



El bosque nativo en Chile

RESULTADOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL
PERÍODO 2001-2015



INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397 Ñuñoa, Santiago, Chile

F. 223667115

www.infor.cl

ISBN versión impresa: 978-956-318-189-0

ISBN versión digital: 978-956-318-190-6

Registro Propiedad Intelectual N° 2021-A-3445

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

Carlos Bahamóndez, Rodrigo Sagardía y Joceline Rose, 2020. El bosque nativo en Chile - Resultados del Inventario Forestal Nacional Período 2001-2015. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico.

Edición y diseño: **Recrea** Servicios editoriales y educativos Ltda.

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación fueron obtenidas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación. Autor de las fotografías: Cristián Aguirre.

El bosque nativo en Chile

RESULTADOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL
PERÍODO 2001-2015

CARLOS BAHAMÓNDEZ
RODRIGO SAGARDÍA
JOCELINE ROSE





PRESENTACIÓN

Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo Instituto Forestal

Los bosques nativos en Chile cubren una superficie de 14,1 millones de hectáreas. Se ubican de la Región de Coquimbo a Magallanes, es decir, abarcan el 18,6 % de nuestro territorio y contienen formaciones xerofíticas (en centro-norte), bosques mediterráneos (en zona central) y bosques templados (en el sur).

Los bosques templados de nuestro país se caracterizan por ser uno de los pocos grandes remanentes del mundo que están aún relativamente inalterados. Tanto es así, que Chile posee casi un tercio de este tipo de bosques, lo que, dicho de otra manera, significa que en nuestro territorio encontramos prácticamente cada tipo de bosque templado propio del hemisferio sur.

Los bosques nativos tienen gran importancia por su valor ecológico, económico y cultural. Ellos son capaces de almacenar cantidades significativas de carbono, de controlar inundaciones, de purificar el agua, de permitir los ciclos de nutrientes y de abastecernos con madera y otros productos. Sumado a esto, contienen una gran variedad de especies que proporcionan el material genético para nuevos y valiosos productos, así como una base para la resiliencia a los cambios provocados por los sistemas naturales que se dan en el tiempo.

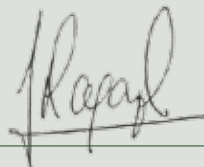


Pero también están sujetos a cambios debido a acciones antropogénicas que ejercen presión sobre los ecosistemas boscosos nativos en los distintos territorios, las que producen deforestación y degradación de los bosques, extracción de madera sin criterios de sustentabilidad y cambios en el uso del suelo, entre otros. Además, un factor de presión adicional para los ecosistemas forestales nativos está representado por el cambio climático.

En este contexto, y con el objetivo de enfrentar las amenazas, el Inventario Forestal Nacional entrega información sobre el estado y evolución del bosque nativo que sirve de apoyo para la toma de decisiones de las instituciones públicas vinculadas al tema forestal, al medioambiente y a la planificación territorial en torno a su manejo, además de cubrir las necesidades de datos e información asociados a los diversos procesos internacionales que monitorean las acciones de los países hacia un desarrollo sustentable.

El Inventario Forestal Nacional es una iniciativa única en su género del Ministerio de Agricultura a través del diseño, implementación y operación del Instituto Forestal (INFOR) desde el año 2001.

En este documento se entrega un análisis de datos resúmenes del Inventario Forestal Nacional del período de levantamiento del año 2001 al 2015, lo que permite describir el estado y condición de los recursos comprendidos en los bosques nativos de las regiones de Coquimbo a Magallanes.



Fernando Raga Castellanos

Director Ejecutivo

Instituto Forestal



ÍNDICE

Historia del Inventario Forestal Nacional	12
Existencias de madera en los bosques nativos del país	15
Existencias netas de madera y productos asociados	18
Existencias medias por tipo forestal	19
Sanidad y forma de los árboles	22
Intervención	24
Regeneración	26
Regeneración y manejo	28
Regeneración por tipo forestal	30
Tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.....	30
Tipo forestal Araucaria.....	32
Tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa.....	33
Tipo forestal Siempreverde.....	35
Tipo forestal Alerce.....	36
Tipo forestal Coihue de Magallanes	37
Tipo forestal Lenga.....	37
Crecimiento.....	38
Suelo.....	40
Acidez del suelo	40
Textura del suelo	41
Textura de suelo y crecimiento anual.....	44
Textura de suelo y crecimiento anual por tipo forestal.....	45
Carbono.....	46
Balance entre cortas y crecimiento.....	48
Diseño de muestreo del Inventario Forestal Nacional.....	50
Muestra de individuos	52
Muestra de parcela.....	54
Muestras a nivel del conglomerado.....	55
Referencias	57



Índice Figuras

Figura 1: Rendimientos medios regionales en metros cúbicos sólidos sin corteza por hectárea ($\text{m}^3\text{ssc/ha}$)	15
Figura 2: Distribución geográfica de las existencias regionales en millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc) y metros cúbicos por hectárea (m^3/ha)	16
Figura 3: Proporción de existencias de madera por región	16
Figura 4: Distribución de crecimientos anuales por región	17
Figura 5: Crecimiento anual periódico por región	17
Figura 6: Distribución de existencias netas por región en millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc)	18
Figura 7: Distribución regional de la oferta de madera de valor (buena calidad y con diámetros mayores de 25 cm)	18
Figura 8: Distribución de las causas de daño más evidentes en árboles muestreados por el inventario	23
Figura 9: Distribución de los tipos de manejo al año 2010	25
Figura 10: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Esclerófilo	26
Figura 11: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue	26
Figura 12: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Araucaria	26
Figura 13: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa	26
Figura 14: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Siempreverde	27
Figura 15: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Alerce	27
Figura 16: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Coihue de Magallanes	27

Figura 17: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Lenga	27
Figura 18: Regeneración e intensidades de manejo forestal	28
Figura 19: Crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue	39
Figura 20: Crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa	39
Figura 21: Crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) del tipo forestal Siempreverde	39
Figura 22: Crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) del tipo forestal Lenga	39
Figura 23: Reacción del suelo por tipo forestal	40
Figura 24: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas a las unidades de muestreo	41
Figura 25: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue	42
Figura 26: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Araucaria	42
Figura 27: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa	42
Figura 28: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Siempreverde	42
Figura 29: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Alerce	43
Figura 30: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Coihue de Magallanes	43
Figura 31: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Lenga	43
Figura 32: Tasas de crecimiento frente a la textura del suelo	44



Figura 33: Tasas de crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) según textura del suelo para el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue	45
Figura 34: Tasas de crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) según textura del suelo para el tipo forestal Siempreverde	45
Figura 35: Distribución regional de $\text{CO}_2\text{-eq}$ comprendido en los bosques	46
Figura 36: Distribución de capturas anuales regionales de $\text{CO}_2\text{-eq}$	47
Figura 37: Distribución de puntos de muestra sobre la malla cuadrangular de 5 x 7 km (izquierda arriba) y distribución de las tres parcelas circulares asociadas a un punto de muestra	51
Figura 38: Parcela circular concéntrica de área equivalente	52
Figura 39: Muestras de regeneración y vegetación	54
Figura 40: Transectos de residuos leñosos y mortalidad	54

Tabla 1: Caracterización de existencias para los tipos forestales Esclerófilo, Ciprés de la Cordillera, Roble-Raulí-Coihue	20
Tabla 2: Caracterización de existencias para los tipos forestales Araucaria, Coihue-Raulí-Tepa y Siempreverde	20
Tabla 3: Caracterización de existencias para los tipos forestales Alerce, Coihue de Magallanes y Lenga	21
Tabla 4: Composición promedio de especies del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue estrato IV bajo manejo fuerte y sin manejo forestal ...	31
Tabla 5: Composición promedio de especies del tipo forestal Araucaria todos los estratos y sin manejo forestal	32
Tabla 6: Composición promedio de especies del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa estrato IV	33
Tabla 7: Composición promedio de especies del tipo forestal Siempreverde estrato IV bajo manejo fuerte y sin manejo forestal	35
Tabla 8: Composición promedio de especies del tipo forestal Alerce todos los estratos	36
Tabla 9: Composición promedio de especies del tipo forestal Coihue de Magallanes estrato IV sin manejo	37
Tabla 10: Composición promedio de especies del tipo forestal Lenga, estrato IV	37
Tabla 11: Crecimientos anuales periódicos en metros cúbicos por hectárea según tipo forestal	38
 Cuadro 1: Existencias medias e incremento fustal anual periódico de tCO ₂ -eq por hectárea y por región	47
Cuadro 2: Evolución del sector forestal en miles de m ³ (1990 a 2015)	49



HISTORIA DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

Nuestro país ha experimentado intentos de aplicación de inventarios permanentes de sus bosques desde la década de 1980. Un importante esfuerzo pionero en este tema lo dio la Corporación de Fomento de la Producción en 1944-45 al financiar, en cooperación con el Forest Service del USDA de Estados Unidos, el “Forest resources of Chile, as a base for industrial expansion”, más conocido como la “Misión Haig”. Este inventario fue el primero en utilizar material fotográfico aéreo en este tipo de actividad. Sus resultados arrojaron cifras correspondientes a 16 millones de hectáreas de superficies de bosques nativos en Chile. Lamentablemente, esta iniciativa no fue objeto de seguimiento en el sentido de mantener el inventario en el tiempo y permitir bajo un esquema de inventario continuo el monitoreo del recurso y sus tendencias. Como resultado de esto, el recurso bosque fue degradado y sobreexplotado, sin que necesariamente la comunidad nacional se percatara de ello, lo que produjo daños, en la calidad y en su estructura que hoy día vemos en nuestros bosques.

En 1980, F. Cox y otros proponen un esquema de inventario continuo para los bosques nativos chilenos basado en un sistema de dos fases



sobre una malla sistemática, con unidades muestrales rectangulares de 20 x 50 m, dispuestas en el sentido de norte a sur (en su lado más largo) y separadas por 20 m entre sus extremos.

Esta iniciativa fue financiada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en su etapa de propuesta, pero nunca fue implementada.

Entre los años 1991 y 1995, el Instituto Forestal (INFOR) postula a fondos concursables para realizar un inventario de bosque nativo orientado a proveer información para el manejo forestal, sin lograr financiamiento. Finalmente, en el año 2001, el Instituto consigue implementar el proyecto “Caracterización productiva de los recursos forestales nativos de las regiones IX y X”, el cual define el diseño muestral del Inventario Forestal Nacional (IFN) de hoy.

