

Informe Técnico 188
**DESCRIPCIÓN
DEL ESTADO DE
LOS RENOVALES
DE ROBLE-
RAULI-COIGÜE**



Regiones del
Bio-Bio a Los Ríos



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile



AUTORES:

Marjorie Martin
Sabine Müller-Using

INSTITUTO FORESTAL 2012

Sucre 2397
Ñuñoa, Santiago
CHILE
Teléfono 56 2 3669115

ISBN N°
978 - 956 - 318 - 077-0

www.infor.cl

Índice

RESUMEN	03
INTRODUCCIÓN	04
OBJETIVOS	05
METODOLOGÍA	05
Diseño de Muestreo	06
Número de Muestras	07
Definición de Variables	07
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	08
Procesamiento del Inventario	08
Procesamiento a Nivel de la Población	09
RESULTADOS	10
Existencias macro regionales	10
Existencias regionales del Bio-Bío	12
Existencias regionales de La Araucanía	13
Existencias regionales de Los Ríos	15
Resumen de Edades	17
Calidades de Árboles en Pie	17
Calidades de Trozas	20
Características del Estrato Dominante y Codominante	21
REFERENCIAS	23



Resumen

Los resultados entregados corresponden al área cubierta por renovales de Roble-Raulí-Coigüe definida por el catastro CONAF-CONAMA entre las regiones del Bio-Bío a Los Ríos. Esta área alcanza 989.960 hectáreas. Se muestrearon 200 conglomerados en un diseño sistemático. Lo que arrojó un volumen promedio para estos bosques de $211 \text{ m}^3/\text{ha}$, y que en su conjunto representan 209 millones de m^3 , que descontando defectos llegan a cifras cercanas a los 150 millones de m^3 . Entre las regiones se observan algunas diferencias en sus valores medios siendo La Araucanía la región que acumula el mayor volumen del área de estudio.

El tamaño del árbol promedio en su gran mayoría (85%) es inferior a los 30 cm y aunque con una amplia dispersión la edad promedio se calculó en 36 años.

En términos de la calidad de los árboles en pie sólo un 7% de los árboles cumple los estándares más altos, en tanto sobre el 70% corresponden a las más bajas calidades.



Introducción

El Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, y en especial sus renovales, se reconoce como el más productivo del bosque nativo, dado su tasa de crecimiento, los atributos comerciales de las especies que lo componen roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y coigüe (*Nothofagus dombeyi*), y su gran extensión en superficie. Cuenta además hoy día con un instrumento legal que incentiva su manejo; la Ley de Recuperación y Manejo del Bosque Nativo. Es en apoyo a este cuerpo legal que nace el proyecto “Desarrollo de Tecnología Silvícola Productiva como apoyo para la implementación de la Ley de Bosque Nativo”, financiado por InnovaChile de CORFO y ejecutado por INFOR.

A través de este proyecto se ha realizado la caracterización del estado actual de los Renovales de Roble-Raulí-Coigüe, abarcando la mayor parte de la extensión de estos bosques, ya que cubre las regiones del Bio-Bío, La Araucanía y Los Ríos.

Se considera dentro de los resultados esperados la descripción de las principales variables de estado de rodal a nivel de grandes áreas, es decir de la macro región conformada por estas tres regiones y de cada una de ellas, en términos de la densidad de árboles, área basal, volumen, edad, altura y composición, así como de aspectos sanitarios, estados de desarrollo y crecimiento.

En este documento se describen los métodos empleados y parte de los resultados obtenidos. Otros productos del proyecto son la cartografía temática, que es la expresión cartográfica de los resultados obtenidos, y herramientas de apoyo a las decisiones de manejo. Este trabajo se ha sustentado sobre sólidas bases científicas y técnicas y han participado además expertos

del mundo académico de la Universidad Austral de Chile y de la Universidad de Concepción.

Se espera que esta información sirva de apoyo a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en su rol de fomento a la recuperación y manejo sustentable del bosque nativo, especialmente para la focalización y priorización de incentivos existentes.



Así mismo, se espera constituya un aporte a los entes tomadores de decisión, tanto públicos como privados, con información actualizada para la planificación de acciones concretas a corto, mediano y largo plazo.

En el desarrollo del proyecto se ha contado con la participación de las empresas MASISA S.A., Forestal Río Cruces S.A., Forestal Taquihue S.A. y Treetop Ltda. Junto a ellas también participa la asociación de profesionales forestales del país (Colegio de Ingenieros Forestales de Chile) y profesionales de CONAF.



Objetivos

En el proyecto desarrollado, dentro de la caracterización del estado actual, se identifican dos grandes objetivos:

- Caracterizar territorialmente la productividad maderera de los renovales de Roble-Raulf-Coigüe, como apoyo para la focalización y priorización de los recursos públicos de la ley de bosque nativo.
- Describir los parámetros de rodal asociados a este tipo incluyendo área basal, volumen bruto, número de árboles por hectárea, composición de especies, estado sanitario y calidad de trozas, caracterización del perfil de suelos y de la regeneración.

Metodología

El método básico para alcanzar los objetivos planteados corresponde al del inventario forestal aplicado por más de una década por el Instituto Forestal y que ha incorporado desde su inicio variables tendientes a la caracterización del ecosistema y no sólo de los árboles que los componen.

En el inventario se definen unidades de medición para evaluar el tamaño (diámetros y alturas), calidad maderera, estado sanitario y condiciones de copa de los árboles, contabilizando también la mortalidad e identificando los árboles que proveen de hábitat o microhábitat a especies dependientes del bosque. También se definen unidades de medición para evaluar la regeneración de los árboles, la vegetación acompañante y su distribución y la presencia de especies en categorías de conservación. Las características del suelo como profundidad de la capa orgánica, acidez y color, entre otras, así como la cercanía a cursos de agua y el avistamiento de fauna al momento de la medición en terreno, son aspectos también registrados.

Esta información se registra siguiendo el manual de operaciones de terreno (INFOR, 2009), que incluye los criterios y métodos de medición antes mencionados y definidos en el marco del Inventario Forestal Continuo de INFOR. Como procedimiento estándar todos los datos se ingresan a capturadores de datos que reflejan el modelo de datos de inventario, aunque cierta información se mantiene en formularios de papel en forma gráfica, como por ejemplo, el croquis de ubicación de los árboles medidos.

Para establecer la distribución de las muestras se recopilaron antecedentes científicos, técnicos y cartográficos existentes (Donoso et. al., 1993; Ortega y Gezán, 1998; Echeverría, 2000; Thiers, 2004;). Entre éstos se



destaca los datos y documentos de la investigación desarrollada por la profesora Alicia Ortega, quien facilitó aquellos datos generados en su investigación Software de Planificación de Actividades en renovales de Roble, Coigüe y Raulí en las IX y X regiones (Proyecto FONDEF D9711065).

Cabe mencionar también el apoyo del profesor Juan Schlatter, quien proveyó la cartografía del Sistema de Ordenamiento de la Tierra (Schlatter *et al.*, 1995; Schlatter *et al.*, 1997).

