	3420	12	0	0	1	546	lenga	lenga	12	749469	4083812
126828	2	19	363	48	16	1469	20	0	0	1	541	lenga	lenga	12	749526	4083864
126828	3	12	26	6	5	492	12	0	0	1	543	lenga	lenga	12	749472	4083798

congo	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
127452	1	27	557	55	24	504	37	3	0	2	39	lenga	lenga	12	763124	4044685
127452	2	23	626	61	28	320	49	3	0	2	37	lenga	lenga	12	763166	4044660
127452	3	25	849	84	33	340	56	7	0	2	38	lenga	lenga	12	763155	4044568
127453	1	9	25	2	9	20	39	0	0	2	112	lenga	lenga	12	764624	4042079
127720	1	18	363	40	15	754	26	5	0	1	276	lenga	lenga	12	859460	4027818
127720	2	23	411	40	29	242	46	3	0	1	274	lenga	lenga	12	859513	4027779
127720	3	25	382	37	55	80	77	3	0	1	271	lenga	lenga	12	859424	4027781
127969	3	22	384	37	22	100	69	2	0	1	193	lenga	lenga	12	864420	4013756
127970	3	26	224	22	26	80	59	9	90	1	171	lenga	lenga	12	869392	4013746
128472	1	24	491	49	16	426	38	18	180	1	304	lenga	lenga	12	899591	3985821
128472	2	25	941	92	44	280	65	18	135	1	305	lenga	lenga	12	899650	3985760
128472	3	22	320	31	39	120	58	0	0	1	301	lenga	lenga	12	899553	3985686
128474	1	23	439	44	24	420	37	47	315	1	225	lenga	lenga	12	909457	3985789
128474	2	21	322	31	14	979	20	32	315	1	236	lenga	lenga	12	909439	3985840
128474	3	18	99	10	19	162	28	53	270	1	239	lenga	lenga	12	909370	3985816
128723	1	21	401	53	19	1305	23	47	90	1	483	lenga	lenga	12	912510	3972539
128723	2	22	445	45	27	422	37	47	90	1	470	lenga	lenga	12	912645	3972490
128723	3	21	512	57	21	830	30	47	90	1	482	lenga	lenga	12	912584	3972454
128845	1	14	146	33	6	2560	13	9	135	2	360	lenga	lenga	12	901895	3964859
128845	2	23	623	61	31	402	44	18	45	2	360	lenga	lenga	12	901969	3964881
123977	1	17	366	36	14	240	44	36	225	1	410	lenga	lenga	12	689426	4321851
124309	1	6	69	14	5	202	29	25	45	1	358	lenga	lenga	12	679346	4293831
124309	3	20	222	23	21	282	33	25	45	1	360	lenga	lenga	12	679307	4293792
124389	2	18	56	6	22	100	28	36	180	2	168	lenga	lenga	12	661262	4286722
124476	1	7	114	16	6	572	19	47	360	1	526	lenga	lenga	12	680400	4279428
124476	2	20	180	19	24	242	32	47	360	1	518	lenga	lenga	12	680455	4279405
124476	3	22	330	35	22	406	33	18	360	1	542	lenga	lenga	12	680473	4279331
124559	1	10	99	10	8	182	26	84	225	1	475	lenga	lenga	12	676890	4272833
124559	3	5	70	7	5	80	34	84	225	1	474	lenga	lenga	12	676966	4272756
125064	1	24	485	47	27	180	58	0	0	2	257	lenga	lenga	12	696882	4230822

conгло	parc	hdom	vha	gha	ht_media	nha	dmc	pend	expo	cober	alti	tfor	stfor	region	utm_x	utm_y
125064	2	22	300	29	22	284	36	0	0	2	257	lenga	lenga	12	697024	4230807
125064	3	23	469	45	37	220	51	0	0	2	262	lenga	lenga	12	696967	4230762
17305	1	26	749	94	20	440	52	5	45	0	170	lenga	lenga	12	662380	4261903
17836	1	13	89	18	8	540	20	12	270	0	650	lenga	lenga	12	678405	4276198
18246	1	15	248	43	12	600	30	15	180	0	280	lenga	lenga	12	668486	4289341