Desde el año 2005, el IFN es financiado por el Ministerio de Agricultura. Gracias a ello se completó el primer ciclo de mediciones (línea base) para el período 2001-2010, que alcanzó a cubrir 9,38 millones de hectáreas de bosques nativos comprendidos de las regiones de Coquimbo a Magallanes. En años posteriores, hasta el 2015, se abarcó todo el país.





EXISTENCIAS DE MADERA EN LOS BOSQUES NATIVOS DEL PAÍS

Al año 2015, los bosques nativos de Chile ocupaban una superficie total de 14,1 millones de hectáreas, las que representan un total nacional de presencia de madera bruta en pie, en los bosques nativos, de 3.486 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3 ssc).

Las existencias regionales, que son fuertemente influidas latitudinalmente, las conocemos por la observación detallada y nos muestran rendimientos y existencias brutas de madera en pie acordes a la distribución geográfica. Es así como las regiones de mejor desempeño y potencial en términos de crecimiento y existencia de madera corresponden a aquellas de la zona centro-sur del país, con un *peak* de potencial entre las regiones de La Araucanía a Los Lagos.

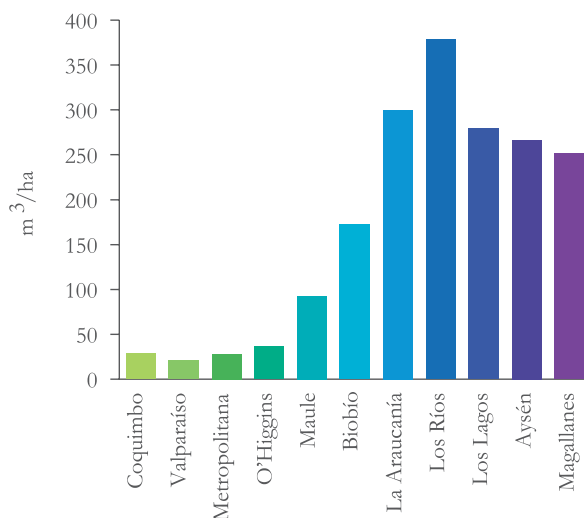


Figura 1: Rendimientos medios regionales en metros cúbicos sólidos sin corteza por hectárea (m^3 ssc/ha).

De los 3.486 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc) disponibles en el país, el 87% se concentra en las regiones comprendidas entre Los Ríos y Magallanes.

Desde la Región de Los Ríos hasta la de Magallanes se concentra el 87% de las existencias de madera en pie.

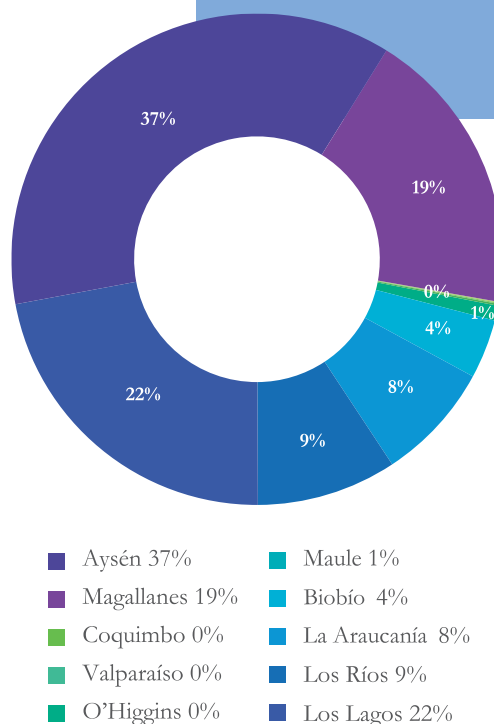
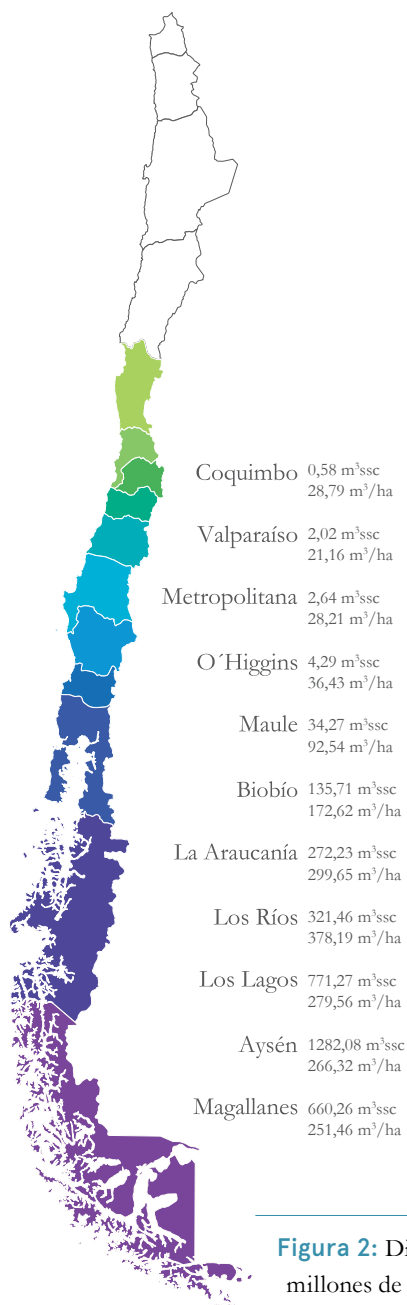


Figura 3: Proporción de existencias de madera por región.

El crecimiento acumulado a nivel nacional (todas las regiones) alcanza los 82,56 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc) fustales.

Figura 2: Distribución geográfica de las existencias regionales en millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc) y metros cúbicos por hectárea (m^3/ha).

El detalle de los crecimientos anuales a nivel de regiones se describe en la Figura 4 a continuación.

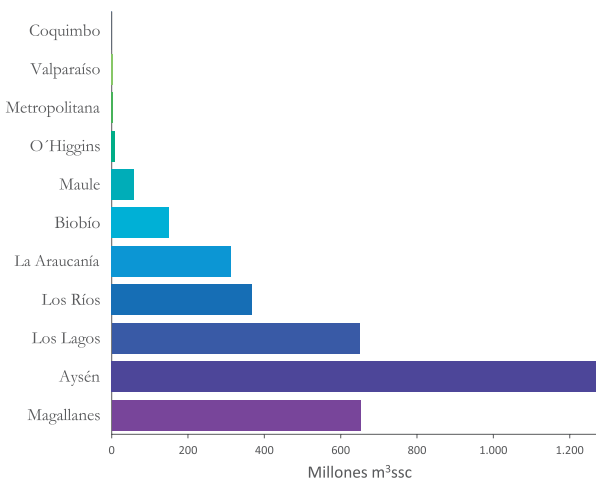


Figura 4: Distribución de crecimientos anuales por región.

En la Figura 1 se describen los rendimientos medios por hectárea.

A objeto de evitar el efecto provocado por las superficies regionales, la Figura 5 describe la productividad de cada región en términos de su tasa anual periódica.

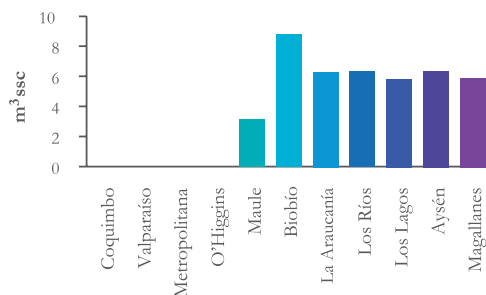


Figura 5: Crecimiento anual periódico por región

Las cifras descritas en las figuras anteriores provienen y dependen de la cantidad y distribución de las unidades muestrales del inventario, ubicadas en bosque nativo, y definidas en cada año de medición. Así, es posible que algunas regiones quedan con muestras poco representativas, lo que provoca estimaciones menos precisas, como es el caso de las regiones del Maule y Biobío. La metodología del muestreo del inventario está descrita en la sección denominada “Diseño de muestreo del Inventario Forestal Nacional” en la página 50.



EXISTENCIAS NETAS DE MADERA Y PRODUCTOS ASOCIADOS

Los productos de valor (diámetro > 25 cm y de buena calidad sanitaria y de forma) no superan el 8 % de las existencias netas en el país, y los disponibles contabilizan 2.482 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3 ssc) al año 2015, donde 206,3 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3 ssc) corresponden a diámetros mayores de 25 cm y de buena calidad sanitaria y de forma.

La Figura 6 detalla la distribución de las existencias netas a nivel de regiones.

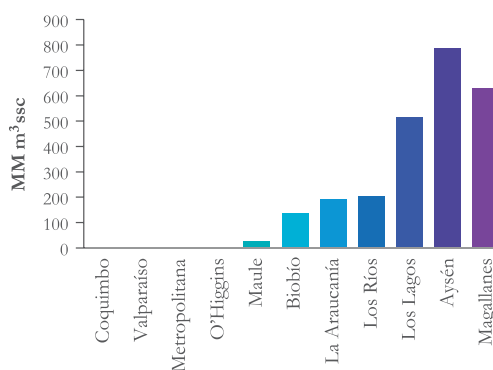


Figura 6: Distribución de existencias netas por región en millones de metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3 ssc).

Respecto a la oferta de madera de valor, es decir, madera de buena calidad y con diámetros mayores de 25 cm, su distribución regional se describe en Figura 7.

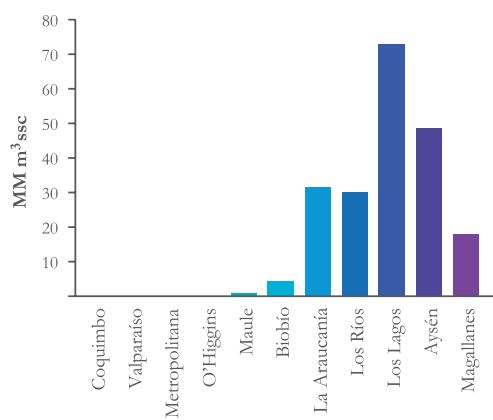


Figura 7: Distribución regional de la oferta de madera de valor (buena calidad y con diámetros mayores de 25 cm).



EXISTENCIAS MEDIAS POR TIPO FORESTAL

En el marco del Inventario Forestal Nacional se levantan una serie de variables que permiten detallar, a nivel nacional, las existencias medias por tipo forestal. Estas son:

- » Crecimiento anual en metros cúbicos sólidos sin corteza por hectárea ($\text{m}^3\text{ssc}/\text{ha}/\text{año}$).
- » Volumen en metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc).
- » Área basal (m^2).
- » Número de árboles por hectárea (N/ha).
- » Volumen neto y volumen neto pulpable en metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3ssc).
- » Volumen productivo en metros cúbicos sólidos sin corteza para madera con un diámetro mayor de 25 cm.