Se utilizó también el Inventario Forestal Continuo desarrollado por el Grupo de Investigación de Inventario y Monitoreo de Recursos Forestales de INFOR, para las regiones mencionadas y el tipo forestal correspondiente.

La población objetivo del inventario se definió como toda la superficie cubierta por renovales en las regiones del Bio-Bio, La Araucanía y Los Ríos representada en el Cuadro N° 1. Para esto se trabajó con la cartografía actualizada del Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

Cuadro N° 1. Superficies de Renovales de Roble, Raulí y Coigüe

Región (actualización)	Superficie Total (ha)
Bío - Bío (2008)	441.468,3
Araucanía (2007)	402.719,6
Los Ríos (2006)	145.772,2
Total	989.960,1

(Fuente CONAF-CONAMA, 1999).

(CONAF/CONAMA/BIRF, 1999), con sus correspondientes años de actualización, lo que cubre todas las clases de coberturas allí definidas: Densos, semidensos y abiertos.

Diseño de Muestreo

Como mecanismo de asignación de muestra se utilizó un esquema sistemático de forma de favorecer el aspecto logístico en la toma de datos en terreno. La muestra corresponde a un conglomerado con 3 unidades de registro. Cada conglomerado se ubica sobre una grilla distanciada en un kilómetro en su dirección EO y un kilómetro en la dirección NS, como se muestra en la Figura N°1. La densidad de esta grilla difiere con la del Inventario Forestal Continuo a fin de dar mayor probabilidad de ocurrencia de este bosque, ya que en su distribución a través de la cordillera de la costa y del valle central, hoy día se presenta mayormente en zonas de cursos de agua, quebradas y en bosquetes.

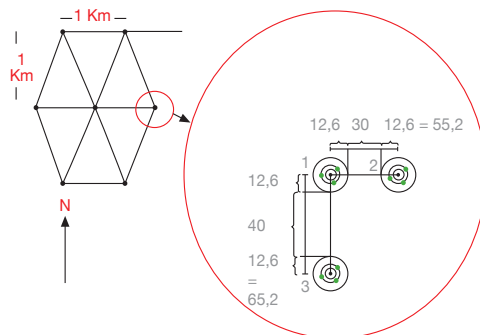


Figura N° 1: Unidad Muestral y Unidades de Registro



Número de Muestras

Dados los antecedentes existentes y su varianza estadística, con la meta de obtener un error muestral menor o igual a 15% en volumen bruto, se determinó un número total de muestras de 200 conglomerados, distribuidos de la siguiente forma: 79 conglomerados en Bio-Bio, 71 en La Araucanía y 50 en Los Ríos.

Definición de Variables

En términos generales se trabajó con los mismos estándares y variables que en el Inventario Forestal Continuo de modo de mantener coherencia y definiciones en común. Estas se pueden agrupar como:

Medición de variables cuantitativas: Número del árbol que identifica al individuo; posición relativa de los árboles en croquis de ubicación; especie; diámetro a la altura del pecho (DAP medido a 1,3 m y en cm) y diámetro a inicio de copa (cm); altura total (m); altura inicio copa viva (m); radio de copa, incrementos anuales corrientes, en base a tarugos con taladro Pressler y edad. La unidad de medición de los

árboles varía en función del tamaño de los mismos, inventariando desde los 4 cm de DAP, pero entregando la información procesada desde los 8 cm de DAP.

Variables Cualitativas: Aspecto de copa, que es la clasificación de la copa en relación a su densidad, grado de cobertura de copas; dominancia según Clasificación Kraft; origen (Tocón, Semilla); forma fuste; y estado sanitario del individuo. Se agrega a este inventario un nuevo formulario para evaluar la calidad del árbol en pie, de acuerdo a la norma Chilena 3222-2010 (Guerra *et al*, 2011 a).

Variables de Parcela: Características del suelo: Color, textura, estructura, pH, profundidad de suelo y del horizonte orgánico, entre otros. Vegetación y sotobosque en términos de su presencia y distribución, observación de presencia de intervenciones o cortas, presencia de ganado, avistamiento de fauna, y algunos aspectos de cercanía de cursos de agua.

Se agrega también a este inventario un estudio descriptivo de la calidad de trozas, evaluado en base a la nueva Norma Chilena 3223-2010. Este estudio cubre solo un reducido número de situaciones en las 3 regiones que abarca el proyecto y se entrega sólo a modo de referencia.

Procesamiento de la Información

Esta actividad contempló las tareas de validación de los datos de terreno, el ajuste y obtención de modelos para generar los parámetros medios del bosque (volúmenes, áreas basales, alturas y diámetros medios, entre otros) y la estimación del error del inventario, calculando los estimadores de población del inventario por variable seleccionada (volumen, área basal, otra), e indicando con esto los márgenes de confiabilidad de la información obtenida.

Procesamiento del Inventario

El procesamiento de los datos consistió en la validación e identificación de datos extremos, el ajuste de relaciones funcionales estáticas como son las de altura en función del DAP y de volumen de árbol individual en función del DAP y la altura total. Los valores de los árboles individuales se agregan a nivel de conglomerado, expresándolos en términos de valores por unidad de área (volumen por hectárea, número de árboles por hectárea y área basal por hectárea). Se ajustan modelos conocidos para la relación DAP-Altura, y se seleccionan funciones de volúmenes ya publicadas y seleccionadas en base a la información levantada en terreno.

Las estimaciones de altura total y volumen de árbol individual se basan en una submuestra de árboles. En éstos árboles se miden los siguientes pares de datos: Diámetro de tocón-altura de tocón, DAP-altura del DAP, diámetro inicio copa viva-altura inicio de copa viva, diámetro a un tercio de la altura total- altura a un tercio de la altura total y altura total. Con

ellos se ajustan curvas B-splines y las secciones resultantes son cubicadas por Smalian y sirven como información auxiliar en apoyo para la selección de las funciones de volúmenes publicadas, de forma de asegurar que las funciones de volumen utilizadas representan en mejor forma los datos de terreno.

Adicionalmente, se desarrollan las funciones dinámicas relativas al crecimiento analizando los datos de crecimiento desde los tarugos medidos en terreno. Para esto se utilizó el método propuesto por Husch *et al.* (1982).

Las funciones DAP-altura, volumen de árbol individual y crecimiento se ajustan primero por especies y a nivel de cada conglomerado. En algunos casos, de conglomerados con muy bajo número de muestras por especie, este ajuste se hace agrupando conglomerados cercanos y de características similares.

Para seleccionar los modelos y funciones más adecuados se calculan indicadores que evalúan los desvíos que se producen entre los valores medios estimados y los valores observados. Para estos efectos se trabajó con diferencias agregadas (DIFA) y con el error cuadrático medio (ECM), además del análisis gráfico del ajuste y de los residuos. Todo se trabajó con el software estadístico R.