Conglo: número de conglomerado, parc: número de parcela, hdom: altura dominante (m), vha: volumen (m³scc/ha), gha: área basal (m²/ha), ht_media: altura media (m), nha: densidad (arboles/ha), dmc: diámetro medio cuadrático (cm), pend: pendiente (%), expo: exposición (grados en plano cartesiano), cober: cobertura arbórea (1:denso, 2: semidenso, 3: semia-bierto, 4: abierto), alti: altitud (msnm), tfor: tipo forestal, stfor: subtipo forestal, region: región de chile, utm_x: coordenadas UTM X, utm_y: coordenadas UTM Y.

Anexo 8. Nuevas parcelas establecidas en bosques de lenga

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
145	762592	4103670	magallanes	8,3	20,8	9	2182,68	74
148	761274	4102576	magallanes	11,1	22,1	11	1079,4	42
151	762353	4101940	magallanes	10,7	22,4	11	1077,46	43
196	762875	4103009	magallanes	3,4	16,6	4	2272,38	49
303	758694	4095142	magallanes	15,0	45,9	15	120	20
116	907885	3953127	magallanes	15,1	26,3	16	1137,46	62
118	905298	3942233	magallanes	20,2	24,1	21	1281,34	59
119	901006	3962853	magallanes	17,1	31,9	20	933,58	75
120	904701	3956827	magallanes	22,3	35,0	23	621,94	60
121	900816	3960899	magallanes	13,6	28,9	14	789,7	52
124	908455	3944802	magallanes	7,4	10,2	8	4353,87	35
125	901333	3960534	magallanes	7,5	16,1	8	1451,04	30
128	907808	3944234	magallanes	9,0	9,9	9	5501,03	42
231	908924	3981510	magallanes	21,2	38,2	22	543,88	62
235	906461	3975902	magallanes	25,1	50,6	25	280	56
236	905998	3975348	magallanes	19,1	41,6	19	480	65
237	903312	3964234	magallanes	13,9	35,6	14	581,94	58
299	899237	3991330	magallanes	18,1	48,1	18	341,94	62
122	764116	4066898	magallanes	16,2	33,3	17	867,76	76
123	760017	4071727	magallanes	14,7	24,9	16	1403,28	68
126	764241	4064928	magallanes	11,7	18,6	9	1798,8	49
127	761532	4070982	magallanes	15,4	19,0	19	2916,51	83
130	756936	4090441	magallanes	12,5	23,4	15	2057,11	89
131	758072	4091765	magallanes	11,4	23,7	13	997,46	44
132	761273	4085872	magallanes	17,7	27,8	17	913,58	56
133	762602	4083591	magallanes	16,1	45,3	16	541,94	87
146	762072	4103443	magallanes	13,8	29,2	14	1311,64	88
147	760669	4102937	magallanes	9,0	17,9	9	2004,62	51
149	762290	4102263	magallanes	14,6	46,2	15	581,94	97
150	761681	4102537	magallanes	10,0	25,5	11	1563,28	80
164	704368	4227352	magallanes	18,8	58,0	19	360	95
165	715025	4224530	magallanes	16,7	33,7	17	561,94	50
179	719325	4222355	magallanes	15,7	28,0	14	1607,16	99
180	705022	4227849	magallanes	17,7	38,1	19	685,82	78
183	717393	4220935	magallanes	14,0	30,5	14	931,64	68
184	704157	4231024	magallanes	13,8	32,6	15	769,7	64
185	767801	4107146	magallanes	6,9	12,1	7	4113,37	47