Las tablas siguientes, generadas por el “Catastro Nacional de usos de la tierra y de las formaciones vegetales” de la Corporación Nacional Forestal (Conaf), describen los valores medios nacionales de existencias ponderadas por superficie.

Tabla 1: Caracterización de existencias para los tipos forestales Esclerófilo, Ciprés de la Cordillera y Roble-Raulí-Coihue.

VARIABLE	ESCLERÓFILO	CIPRÉS DE LA CORDILLERA	ROBLE-RAULÍ-COIHUE
Crecimiento m ³ ssc/ha/año	0, 74	5, 51	7, 09
Volumen m ³ ssc	19, 44	174, 66	201, 47
Área Basal m ²	3, 98	19, 14	26, 59
N/ha	404, 50	331, 84	750, 16
Vol. Neto m ³ ssc	13, 56	174, 40	156, 05
Vol. Neto Pulp m ³ ssc	13, 56	174, 40	138, 12
Vol. Prod (D > 25 cm) m ³ ssc	—	—	18, 20

Tabla 2: Caracterización de existencias para los tipos forestales Araucaria, Coihue-Raulí-Tepa y Siempreverde.

VARIABLE	ARAUCARIA	COIHUE-RAULÍ-TEPA	SIEMPREVERDE
Crecimiento m ³ ssc/ha/año	5, 12	5, 49	5, 82
Volumen m ³ ssc	539, 71	440, 41	415, 77
Área Basal m ²	48, 61	52, 17	48, 15
N/ha	355, 98	580, 87	584, 61
Vol. Neto m ³ ssc	384, 11	260, 75	313, 77
Vol. Neto Pulp m ³ ssc	317, 58	247, 45	302, 34
Vol. Prod (D > 25 cm) m ³ ssc	78, 92	14, 74	13, 18



Tabla 3: Caracterización de existencias para los tipos forestales Alerce, Coihue de Magallanes y Lenga.

VARIABLE	ALERCE	COIHUE DE MAGALLANES	LENGA
Crecimiento m ³ ssc/ha/año	–	3,69	5,87
Volumen m ³ ssc	394,79	53,29	223,84
Área Basal m ²	59,58	8,32	29,05
N/ha	1 396,50	409,7	554,16
Vol. Neto m ³ ssc	349,68	52,99	48,31
Vol. Neto Pulp m ³ ssc	316,71	–	47,98
Vol. Prod (D > 25 cm) m ³ ssc	45,66	–	24,05



SANIDAD Y FORMA DE LOS ÁRBOLES

Del 100 % de los árboles muestreados por el Inventario Forestal Nacional, el 72,3 % no presentaron evidencias de daño sanitario ni deficiencia de forma. En cambio, del 27,7 % restante, el 35,7 % sí tenían problemas sanitarios y el 64,3 % mala forma o daños físicos.

El estado sanitario de los árboles y su forma pueden ser o no un aspecto importante de disminución de material leñoso, lo que genera una merma en biomasa disponible dentro de la oferta anual en el país.

En efecto, un total de 1.004 millones de m³ssc de biomasa fustal es un material inútil debido a la acción de agentes que desclasifican la madera. Esta magnitud de baja o nula productividad de madera equivale a 12 años de crecimiento acumulado y empobrecido por falta de manejo o por intervenciones no sustentables de los bosques.



La Figura 8 muestra las causas más evidentes, y su distribución, de los problemas de sanidad y deficiencia de forma que tienen los árboles muestreados por el inventario

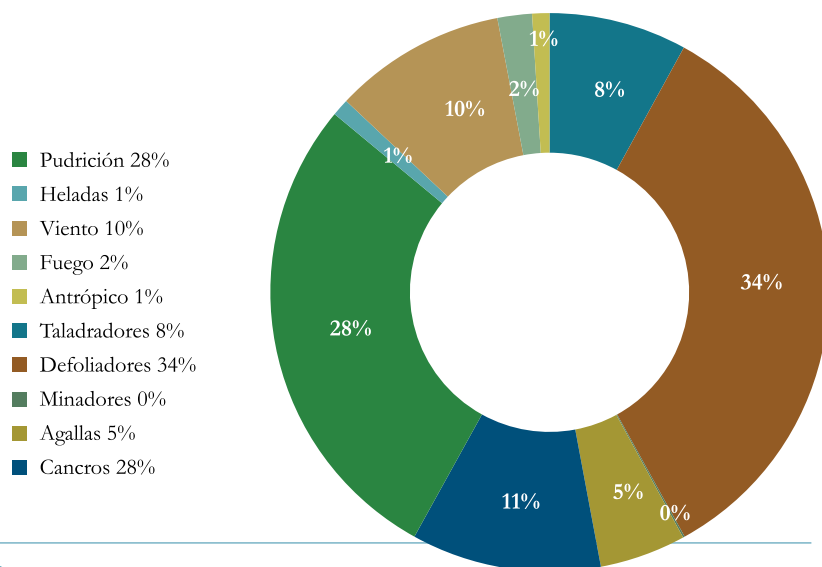


Figura 8: Distribución de las causas de daño más evidentes en árboles muestreados por el inventario.



De los daños que afectan a los árboles, la pudrición y defoliación son los más relevantes, ya que alcanzan el 62%.



INTERVENCIÓN

El Inventario Forestal Nacional también levanta información sobre evidencias visibles de intervenciones en los bosques muestreados con el objetivo de poder vincular su estado actual y desarrollo futuro con el tipo y la intensidad de las intervenciones observadas.

Los tipos de intervenciones descritos hacen referencia a bosques con manejo formal o informal y a aquellos con presencia de agentes dañinos o que constituyen un vector de estos agentes, principalmente ganado.

Los bosques muestreados presentan evidencia de manejo forestal vía cortas intermedias, es decir, cosechas de árboles antes de alcanzar su estado de madurez, clasificado mediante las categorías de manejo fuerte ($> 75\%$ del número de árboles), moderado (entre el 50 y el 75 % del número de árboles) y ligero ($< 50\%$ del número de árboles).



Del total de la muestra disponible, un 33,2 % exhibe indicios de manejo y un 65,8 % no tiene evidencias visibles de intervención extractiva formal o informal.

La Figura 9 describe la distribución porcentual de las intensidades de manejo presentes en los bosques nativos del país en el año 2010.

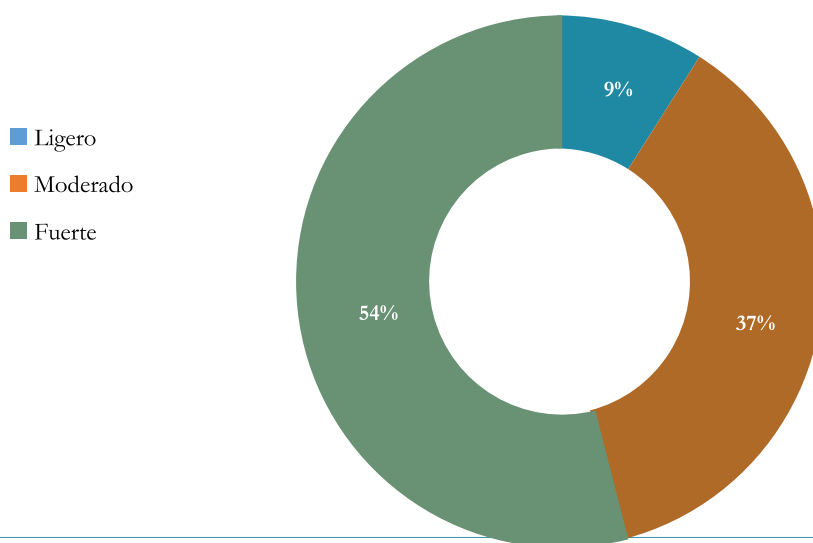


Figura 9: Distribución de los tipos de manejo al año 2010.

En lo relativo a la presencia de ganado, predominantemente bovino en los bosques, el 40,1 % de la muestra presenta evidencias de algún tipo de ganado, el 17,3%, una evidencia conjunta de manejo forestal y ganado y el 10,8 %, evidencias de ganado en combinación con una intensidad de manejo fuerte.

REGENERACIÓN

La regeneración de los bosques nativos es un aspecto clave para considerar desde el punto de vista de la estabilidad del ecosistema, disponibilidad de productos y sus proyecciones futuras, biodiversidad y degradación. El Inventario Forestal Nacional considera 4 estratos de clasificación para la regeneración, los que se describen en la tabla a continuación:

ESTRATO	ALTURA DE LA PLÁNTULA (M)
I	$\geq 0 - 0,5$
II	$\geq 0,51 - 1,0$
III	$\geq 1,01 - 1,3$
IV	$\geq 1,3$ y DAP $< 4,0$

Las figuras 10 a 17 describen la regeneración distribuida en los distintos estratos por tipo forestal.

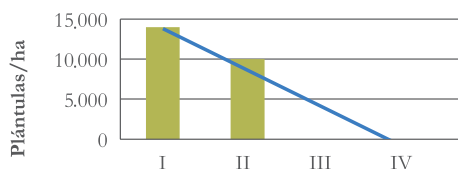


Figura 10: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Esclerófilo.

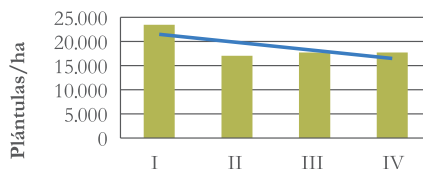


Figura 11: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.

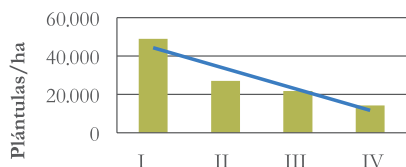


Figura 12: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Araucaria.

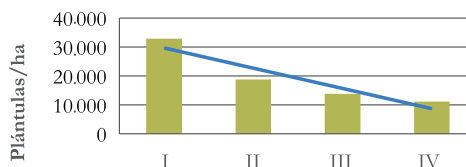


Figura 13: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa.

Los tipos forestales más afectados en su regeneración corresponden al tipo forestal Esclerófilo, y en menor grado son el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde y Coihue de Magallanes.