Para estimar el número de árboles total por hectárea, el área basal o el volumen definido por cada parcela, se aplica el factor de expansión relativo al tamaño de cada círculo concéntrico dentro de la parcela por la siguiente fórmula:

$$Narb / ha = f_{12.62} * n_{12.62} + f_{6.25} * n_{6.25} + f_{2.0} * n_{2.0} + f_{0.56} * n_{0.56}$$

$$AreaBasal / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_i$$

$$VolB / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} v_i$$

n_k : Número de árboles en la parcela concéntrica de radio k

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

v_i : Volumen de árbol individual en m³ssc de acuerdo a función de volumen sólido para árboles cubicables y para la especie.

Donde, el subíndice representa el radio de la parcela concéntrica y f el factor de expansión correspondiente.

Para el caso de árboles cubicables se consideran en esa los factores f_{2.0} y f_{0.56} iguales a cero.

Para el caso del cálculo de las variables por hectárea y por especie, estimados a partir de las parcelas concéntricas, se aplica la misma fórmula desagregando las variables respectivas de la parcela concéntrica en las diversas especies.

$$VolB / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} v_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} v_{sp,i}$$

Para el cálculo de la altura media de la parcela, se pondera la altura estimada por el factor de expansión. Considerando el factor de acuerdo al diámetro observado de cada árbol.

Procesamiento a Nivel de la Población

A partir de las unidades muestrales definidas por el diseño muestral y del número definitivo medido en la toma de datos de terreno, se procede a calcular algunos estadígrafos que reflejan la calidad de la estimación, por la vía de describir la incertidumbre estadística asociada a los valores estimados.

Así los estimados de las existencias volumétricas en m³ssc de la población definida son:

Valor poblacional total

$$Y = \sum_j^M \sum_i^N y_{ij}$$

Media total

$$\hat{\bar{Y}} = \frac{\sum_j^M \sum_i^N V_{ij}}{MN}$$

Varianza muestral de la Media Total sin corrección por población finita:

$$Var(\hat{\bar{Y}}) = \frac{\sum_j^M (v_j - \hat{\bar{Y}})^2}{\left(\sum_j^M n_j \right) (m-1)}$$

Cálculo del error asociado a la Media Total:

$$Error(\hat{\bar{Y}}) = t_j \hat{s}$$

$\hat{\bar{Y}}$: Volumen medio total m³ssc del área de estudio; todas las regiones.

V_{ij} : Volumen cúbico sólido en pie de la parcela i (i=1,n) del conglomerado j={1,m}.

v_j : Volumen medio por hectárea del conglomerado j en m³ssc.

n_j : Número de parcelas del conglomerado j.

De forma similar, las expresiones anteriores se aplican para esquemas más desagregados de estimación como cálculo de las existencias a nivel regional, de subtipo forestal y otros que se requieran.

Resultados

A continuación se presentan los cuadros y gráficos obtenidos del procesamiento y análisis de los datos levantados en terreno.

Se presentan según los distintos niveles de agregación analizados, es decir, de la macro región y de cada una de las regiones incluidas en el estudio.

En el Cuadro N° 2 se muestra la distribución de conglomerados efectivamente medidos en terreno.

Se observa que las regiones con mayor superficie cuentan a su vez con un mayor número de muestras. Siendo la región del Bio-Bio la que tiene mayor superficie de renovales de roble-raulí-coigüe.

Cuadro N°2. Distribución del Número de Conglomerados Muestreados por Región.

Región	Número de muestras	Superficie de Renovales (has)
Bio-Bio	79	441.468,3
La Araucanía	71	402.719,6
Los Ríos	50	145.722,2
Macro Región	200	989.960,1

Existencias macro regionales

Las cifras estimadas a nivel del área de estudio y de cada región se presentan en el Cuadro N° 3 donde se observa que las existencias volumétricas medias en la macro región alcanzan 211,62 m³ por hectárea, lo que generaría para las regiones estudiadas existencias superiores a los 209 millones de metros cúbicos, estimados con un error del 8,18%.

Cuadro N°3. Existencias de Renovales RO-RA-CO de las Regiones del Bío-Bío a Los Ríos

MACRO REGIÓN (989.960,2 ha)	Promedio (por ha)	Total Poblacional (millones)	Error (%)
Volumen (m³ssc)	211,62	209,5	8,18
Área Basal (m²)	23,77	23,5	7,77
Número de árboles	581,63	575,8	8,74
Volumen Neto (m³ssc)	148,60	147,1	9,87
DMC (cm)	22,80		7,77

El rango de variación de los volúmenes brutos medios sin corteza observados en las muestras se presenta en la Figura N° 2, donde se observa que cerca de un tercio de la muestra presenta volúmenes promedio menores a los 100 m³/ha.

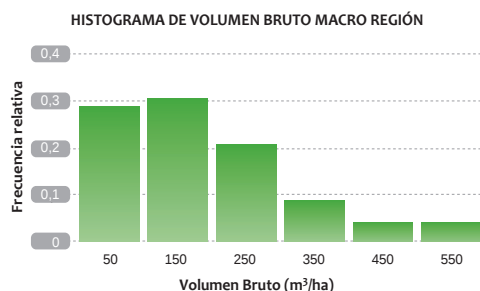


Figura N° 2: Proporción de los Volúmenes Medios (m³/ha) en los Conglomerados de la Macro región.

Un segundo tercio se acumula en la clase mayor que 100 y menor o igual a 200 m³/ha, teniendo el tercer tercio de la muestra valores mayores a 200 m³/ha.

En el caso del área basal los resultados que se presentan en el Figura N° 3 muestran que casi la mitad de los conglomerados medidos presentaron valores menores o iguales a los 20 m²/ha, el 40% posee valores menores o iguales a 40m²/ha y el 10% restante excede ese valor.

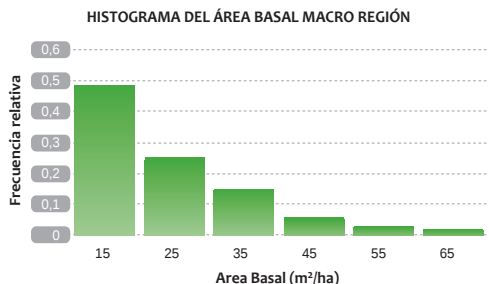


Figura N° 3: Distribución de los Valores de Área Basal (m²/ha) en los Conglomerados de la Macro región.

Tanto los valores de volúmenes como los de área basal encontrados están en concordancia con la densidad de estos bosques. De acuerdo a los datos del inventario, sobre el 50% de los conglomerados presentan densidades inferiores o iguales a los 500 árboles por hectárea (Figura N° 4). Entre los 500 y los 1.000 árboles por hectárea se encuentra una proporción cercana al 40%, y aproximadamente el 10% restante supera los 1.000 árboles por hectárea.

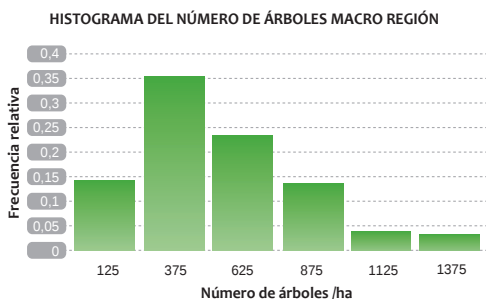


Figura N° 4: Distribución de Valores de Densidad (número de árboles/ha) en los Conglomerados de la Macro región.