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
189	767308	4106144	magallanes	20,3	50,3	20	400	79
192	907589	3947947	magallanes	14,8	26,7	15	1011,64	57
193	710821	4226060	magallanes	10,6	17,2	10	2068,5	48
195	766265	4104219	magallanes	12,1	21,9	13	1814,92	68
197	764951	4103186	magallanes	8,4	13,3	10	3921,98	55
198	716119	4225193	magallanes	12,2	36,9	12	805,82	86
199	714021	4225946	magallanes	10,0	14,3	9	4565,01	73
200	703072	4230452	magallanes	3,4	5,4	3	11936,55	27
201	717299	4223821	magallanes	15,5	30,6	16	1195,52	88
202	715423	4222934	magallanes	11,7	15,9	11	3843,67	76
203	714240	4224377	magallanes	10,3	25,8	10	1197,46	63
204	757234	4092664	magallanes	9,8	27,7	9	1299,4	78
206	764754	4099198	magallanes	11,1	13,9	12	4965,26	76
207	763876	4094053	magallanes	17,1	21,7	18	2422,68	90
208	765304	4100146	magallanes	11,4	12,1	10	7665,9	88
309	730481	4214264	magallanes	12,8	33,6	11	625,82	55
156	676430	4304186	magallanes	10,7	21,0	11	1015,77	35
157	675777	4302116	magallanes	11,6	35,2	11	521,94	51
178	889160	4025093	magallanes	20,4	50,7	20	260	53
209	913123	4040425	magallanes	14,4	66,3	15	200	69
210	914463	4036288	magallanes	20,9	58,7	21	260	70
211	914326	4034208	magallanes	16,9	51,8	17	241,94	51
212	892306	4022262	magallanes	12,2	47,0	12	341,94	59
214	901805	3990961	magallanes	15,3	42,5	15	320	45
216	908180	3988883	magallanes	15,1	62,8	16	160	50
224	908794	3985101	magallanes	19,6	48,6	20	260	48
225	908575	3984413	magallanes	18,1	31,5	19	1177,46	92
226	913541	3984370	magallanes	17,0	41,3	18	401,94	54
227	914333	3983782	magallanes	24,3	55,5	25	280	68
228	910152	3983148	magallanes	12,1	20,6	19	1123,28	37
229	915194	3982270	magallanes	7,4	23,5	8	1203,28	52
230	908353	3981395	magallanes	16,5	36,3	17	465,82	48
291	904089	3998144	magallanes	16,6	35,8	17	341,94	34
292	880487	4028108	magallanes	12,0	21,3	14	1143,28	41
293	891506	4026281	magallanes	20,1	58,8	20	140	38
298	908905	3971894	magallanes	15,9	31,7	16	523,88	41
301	898047	3985796	magallanes	17,3	40,7	18	361,94	47

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
302	877284	4026878	magallanes	17,0	50,8	17	401,94	82
306	908356	3966638	magallanes	16,1	28,6	17	749,7	48
313	909958	4037710	magallanes	17,2	54,5	17	481,94	112
140	734503	4183563	magallanes	8,0	8,5	8	9725,7	56
141	737633	4186634	magallanes	6,8	39,6	6	661,94	81
143	665538	4290258	magallanes	14,2	37,6	15	381,94	42
162	665525	4289993	magallanes	9,9	19,2	12	1181,34	34
163	666050	4283508	magallanes	9,0	19,5	7	1163,28	35
166	720303	4226143	magallanes	15,1	53,3	16	441,94	99
167	721388	4226102	magallanes	12,3	34,4	14	707,76	66
168	723271	4226098	magallanes	14,1	38,1	13	543,88	62
169	715118	4225621	magallanes	12,1	10,6	11	4377,5	38
170	717345	4224477	magallanes	18,6	30,8	20	783,88	58
171	717928	4221043	magallanes	13,8	25,8	12	1972,98	103
181	675273	4292666	magallanes	9,6	32,4	10	1171,64	97
187	712957	4225928	magallanes	12,4	13,3	12	2702,08	38
188	683951	4280195	magallanes	8,6	8,2	9	8602,17	45
190	667507	4286011	magallanes	12,3	14,5	12	3133,72	52
191	718992	4223493	magallanes	11,0	32,3	11	847,76	69
282	657690	4295812	magallanes	14,7	28,3	15	727,76	46
289	658164	4314459	magallanes	9,4	15,1	8	3153,72	57
300	667967	4285916	magallanes	12,1	27,5	13	1035,52	62
307	760233	4093616	magallanes	11,8	39,4	12	180	22
308	728513	4217724	magallanes	12,8	32,1	13	913,58	74
314	709481	4228460	magallanes	11,9	16,5	12	2416,26	52
1190	671346	4291186	magallanes	13,0	44,9	14	380	60
1	757830	4998106	aysen	13,2	23,9	13,2	2036,9	91,1
3	757775	4997301	aysen	13,3	7,8	13,3	12394,3	59,3
63	757832	4997523	aysen	12	22,8	12,1	1816,9	74,1
70	745061	4977618	aysen	12,8	43,9	14,5	460	69,6
74	740892	4945529	aysen	9	8,7	9,7	10097,1	60,3
75	749448	4946658	aysen	16,5	41,6	16,5	525,8	71,3
78	750176	4934834	aysen	11,3	50,7	10,7	220	44,5
79	740226	4944800	aysen	15,2	33,7	16,8	705,8	63
80	746386	4944498	aysen	9,5	13	8,4	3048,2	40,7
83	746107	4909356	aysen	8,8	7,9	8,8	12312,4	60,2
92	742476	4908537	aysen	8,1	6,9	7,7	12862,3	48,7