De los tipos forestales descritos, el Alerce, Araucaria, Lenga y Coihue-Raulí-Tepa muestran la tendencia inversa monotónica de frecuencias esperable para los distintos estratos, es decir, un alto número de individuos jóvenes en el estrato I, que va disminuyendo con la edad y estrato por estrato. En contraste, el tipo forestal Esclerófilo presenta los dos estratos finales vacíos, lo que indica que este tipo forestal no puede o no ha logrado consolidar su regeneración hacia un bosque futuro en el período en referencia (2001-2015).

Por otra parte, los tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde y Coihue de Magallanes esbozan una merma en la frecuencia de los estratos I y II denotada por el grado de la pendiente de la curva de tendencias. Esto podría señalar poco éxito en la regeneración natural en etapas iniciales debido a causas antrópicas o carencia de condiciones ambientales favorables ocurridas en el período de observación.

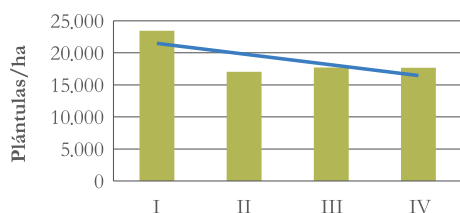


Figura 14: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Siempreverde.

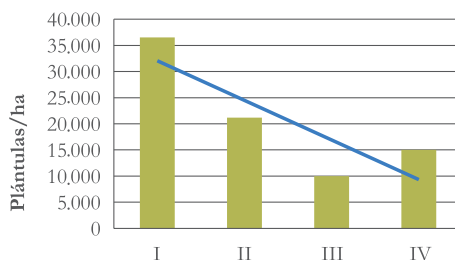


Figura 15: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Alerce.

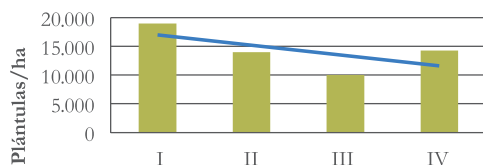


Figura 16: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Coihue de Magallanes.

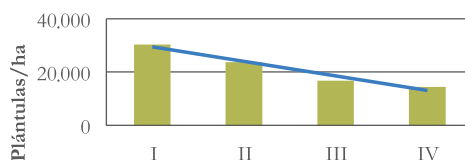


Figura 17: Regeneración, distribución de frecuencias por estrato del tipo forestal Lenga.



REGENERACIÓN Y MANEJO

Las intervenciones de manejo forestal tienen un efecto directo en el estado de la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas.

De la distribución de los tipos de manejo descritas en la Figura 18, es importante considerar, aparte de las frecuencias detalladas, la composición de especies asociadas a cada estrato de regeneración. Adicionalmente, resulta de interés también estimar la condición de intervención que enseña el bosque y, de esta forma, reconocer el impacto de las intervenciones de manejo en la recuperación de las formaciones boscosas.

A continuación se detalla el comportamiento de la regeneración frente a distintos grados de intervención del bosque.

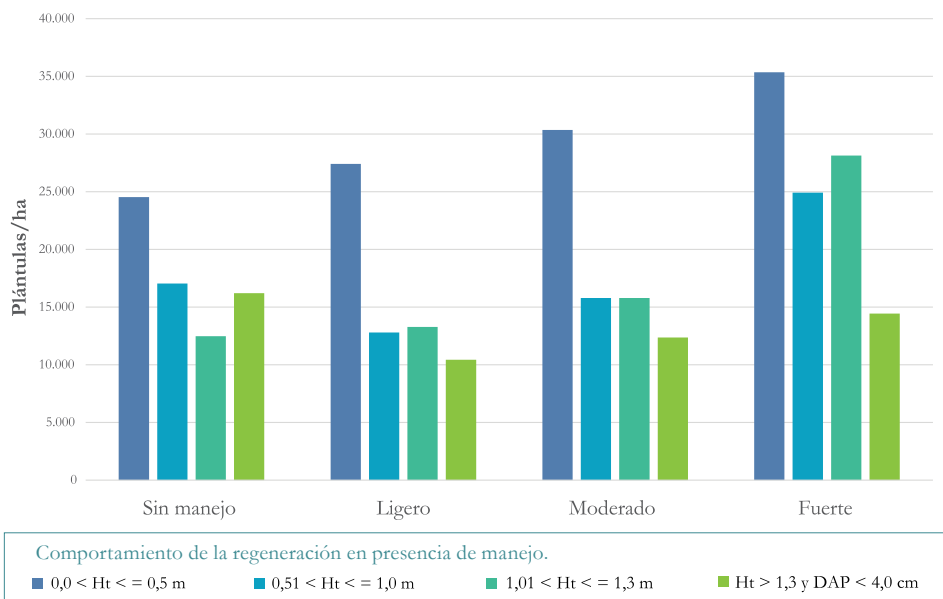


Figura 18: Regeneración e intensidades de manejo forestal.

De la observación de la Figura 18 se destaca el efecto de la intervención del bosque en el establecimiento de la regeneración frente a distintas intensidades de manejo. Efectivamente, los datos revelan que mientras mayor es el grado de intensidad de la intervención, más efectivo resulta el establecimiento de la regeneración.

Desde la perspectiva de la composición de especies, es relevante examinarlas en el estrato IV (Altura $\geq 1,3$ m y DAP $< 4,0$ cm), que representa el inicio de un bosque futuro, el que es resultante de un largo proceso natural de competencia por recursos del sitio.



Tipo forestal Roble-Raulí-Coihue

En términos medios, los bosques manejados con intensidad fuerte de Roble-Raulí-Coihue presentan una riqueza de especies baja, con un conjunto total de 9 especies.

De este total, el 11,3 % de las plántulas corresponde en promedio a las especies Roble (*Nothofagus obliqua*) y Raulí (*Nothofagus alpina*), correspondiendo el 88,7 % restantes a especies de hábito arbustivo o especies de bajo interés maderero, pero que forman parte de los ecosistemas nativos y de su dinámica natural.

La Tabla 4 describe la composición promedio de especies para el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue en su estrato IV con un manejo fuerte y sin manejo forestal.



Tabla 4: Composición promedio de especies del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue estrato IV con manejo fuerte y sin manejo forestal.

ESPECIE	PRESENCIA EN PORCENTAJE	
	MANEJO FUERTE	SIN MANEJO
<i>A. Lanceolata o A. Integrifolia</i>	0	1, 11
<i>Amomyrtus luma</i>	25, 35	1, 47
<i>Amomyrtus meli</i>	0	1, 11
<i>Aristotelia chilensis</i>	7, 04	3, 32
<i>Caldcluvia paniculata</i>	0	1, 11
<i>Chusquea quila</i>	0	44, 24
<i>Dasyphyllum diacantoides</i>	16, 90	0
<i>Drymis winterii</i>	0	2, 49
<i>Embothrium coccineum</i>	0	1, 11
<i>Eucryphia cordifolia</i>	0	2, 21
<i>Gevuina avellana</i>	0	1, 97
<i>Laurelia philippiana</i>	0	1, 66
<i>Laurelia sempervirens</i>	0	1, 11
<i>Lomatia dentata</i>	0	1, 51
<i>Lomatia hirsuta</i>	11, 27	0
<i>Luma apiculata</i>	5, 63	1, 26
<i>Myrceugenia stenophylla</i>	0	2, 21
<i>Nothofagus alpina</i>	5, 63	0
<i>Nothofagus dombeyi</i>	5, 63	1, 38
<i>Nothofagus obliqua</i>	0	1, 94
<i>Ovidia pillopillo</i>	0	11, 06
<i>Oxalis mallobolba</i>	0	1, 11
<i>Persea lingue</i>	0	1, 47
<i>Peumus boldo</i>	0	1, 11
<i>Podocarpus nubigena</i>	0	1, 11
<i>Podocarpus saligna</i>	0	1, 66
<i>Pseudopanax laetevirens</i>	11, 27	2, 21
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	11, 27	1, 11
<i>Saxcegothaea conspicua</i>	0	1, 11
<i>Sophora microphylla</i>	0	1, 11
<i>Ugni candollei</i>	0	2, 21
<i>Weinmannia trichosperma</i>	0	2, 21
<i>Sin información</i>	0	0, 12

La composición promedio de especies para el tipo forestal Roble-



Raulí-Coihue en su estrato IV sin manejo, presenta una alta diversidad de especies y resulta 3,5 veces mayor que aquella para el mismo caso, pero con manejo fuerte.

Los niveles de regeneración son más elevados en bosques con manejo.

En los bosques de Roble-Raulí-Coihue sin manejo forestal, solo el 3,4 % de la composición de especies en la regeneración es explicada por especies del género *Nothofagus*. Importante en esta configuración resulta la presencia del género *Chusquea* en un elevado porcentaje (44,24 %).

En términos absolutos, la cantidad de plántulas disponibles en situaciones con manejo corresponden a un total de 1.977 plántulas/ha del género *Nothofagus* a 15.522 plántulas/ha de otras especies. En condiciones sin manejo, la cantidad de plántulas disponibles del género *Nothofagus* se estima en un total de 595 plántulas/ha en 16.905 plántulas/ha de otras especies.

Tipo forestal Araucaria

Los bosques del tipo forestal Araucaria, en lo referente a regeneración, se describen en la Tabla 5 a continuación para todos los estratos y sin manejo forestal.

Tabla 5: Composición promedio de especies del tipo forestal Araucaria todos los estratos y sin manejo forestal.

ESPECIE	PORCENTAJE
<i>Araucaria araucana</i>	17, 76
<i>Drymis andina</i>	15, 54
<i>Drymis winterii</i>	20, 84
<i>Embothrium coccineum</i>	13, 32
<i>Lomatia dentata</i>	3, 55
<i>Nothofagus antarctica</i>	7, 10
<i>Nothofagus dombeyii</i>	7, 99
<i>Nothofagus pumilio</i>	13, 89

Del 17,76 % de regeneración atribuible a la especie *Araucaria araucana*,

cerca del 60 % se concentra en el estrato I y el resto comprende los estratos II y III. Llama la atención que esta especie no presenta regeneración en el estrato IV, que corresponde a los individuos de la especie que ya han logrado establecerse y con ello representan el bosque futuro en esta especie.

Tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa

En relación con los bosques del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, la composición de especies que comprenden la regeneración en el estrato IV bajo manejo fuerte y sin manejo forestal, se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6: Composición promedio de especies del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa estrato IV con manejo fuerte y sin manejo forestal.