El tamaño del árbol promedio de estas muestras, medido a través del diámetro medio cuadrático (DMC) (Figura N° 5), indica que la mitad de la población medida varía entre los 20 y 30 cm de DMC. El 36% es inferior a los 20 cm y el 15% supera los 30 cm.

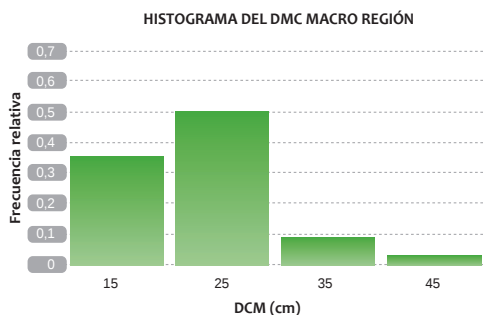


Figura N°5: Distribución de los Valores de Diámetro Medio Cuadrático (cm) en los Conglomerados de la macro región.

La altura dominante promedio para la macro región está en los 16,3 m. Su distribución en 3 clases de altura se muestra en la Figura N° 6. Esta indica que las muestras con alturas dominantes menores que 10 m alcanzan una frecuencia de 21%. El rango más frecuente son conglomerados con alturas dominantes entre 10 y 20 m que son 54% de las muestras. Siendo un 25% mayor a 20 m de altura.

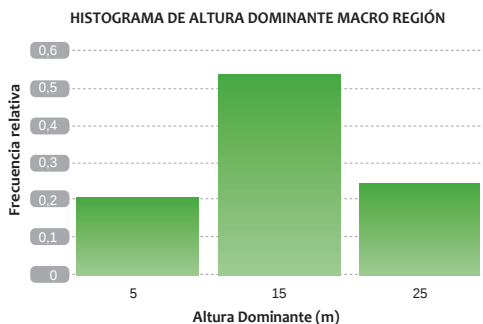


Figura N°6: Distribución de los Valores de la Altura Dominante (m) en los Conglomerados de la macro región.

Existencias Regionales del Bio-Bio

Las cifras estimadas para la región del Bio-Bio se presentan en el Cuadro N° 4. En esta región las existencias volumétricas medias son un poco más bajas que para la macro región alcanzando 149,51 m³ por hectárea, estimando, de acuerdo a la superficie de renovales existente en la región, un stock en pie de 66 millones de m³, estimados con un error del 14,5%.

Cuadro N°4. Existencias de Renovales RO-RA-CO de la Región del Bio-Bio.

MACROREGIÓN (441.468,4 ha)	Media (por ha)	Total Poblacional (millones)	Error (%)
Volumen (m³ssc)	149,51	66,0	14,50
Área Basal (m²)	19,41	8,6	13,61
Número de árboles	654,24	288,8	13,79
Volumen Neto (m³ssc)	113,84	50,2	12,66
DMC (cm)	19,40		13,61

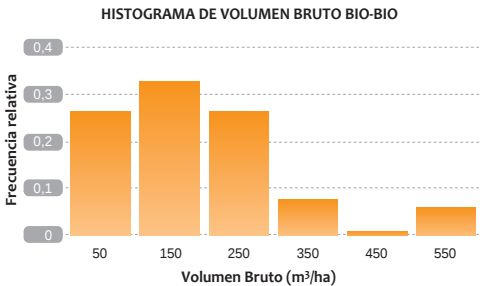


Figura N° 7: Proporción de los Volúmenes Medios (m³/ha) en los Conglomerados de la Región del Bio-Bio.

Los volúmenes medios observados en la región del Bio-Bio mantienen la tendencia de la macro región, concentrándose casi el 90% de la muestra en volúmenes medios menores a los 300 m³/ha.

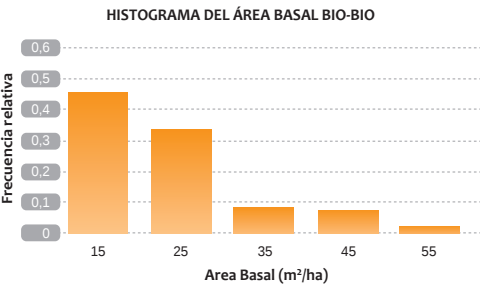


Figura N° 8: Distribución de los Valores de Área Basal (m²/ha) en los Conglomerados de la Región del Bio-Bio.

En términos del área basal (Figura N° 8) esta región, al igual que la tendencia general, concentra la mayor frecuencia de las muestras, 46%, en el rango menor a 20 m²/ha. Un 20% de la muestra está sobre los 30 m²/ha.

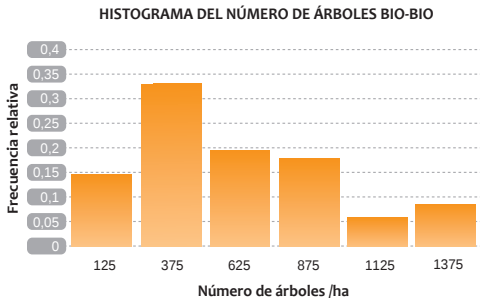


Figura N°9: Distribución de Valores de Densidad (número de árboles/ha) en los Conglomerados de la Región del Bio-Bio.

Siguiendo la tendencia general de los datos en densidad, la región del Bio-Bio también acumula valores cercanos al 50% de sus muestras en densidades inferiores a los 500 árboles/ha (Figura N° 8). Entre los 500 y los 1.000 árboles por hectárea se encuentra una proporción del 38%, y el 15% restante de las muestras superan los 1.000 árboles por hectárea.

El tamaño del árbol promedio de estas muestras, según su DMC es de 19,4 cm para esta región, según la Figura N° 9 el 46% de las muestras varía entre los 20 y 30 centímetros de DMC. El 42% es inferior a los 20 cm y el 12% superan los 30 cm.

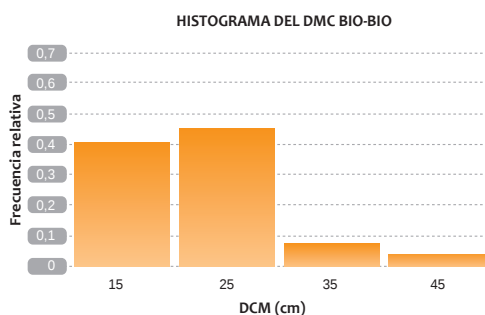


Figura N°10: Distribución de los Valores de Diámetro Medio Cuadrático (cm) en los Conglomerados de la Región del Bio-Bio.

La altura dominante para la región del Bio-Bio es de 14,0 m. Su distribución en 3 clases de altura se muestra en la Figura N° 10. Esta indica que las muestras con alturas dominantes menores que 10 m alcanzan una frecuencia de 30%. El rango más frecuente son conglomerados con alturas dominantes entre 10 y 20 m que son 54% de las muestras. Siendo un 15% mayor a 20 m de altura.