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
114	696334	4659494	aysen	9	31,8	9,2	583,9	46,4
115	695010	4660264	aysen	6,2	14,2	6,8	3071,8	48,6
177	748808	4945528	aysen	15,1	35,6	15	911,6	90,8
267	741604	4902839	aysen	11	15,3	10,3	2989,8	54,8
268	741741	4902649	aysen	10,2	16	10,2	3479,5	69,6
12	747954	4985501	aysen	19	20,3	20,3	1713	55,7
14	752999	4974340	aysen	12,7	37,7	11,8	625,8	69,9
32	742031	5011475	aysen	22,9	20,1	25,1	1653	52,2
33	741869	5012017	aysen	17,4	18,4	20,5	2002,7	53,1
41	733480	4990735	aysen	14,7	13	14,2	3523,4	46,9
42	733402	4990992	aysen	14,9	18,5	15,7	2150,4	57,7
49	748896	5045723	aysen	16	21,9	17,1	793,6	30
52	743487	5012779	aysen	16,9	20,3	17,5	1489,1	48,4
53	743527	5010380	aysen	19,2	31,6	19,6	445,8	35
55	753620	5010418	aysen	16,4	38,5	15,5	545,8	63,7
56	750947	5009495	aysen	19,3	51,3	18,9	140	29
57	752896	5009523	aysen	16,3	31,3	18,5	587,8	45,4
58	752898	5009597	aysen	18	38,3	18,3	520	59,9
60	751621	5008307	aysen	15,3	38,9	16,6	140	16,7
61	750919	5007620	aysen	18,3	37	17,4	305,8	32,9
62	753763	5001468	aysen	13,4	25,7	14,1	1319,4	68,3
64	741394	4996518	aysen	15,5	8	15,5	12640,1	63,9
65	754326	4991897	aysen	12,9	28	12,3	935,5	57,8
66	754778	4992104	aysen	12,5	25,8	13	1449,1	75,6
71	745901	4977513	aysen	7,7	19	8,4	879,4	25,1
72	749641	4977300	aysen	11	21,4	13,4	1057,5	38
73	738997	4969511	aysen	9,1	10,9	9,3	6200,2	58,1
76	741789	4948659	aysen	11,4	32	11,1	971,6	77,9
81	739940	4943576	aysen	15,6	30,8	15,1	831,6	61,8
82	740917	4943836	aysen	14,3	19,6	14,7	2348,5	71
84	737942	4940150	aysen	11,7	15,5	11,8	1902,7	35,8
85	737014	4942444	aysen	12,1	11,5	11,3	6098,2	62,8
86	738929	4941513	aysen	15,1	53,7	15	381,9	86,6
87	741983	4928731	aysen	7,4	11,3	7,1	6114,6	60,9
89	748249	4935574	aysen	12	36,6	12,5	623,9	65,5
90	741837	4936648	aysen	9,9	37,9	9,4	460	52
91	727896	4921524	aysen	17,2	28,7	17,5	485,8	31,5