ESPECIE	PRESENCIA EN PORCENTAJE	
	MANEJO FUERTE	SIN MANEJO
<i>Aexotoxicum punctatum</i>	0	5,38
<i>Amomyrtus meli</i>	0	5,38
<i>Aristotelia chilensis</i>	21,43	14,34
<i>Caldecluvia paniculata</i>	0	5,38
<i>Crinodendron patagua</i>	0	5,38
<i>Dasyphyllum diacantoides</i>	21,43	5,38
<i>Drymis winterii</i>	0	5,38
<i>Eucryphia cordifolia</i>	0	10,76
<i>Gervina avellana</i>	0	5,38
<i>Laurelia philippiana</i>	0	7,68
<i>Luma apiculata</i>	0	5,38
<i>Myrceugenia exsucca</i>	0	13,44
<i>Nothofagus alpina</i>	21,43	0
<i>Nothofagus dombeyi</i>	14,29	5,38
<i>Pseudopanax laetevirens</i>	0	5,38
<i>Saxegothaea conspicua</i>	21,43	0

De forma similar a los otros tipos forestales, estas formaciones bajo



intervención fuerte muestran una baja riqueza de especies. No obstante, se debe considerar que este tipo forestal es, por su distribución geográfica, una formación típica en altitudes mayores a los 700 m s. n. m. y presentan, por sus propias características, baja riqueza de especies.

En consideración a lo anterior, los bosques de Coihue-Raulí-Tepa, para el caso de estrato IV sin manejo, muestran en su composición promedio de especies, como es esperable, una mayor riqueza, con presencia de especies características, como Ulmo (*Eucryphia cordiflora*), Coihue (*Nothofagus dombeyi*) y Tepa (*Laurelia philippiana*). En la composición de especies para bosques sin manejo destaca la ausencia de Raulí (*Nothofagus alpina*) en comparación con el caso de bosques bajo intervención fuerte.

La composición de especies es más diversa en bosques no manejados.

Tipo forestal Siempreverde



En relación con los bosques del tipo forestal Siempreverde, su situación bajo manejo fuerte y en el estrato IV se describe en la Tabla 7 a continuación:

Tabla 7: Composición promedio de especies del tipo forestal Siempreverde estrato IV bajo con manejo fuerte y sin manejo forestal.

ESPECIE	PRESENCIA EN PORCENTAJE	
	MANEJO FUERTE	SIN MANEJO
<i>Aexotoxicum punctatum</i>	0	3, 16
<i>Amomyrtus luma</i>	21, 15	5, 14
<i>Amomyrtus meli</i>	0	3, 49
<i>Aristotelia chilensis</i>	18, 13	3, 86
<i>Caldcluvia paniculata</i>	9, 06	6, 14
<i>Crinodendron patagua</i>	0	2, 46
<i>Dasyphyllum diacantoides</i>	0	4, 09
<i>Drymis winterii</i>	0	3, 19
<i>Embothrium coccineum</i>	0	2, 46
<i>Encryphia cordifolia</i>	9, 06	3, 44
<i>Gevuina avellana</i>	0	3, 07
<i>Laurelia philippiana</i>	0	3, 28
<i>Laurelia sempervirens</i>	0	4, 50
<i>Lomatia dentata</i>	0	4, 91
<i>Lomatia ferruginea</i>	0	3, 93
<i>Luma apiculata</i>	0	4, 02
<i>Myrceugenia exsucca</i>	0	5, 32
<i>Myrceugenia planipes</i>	0	3, 44
<i>Nothofagus dombeyi</i>	16, 31	4, 30
<i>Nothofagus nitida</i>	0	5, 73
<i>Podocarpus nubigena</i>	0	2, 46
<i>Podocarpus saligna</i>	0	2, 46
<i>Ovidia pillopillo</i>	9, 06	0
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	13, 60	5, 83
<i>Saxegothaea conspicua</i>	0	2, 46
<i>Tepualia stipularis</i>	0	6, 67
<i>Sin información</i>	3, 63	0, 20

De forma similar al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, la diversidad de especies del tipo forestal Siempreverde resulta ser baja en aquellos



bosques manejados, concentrando su presencia en especies arbóreas como Coihue (*Nothofagus dombeyi*) y Ulmo (*Eucryphia cordifolia*).

En el tipo forestal Siempreverde sin manejo forestal destacan las especies Coihue (*Nothofagus dombeyi*), Coihue de Chiloé (*Nothofagus nitida*), Tepa (*Laurelia philippiana*), Laurel (*Laurelia sempervirens*), Avellano (*Gevuina avellana*), Mañío de hoja punzante (*Podocarpus nubigena*), Mañío de hoja larga (*Podocarpus saligna*), Mañío de hoja corta (*Saxegothaea conspicua*), Canelo (*Drimys winterii*) y Tepú (*Tepualia stipularis*).

Tipo forestal Alerce

Los bosques del tipo forestal Alerce, en lo referente a regeneración, se describen para todos los estratos en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8: Composición promedio de especies del tipo forestal Alerce todos los estratos y sin manejo forestal.

ESPECIE	%
<i>Aextoxicum punctatum</i>	4,08
<i>Amomyrtus meli</i>	24,46
<i>Desfontainia spinosa</i>	16,30
<i>Drymis winterii</i>	5,43
<i>Fitzroya cupressoides</i>	4,08
<i>Lomatia ferruginea</i>	4,08
<i>Luma apiculata</i>	10,19
<i>Nothofagus dombeyi</i>	4,89
<i>Saxegothaea conspicua</i>	6,11
<i>Tepualia stipularis</i>	20,38

Se destaca que el tipo forestal Alerce se caracteriza por una alta diversidad de especies, correspondiendo el 4% de la regeneración a *Fitzroya cupressoides* (Alerce).

Tipo forestal Coihue de Magallanes

Los bosques del tipo forestal Coihue de Magallanes no evidencian intervención en ningún grado según la muestra disponible. Su situación en bosques sin intervención se describe en la Tabla 9. Llama la atención que la especie Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) no se encuentra en la regeneración de los bosques muestreados.

Tabla 9: Composición promedio de especies del tipo forestal Coihue de Magallanes estrato IV sin manejo forestal.

ESPECIE	PRESENCIA EN PORCENTAJE
<i>Aexotoxicum punctatum</i>	14,29
<i>Gervina avellana</i>	14,29
<i>Laurelia philippiana</i>	14,29
<i>Myrcengenia exsucca</i>	42,86
<i>Podocarpus saligna</i>	14,29

Tipo forestal Lenga

La composición de especies para la regeneración en el estrato IV de los bosques del tipo forestal Lenga bajo manejo fuerte y sin manejo forestal se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10: Composición promedio de especies del tipo forestal Lenga estrato IV con manejo fuerte y sin manejo forestal.

ESPECIE	PRESENCIA EN PORCENTAJE	
	MANEJO FUERTE	SIN MANEJO
<i>A. Lanceolata o A. Integrifolia</i>	0	12,50
<i>Aexotoxicum punctatum</i>	0	12,50
<i>Gervina avellana</i>	0	12,50
<i>Nothofagus antarctica</i>	60,00	50,00
<i>Nothofagus dombeyi</i>	0	12,50
<i>Weinmannia trichosperma</i>	40,00	0

En bosques del tipo forestal Lenga con un manejo fuerte, la regeneración en el estrato IV muestra solamente la presencia de dos especies: Lenga (*Nothofagus antarctica*) y Tíneo (*Weinmannia trichosperma*).



CRECIMIENTO

Uno de los atributos más relevantes en la planificación forestal corresponde a la información relacionada con los crecimientos. El Inventario Forestal Nacional entrega información de crecimientos de acuerdo con el análisis de los datos leídos a partir de tarugos extraídos en una submuestra de árboles elegidos por rango de diámetros dentro de cada unidad de muestreo. Así, el crecimiento reportado corresponde al crecimiento anual periódico (CAP) o también denominado incremento periódico anual (IPA) en rangos de 10 a 15 años.

No todos los tipos forestales, por su composición de especies, permiten una lectura de anillos, en especial aquellas especies de carácter tolerante a la sombra, debido a su crecimiento más lento, lo que se traduce en anillos de crecimiento delgados, poco visibles. Así, los crecimientos corrientes aquí reportados tienen una fuerte influencia de especies intolerantes a la sombra, en especial aquellas del género *Nothofagus*.

La Tabla 11 describe los CAP para cuatro tipos forestales, desglosados por clases de diámetro a la altura del pecho (DAP). En las figuras 19 a 22 se especifican estos datos en forma gráfica.

Tabla 11: Crecimientos anuales periódicos en metros cúbicos por hectárea según tipo forestal.

	ROBLE RAULÍ COIHUE	SIEMPREVERDE	COIHUE RAULÍ TEPA	LENGA
DAP(CM)	(M ³ /HA/AÑO)	(M ³ /HA/AÑO)	(M ³ /HA/AÑO)	(M ³ /HA/AÑO)
< 10	4,1	4,1	4,9	3,9
10,1-20	7,4	6,3	5,6	7,5
20,1-30	7,1	6,2	7,3	7,3
30,1-40	5,9	6	6,3	6,3
40,1-50	4,8	5,4	6	5,5
50,1-60	4	4,9	5,2	3,9

Los bosques nativos más productivos corresponden a Roble-Raulí-Coihue, Lengua y Siempreverde.

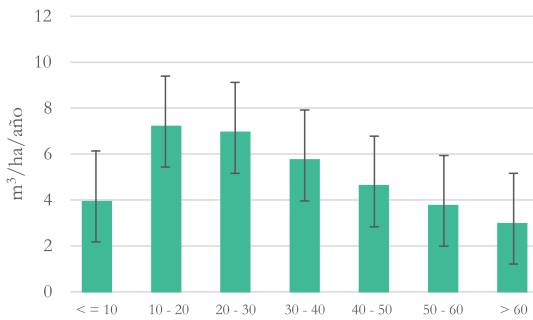


Figura 19: Crecimiento anual periódico (m³/ha/año) del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.

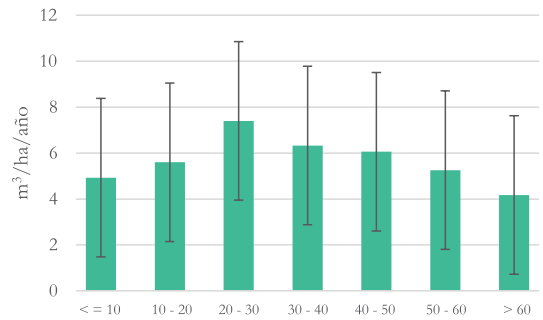


Figura 20: Crecimiento anual periódico (m³/ha/año) del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa.