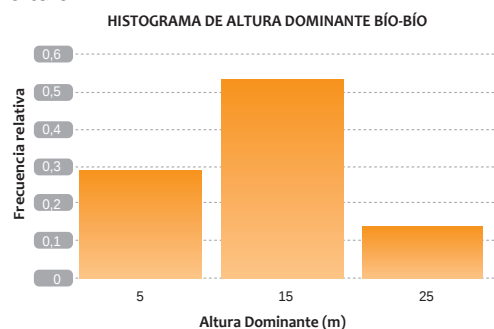
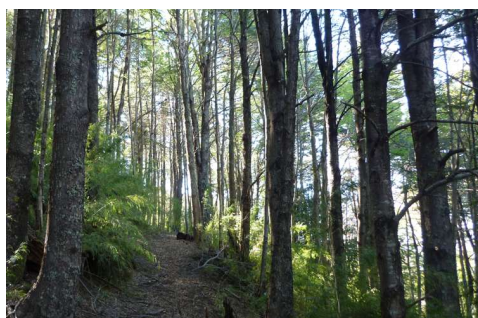


Figura N°11: Distribución de los Valores de la Altura Dominante (m) en los Conglomerados de la Región del Bio-Bio.

Existencias Regionales de la Araucanía

Las cifras estimadas para la región se presentan en el cuadro N° 5. En esta región las existencias volumétricas medias alcanzan 204,21 m³ por hectárea, estimando, de acuerdo a la superficie de renovales existente en la región, un stock en pie de 82 millones de m³, estimados con un error del 13,4%.



Cuadro N°5. Existencias de Renovales RO-RA-CO de la Región de La Araucanía.

MACRO REGIÓN (402.719,6 ha)	Media (por ha)	Total Poblacional (millones)	Error (%)
Volumen (m³ssc)	204,21	82,2	13,39
Área Basal (m²)	23,63	9,5	11,64
Número de árboles	584,59	235,4	13,88
Volumen Neto (m³ssc)	151,61	61,0	16,14
DMC (cm)	22,70		11,64

Los volúmenes medios observados en esta región (Figura N° 11) siguen igualmente el comportamiento de las otras regiones, donde cerca del 60% de la muestra presenta valores menores o iguales a los 200 m³/ha. Pero se observa, en comparación con la región del Bio-Bio, un ligero aumento en la participación de medias volumétricas más altas.

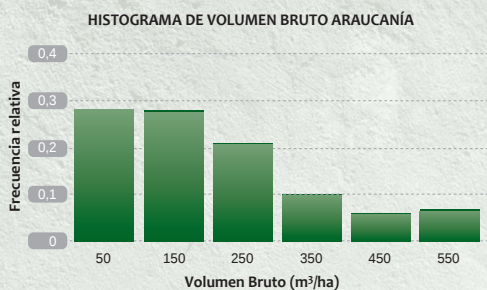


Figura N°12: Proporción de los Volúmenes Medios (m³/ha) en los Conglomerados de la Región de La Araucanía.

En términos del área basal (Figura N° 12) La Araucanía también sigue la tendencia general de concentrar la mayor frecuencia de las muestras, 46%, en el rango menor a 20 m²/ha, aunque la frecuencia de las clases mayores a 30 m²/ha sube al 27%, siendo el 25% la frecuencia de las muestras entre los 20 y 30 m²/ha.

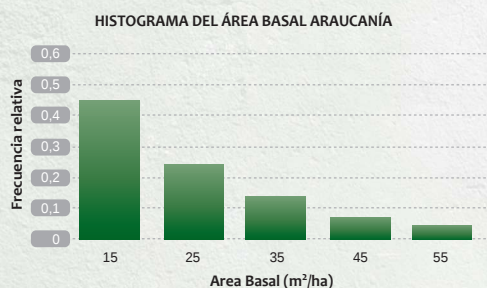


Figura N°13: Distribución de los Valores de Área Basal (m²/ha) en los Conglomerados de la Región de La Araucanía.

En lo referente a la densidad de árboles en la región de La Araucanía, también el 54% de la muestra está en densidades inferiores a los 500 árboles/ha (Figura N° 13). Entre los 500 y los 1.000 árboles por hectárea se encuentra una proporción del 35%, y el 11% restante supera los 1.000 árboles por hectárea.

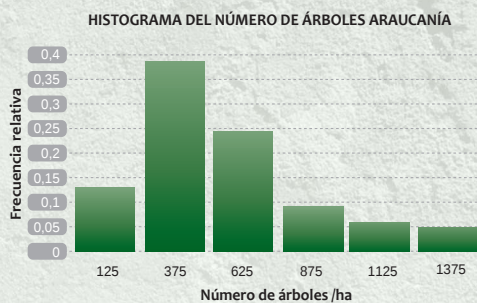


Figura N°14: Distribución de Valores de Densidad (número de árboles/ha) en los Conglomerados de la Región de La Araucanía.

El tamaño del árbol promedio de esta región es, según su DMC, de 22,7 cm, y como se aprecia en la Figura N° 14 el 46% de las muestras varía entre los 20 y 30 cm de DMC, el 37% es inferior a los 20 cm y el 17% supera los 30 cm.

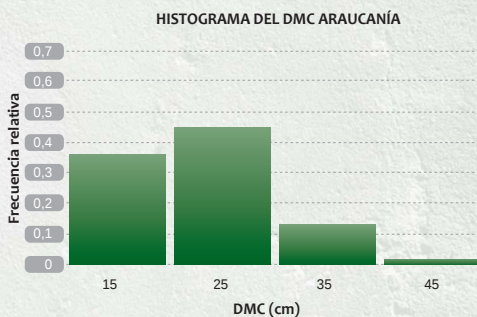


Figura N°15: Distribución de los Valores de Diámetro Medio Cuadrático (cm) en los Conglomerados de la Región de La Araucanía.

En tanto la altura dominante para esta región es de 15,9 m. Siendo más alta que la de la región del Bio-Bio, pero más baja que la de la macro región. Su distribución en 3 clases de altura se muestra en la Figura N° 15. En ella se observa que las muestras con alturas dominantes menores que 10 m alcanzan una frecuencia de 24%. El rango más frecuente está dado por conglomerados con alturas dominantes entre 10 y 20 m que representan el 54% de las muestras. Un 22% es mayor a 20 m de altura.

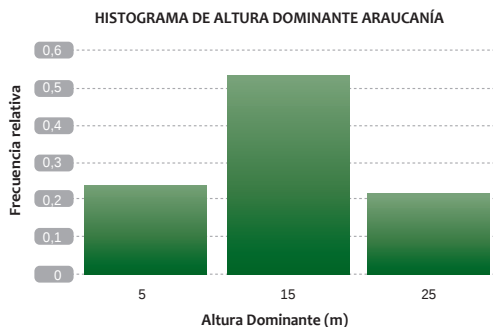


Figura N°16: Distribución de los Valores de la Altura Dominante (m) en los Conglomerados de la Región de la Araucanía.