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
95	680785	4841819	aysen	10,4	22	9,9	691,6	26,2
96	682820	4841468	aysen	9,9	17,6	10,7	1922,7	46,7
97	683341	4840501	aysen	8,5	16,6	8,3	593,6	12,8
98	689368	4814020	aysen	12	20,3	10,9	2168,5	70,1
99	679135	4804316	aysen	11,1	12,4	10,5	4359,2	52,2
101	668578	4790608	aysen	14,1	21,9	16,7	2098,8	78,7
102	664832	4791321	aysen	11,1	14,8	12,1	2468,8	42,6
103	668439	4788124	aysen	8,9	14,8	8,7	4422,8	76
105	683186	4768456	aysen	9,5	29,2	9,4	649,7	43,4
106	681969	4767521	aysen	10,5	26,6	11,6	873,6	48,6
107	681758	4759509	aysen	8,1	22,8	7,3	631,6	25,7
110	680692	4757072	aysen	6,7	14	6,8	1513	23,2
215	749655	4973847	aysen	10,6	25,2	10,7	1055,5	52,7
249	754070	4997239	aysen	11,6	25,9	10,5	1137,5	59,9
250	747258	5002151	aysen	16,6	46	16,6	320	53,1
251	748364	5003105	aysen	14,5	24,4	15,1	891,6	41,6
252	748482	5001948	aysen	15,3	36,9	15,4	320	34,2
261	753676	4979809	aysen	12,2	9,3	16,4	6041,8	41,2
278	742014	4936054	aysen	10,4	14,5	10,7	4067,8	66,9
279	740580	4933756	aysen	13,4	14,9	14,7	2680,1	46,5
4	745296	4997953	aysen	20,1	24,6	20,3	1281,3	61
5	746900	4996690	aysen	15,2	20,7	14,5	1713	57,9
6	738701	4990123	aysen	16,9	25,8	17,9	649,7	34
10	730169	4996883	aysen	20,4	38,5	19,6	421,9	49,2
11	730682	4996685	aysen	18,2	19,5	17,9	1307,2	39,1
16	730856	4964630	aysen	13,2	15,5	14,2	3621,7	68
17	710575	4940534	aysen	16,8	25,3	16,4	691,6	34,7
19	729101	4962691	aysen	15,5	21,3	18,6	1778,8	63,3
24	741073	4996176	aysen	19,8	46,8	20,1	361,9	62,4
27	746801	5046277	aysen	16,1	14	17,7	2082,9	32,3
28	747336	5046528	aysen	17,6	30,2	18,2	461,9	33
29	746751	5045601	aysen	16,3	24,7	19,4	691,6	33,1
30	741296	5012350	aysen	20,3	26,4	20,5	1035,5	56,9
31	740162	5011483	aysen	20	24,5	22	1529,1	72
34	742645	5009645	aysen	19,7	40,3	19,5	401,9	51,2
37	743731	4996398	aysen	9,5	20,1	9,9	1103,3	35
38	744287	4996610	aysen	7,6	18,8	8,8	1433	39,8

conгло	utm_x	utm_y	región	ht_media	dmc	hdom	nha	gha
39	739810	4995040	aysen	18,7	31,1	19	443,9	33,7
40	741122	4995408	aysen	13,7	19,9	14	569,7	17,7
43	733970	4991210	aysen	13,2	7,7	14,1	12924,3	59,8
44	729396	4970524	aysen	12,7	15,3	13,5	2496,3	45,6
45	729041	4969750	aysen	13,6	27,7	14,1	667,8	40,1
46	728122	4967596	aysen	12,9	15,5	13	1269,1	24,1
47	728742	4968284	aysen	17	32,5	16,9	341,9	28,4
51	740771	5011434	aysen	17,9	24,2	21,5	1533	70,2
241	752222	5046557	aysen	15,1	21,9	15,7	855,5	32,3
248	740931	5047889	aysen	16,9	23,2	17,4	589,7	24,9
275	712269	4929943	aysen	14,6	24,1	16,6	773,6	35,2
2323	742085	5009425	aysen	17,7	19,3	17,8	1445,5	42,3
2525	740890	5010568	aysen	17,7	29,5	19,6	1387,2	94,8
2626	746995	5046857	aysen	14,4	24,5	17,2	671,6	31,6

PROYECTO 032/2014

Diagramas de Manejo de Densidad para Bosques de Lenga de Aysén y Magallanes con Fines de Producción de Madera