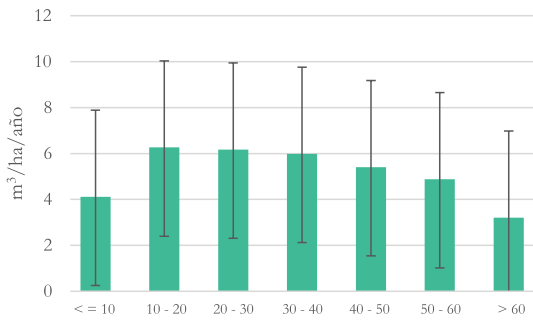


Figura 21: Crecimiento anual periódico (m³/ha/año) del tipo forestal Siempreverde.

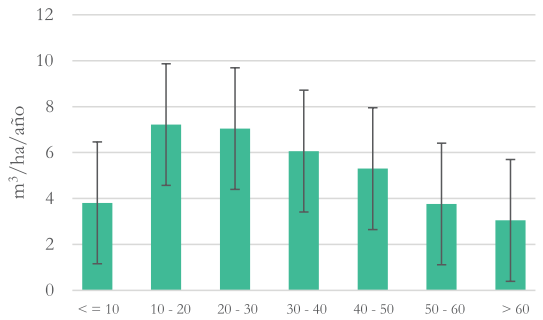


Figura 22: Crecimiento anual periódico (m³/ha/año) del tipo forestal Lengua.



Los suelos asociados a los bosques y los distintos tipos forestales incluidos en las unidades muestrales del inventario se pueden describir a través de aspectos claves como acidez y textura del suelo.

ACIDEZ DEL SUELO

La reacción del suelo expresada en la medida de concentración de H^+ o pH para cada uno de los tipos forestales se describe en la Figura 23.

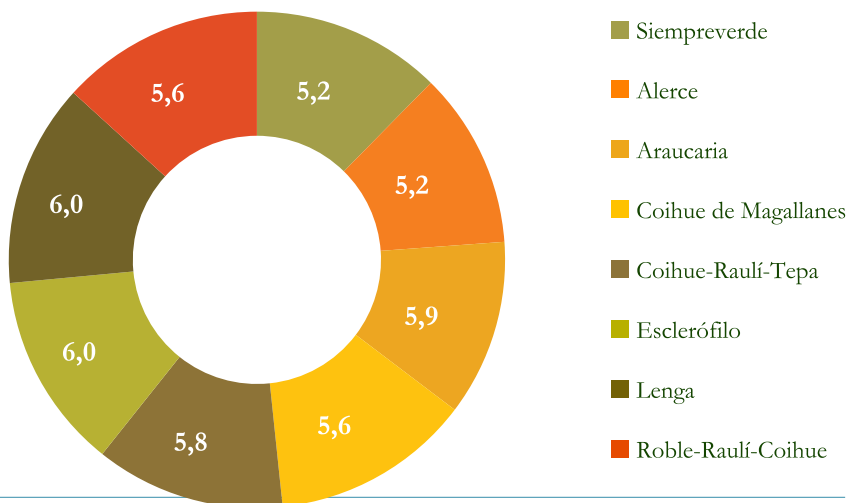


Figura 23: Reacción del suelo por tipo forestal.

La importancia del seguimiento del pH del suelo se justifica por el efecto que este tiene en las tasas de producción primaria de los árboles individuales en consideración a la actividad enzimática que cataliza los procesos fotosintéticos.

De acuerdo con la figura anterior, los tipos forestales reaccionan al rango ácido en todos los sustratos asociados a cada tipo de bosque. De estas cifras, los bosques del tipo forestal Siempreverde y Alerce constituyen aquellos que exhiben niveles de acidez más elevados.

TEXTURA DEL SUELO

En relación con la textura del suelo, la Figura 24 caracteriza la distribución de frecuencia de las texturas asociadas a las unidades de muestreo.

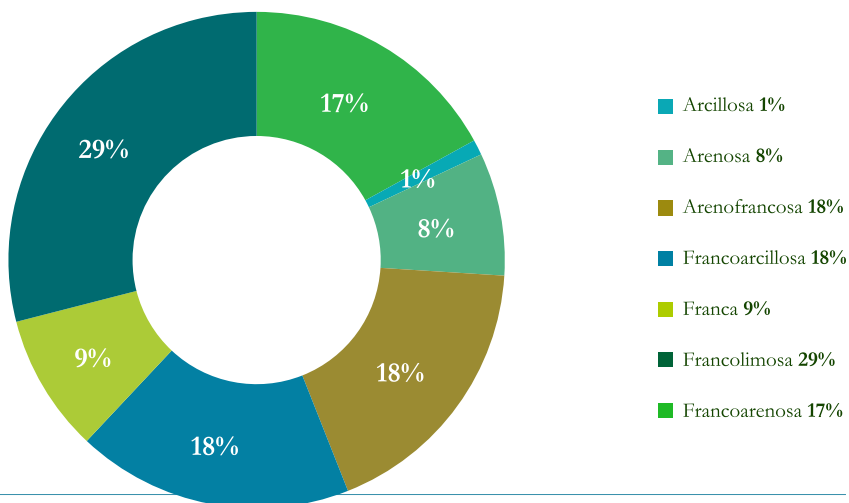


Figura 24: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas a las unidades de muestreo.

El 47 % de las unidades muestrales se encuentra en suelos francolimosos y arcillosos, el 9 % es reconocido como franco y el 26 % enseña texturas arenosas. Solo el 1 % de la muestra tiene textura arcillosa, la que puede afectar la disponibilidad de agua en el suelo para las plantas, aunque estos suelos cuentan con mejores y beneficiosas propiedades amortiguadoras, asegurando mejor estabilidad en la reacción del suelo. En la misma línea, un 8 % de las unidades muestrales se asocia a textura arenosa, la que también presenta posibles efectos negativos en la regulación de oferta de agua para la actividad fotosintética de las plantas.

La mayoría de los bosques nativos se encuentran en suelos con texturas francoarcillosas y francolimosas (47%).

Para el caso de tipos forestales, las figuras 25 a 31 describen la distribución de las texturas por tipos forestales.

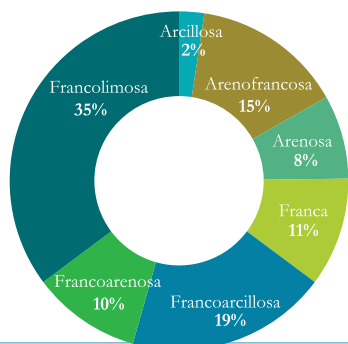


Figura 25: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.

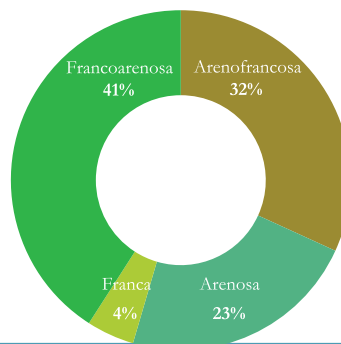


Figura 26: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Araucaria.

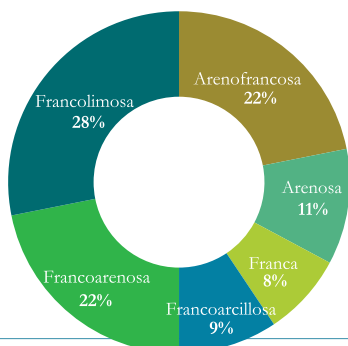


Figura 27: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa.

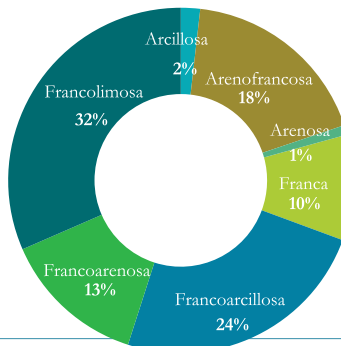


Figura 28: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Siempreverde.



En términos generales no existe predominancia significativa respecto de alguna textura específica en relación con los distintos tipos forestales. Como es de esperar, tipos forestales extensamente distribuidos geográficamente tienden a estar representados por todas las texturas de suelos. Lo contrario sucede con los tipos forestales Alerce y Araucaria (como se observa en las figuras 29 y 26 respectivamente), lo que está claramente asociado a las distribuciones geográficas más restringidas que caracterizan a estos tipos forestales.

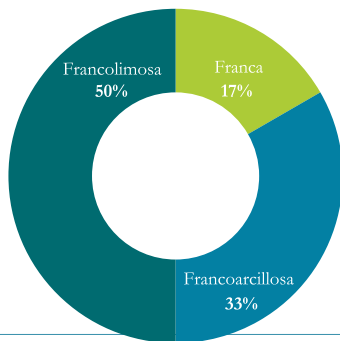


Figura 29: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Alerce.

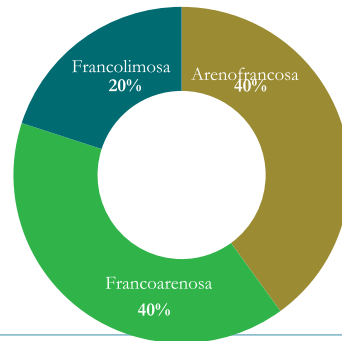


Figura 30: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Coihue de Magallanes.

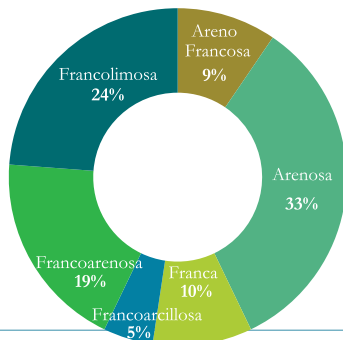


Figura 31: Distribución de frecuencia de las texturas asociadas al tipo forestal Lengua.

- Arcillosa
- Arenosa
- Arenofrancosa
- Francoarcillosa
- Franca
- Francolimosa
- Francoarenosa

TEXTURA DE SUELO Y CRECIMIENTO ANUAL

Cuando se confronta la textura del suelo con las tasas de crecimiento anual periódicas ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) se obtiene la figura que se muestra a continuación:

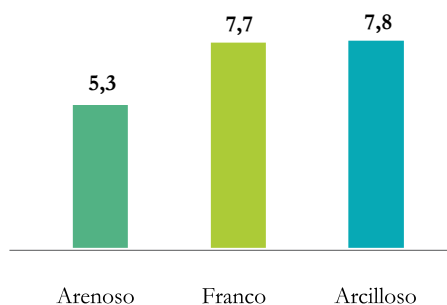


Figura 32: Tasas de crecimiento frente a la textura del suelo.