Existencias regionales de Los Ríos

Las cifras estimadas para la región se presentan en el Cuadro N° 6. En esta región las existencias volumétricas medias alcanzan 261,3 m³ por hectárea, y se estima de acuerdo a la superficie de renovales existente en la región un stock en pie de 38,1 millones de m³, con un error del 15,3%.

Cuadro N°6. Existencias de Renovales RO-RA-CO de la Región de Los Ríos.

MACROREGIÓN (145.772,2 ha)	Media (por ha)	Total Poblacional (millones)	Error (%)
Volumen (m³ssc)	261,30	38,09	15,28
Área Basal (m²)	26,70	3,89	16,04
Número de árboles	532,77	77,66	18,72
Volumen Neto (m³ssc)	195,54	28,50	20,07
DMC (cm)	25,30		16,04

Los volúmenes medios observados en su mayoría están en las clases menores a 200 m³/ha (Figura N° 16).

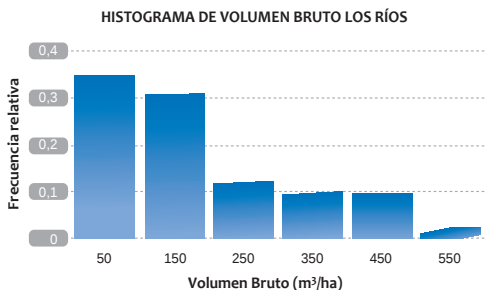


Figura N°17: Proporción de los Volúmenes Medios (m³/ha) en los Conglomerados de la Región de Los Ríos.

Respecto del área basal (Figura N° 17) la región de Los Ríos, aunque sigue la tendencia general de concentrar la mayor frecuencia de las muestras en el rango menor a 20 m²/ha, en esta región esta proporción es más alta, alcanzado casi al 60% de las muestras, siendo la clase siguiente particularmente baja.

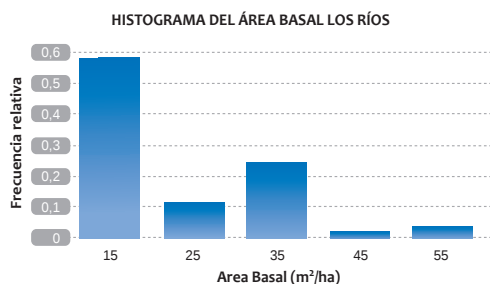


Figura N°18: Distribución de los Valores de Área Basal (m²/ha) en los Conglomerados de la Región de Los Ríos.

En términos del número de árboles, en esta región también la mitad de las muestras tiene densidades inferiores a los 500 árboles por hectárea (53%) (Figura N° 18). Entre los 500 y los 1.000 árboles por hectárea se encuentra una proporción del 43%, y el 4% restante supera los 1.000 árboles por hectárea.

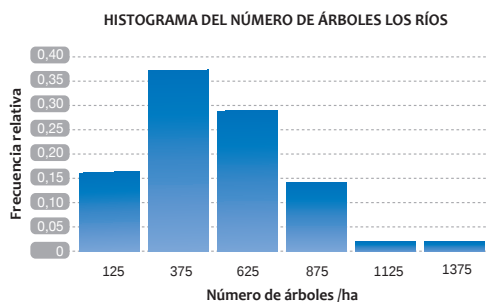


Figura N°19: Distribución de Valores de Densidad (número de árboles/ha) en los Conglomerados de la Región de Los Ríos.

El tamaño del árbol promedio de esta región es, según su DMC, de 25,3 cm, el más alto de las 3 regiones. Como se muestra en la Figura N° 19, el 65% de las muestras varía entre los 20 y 30 cm de DMC. El 25% es inferior a los 20 cm y el 10% supera los 30 cm.

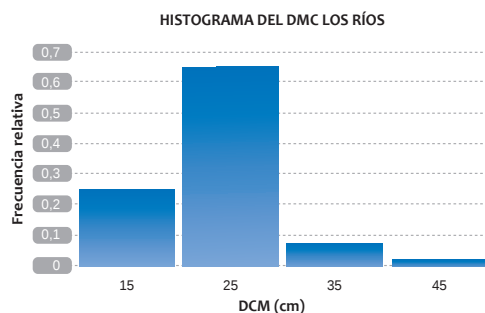


Figura N°20: Distribución de los Valores de Diámetro Medio Cuadrático (cm) en los Conglomerados de la Región de Los Ríos.

El tamaño en términos de la altura dominante para esta región es de 20,2 m. Siendo la más alta de las 3 regiones, lo que se observa también en su distribución ya que en este caso sólo el 2% de las muestras está en rango de alturas menores o iguales a 10 m. El rango más frecuente sigue siendo el de alturas dominantes entre 10 y 20 m, con el 53% de las muestras. Sin embargo, en este caso la cantidad de muestras mayores a 20 m de altura dominante aumenta a 45%.

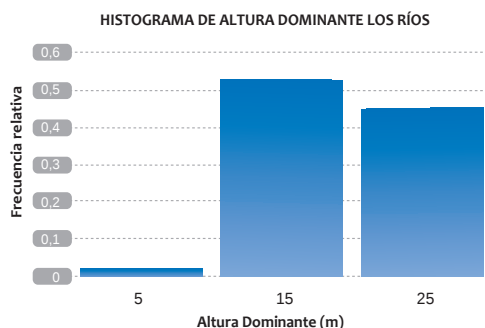


Figura N°21: Distribución de los Valores de la Altura Dominante (m) en los Conglomerados de la Región de Los Ríos.

Resumen de Edades

Desde los datos levantados en el inventario se obtuvo que la edad promedio es de 36 años, considerando la totalidad de los puntos de muestra, algunos puntos presentaron un mínimo de 9 años y máximos de 80 años, como se muestra en el Cuadro N° 7.

**Cuadro N°7. Existencias de Renovales
RO-RA-CO de la Región de Los Ríos.**

Región	Media (Años)	Mín (Años)	Máx (Años)
Macro región	36	9	80
Bio-Bio	35	13	80
Araucanía	39	10	77
Los Ríos	35	9	60



Calidades de Árboles en Pie

La norma utilizada tiene el objetivo de ser una herramienta básica de orientación, que permite en forma fácil evaluar y homogenizar criterios en la asignación de grados de calidad. Las mejores categorías las constituyen aquellos árboles con mayor proporción de productos madereros valiosos y por ende con la menor cantidad de defectos posibles. El volumen fustal, así como el valor económico de un árbol, se encuentra en más de un 70% expresado en los primeros 5 metros del fuste.



Cuadro N°8. Especificaciones Grados de Calidad Árboles en Pie (Guerra et al. 2011a).