Se destaca el efecto de la textura en sus tres clases elementales, denotándose que suelos arenosos presentan bajas productividades, con $5,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en promedio, respecto de los suelos francos y arcillosos, con 7,7 y $7,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, respectivamente.



TEXTURA DE SUELO Y CRECIMIENTO ANUAL POR TIPO FORESTAL

Se muestra aquí el comportamiento del crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) frente a la textura del suelo para los tipos forestales Roble-Raulí-Coihue y Siempreverde.

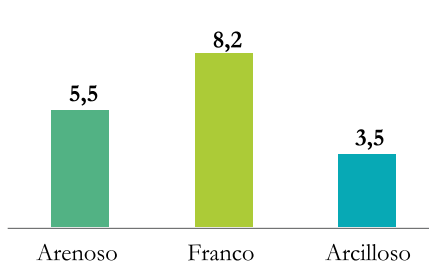


Figura 33: Tasas de crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) según textura del suelo para el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.

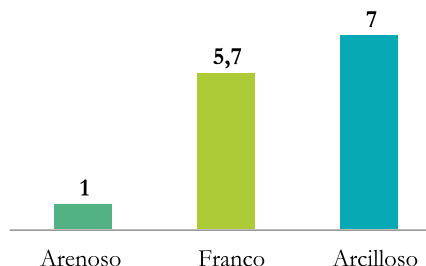


Figura 34: Tasas de crecimiento anual periódico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) según textura del suelo para el tipo forestal Siempreverde.

Los bosques de Roble-Raulí-Coihue en suelos arcillosos presentan las tasas de crecimiento más bajas.

Si bien ambas figuras son de carácter más bien indicativas y no concluyentes, resulta interesante observar el impacto que tiene la textura del suelo sobre el crecimiento anual periódico para bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue y Siempreverde.

Mientras los bosques del tipo forestal Siempreverde crecen mejor en suelos arcillosos, los bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue lo hacen en suelos francos.



Uno de los servicios ambientales más importantes de los ecosistemas forestales lo constituye el carbono capturado en los distintos tipos de bosques presentes a lo largo del país. En efecto, la cantidad de carbono capturado en la biomasa forestal es un activo que es objeto de seguimiento permanente por parte del Estado de Chile, de forma de procurar que este CO₂ se conserve y se incremente en armonía con las actividades antropogénicas de uso de los bienes y servicios del bosque.

Los bosques nativos contienen, sin contar las islas de archipiélagos del sur, un total de 5.304.822.120,49 toneladas de CO₂ equivalentes (tCO₂-eq) aéreo y radicular. Cada año los bosques capturan en términos brutos un total de 123.934.064,31 tCO₂-eq en todo el país.

La Figura 35 describe la distribución regional de CO₂-eq comprendido en los bosques del país sin considerar las islas y archipiélagos del sur.

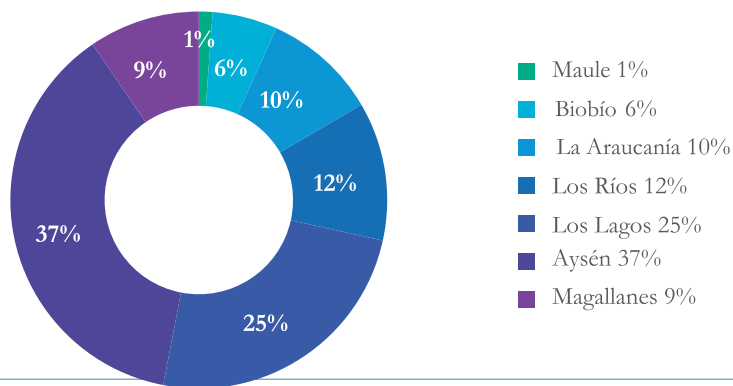


Figura 35: Distribución regional de CO₂-eq comprendido en los bosques.

En el contexto de capturas anuales de CO₂-eq por crecimiento, su distribución regional se muestra en Figura 36.

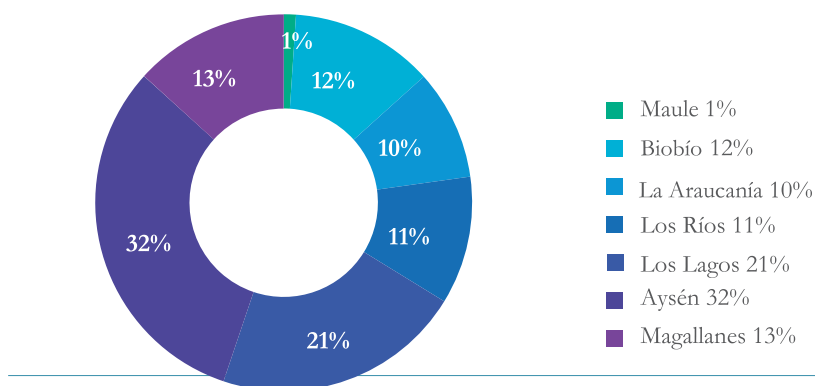


Figura 36: Distribución de capturas anuales regionales de CO₂-eq.

Claramente, por su extensión, la Región de Aysén es la que acumula más existencias y capturas de CO₂-eq, seguida por la Región de Magallanes.

En términos de rendimientos medios, estos se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Existencias medias e incremento fustal anual periódico de tCO₂-eq por hectárea y por región.

REGIÓN	EXISTENCIAS MEDIAS (TCO ₂ -EQ/HA)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIÓDICO (TCO ₂ -EQ/HA)
Coquimbo	232,43	—
Valparaíso	106,02	4,65
Metropolitana	128,20	6,80
O' Higgins	176,30	6,41
Maule	266,74	13,74
Biobío	396,21	14,71
La Araucanía	716,67	9,79
Los Ríos	902,13	12,16
Los Lagos	249,87	15,96
Aysén	555,39	7,79
Magallanes	517,54	10,32

Nótese que el incremento anual se refiere solamente al incremento fustal, no así a las existencias medias, que se refieren a cifras totales incluyendo biomasa aérea y radicular.



BALANCE ENTRE CORTAS Y CRECIMIENTO

Uno de los indicadores más recurrentes del desempeño forestal de cada país está constituido por el balance corta-crecimiento. Este considera las cortas y pérdidas acumuladas en un período específico por la industria en sus distintas actividades económicas en todo el bosque disponible (bosques nativos y bosques plantados). Adicionalmente, se considera el incremento aportado al sector también en ambos subsectores, según se mencionó anteriormente.

El resultado esperado del balance corresponde a un valor neto de existencias aún disponibles para su uso en la industria y una serie temporal que marca las tendencias centrales.

En Chile se da la especial característica de que más del 90 % de las cortas se explican por las plantaciones forestales, y al menos un 70 % del incremento de existencias se explica por los bosques nativos.



El Cuadro 2 describe la evolución del sector forestal a partir del año 1990 hasta el 2015. Se agrega como dato referencial el año 1950 (Fuente: Misión Haig), que representa el desempeño de la economía sectorial de ese entonces, la cual se encontraba dominada principalmente por el bosque nativo.

El balance corta-crecimiento al 2015 a nivel país es positivo, con un volumen neto disponible de 44,6 millones de m³, principalmente generados por el bosque nativo.

Contrasta con esta situación actual el hecho de que en 1950 y antes, este balance era negativo en 17,2 millones de m³. Si bien el sector plantaciones no aparece de manera explícita en estas cifras, se puede referencialmente observar su evolución en la dinámica de las cifras de cortas, las que son atribuibles mayoritariamente a bosques plantados.

Cuadro 2: Evolución del sector forestal en miles de m³ (1990 a 2015).

REGIÓN	1950	1990	2000	2005	2009	2012	2013	2014	2015
Cortas	37.865	22.999	35.892	45.707	52.696	59.659	54.400	51.907	52.006
Salvataje	–	38	178	123	331	–	–	–	–
Cortas netas	37.865	22.961	35.714	45.585	52.366	59.659	54.400	51.907	52.006
Pérdidas naturales	–	2.221	4.117	2.454	2.818	5.152	–	–	–
Incrementos brutos	20.659	76.707	79.867	86.121	91.516	95.910	94.355	97.023	96.582
Incrementos netos (Incrementos brutos -Cortas netas- Pérdidas naturales)	-17.206	51.525	40.036	38.083	36.332	31.099	39.955	45.116	44.576



DISEÑO DE MUESTREO DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una herramienta ministerial estadístico-matemática, desarrollada e implementada por el Instituto Forestal (INFOR), que proporciona datos e información sobre el estado y la condición de los bosques nativos de las regiones de Coquimbo a Magallanes, cubriendo hasta la fecha 14,1 millones de hectáreas. El IFN comprende el inventario de bosque nativo y de existencias de carbono, y proporciona información sobre más de 60 variables, entre otras, sobre masa boscosa, crecimiento, densidad, mortalidad, especies arbóreas y arbustivas, regeneración, sanidad de los árboles y suelos.

Bajo el concepto de inventario continuo o monitoreo, el IFN involucra no solo las variables de estado del bosque nativo, sino también incluye el factor tiempo. Con este objetivo, el inventario utiliza parcelas de muestreo permanentes porque aseguran que la estimación del cambio sea comparable en forma directa. Esta característica, a su vez, permite el uso de regresiones entre datos de mediciones continuas. El concepto de muestreo se aplica en ocasiones sucesivas.

En la descripción del bosque mediante muestreo, los individuos poblacionales (o unidades muestrales) no son árboles individuales, sino conjuntos de árboles llamados unidades muestrales o parcelas. El IFN cuenta con alrededor de 1.200 puntos de muestra distribuidos en todo el país, los cuales se localizan en forma sistemática sobre una cuadrícula de 5 x 7 km organizados en forma de arreglo triangular, según consta en la Figura 37 a continuación.