Defectos y especificaciones	Definición grados de calidad árbol en pie. Altura clacificación hasta 5 m.			
	A	B	C	D
Abolladuras	No admite			Admite
Abultamientos	No admite			Admite
Bigote chino				
Cantidad	Máximo 1	Máximo 3	Máximo 6	Ilimitados
Característica	Cerrado	Cerrado	Abiertos o Cerrados	Abierto o Cerrado
Cáncer	No admite			Admite
Eje Vertical del Fuste	Recto	Recto o incoinado	Recto o incoinado	Recto, incoinado, curvado o multifustal
Daño causado por insectos				
Cantidad de evidencias	No admite	Máximo 1	Máximo 3	Ilimitados
Daño mecánico	No admite		Admite	
DAP mínimo	D ϕ ≥ 40	D ϕ ≥ 30		D ϕ ≥ 20
Muñones y/o ramas				
Cantidad	Máximo 2	Máximo 6	Máximo 10	Ilimitado
Diámetro	≤ 10 cm	≤ 10 cm	≤ 10 cm	Ilimitado
Pudición	No admite			Admite
Sección transversal	Circular	Circular; ovalada		Circular, ovalada o deformada

Si bien cada grado de calidad no se relaciona en esta norma a ningún tipo de productos en específico, en comparación con el uso de la norma HKS en Alemania, el grado A se podría relacionar con madera debobinable o aserrable de muy alto valor. El grado B es madera aserrable y estructural, el grado C madera pulpable y el grado D leña (Avilés y Henle, 1994).

La Figura N° 22 muestra la distribución de calidades de árboles de roble, raulí y coigüe evaluados en el inventario. Entregando como una media resultante un 7% de los árboles en el grado de calidad excelente y sobre un 30% en la peor de las calidades. Sin embargo, la calidad preponderante es una de las que permite mayores defectos.

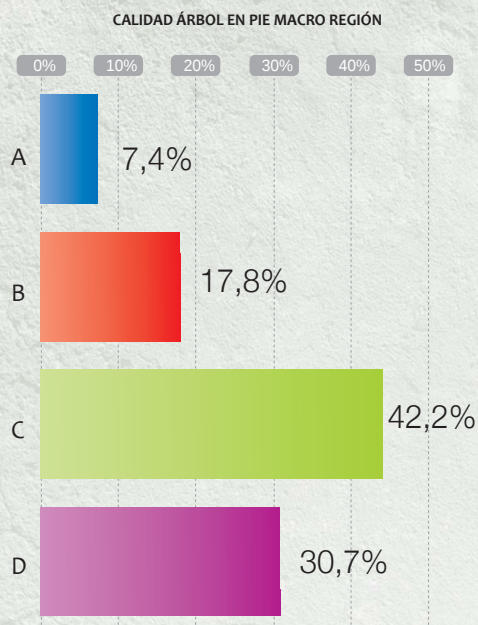


Figura N°22: Distribución General de los Distintos Grados de Calidad de Árboles en Pie

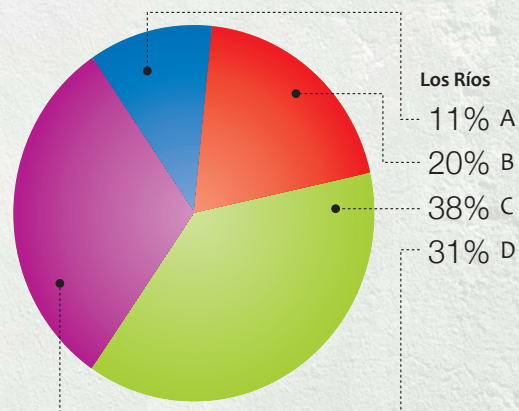
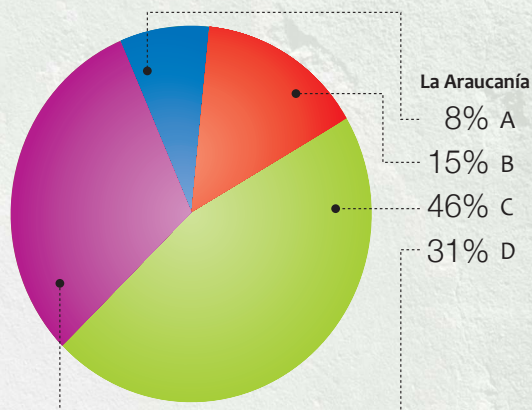
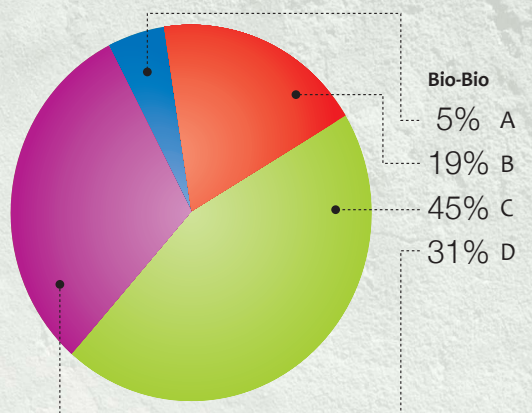


Figura N°23: Distribución de los Grados de Calidad según Región

La Figura N° 23 muestra que la proporción total de la macro región se mantiene en cada región con muy pocos matices, denotando que esta situación es generalizada y no obedece a alguna característica local.

Calidades de Trozas

Siguiendo los criterios descritos en la norma de calidad en pie, la norma de calidad de trozas se aplica a trozas provenientes de árboles de roble, raulí o coigüe, que midan más de 10 cm en su diámetro mínimo y más de 1 metro de longitud. Aquellas trozas de mayor valor son las que presentan el menor número de defectos, o simplemente no admite algunos de ellos.

A continuación se presenta la tabla resumen de clasificación para cada grado y defecto indicado.



Cuadro N°9. Calidad de Trozas (Guerra et al. 2011b).

Defectos		D	C	B	A
Daño de insectos		Admite	No Admite	No Admite	No Admite
Abultamientos		Admite	No Admite	No Admite	No Admite
Cáncer		Admite	No Admite	No Admite	No Admite
Pudrición		> 30% y < 50%	< 30%	No Admite	No Admite
Rajaduras 2 cabeza		Max. 3; largo <80 cm ubicadas	Max. 1; <20 cm largo	No Admite	No Admite
Rajaduras 1 cabeza		En una o dos cabezas	Max. 2; <50 cm largo	Max 1; <30 cm Largo	No Admite
Manchas de hongos (en peor cabeza)		> 40%	< 40%	< 30%	No Admite
Curvatura	Trozas <2,5 m	Admite >25%	< 15% largo de troza	< 15% largo de troza	No Admite
	Trozas >2,5 m		> 25% largo de troza	> 25% largo de troza	
Abolladuras		Max. 8 <diam. 5 cm	Max. 6 <diam. 5 cm	Max. 1 <diam. 4 cm	Max. 1 <diam. 4 cm
		Max. 2 <diam 15 cm	Max. 2 <diam15 cm		
Muñones o nudos (diam. <10 cm)		Ilimitada	Max. 10	Max 4	Max 2, en línea longitudinal

Se analizaron 846 trozas con un volumen total equivalente de 250 m³. En base a estos datos

se obtuvieron las cifras que se entregan en forma gráfica en la Figura N° 24.

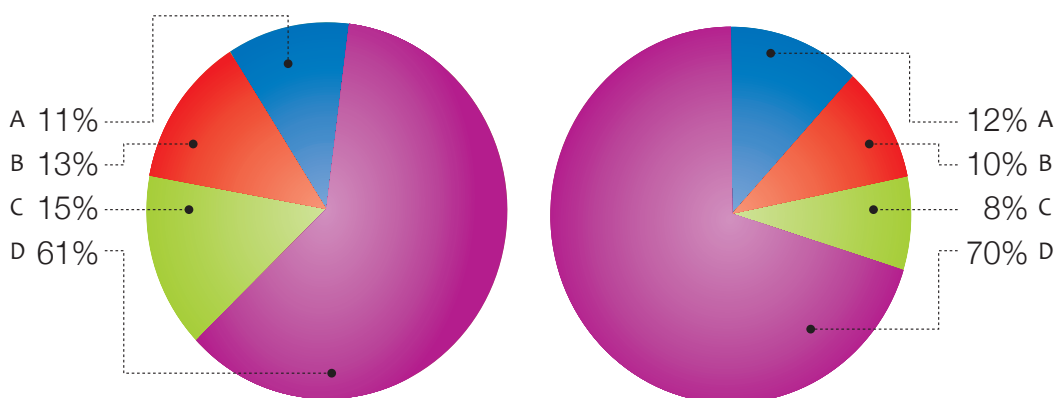


Figura N°24: Distribución de la Calidad de Trozas de Acuerdo al Número de Trozas (izq.) y el Volumen Correspondiente (der.).

Como se aprecia, el mayor porcentaje del número de trozas y del volumen de trozas se encuentra en la calidad D, que es la de menor

valor y que admite la mayor presencia de defectos.



Características del Estrato Dominante y Codominante

Las características promedio del estrato dominante y codominante en relación a las existencias totales se presentan por región en el Cuadro N° 10, donde se observa que en términos de volumen este estrato representa más del 80% del total de la hectárea, siendo más alto en la región de Los Ríos.

Cuadro N°10 . Volumen, Área Basal y Número de Árboles del Estrato Dominante y Codominante por Región

Región	Características	Todos	Estrato Dominante y Codominante	Participación en Relación al Total (%)
Bio-Bio	Volumen (m³ssc/ha)	149,51	120,43	81
	Área Basal (m²/ha)	19,41	13,73	71
	Número de árboles (/ha)	654,24	315,18	48
Araucanía	Volumen (m³ssc/ha)	204,21	169,27	83
	Área Basal (m²/ha)	23,63	18,80	80
	Número de árboles (/ha)	584,59	377,47	65
Los Ríos	Volumen (m³ssc/ha)	261,30	230,18	88
	Área Basal (m²/ha)	26,70	21,15	79
	Número de árboles (arb/ha)	532,77	299,20	56

En términos del área basal, es el estrato dominante y codominante el que acumula también, cerca del 80% del total, siendo ligeramente inferior en Bio-Bio. Sin embargo, en número de árboles, aunque se observan diferencias entre las regiones, los árboles de este estrato son un poco más de la mitad del total de árboles.

Otro aspecto interesante es la composición de especies en dicho estrato, la Figura 25 muestra la participación de las especies del género *Nothofagus*, por región y para las variables de volumen, área basal y número de árboles. En el estrato dominante la dominancia está dada por las especies del género *Nothofagus*, y a medida que se avanza de norte a sur la participación de otras especies en este dosel aumenta, lo que se observa más claramente en la región de Los Ríos, donde los *Nothofagus* no alcanzan a llegar al 70% del total en cada variable.

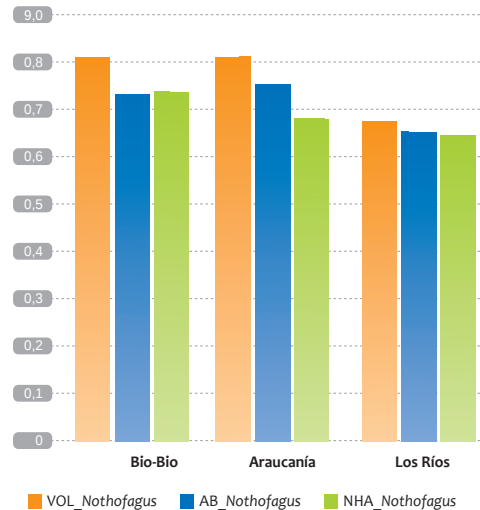


Figura N°25: Participación de las Especies de *Nothofagus* en el Estrato Dominante-Codominante

Referencias

Avilés B., Henle H.J., 1994. Caracterización y Clasificación de las especies *Nothofagus alpina* (Poepp et Endl) Oerstedt, *Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerstedt y *Nothofagus dombeyi* (Mirbel) Oerstedt de la Hacienda Jauja IX Región. Ciencia e Investigación Forestal 8 (1): 40-85 p.

CONAF- CONAMA - BIRF, 1999. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. CONAF/CONAMA/BIRF.

Donoso, P.; Donoso, C.; Sandoval, V., 1993. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*) en su rango de distribución natural. Bosque 14 (2): 37 - 55.

Echeverría, C., 2000. Determinación de zonas de crecimiento de renovales de Roble-Raulí en las provincias de Cautín y Valdivia y su aplicación en el desarrollo de modelos de crecimiento. Tesis Mag. En Cs, Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs Forestales. 106 p.

Guerra, E.; Navarro, C.; Celis, F. y Souter, R., 2011a. Manual N° 1. Clasificación de árboles en pie. Maderas - Especies Latifoladas. Universidad Católica de Temuco.

Guerra, E.; Navarro, C.; Celis, F. y Souter, R. 2011b. Manual N° 2. Clasificación de trozas. Maderas - Especies Latifoladas. Universidad Católica de Temuco.

Husch, B.; Beer, T. y Kershaw, J., 1982. Forest Mensuration. Fourth Edition. Ed. Wiley. 447 p.

INFOR, 2009. Inventario de los Ecosistemas Forestales. Manual de Operaciones en Terreno. Manual N°40. Instituto Forestal, Chile.

Ortega, A.; Gezan, S., 1998. Cuantificación de crecimiento y proyección de calidad en *Nothofagus*. Una nueva herramienta al servicio del bosque nativo Rev. Chile Forestal, 270:42-44.

Schlatter, J.; Gerding, V. y Adriaola, J., 1995. Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a la X Región. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 93 p.

Schlatter, J.; Gerding, V. y Adriaola, J., 1997. Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a la X Región. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 81 p.

Thiers, O., 2004. Roble (*Nothofagus obliqua*) Sekundarwalder in Zentral und Südchile: Bestimmung der für die Bestandesproduktivität wichtigen Standortsfaktoren. Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen N° 42. 170 pp.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LOS RENOVALES DE ROBLE-RAULI-COIGÜE

REGIONES DEL BÍO-BÍO A LOS RÍOS