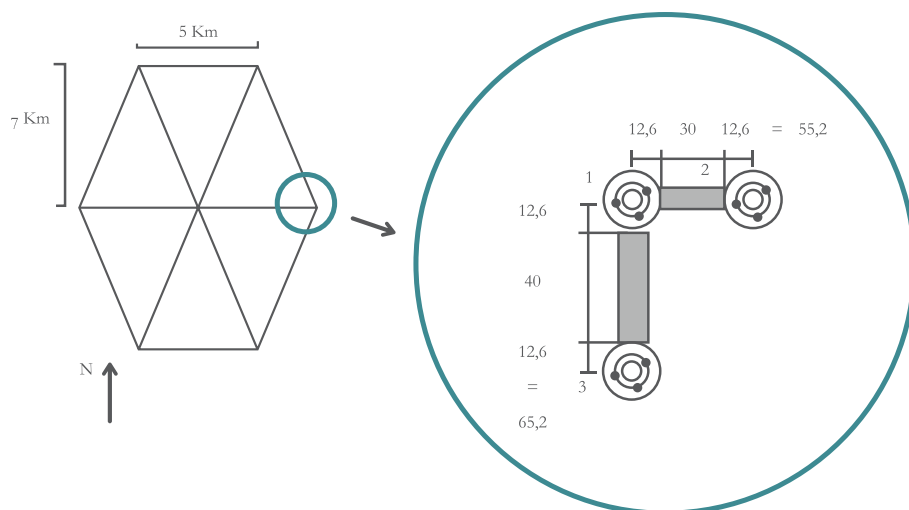


Figura 37: Distribución de puntos de muestra sobre la malla cuadrangular de 5 x 7 km (izquierda arriba) y de las tres parcelas circulares asociadas a un punto de muestra (Fuente: INFOR).

Cada punto de muestra es un conglomerado conformado por tres parcelas circulares concéntricas, de áreas equivalentes de 500 m² cada una, dispuestas en forma de L invertida sobre el punto central.

El primer ciclo de mediciones (línea base) fue completado en el período 2001-2010 y alcanza a cubrir 9,38 millones de hectáreas de bosques nativos comprendidos de las regiones de Coquimbo a Magallanes. En el año 2011 se inició el segundo ciclo de mediciones. A pesar de que la grilla de muestreo es permanente, no todos los puntos se midieron durante el primer ciclo por razones logísticas y de costo. Algunos de ellos se vuelven a medir en cada ciclo para poder calcular la mortalidad y el crecimiento, y se incorporan otros nuevos que no han sido medidos en el ciclo anterior. El período transcurrido entre las mediciones es de 4 años, agrupando áreas de aproximadamente 3,36 millones de hectáreas por año.



Aparte de las mediciones en terreno, el IFN aplica metodologías de sensores remotos, modelos digitales de terreno, mapas catastrales y datos auxiliares disponibles para proporcionar información oportuna en el marco de un muestreo estadístico sólido que cubre a los ecosistemas forestales en su conjunto y no solo a los árboles.

Las imágenes satelitales, por ejemplo, permiten identificar distintas cubiertas vegetales y de otros tipos de uso de suelo, tanto a pequeña como gran escala, según el tipo de resolución de la imagen. Al comparar imágenes satelitales de distintos períodos de tiempo se pueden determinar indicadores como deforestación, degradación forestal, cambios de uso de suelo, entre otros.

MUESTRA DE INDIVIDUOS

De acuerdo a su tamaño, los árboles tienen una probabilidad de ser seleccionados. De esta forma, los de tamaño mayor o igual a 25 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) se miden en las parcelas de 500 m², en cambio los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se les mide dentro de las parcelas de 122 m². Los árboles mayores a 4 cm en DAP se miden dentro de parcelas de 12,6 m².

Todas estas parcelas son organizadas en forma concéntrica, como se muestra en la Figura 38.

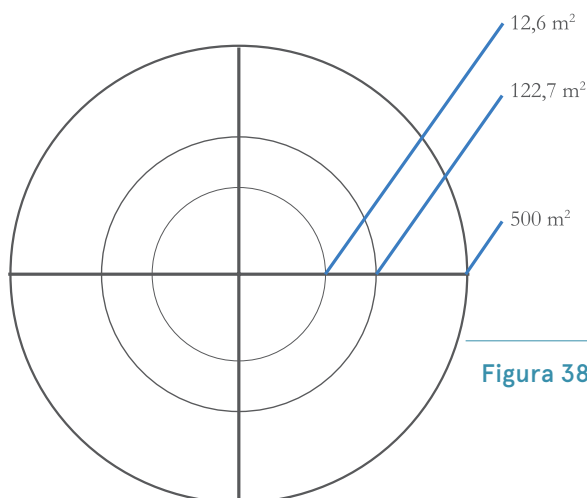


Figura 38: Parcela circular concéntrica de área equivalente.

A todos los árboles muestreados se les identifica la especie, se mide su DAP, espesor de corteza y diámetro de copa. Se estima su estado sanitario y se reconocen los posibles tipos de daños o enfermedades y agentes causantes.

Cada árbol es posicionado dentro de un croquis, estimando su ubicación relativa. Se describe su vigor de acuerdo a la apariencia de su copa. Y es observado en busca de la presencia de nidos o madrigueras.

De todos los árboles contenidos en las respectivas parcelas, se selecciona una submuestra, de la cual se obtienen mediciones más detalladas, las que incluyen: la medición de la altura total del árbol, altura donde se inicia la copa, la altura del tocón y la altura a un tercio de la altura total, diámetro del árbol al inicio de su copa y el diámetro al tercio de la altura total.

Se seleccionan algunos árboles, a los que se les extrae un tarugo a 1,3 metros del suelo para la estimación del crecimiento a través del conteo del número de anillos.



MUESTRA DE PARCELA

Dentro de cada parcela del conglomerado se sitúan 3 subparcelas de 1 m² cada una, cuyo objetivo es medir toda la vegetación presente, así como la regeneración de los árboles, según se muestra en azulcelas, en la siguiente figura.

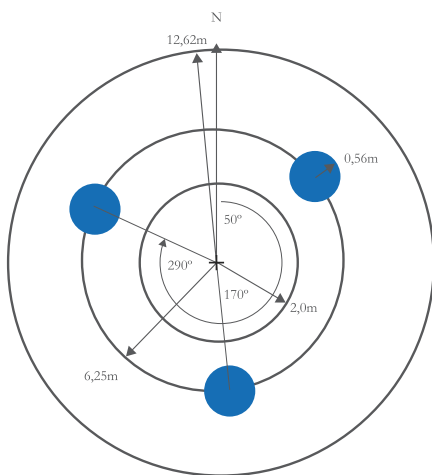


Figura 39: Muestras de regeneración y vegetación.

En cada parcela se establece un muestreo en transectos para cuantificar los residuos leñosos gruesos (T1) y los residuos leñosos finos (T2) en color rojo en la Figura 40. Los residuos gruesos se miden en todo el trayecto entre unidades circulares concéntricas, como se destaca en la Figura 39.

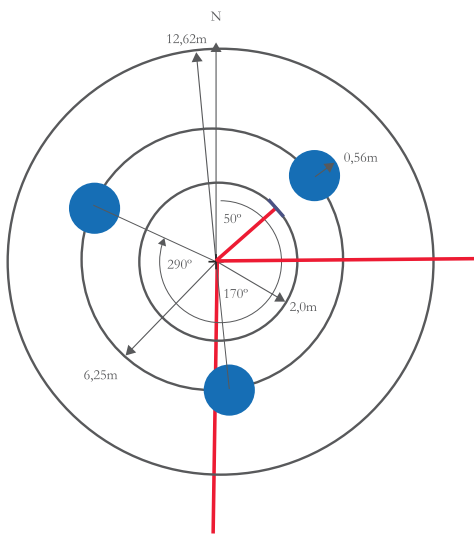


Figura 40: Transectos de residuos leñosos y mortalidad.

La medición de los residuos, así como también la de los árboles muertos, se relaciona con el hábitat que este representa para la fauna y microfauna silvestre y con la cantidad de combustible presente en el bosque y el ciclo de los nutrientes. Los residuos gruesos se refieren a ramas y troncos de árboles y arbustos que tengan un diámetro de intersección con el transecto mayor o igual que 10 cm.



A nivel de parcela, se registra también la descripción del manejo: si es que procede (tipo, intensidad), estado de desarrollo, forma de establecimiento. Se incluyen variables topográficas, como pendiente, forma de la pendiente y la exposición. Otros elementos que se recopilan mediante la observación en terreno son los signos de pastoreo, presencia de agua, de erosión y características del drenaje, presencia de flora en peligro de extinción y de fauna silvestre. También se registra la existencia de obras civiles dentro de la descripción.

MUESTRAS A NIVEL DEL CONGLOMERADO

A nivel de conglomerado se analiza una muestra de suelo que se toma en la parcela N° 1 del conglomerado. Las variables de suelo que se consideran incluyen el color, el pH, profundidad de suelo, profundidad de humus y de hojarasca. También se realizan mediciones de textura, estructura, pedregosidad y condición de humedad, presencia de moteados, de lombrices y raíces y también de micorrizas. Todas estas observaciones se detallan a nivel de observaciones de campo.



REFERENCIAS

- › Dixon, B. & Howitt R. 1979. Continuous Forest inventory using a linear filter. *Forest Science*, 25: 675-698.
- › Gayoso, J., Guerra J. y D. Alarcón. 2002. “Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas”. Informe Final. Universidad Austral de Chile. Proyecto Fondef D98I1076. Valdivia, Chile. 53 páginas.
- › Haig, I.T., Briegleb, P.A., Haertel, M.H., Payne, B.H., Teesdale, L.V. 1946. *Forest Resources of Chile as a basis for industrial expansion*. USDA Forest Service. 256 páginas.
- › IPCC. 1996. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* Volume 3. Revised Version. London.



- › Kangas A. 1991. Updated measurement data as prior information in forest Inventory. *Silva Fennica*, 25(3): 180-19.
- › Kampouraki, M., Wood, G.A., Brewer, T.R. 2008. Opportunities and limitations of object-based image analysis for detecting urban impervious and vegetated surfaces using true-colour aerial photography. En: *Object Based Image Analysis. Springer*. páginas 555-569.
- › Kumar, N. 2007. *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. CRC Press. 206 páginas.
- › Liu, J.G., Mason, P. 2009. *Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing*. Wiley Blackwell. 462 páginas.
- › Loetsch, F. & Haller, K. 1964. *Forest Inventory. V1. Statistics of forest inventory and information from aerial photographs*. BLV Verlagsgesellschaft.

- › Matern, B. 1960. Spatial Variation. Stochastic models and their application to some problems in forest survey and other sampling investigations. Forest Research Institute of Sweden, 49(5).
- › Schreuder, H.T. & Geissler, P.H. 1998. Plot Designs for Ecological Monitoring of Forest and Range. North American Science Symposium, Guadalajara, Mexico. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-12: 180-185.
- › Schreuder, H.T., Gregoire, T., Wood, G. 1993. Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory. Wiley. 464 páginas.
- › Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. 2001. *Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales*. Universidad Austral de Chile. Proyecto Fondef D98I1076. Valdivia, Chile. 15 páginas.
- › Richards, J., & Jia, X. 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction. 4th Edition. Springer Verlag. 455 páginas.







INFOR

www.infor.cl